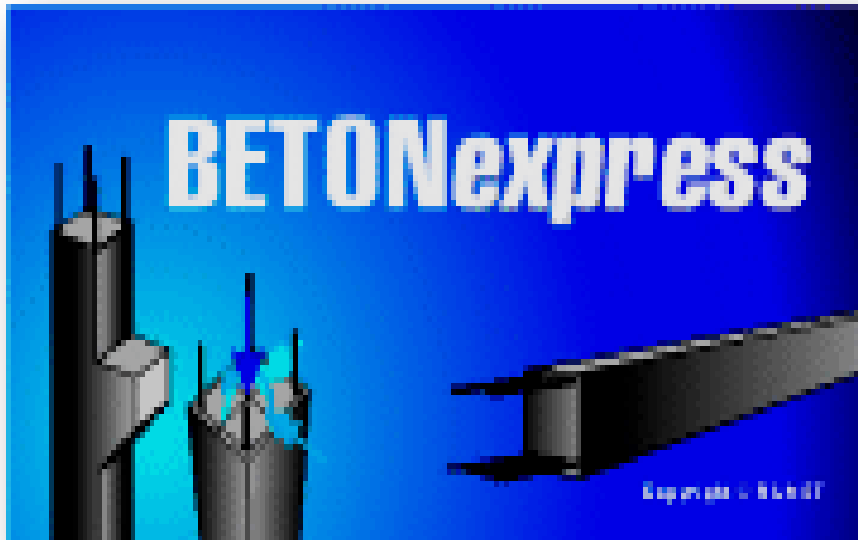




ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ & ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ RUNET



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:**

ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ (5509)  
ΚΑΚΚΟΥ ΣΟΦΙΑ (5472)  
ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ (5424)

**ΕΠΟΠΤΕΥΟΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:**

ΔΡ. ΚΑΚΑΒΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ  
Καθηγητής Α.Τ.Ε.Ι.

ΠΑΤΡΑ 2016

**Υπεύθυνη δήλωση σπουδαστών:** Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι σπουδαστές έχουμε επίγνωση των συνεπειών του Νομού περί λογοκλοπής και δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολοκλήρου του κείμενου εξ ίσου, 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 αλλού συγγραφέα και έχουμε αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

### Σπουδαστές

(Όνοματεπώνυμο)	(Όνοματεπώνυμο)	(Όνοματεπώνυμο)
Ευστρατίου Βασιλική	Κάκκου Σοφία	Παπαδόπουλος Κωνσταντίνος
(Υπογραφή)	(Υπογραφή)	(Υπογραφή)

ΠΑΤΡΑ 2016

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	7
<b>Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup> : ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ</b> .....	8
1.1 Ιστορική Επισκόπηση .....	8
1.2 Τι είναι το Οπλισμένο Σκυρόδεμα.....	9
1.3 Σκυρόδεμα– Οπλισμός .....	10
1.4 Λειτουργία Οπλισμού .....	10
1.5 Τσιμέντο .....	12
1.6 Χάλυβας.....	12
1.7 Νερό & Αδρανή .....	14
1.8 Κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα.....	15
Πλάκες απο οπλισμένο σκυρόδεμα – Πλάκες με νευρώσεις.....	16
Τοιχώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα.....	17
Πλαίσια απο οπλισμένο σκυρόδεμα .....	18
Κολώνες απο οπλισμένο σκυρόδεμα .....	19
Δοκάρια και Πλακοδοκοί .....	20
Πατώματα & τα ειδη τους. ....	21
Τοίχοι Αντιστήριξης .....	21
1.9 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του Οπλισμένου Σκυροδέματος.....	22
<b>Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup> : ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ Ο/Σ</b> .....	23
2.1 Εισαγωγικά .....	23
2.2 Ευρωκώδικας .....	23
2.3 EN 1992: Ευρωκώδικας 2–Σχεδιασμός Φερουσών Κατασκευών Από Σκυρόδεμα. .....	24
Οριακές καταστάσεις (υπόμνηση από EN 1990) .....	26
Κυριότερες διαφορές EC2-1-1 και ΕΚΩΣ2000 (1/2).....	26
Κυριότερες διαφορές EC2-1-1 και ΕΚΩΣ2000 (2/2).....	26
Κατάταξη δράσεων (υπόμνηση από EN1990) .....	27
Βασικές μεταβλητές: Δράσεις και περιβαλλοντικές επιρροές .....	27
Βασικές μεταβλητές: Θερμοκρασιακές επιρροές.....	27
Βασικές μεταβλητές: Διαφορικές καθιζήσεις / μετακινήσεις.....	28
Βασικές μεταβλητές: Προένταση .....	28
Ελεγχοι στατικής ισορροπίας και αντίστασης (υπόμνηση από EN 1990).....	28
Έλεγχος βάση της μεθόδου των επίμερους συντελεστών. Τιμές σχεδιασμού .....	28
Θλιπτική & εφελκυστική αντοχή σχεδιασμού.....	29
Ελαστική παραμόρφωση .....	30
Ορθογωνική κατανομή τάσεων.....	31
Διάγραμμα τάσεων-παραμορφώσεων τυπικού χάλυβα οπλισμού .....	32

Επικάλυψη Οπλισμών .....	32
Διάτμηση.....	32
Στρέψη .....	33
Αγκυρώσεις και ενώσεις οπλισμών.....	33
<b>Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup> : ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ RUNET.....</b>	<b>34</b>
3.1 Γενικά .....	34
3.2 Μόλις ολοκληρωθεί η εγκατάσταση .....	34
3.4 Βασική φιλοσοφία χρήσης του προγράμματος .....	35
Αντικείμενα κατασκευής .....	35
Οι βασικοί χειρισμοί στο πρόγραμμα είναι ως εξής: .....	35
Αρχείο .....	37
Αρχία μελέτης .....	38
Παράμετροι Ωπλισμένου Σκυροδέματος .....	38
Σύνθετα υλικά ενίσχυσης.....	39
Παράμετροι Θεμελίωσης .....	39
Επιτρεπόμενες τάσεις .....	39
Παράμετροι Τοίχων Αντιστήριξης.....	40
Έλεγχος ευστάθειας με Ευρωκώδικα 7 .....	40
Έλεγχος αντοχής άοπλου τοίχου με Ευρωκώδικα 6 .....	41
Έλεγχος αντοχής άοπλου τοίχου με επιτρεπόμενες τάσεις .....	41
Έλεγχος ευστάθειας με συντελεστή ασφάλειας.....	41
Γενικά στοιχεία αντικειμένων .....	42
Όνομα τμημάτων υπολογισμών .....	42
Σκυρόδεμα – Χάλυβας.....	42
Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας.....	42
Επικάλυψη οπλισμών .....	42
Επιθυμητή διάμετρος οπλισμού.....	43
Συντελεστές ασφαλείας δράσεων.....	43
Πλάκες .....	45
Διατομή πλάκας, κάμψη .....	45
Συνεχής πλάκα 1-8 ανοίγματα .....	46
Τετρα έρειστη πλάκα .....	47
Συνεχής πλάκα 1-8 ανοίγματα .....	47
Τετραέρειστη πλάκα .....	48
Πλάκα πρόβολος .....	49
Διατομή πλάκας με νευρώσεις (Zöllner) .....	49
Συνεχής πλάκα με νευρώσεις (Zöllner) .....	50
Τετραέρειστη πλάκα με νευρώσεις (Zöllner).....	50

Αντοχή διατομής πλάκας.....	51
Αντοχή διατομής πλάκας με ενισχύσεις.....	51
Δοκοί.....	52
Ορθογωνική διατομή δοκού, κάμψη-διάτμηση.....	53
Διατομή πλακοδοκού, κάμψη-διάτμηση.....	53
Διατομή πλακοδοκού, κάμψη-διάτμηση.....	54
Δοκός ενός ανοίγματος, σύνθετη φόρτιση.....	54
Συνεχής δοκός 1-8 ανοίγματα.....	55
Αντοχή διατομής δοκού.....	56
Αντοχή διατομής δοκού με ενισχύσεις.....	56
Αντοχή διατομής πλακοδοκού.....	57
Αντοχή διατομής πλακοδοκού με ενισχύσεις.....	57
Τοίχοι αντιστήριξης.....	58
Τοίχοι βαρύτητας.....	60
Έλεγχος κορμού τοίχου με επιτρεπόμενες τάσεις.....	61
Τοίχος αντιστήριξης-1, από ωπλισμένο σκυρόδεμα.....	63
Τοίχος αντιστήριξης 2, από ωπλισμένο σκυρόδεμα.....	64
Βραχύς Πρόβολος.....	65
Υψίκορμος δοκός.....	65
Κατάλογος Οπλισμών.....	66
Σχεδιαστικό.....	68
Διάφορα άλλα εργαλεία.....	69
Προεπισκόπηση Τευχών.....	74
Εκτυπώσεις- Εκτύπωση Τεύχους.....	75
Εξώφυλλο Τεύχους.....	78
<b>Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup> : ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΒΕΤΟΝ</b>	
<b>EXPRESS</b> .....	79
4.1 Γενικά.....	79
4.2 Υπολογισμοί.....	79
Τοίχος Αντιστήριξης C20/25(T. ANT-001).....	80
Τοίχος Αντιστήριξης C25/30(T. ANT-001).....	91
Συμπερασματα.....	101
<b>5 Βιβλιογραφία – Πηγες</b> .....	102

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1 Ο εφευρέτης του τσιμέντου Portland Joseph Aspdin (κέντρο).....	8
Εικόνα 2: Το πρώτο κτήριο από Ο/Σ στις ΗΠΑ.....	8
Εικόνα 3 Τυπική κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα .....	9
Εικόνα 4: 1.Θλιβόμενη περιοχή στην τομή της δοκού 2.Εφελκόμενος οπλισμός στην τομή 3.Θλιπτικές δυνάμεις σε πλάγια όψη 4.Εφελκυστική δύναμη ράβδου σε πλάγια όψη.....	10
Εικόνα 5 Κατηγορίες Χάλυβα .....	11
Εικόνα 6 Τύπος τσιμέντου .....	11
Εικόνα 7 Κατηγορίες σκυροδέματος.....	11
Εικόνα 8 Σύγχρονο εργοστάσιο παρασκευής τσιμέντου.....	12
Εικόνα 9 Ράβδοι από χάλυβα.....	13
Εικόνα 12 Μέγιστος λόγος w/z για κάθε ποιότητα σκυροδέματος .....	14
Εικόνα 10 Διάγραμμα τάσης-παραμόρφωσης, χάλυβα κατεργασμένος εν ψυχρώ .....	14
Εικόνα 11 Διάγραμμα τάσης-παραμόρφωσης, χάλυβα κατεργασμένος εν θερμώ.....	14
Εικόνα 13 Κατάταξη αδρανών με βάση το μέγεθος του κόκκου. ....	15
Εικόνα 14 Παράδειγμα πλάκας από οπλισμένο σκυρόδεμα με νευρώσεις και σώματα πλήρωσεως .....	16
Εικόνα 15 Τύποι πλακών με νευρώσεις από στοιχεία προκατασκευασμένα και στρώση σκυροδέματος από πάνω α) με νευρώσεις ορατές β) με σώμα πλήρωσεως.....	16
Εικόνα 16 Τοιχώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα Α)Επίπεδο Β)Τεθλασμένο Γ)Καμπύλο .....	17
Εικόνα 17 Α.Παράδειγμα τοιχώματος από οπλισμένο σκυρόδεμα με μεταβλητό πάχος Β.Πολύροφο τοίχωμα από οπλισμένο σκυρόδεμα Γ.Παραδείγματα θεμελιώσεως τοιχωμάτων σε στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα.....	17
Εικόνα 18 Πλαίσια από οπλισμένο σκυρόδεμα Α)Δίστυλο Β)Πολύστυλο.....	18
Εικόνα 19 Πλαίσια από οπλισμένο σκυρόδεμα Α)Μονόροφο Β)Πολύροφο.....	18
Εικόνα 20 Για απλοποίηση των υπολογισμών συνήθως τα τρισδιάστατα πλαίσια (Α) τα θεωρούμε ότι αποτελούνται από επίπεδα πλαίσια (Β) .....	18
Εικόνα 21 Κολώνες από οπλισμένο σκυρόδεμα Α)Μονόροφη Β)Δύοροφη.....	19
Εικόνα 22 Κολώνες από οπλισμένο σκυρόδεμα Α)Με μεταβλητή διατομή Β)Με σταθερή διατομή και ενίσχυση στην κορυφή.....	19
Εικόνα 23 Τοίχοι Αντιστήριξης.....	21
Εικόνα 24 Κατηγορία Σκυροδέματος .....	29
Εικόνα 25 Σχέσεις τάσεων-παραμορφώσεων για το σκυρόδεμα .....	30
Εικόνα 26 Σχέσεις τάσεων-παραμορφώσεων για το σκυρόδεμα .....	31
Εικόνα 27 Ορθογωνικές τάσεις .....	31
Εικόνα 28 Χάλυβας κατεργασμένος εν θερμώ Χάλυβας κατεργασμένος εν ψυχρώ .....	32
Εικόνα 30 Συντελεστές Δράσεων .....	38
Εικόνα 32 Παράμετροι Ωπλισμένου Σκυροδέματος για δοκούς .....	38
Εικόνα 29 Συντελεστές Δράσεων .....	38
Εικόνα 31 Παράμετροι Ωπλισμένου Σκυροδέματος για δοκούς .....	38
Εικόνα 33 Παράμετροι Ωπλισμένου Σκυροδέματος για πέδιλα .....	38
Εικόνα 34 Ευρωκώδικας 2.....	41
Εικόνα 35 Κανονισμός Οπλισμού .....	41

\* Στην εργασία αυτή υπάρχουν και άλλες εικόνες αλλά χωρίς αρίθμηση. Δεν χρειαζόταν να συμπεριληφθούν στον πίνακα εικόνων πιο πάνω.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται την επίλυση προβλημάτων κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα. Στο 1<sup>ο</sup> κεφάλαιο περιγράφουμε γενικά στοιχεία για το το οπλισμένο σκυρόδεμα, όπως την ιστορία του, που χρησιμεύει και σε τι κατασκευές χρησιμοποιείται, τις ιδιότητες του αλλά και από τι υλικά αποτελείται και περιγραφή αυτών των υλικών. Στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο αναφερόμαστε στον Ευρωκώδικα #2 ο οποίος διέπει όλες τις κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα. Περιγράφονται αναλυτικά τα κύρια στοιχεία του ευρωκώδικα τα οποία μας είναι χρήσιμα σε αυτήν την εργασία. Ταυτόχρονα αναφέρονται και άλλοι κανονισμοί που ισχύουν στην χώρα μας για την χρήση του οπλισμένου σκυροδέματος. Στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο μελετάμε θεωρητικά το πρόγραμμα Runet στο σχεδιασμό κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα. Προσπαθούμε να καταλάβουμε την φιλοσοφία του αλλά και τον τρόπο χειρισμού του και γενικά για την χρησιμότητα του. Τέλος στο τελευταίο 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο εφαρμόζουμε το πρόγραμμα για την επίλυση συγκεκριμένων κατασκευών στην περίπτωση μας ασχοληθήκαμε με τοίχο αντιστήριξης επιλύοντας διάφορα παραδείγματα για ένα συγκεκριμένο τύπο τοίχου αλλάζοντας μερικά δεδομένα την κάθε φορά , ώστε να δούμε τα αποτελέσματα , τις διαφορές τους και να καταλάβουμε το πώς λειτουργεί η επίλυση τέτοιων προβλημάτων.

# Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup> : ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

## 1.1 Ιστορική Επισκόπηση<sup>1</sup>

Το οπλισμένο σκυρόδεμα είναι το υλικό το οποίο τις τελευταίες δεκαετίες έχει κυριαρχήσει στην Ελλάδα (και όχι μόνο) ως το επικρατέστερο δομικό υλικό για τη συντριπτική πλειοψηφία των κατασκευών (κτίρια, γέφυρες κτλ).

Το σκυρόδεμα ως υλικό ήταν ήδη γνωστό στους Ρωμαίους ως συνδετικό μέσο (σκυρόδεμα με υδραυλική άσβεστο ή πουζολανικό τσιμέντο), ωστόσο η νέα εποχή του σκυροδέματος μπορεί να θεωρηθεί ότι εγκαινιάζεται με την εφεύρεση του τσιμέντου Portland από τον Joseph Aspdin (Εικόνα 1-1) το 1824 στο Yorkshire. Η πρώτη φορά που τοποθετήθηκε οπλισμός στο σκυρόδεμα ήταν το 1855 από τον Jean-Louis Lambot στη Γαλλία για την κατασκευή μιας βάρκας. Την ίδια περίπου περίοδο (1867) ο Γάλλος κηπουρός Joseph Monier χρησιμοποιούσε μεταλλικά πλέγματα στην προσπάθειά του να κατασκευάσει πιο ανθεκτικές γλάστρες και ο επίσης Γάλλος χτίστης Francois Coignet είναι ο πρώτος που εισάγει την χρήση του οπλισμένου σκυροδέματος στην κατασκευή οικοδομών (1860-1880). Το ιδιόκτητο μάλιστα σπίτι του F. Coignet από Ο/Σ στο Παρίσι



Εικόνα 1 Ο εφευρέτης του τσιμέντου Portland Joseph Aspdin (κέντρο)

διατηρείται ακόμα (Εικόνα 1-2). Το 1873 ο William E. Ward κατασκευάζει στο Port Chester της Νέας Υόρκης το πρώτο σπίτι από οπλισμένο σκυρόδεμα στις Η.Π.Α., το «Ward's Castle» όπως ονομάστηκε, το οποίο διατηρείται μέχρι και σήμερα. Τις επόμενες δεκαετίες ξεκίνησε η χρήση του οπλισμένου σκυροδέματος και σε έργα οδοποιίας για να ακολουθήσει στη συνέχεια η εκρηκτική του πορεία στον 20ο αιώνα.

Η πρώτη ρεαλιστική θεωρία υπολογισμού στοιχείων από Ο/Σ δημοσιεύτηκε το 1902 από τον E. Mörsch, που διατέλεσε αργότερα για πολλά χρόνια καθηγητής στο Πολυτεχνείο της Στουτγκάρδης



Εικόνα 2: Το πρώτο κτήριο από Ο/Σ στις ΗΠΑ

<sup>1</sup> [www.scribd.com/doc/30966739](http://www.scribd.com/doc/30966739)



## 1.2 Τι είναι το Οπλισμένο Σκυρόδεμα<sup>2</sup>

Το οπλισμένο σκυρόδεμα ή μπετόν αρμέ είναι ένα σύνθετο υλικό που προκύπτει από την ενίσχυση του σκυροδέματος με κάποιο άλλο υλικό μεγαλύτερης αντοχής που ονομάζεται οπλισμός. Ως υλικό οπλισμού χρησιμοποιείται συνήθως ο χάλυβας σε μορφή ράβδων ή ινών και σπανιότερα ίνες γυαλιού, πολυμερών υλικών και άλλα. Στόχος είναι να συνδυαστούν οι ιδιότητες των παραπάνω υλικών σε ένα νέο που θα καλύπτει τις ανάγκες της κατασκευής.

Το οπλισμένο σκυρόδεμα είναι το πιο δημοφιλές υλικό στην Ελλάδα, για τη διαμόρφωση του φέροντα οργανισμού ενός κτιρίου (θεμέλια, υποστυλώματα, δοκοί και πλάκες). Αν και δεν είναι απαραίτητα το πιο συμφέρον υλικό, το κοινό αλλά και οι μηχανικοί δείχνουν να το εμπιστεύονται σταθερά, περισσότερο από οποιοδήποτε άλλο. Ένα κτίριο από οπλισμένο σκυρόδεμα έχει σημαντική ακαμψία, πράγμα που σημαίνει ότι έχει καλή σεισμική συμπεριφορά, αν δεν έχει μεγάλο ύψος. Επιπλέον, το σκυρόδεμα, ακόμα και ανεπίχριστο δεν αλληλεπιδρά σημαντικά με την ατμόσφαιρα, επομένως δεν καταστρέφεται εύκολα από την υγρασία, τον παγετό ή τη φωτιά. Το στατικό σύστημα που διαμορφώνεται, δεν καταλαμβάνει πολύ χώρο ενώ απαλλάσσει την τοιχοποιία από τα φορτία, και μας δίνει το περιθώριο για απεριόριστες αρχιτεκτονικές εφαρμογές.

Ο όρος «οπλισμένο σκυρόδεμα» στην πραγματικότητα σημαίνει ότι το κυρίως σώμα των φερόντων στοιχείων είναι από σκυρόδεμα, το οποίο διατρέχεται σε συγκεκριμένα σημεία από ράβδους χάλυβα (οπλισμός). Αυτά τα δύο υλικά έχουν την ικανότητα να συνεργάζονται πολύ καλά και έχουν συμπληρωματικές ιδιότητες, καλύπτοντας το φάσμα των φορτίων που αναλαμβάνει ένα κτίριο. Οι αναλογίες και τα ακριβή σημεία τοποθέτησης του χάλυβα, αποφασίζονται από το μηχανικό, αφού εκπονήσει τη στατική μελέτη, η οποία οφείλει να συμμορφώνεται πλήρως με τον Εθνικό Κανονισμό Οπλισμένου Σκυροδέματος (**Ε.Κ.Ω.Σ. 2000**) και τον Εθνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (**Ε.Α.Κ. 2000**).

Ωστόσο μια σωστή μελέτη δεν εξασφαλίζει απαραίτητα μια επιτυχημένη κατασκευή. Η ποιότητα των υλικών και η επιμελής εφαρμογή τους, έχει την ίδια σημασία προκειμένου να εξασφαλίζεται η λειτουργικότητα, η ασφάλεια και η ευημερία της κατασκευής.



Εικόνα 3 Τυπική κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα

<sup>2</sup> [https://el.wikipedia.org/wiki/Οπλισμένο\\_σκυρόδεμα](https://el.wikipedia.org/wiki/Οπλισμένο_σκυρόδεμα)

### 1.3 Σκυρόδεμα- Οπλισμός

Το σκυρόδεμα πιο γνωστό ως μπετόν είναι ένα μείγμα αδρανών υλικών (χαλίκια), τσιμέντου και νερού που μετά από χημική αντίδραση μετατρέπεται σε στερεό σώμα. Έχει πολλά πλεονεκτήματα στις κατασκευές, όπως η ευκολία που έχει να παίρνει σχήμα με καλούπια, η μεγάλη θλιπτική αντοχή του, η αντοχή στο χρόνο, η αντοχή στη φωτιά και το σχετικά μικρό κόστος. Ένα πρόσθετο πλεονέκτημα είναι και η σχετικά χαμηλή κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή του που έχει ως αποτέλεσμα μικρότερη επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Το κυριότερο μειονέκτημα του σκυροδέματος είναι η πολύ μικρή αντοχή του σε εφελκυσμό.

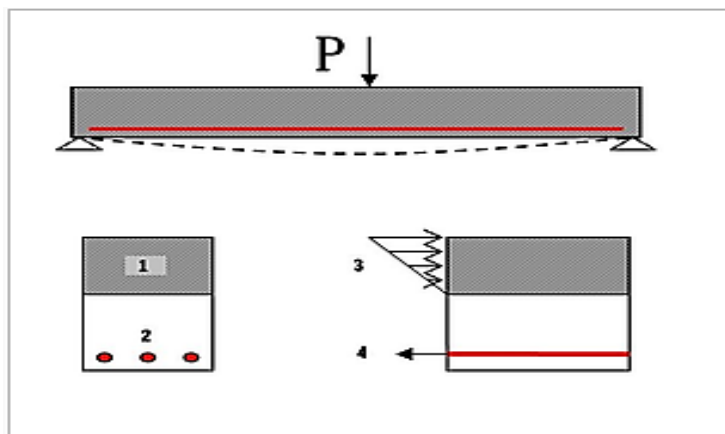
Το υλικό του οπλισμού για να καλύψει την αδυναμία του σκυροδέματος πρέπει να έχει μεγάλη αντοχή σε εφελκυσμό. Επιπλέον, για να μπορεί να συνεργαστεί με το σκυρόδεμα όταν μεταβάλλεται η θερμοκρασία θα πρέπει να έχει και παρόμοιο συντελεστή θερμικής διαστολής.

Ο χάλυβας έχει και τις δύο αυτές ιδιότητες. Μειονέκτημα του χάλυβα είναι η ευαισθησία του σε διάβρωση (σκουριάζει) και στη φωτιά. Η σκουριά είναι το αποτέλεσμα οξείδωσης. Το σκυρόδεμα όμως σχηματίζει αλκαλικό περιβάλλον που δεν επιτρέπει την οξείδωση του χάλυβα και όταν έχει αρκετό πάχος τον προστατεύει από τις υψηλές θερμοκρασίες της φωτιάς. Έτσι τα δύο υλικά καλύπτουν το ένα τις αδυναμίες του άλλου.

### 1.4 Λειτουργία Οπλισμού

Ο οπλισμός μπαίνει στο σκυρόδεμα είτε ως ίνες ανακατεμένες στο μείγμα του (ινοπλισμένο σκυρόδεμα), είτε ως ράβδοι σε επιλεγμένες θέσεις που προκύπτουν από την στατική ανάλυση της κατασκευής. Οι ράβδοι τοποθετούνται κυρίως στις θέσεις που εμφανίζονται εφελκυστικές τάσεις ή γενικότερα όπου δεν επαρκεί η αντοχή του σκυροδέματος. Λόγω του υψηλότερου κόστους του οπλισμού γίνεται προσπάθεια να χρησιμοποιηθεί μόνο εκεί που είναι απαραίτητος.

Παράδειγμα στην εικόνα 1-4 φαίνεται μία δοκός που στηρίζεται στα άκρα της και έχει ένα συγκεντρωμένο φορτίο στο μέσον της. Το φορτίο, όπως προβλέπει και η θεωρία της κάμψης, καμπυλώνει τη δοκό (διακεκομμένη γραμμή). Το άνω μέρος της δοκού συμπιέζεται (γραμμοσκιασμένη περιοχή 1 στην τομή) ενώ στο κάτω εμφανίζονται εφελκυστικές τάσεις που τείνουν να το ανοίξουν. Εάν δεν υπήρχε οπλισμός, στο κάτω μέρος της δοκού θα άνοιγαν ρωγμές λόγω της χαμηλής αντοχής του σκυροδέματος σε εφελκυσμό και η δοκός θα έσπαζε. Για να αντέξει η δοκός τις εφελκυστικές τάσεις τοποθετούνται ως ενίσχυση, ράβδοι χάλυβα που φαίνονται στο σχήμα με κόκκινο χρώμα.



Εικόνα 4: 1.Θλιβόμενη περιοχή στην τομή της δοκού  
2.Εφελκυσμένος οπλισμός στην τομή 3.Θλιπτικές δυνάμεις σε πλάγια όψη  
4.Εφελκυστική δύναμη ράβδου σε πλάγια όψη.

Κατηγορία Χάλυβα	$f_{yk}$ [MPa]	$f_{tk,c}$ [MPa]	$E_s$ [GPa]	$e_{uk}$ [%]	L [m]
S220	220.00	220.00	200.00	2.50	14.00
S400	400.00	400.00	200.00	2.50	14.00
S400s	400.00	400.00	200.00	7.50	14.00
S500	500.00	500.00	200.00	2.50	14.00
S500s	500.00	500.00	200.00	7.50	14.00
B500A	500.00	500.00	200.00	2.50	14.00
B500B	500.00	500.00	200.00	5.00	14.00
B500C	500.00	500.00	200.00	7.50	14.00
B450C	450.00	450.00	200.00	7.50	14.00
S670/800	670.00	800.00	200.00	7.50	14.00
B550A	550.00	550.00	200.00	2.50	14.00
B550B	550.00	550.00	200.00	5.00	14.00

Εικόνα 5 Κατηγορίες Χάλυβα

ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
CEM I	Τσιμέντο Πόρτλαντ
CEM II	Σύνθετο Τσιμέντο
CEM III	Σκωριοτσιμέντο
CEM IV	Ποζολανικό Τσιμέντο
CEM V	Σύνθετο Τσιμέντο

Εικόνα 6 Τύπος τσιμέντου

Κατηγορία	$f_{ck}$ [MPa]	$f_{ck,c}$ [MPa]	$f_{ctm}$ [MPa]	$f_{ctk0.05}$ [MPa]	$f_{ctm0.95}$ [MPa]	$f_{ct,fl}$ [MPa]	$f_{vck}$ [MPa]	$E_c$ [GPa]	$G_c$ [GPa]	w [kN/m <sup>2</sup> ]
C12/15	12.00	15.00	1.60	1.10	2.00	3.20	0.27	27	11	25
C16/20	16.00	20.00	1.90	1.30	2.50	5.00	0.33	29	12	25
C20/25	20.00	25.00	2.20	1.50	2.90	5.80	0.39	30	13	25
C25/30	25.00	30.00	2.60	1.80	3.30	6.60	0.45	31	13	25
C30/37	30.00	37.00	2.90	2.00	3.80	7.80	0.45	33	14	25
C35/45	35.00	45.00	3.20	2.20	4.20	8.40	0.45	34	15	25
C40/50	40.00	50.00	3.50	2.50	4.60	9.20	0.45	35	15	25
C45/55	45.00	55.00	3.80	2.70	4.90	9.60	0.45	36	16	25
C50/60	50.00	60.00	4.10	2.90	5.30	10.40	0.45	37	16	25
C55/67	55.00	67.00	4.20	3.00	5.50	10.40	0.45	38	16	25
C60/75	60.00	75.00	4.40	3.10	5.70	10.40	0.45	39	16	25
C70/85	70.00	85.00	4.60	3.20	6.00	10.40	0.45	41	16	25
C80/95	80.00	95.00	4.80	3.40	6.30	10.40	0.45	42	16	25
C90/105	90.00	105.00	5.00	3.50	6.60	10.40	0.45	44	16	25

Εικόνα 7 Κατηγορίες σκυροδέματος

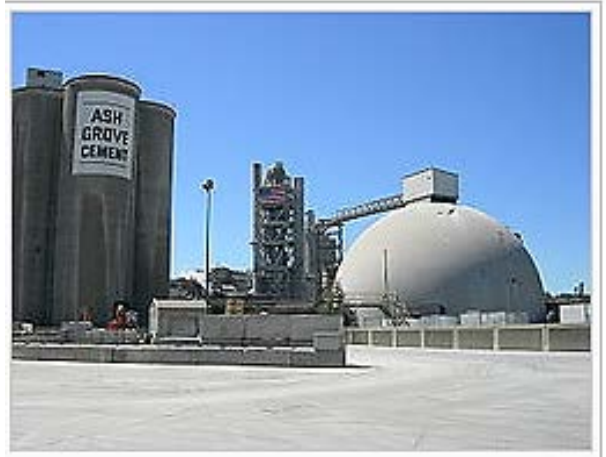
## 1.5 Τσιμέντο

Το τσιμέντο, είναι υδραυλικό συνδετικό υλικό. Δηλαδή είναι λεπτά διαμερισμένο ανόργανο υλικό (σκόνη) που σε ανάμειξη με νερό σχηματίζει παχύρρευστο μείγμα, το οποίο σταδιακά στερεοποιείται μέσω αντιδράσεων και διεργασιών ενυδάτωσης.

Ο όρος τσιμέντο αναφέρεται στη συνδετική σκόνη, συνήθως προ της ανάμειξης με νερό, χωρίς άλλα αδρανή πρόσθετα όπως άμμος και χαλίκι. Ενώ το σκυρόδεμα αναφέρεται είτε στο μείγμα τσιμέντου με ποσότητα από άλλα αδρανή υλικά. Η χημική αντίδραση του τσιμέντου με το νερό (ενυδάτωση τσιμέντου) παράγει προϊόντα που έχουν χαρακτηριστικά πήξης και σκλήρυνσης.

Η κύρια χρήση του τσιμέντου είναι στην αντίδραση μεταξύ αυτού και του νερού. Έχει αποδειχθεί πειραματικά ότι όσο περισσότερο τσιμέντο (μέχρις ενός ορισμένου ορίου βέβαια) περιέχεται στην μονάδα όγκου του σκυροδέματος, εφόσον και οι λοιποί παράγοντες (ποιότητα και κοκκομετρική σύνθεση των αδρανών, ποσότητα νερού, μέθοδος διάστρωσης και συμπύκνωσης, κλπ.) παραμένουν σταθεροί, τόσο μεγαλύτερη αντοχή εμφανίζει το σκυρόδεμα. Φυσικά η αύξηση αυτής της αντοχής δεν είναι απεριόριστη, αλλά σταματά στην αντοχή του λιγότερο ανθεκτικού υλικού του σκυροδέματος.

Τα τσιμέντα που χρησιμοποιούνται σήμερα, είναι σχεδόν αποκλειστικά Portland που παρασκευάζεται από συνάλεση κλίνκερ (μίγμα ασβεστόλιθου και αργιλοπυριτικών ψημένο σε θερμοκρασία 1400 C) με γύψο και πρόσθετα, ενώ συχνά περιέχουν και πουζολάνη (θηραϊκή γη ή ιπτάμενη τέφρα).



Εικόνα 8 Σύγρονο εργοστάσιο παρασκευής τσιμέντου

## 1.6 Χάλυβας

Ο χάλυβας (κοινώς ατσάλι) είναι κράμα σιδήρου – άνθρακα που περιέχει λιγότερο από 2,06% κ.β. άνθρακα, λιγότερο από 1,0% μαγγάνιο και πολύ μικρά ποσοστά πυριτίου, φωσφόρου, θείου και οξυγόνου. Οι κραματωμένοι χάλυβες, όπως π.χ. οι ανοξείδωτοι χάλυβες, οι εργαλειοχάλυβες, κ.λπ., αποτελούν ειδική κατηγορία χαλύβων που περιέχουν υψηλότερα ποσοστά άλλων μετάλλων.

Το είδος και το πάχος της διατομής του χρησιμοποιούμενου χάλυβα προκύπτει από τη στατική μελέτη, ενώ πρέπει να ελέγχεται ότι το υλικό διαθέτει τα απαραίτητα πιστοποιητικά συμμόρφωσης με τους κανονισμούς, όταν παραλαμβάνεται από τον κατασκευαστή. Επιπλέον, πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή στην τοποθέτηση του οπλισμού, καθώς οποιαδήποτε παρέκκλιση από τη μελέτη μπορεί να αλλάξει σημαντικά τη συμπεριφορά του κτιρίου.

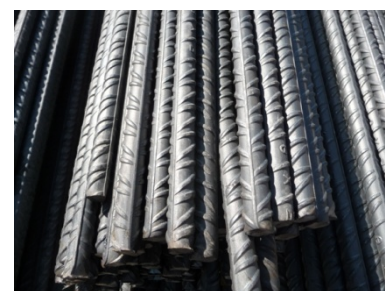
Οι χάλυβες που χρησιμοποιούνται για τον οπλισμό σκυροδέματος σε οικοδομικά έργα είναι πολλών ειδών. Συνήθως διακρίνονται ως εξής:

**A. Σύμφωνα με τη μέθοδο παραγωγής, σε**

- Θερμής έλασης, χωρίς καμία άλλη περαιτέρω θερμική ή θερμομηχανική κατεργασία οποιασδήποτε μορφής (χάλυβες ΘΕ-Χ)
- Θερμής έλασης, που ακολουθείται από μία άμεση εν σειρά διαδικασία θερμικής κατεργασίας (χάλυβες ΘΕ-Θ)
- Ψυχρής κατεργασίας, με ολκή ή έλαση του αρχικού προϊόντος που προέρχεται από θερμή έλαση (χάλυβες ΨΚ-Ο) ή με στρέψη του αρχικού προϊόντος που προέρχεται από θερμή έλαση (χάλυβες ΨΚ-Σ) ή με συνδυασμό των παραπάνω.

**B. Σύμφωνα με τη μορφή της επιφάνειας της ράβδου σε**

- Λείους χάλυβες κυκλικής διατομής
- Χάλυβες με ανάγλυφες νευρώσεις, υψηλής συνάφειας
- Χάλυβες με κοιλότητες (έγγλυφες αυλακώσεις).



Εικόνα 9 Ράβδοι από χάλυβα

**Γ. Σύμφωνα με την ολκιμότητα, σε**

- Χάλυβες χαμηλής ολκιμότητας
- Χάλυβες μέσης ολκιμότητας
- Χάλυβες υψηλής ολκιμότητας

**Δ. Σύμφωνα με τη συγκολλησιμότητα, σε**

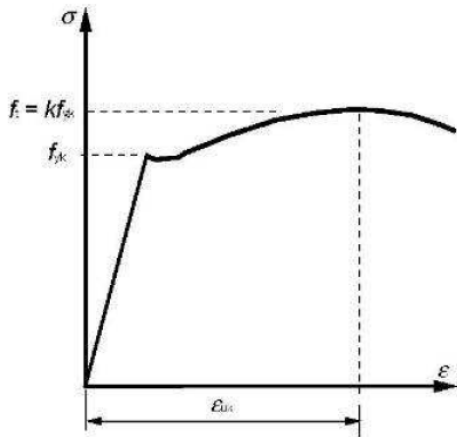
- Χάλυβες συγκολλησίσιμους
- Χάλυβες μη συγκολλησίσιμους ή συγκολλησίσιμους υπό προϋποθέσεις.

**Ε. Σύμφωνα με την αντοχή τους σε διάβρωση σε:**

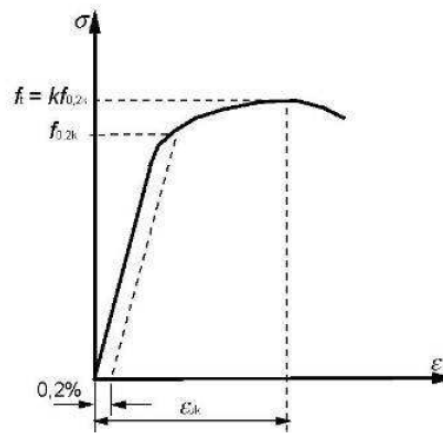
- Κοινούς χάλυβες, που είναι κράματα σιδήρου με άνθρακα (Fe-C) και με άλλα στοιχεία σε μικρές περιεκτικότητες
- Ανοξειδωτους χάλυβες, που είναι κράματα σιδήρου με ελάχιστη περιεκτικότητα σε χρώμιο (Cr) 12%. Οι χάλυβες αυτοί είναι ανθεκτικοί σε διάβρωση. Η αντοχή τους σε διαβρωτικό περιβάλλον είναι μεγαλύτερη αν περιέχουν και άλλα κραματικά στοιχεία όπως νικέλιο (Ni), μολυβδένιο (Mo), τιτάνιο (Ti) κ.λπ.

Με τις κατάλληλες αναλογίες των συστατικών στοιχείων στην χημική του σύσταση και σε συνδυασμό με μία ακριβή θερμική επεξεργασία, οι ιδιότητες του χάλυβα είναι δυνατόν να ρυθμιστούν με μεγάλη ακρίβεια, ώστε να εξυπηρετείται ο σκοπός της εκάστοτε χρήσης του.

Για την Οικοδομική χρήση έχουν ιδιαίτερη σημασία οι χάλυβες οι οποίοι περιγράφονται στο ΕΛΟΤ EN 10025 «Προϊόντα μη κεκραμένων κατασκευαστικών χαλύβων θερμής έλασης – Τεχνικοί όροι παράδοσης», καθώς και οι ανοξειδωτοι χάλυβες και ορισμένοι χάλυβες για ήλους.



Εικόνα 11 Διάγραμμα τάσης-παραμόρφωσης, χάλυβα κατεργασμένους εν θερμώ



Εικόνα 10 Διάγραμμα τάσης-παραμόρφωσης, χάλυβα κατεργασμένους εν ψυχρώ

Ο Χάλυβας Οπλισμού Σκυροδέματος B500c είναι το σίδηρο που χρησιμοποιείται κυρίως σε μία κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα. Είναι το βασικό υλικό ασφάλειας και αντοχής μίας κατασκευής.

Κύριος σκοπός του χάλυβα οπλισμού είναι η αντοχή και η ευστάθεια της κατασκευής ειδικά σε περιπτώσεις έντονων σεισμικών δονήσεων.

Ο χάλυβας οπλισμού (ράβδοι, πλέγματα) ενισχύει το φέροντα οργανισμό (σκελετό) του κτηρίου και δεν αφήνει το σκυρόδεμα να σπάσει ή να ραγίσει σε κρίσιμα σημεία όπως κολώνες, δοκούς, πλάκες κλπ. Σε σεισμική δραστηριότητα ο χάλυβας απορροφά τη σεισμική ενέργεια και αποτρέπει την πρόκληση ζημιών στο κτήριο. Λόγω της μεγάλης σεισμικότητας της χώρας μας απαιτείται η αυστηρή τήρηση της μελέτης του μηχανικού και η χρήση χάλυβα υψηλής αντοχής και ολκιμότητας σύμφωνα με τις προδιαγραφές του ΕΛΟΤ 1421.

## 1.7 Νερό & Αδρανή

Ένα από τα κυριότερα συστατικά του σκυροδέματος είναι το νερό. Το νερό που χρησιμοποιείται πρέπει να είναι πόσιμο, καθαρό και απαλλαγμένο από βλαπτικές ουσίες (οργανικά ή ανόργανα στερεά, θειικά άλατα, οξέα) σε μεγάλο ποσοστό γιατί μπορούν να βλάψουν την ποιότητα του σκυροδέματος και να προκαλέσουν διάβρωση του οπλισμού.

α/ α	Ποιότητα σκυροδέματος	Μέγιστος λόγος βάρους w/zγια m <sup>3</sup> σκυροδέματος
1	C8	0,70
2	C12	0,575
3	C16	0,485
4	C20	0,42

Εικόνα 12 Μέγιστος λόγος w/z για κάθε ποιότητα σκυροδέματος

Γενικά τα αδρανή ( που ονομάζονται έτσι γιατί είναι από χημική άποψη αδρανή προς το τσιμέντο) προέρχονται απευθείας από τη φύση ή με συλλογή από ρέματα κλπ (φυσικά ή συλλεκτά) ή από θραύση πετρωμάτων (θραυστά). Για τα κοινά σκυροδέματα και τις

ελληνικές συνθήκες, τα καλύτερα αδρανή προέρχονται από ασβεστολιθικά ή πυριτικά πετρώματα.

### **Η μορφή των κόκκων:**

Οι κόκκοι μπορεί να είναι στρογγυλοί, κυβόμορφοι, γωνιώδεις, πλακόμορφοι ή επιμήκεις. Από πλευράς εργασιμότητας καλύτεροι είναι οι στρογγυλοί ή κυβόμορφοι κόκκοι ενώ από πλευράς μηχανικής αντοχής του σκυροδέματος, οι κόκκοι με ανώμαλη επιφάνεια. Δηλαδή συνολικά καλύτερα είναι τα θραυστά αδρανή με κόκκους που δεν είναι επιμήκεις και πλακοειδείς.

*Τα αδρανή υλικά ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες:*

Κατηγορία αδρανών	Μέγεθος κόκκων
α) Άμμος	μέχρι 2,5 mm
β) Λεπτόκοκκα σκύρα	ριζάκι 2,5-7 mm γαρμπίλι 7-14 mm σκύρα 14-30 mm
γ) Χονδρόκοκκα σκύρα	30-70 mm

Εικόνα 13 Κατάταξη αδρανών με βάση το μέγεθος του κόκκου.

## **1.8 Κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα**

Το φέρον σύστημα από οπλισμένο σκυρόδεμα των συνήθων οικοδομικών κατασκευών, λέγεται συνήθως και «σκελετός». Τέτοιες κατασκευές είναι οι κατοικίες, τα νοσοκομεία, τα ξενοδοχεία, τα σχολεία και τα βιομηχανικά κτίρια κ.τ.λ

Οι διάφορες κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα αποτελούνται κυριώς από :

**1. Πλάκες. (σύμβολο Π )** για τους επίπεδους φορείς, επί των οποίων φέρονται αμέσως τα ωφέλιμα φορτία.

**2. Δοκοί. (δ ή Δ)** τα γραμμικά στοιχεία, πάνω στα οποία στηρίζονται οι πλάκες αμέσως, οπότε χαρακτηρίζονται ως διαδοκίδες ή εμμέσως, μέσω των διαδοκίδων , οπότε λέγονται κύριες δοκοί.

**3.Υποστυλώματα. (Υ)** κατακόρυφα γραμμικά στοιχεία τα οποία κατά κανόνα φέρουν τις κύριες δοκούς, (ή και διαδοκίδες). Ειδική περίπτωση υποστυλωμάτων μεγάλου μήκους και μικρού πάχους είναι τα τοιχώματα (Τ).

**4. Τα στοιχεία θεμελιώσεως** μέσω των οποίων διαβιβάζονται στο έδαφος τα εντατικά μεγέθη που έχουν συγκεντρωθεί στα κατώτατα άκρα των υποστυλωμάτων (τους «πόδες»). Τα στοιχεία αυτά, λαμβανομένων υπόψη των ιδιοτήτων του εδάφους εν γένει, μπορούν να είναι μεμονωμένα πέδιλα, πεδιλοδοκοί, πλάκες θεμελιώσεως ή και πάσσαλοι.

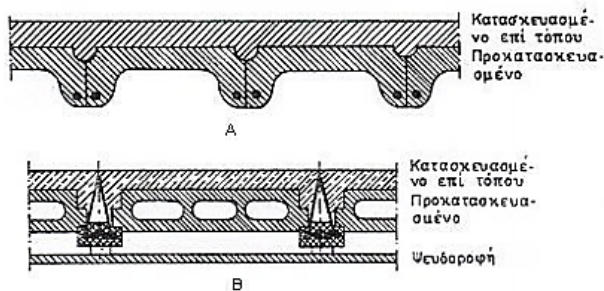
**5. Τέλος τα σημεία συναντήσεως των παραπάνω στοιχείων ονομάζονται γενικώς «κόμβοι» (Κ).**

## Πλάκες απο οπλισμένο σκυρόδεμα - Πλάκες με νευρώσεις

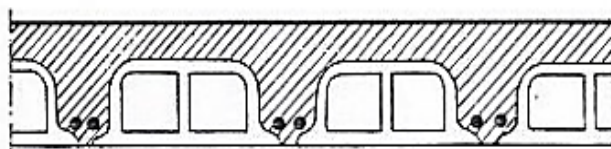
Οι πλάκες είναι στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα με πολύ μικρό πάχος σε σύγκριση με τις δυο άλλες διαστάσεις τους. Η γεωμετρική αυτή ιδιότητα δεν είναι αρκετή, για να χαρακτηριστεί ένα στοιχείο από οπλισμένο σκυρόδεμα σαν πλάκα, γιατί και τα τοιχώματα, τα κελύφη κλπ. έχουν την ίδια ιδιότητα. Οι πλάκες είναι επίπεδες και στηρίζονται σε ορισμένες μόνο περιοχές τους σε άλλα δομικά. Στοιχεία από σκυρόδεμα, ή άλλο υλικό, όπου μεταφέρουν τα φορτία τους, που κατά το μεγαλύτερο μέρος τους είναι κάθετα προς την επιφάνειά τους. Επειδή τα φορτία είναι κυρίως βάρη, τόσο της ίδιας της πλάκας όσο και άλλων στοιχείων, που βρίσκονται ή μπορούν. να βρεθούν πάνω τους, οι πλάκες είναι συνήθως οριζόντιες ή με μικρή κλίση, χωρίς όμως να αποκλείεται εντελώς η κλίση να είναι μεγάλη ή ακόμα και να είναι η πλάκα κατακόρυφη.

Οι πλάκες, άσχετα με τον τρόπο οπλισμού τους, συμπαγείς, επειδή έχουν το ίδιο πάχος σε όλη τους την έκταση ή τουλάχιστον σε μεγάλα τους τμήματα. Ένα μεγάλο ποσοστό του σκυροδέματος σε αυτές τις πλάκες χρησιμεύει μόνο και μόνο, για να περιβάλλει και να προστατεύει τον οπλισμό, μια και δεν είναι ικανό να αναλάβει εφελκυστικές τάσεις.

Το μειονέκτημα αυτό μπορεί να περιορισθεί, αν εφαρμοσθούν πλάκες με νευρώσεις. Οι πλάκες αυτές, σε αντίθεση με τις συμπαγείς, δεν έχουν σταθερό πάχος, αλλά στο μεγαλύτερο μέρος τους παρουσιάζουν μια διατομή. Υπάρχει έτσι στο πάνω μέρος ένα στρώμα σκυροδέματος, που εκτείνεται σε όλη την πλάκα και αναλαμβάνει τις θλιπτικές τάσεις εκεί, όπου οι ροπές κάμψεως είναι θετικές. Συγχρόνως υπάρχουν ανά αποστάσεις στενές νευρώσεις με μεγάλο ύψος, ώστε στο κάτω τους μέρος μπορεί να μπει και να προστατευθεί ο οπλισμός, που αναλαμβάνει τις εφελκυστικές τάσεις.



Εικόνα 15 Τύποι πλακών με νευρώσεις από στοιχεία προκατασκευασμένα και στρώση σκυροδέματος από πάνω α) με νευρώσεις ορατές β) με σώμα πληρώσεως



Εικόνα 14 Παράδειγμα πλάκας από οπλισμένο σκυρόδεμα με νευρώσεις και σώματα πλήρωσεως

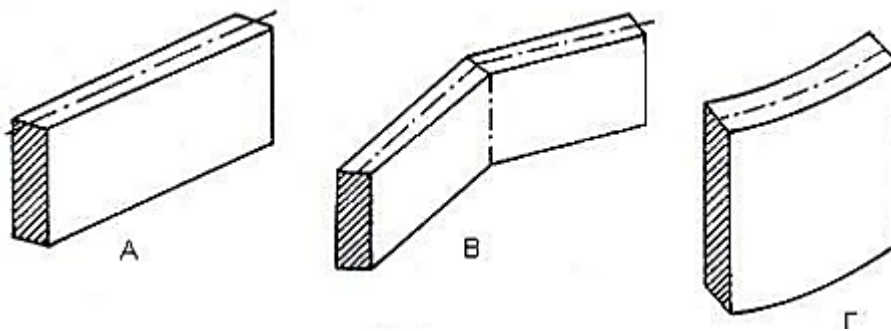


## Τοιχώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα

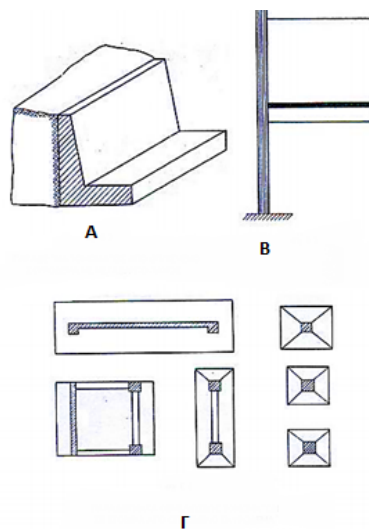
Τοιχώματα λέγονται όλα τα κατακόρυφα ή σχεδόν κατακόρυφα στοιχεία μιας κατασκευής από οπλισμένο σκυρόδεμα, που έχουν τη μια οριζόντια διάστασή τους πολύ μικρή σε σύγκριση με την άλλη. Τα τοιχώματα μπορεί να είναι Επίπεδα, Τεθλασμένα ή καμπύλα, μπορεί δηλαδή η μέση γραμμή της κατόψεώς τους να είναι ευθεία, τεθλασμένη ή καμπύλη. Το πάχος τους, η μικρή δηλαδή οριζόντια διάστασή τους, είναι συνήθως σταθερό σε όλη τους την έκταση, υπάρχουν όμως και περιπτώσεις που αλλάζει από τη μια θέση στην άλλη (εικόνα 16). Ένα τοίχωμα μπορεί να είναι μονώροφο ή πολυώροφο. Μονώροφο λέγεται όταν συνδέεται μόνο στη βάση του και στη στέγη του με οριζόντια στοιχεία της κατασκευής, αν βέβαια υπάρχουν τέτοιες συνδέσεις. Όταν το τοίχωμα συνδέεται με οριζόντια στοιχεία της κατασκευής και σε μια ή περισσότερες ενδιάμεσες θέσεις, λέγεται πολυώροφο (εικόνα 17).

Τα τοιχώματα καταλήγουν προς τα κάτω σε κάποιο στοιχείο των θεμελίων του έργου. Το στοιχείο αυτό μπορεί να είναι ένα μακρόστενο απομονωμένο πέδιλο, ένα μέρος μιας κοιτοστρώσεως μερικής ή γενικής, μια πασσαλοεσχάρα κλπ. Πολύ σπάνια, τοιχώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα θεμελιώνονται σε στοιχεία από άλλο υλικό, δηλαδή από φυσικές ή τεχνητές πέτρες, άοπλο σκυρόδεμα κλπ.

Υπάρχουν πάντως και περιπτώσεις, που τα τοιχώματα δε συνεχίζονται προς τα κάτω ως τα θεμέλια του έργου, αλλά πατούν σε στοιχεία της ανωδομής. Τα στοιχεία αυτά μπορεί να είναι τοίχοι από φυσικές ή τεχνητές πέτρες, αλλά και πλάκες ή, πιο συχνά, δοκάρια από οπλισμένο σκυρόδεμα. Στις δυο τελευταίες περιπτώσεις τα τοιχώματα λέγονται φυτευτά



Εικόνα 16 Τοιχώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα Α) Επίπεδο Β) Τεθλασμένο Γ) Καμπύλο



Εικόνα 17 Α. Παράδειγμα τοιχώματος από οπλισμένο σκυρόδεμα με μεταβλητό πάχος Β. Πολυώροφο τοίχωμα από οπλισμένο σκυρόδεμα Γ. Παραδείγματα θεμελίωσης τοιχωμάτων σε στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα

Τα τοιχώματα, ανάλογα με το ρόλο που παίζουν στην κατασκευή, μπορούν να χωρισθούν στις ακόλουθες τρεις μεγάλες κατηγορίες:

α) Τοιχώματα που φορτίζονται έμμεσα, που δέχονται δηλαδή τα κυριότερα φορτία τους από τα οριζόντια στοιχεία της κατασκευής, στέγες, πατώματα κλπ. Τα φορτία αυτά είναι κατακόρυφα, τουλάχιστον τα περισσότερα, και εφαρμόζονται εκεί, όπου τα οριζόντια στοιχεία της κατασκευής, στηρίζονται πάνω στα τοιχώματα. Τα τοιχώματα αυτής της κατηγορίας παίζουν τον ίδιο ρόλο με τις κολώνες, με τη διαφορά ότι η μια από τις δυο οριζόντιες διαστάσεις τους είναι πολύ μεγάλη. Τέτοια τοιχώματα κατασκευάζονται πολύ συχνά σε κατασκευές αντισεισμικές και λέγονται και τοιχώματα ακαμψίας.

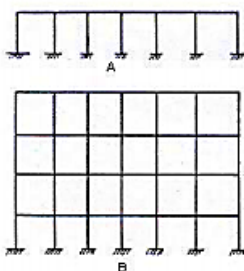
β) Τοιχώματα που φορτίζονται άμεσα σε όλη τους την έκταση. Τα φορτία στην περίπτωση αυτή είναι, τα περισσότερα τουλάχιστον, οριζόντια και περίπου κάθετα προς το τοίχωμα. Αυτά τα τοιχώματα λοιπόν παίζουν το ρόλο πλακών ή γενικότερα κελυφών, που έχουν στραφεί περίπου κατά μια ορθή γωνία, ώστε ότι στις συνηθισμένες πλάκες είναι οριζόντιο, εδώ είναι κατακόρυφο και αντίστροφα. Τέτοια τοιχώματα κατασκευάζονται στις δεξαμενές υγρών, υπόγειες ή υπέργειες, στα σιλό, στις αποθήκες δηλαδή υλικών από σκόνη ή κόκκους, στην περίμετρο υπόγειων χώρων, όπου τα τοιχώματα λειτουργούν σαν τοίχοι αντιστηρίξεως κλπ.

γ) Τοιχώματα που δε φέρουν κανένα αξιόλογο φορτίο εκτός από το ίδιο τους το βάρος. Τα τοιχώματα αυτά χρησιμεύουν μόνο, για να χωρίζουν ένα χώρο από κάποιο γειτονικό του.

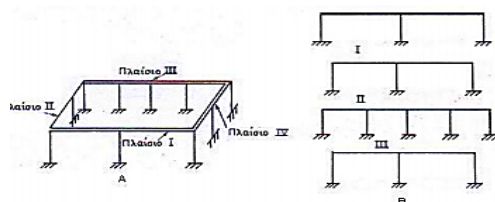
## Πλαίσια απο οπλισμένο σκυρόδεμα

Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα, θεωρούμε ότι σε μια κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα οι πλάκες στηρίζονται ελεύθερα πάνω στα δοκάρια, που και αυτά στηρίζονται ελεύθερα πάνω στις κολώνες. Έτσι οι κολώνες παίρνουν τα φορτία από κάθε όροφο και τα μεταβιβάζουν στα θεμέλια. Η απλή αυτή εικόνα όμως δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα, επειδή πλάκες, δοκάρια και κολώνες αποτελούν μια τρισδιάστατη ολόσωμη κατασκευή και συνεργάζονται όλα μαζί, για να φέρουν και να μεταφέρουν στα θεμέλια το βάρος τους και όλα τα άλλα φορτία που ενεργούν επάνω τους. Έτσι τα στατικά μεγέθη - αξονικές και τέμνουσες δυνάμεις, καμπτικές και στρεπτικές ροπές - που αναπτύσσονται σε κάθε σημείο της κατασκευής, είναι αποτέλεσμα της συνεργασίας όλων των μελών της.

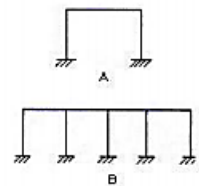
Για να υπολογισθούν τα στατικά αυτά μεγέθη, ακόμα και στην περίπτωση ενός απλού οικοδομικού έργου, χρειάζονται πολύπλοκοι υπολογισμοί, που είναι πρακτικά αδύνατο να γίνουν με τα συνηθισμένα μέσα. Τα τελευταία βέβαια χρόνια η εφαρμογή των ηλεκτρονικών υπολογιστών, επέτρεψε να γίνονται τέτοιοι υπολογισμοί, που άλλοτε θεωρούνταν εντελώς αδιανόητο



Εικόνα 20 Για απλοποίηση των υπολογισμών συνήθως τα τρισδιάστατα πλαίσια (Α) τα θεωρούμε ότι αποτελούνται από επίπεδα πλαίσια (Β)



Εικόνα 19 Πλαίσια απο οπλισμένο σκυρόδεμα  
Α)Μονόροφο Β)Πολύροφο



Εικόνα 18 Πλαίσια απο οπλισμένο σκυρόδεμα  
Α)Δίστυλο Β)Πολύστυλο

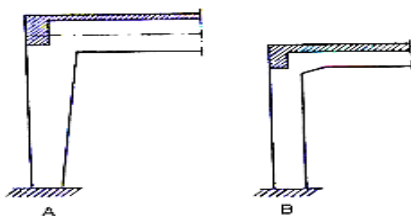
## Κολώνες απο οπλισμένο σκυρόδεμα

Κολώνες (στύλους ή υποστυλώματα) ονομάζομε σε μια κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα τα κατακόρυφα ή σχεδόν κατακόρυφα στοιχεία, που στηρίζουν τα δοκάρια και τις πλάκες και φορτίζονται κυρίως με δυνάμεις, που έχουν τη διεύθυνση του άξονά τους. Στις κολώνες το ύψος είναι πολύ μεγαλύτερο από τις οριζόντιες διαστάσεις τους. Το σχήμα τους είναι σχεδόν πάντοτε πρισματικό ή κυλινδρικό, η διατομή τους δηλαδή είναι η ίδια σε όλο τους το ύψος. Μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις η διατομή των κολώνων μεταβάλλεται, είτε σε όλο τους το ύψος, είτε τοπικά στην επάνω τους άκρη (εικόνα 21).

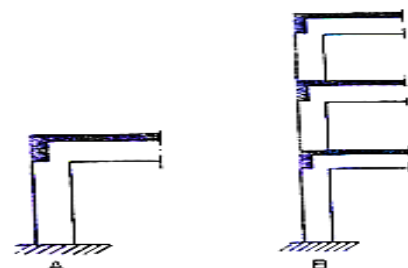
Μια κολώνα μπορεί να είναι μονώροφη ή πολυώροφη. Μονώροφη λέγεται, όταν συνδέεται με άλλα στοιχεία της κατασκευής από οπλισμένο σκυρόδεμα μόνο στις δυο της άκρες, πάνω και κάτω. Αντίθετα μια πολυώροφη κολώνα συνδέεται με τα στοιχεία της κατασκευής και σε άλλα ενδιάμεσα σημεία της (εικόνα 22). Μια πολυώροφη κολώνα μπορεί να έχει την ίδια διατομή σε όλο της το ύψος. Συνήθως όμως η διατομή αλλάζει σε κάθε όροφο και γίνεται μεγαλύτερη, όσο προχωρούμε προς τα κάτω, επειδή μεγαλώνουν και οι δυνάμεις που τη φορτίζουν. Δεν αποκλείεται σε εντελώς εξαιρετικές περιπτώσεις να παρουσιάζεται και το αντίθετο Φαινόμενο, η διατομή δηλαδή της κολώνας σε έναν όροφο να είναι μικρότερη από τη διατομή της ίδιας κολώνας στον από πάνω όροφο.

Κατά κανόνα οι κολώνες φορτίζονται από δοκάρια από οπλισμένο σκυρόδεμα, που στηρίζονται σε αυτές. Μπορεί βέβαια να φορτίζονται και κατευθείαν από τις πλάκες, αν αυτές είναι επίπεδες ή μυκητοειδείς. Σπανιότερα οι κολώνες φορτίζονται από ξύλινες ή μεταλλικές κατασκευές Π.χ. στέγες, πατώματα, που στηρίζονται σε κολώνες από οπλισμένο σκυρόδεμα. Μια άλλη περίπτωση είναι η αντίστροφη, δηλαδή να στηρίζονται στέγες ή πατώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα σε μεταλλικές κολώνες..

Οι κολώνες γενικά στηρίζονται στα θεμέλια του έργου, που και αυτά συνήθως αποτελούνται από στοιχεία που είναι κατασκευασμένα με σκυρόδεμα. Τα στοιχεία αυτά, όπως είναι γνωστό από το μάθημα των Θεμελιώσεων, μπορεί να είναι απομονωμένα πέδιλα, πεδιλοδοκοί, μερική ή ολική κοιτόστρωση, κεφαλές καταδυομένων φρεάτων, πασσαλοεσχάρες κλπ. Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις, που οι κολώνες εδράζονται πάνω σε στοιχεία της ανωδομής του έργου. Τα στοιχεία αυτά μπορεί να είναι τοίχοι από φυσικές ή τεχνητές πέτρες ή και από σκυρόδεμα, οπλισμένο ή όχι. Όταν μια κολώνα στηρίζεται σε δοκάρη, ή σπανιότερα σε πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα, ονομάζεται φυτευτή. Γενικά, μια κολώνα από οπλισμένο σκυρόδεμα δεν επιτρέπεται να στηρίζεται σε ξύλινα ή μεταλλικά στοιχεία της ανωδομής του έργου.



Εικόνα 21 Κολώνες απο οπλισμένο σκυρόδεμα Α)Μονώροφη Β)Δυόροφη



Εικόνα 22 Κολώνες απο οπλισμένο σκυρόδεμα Α)Με μεταβλητή διατομή Β)Με σταθερή διατομή και ενίσχυση στη κορυφή

## Δοκάρια και Πλακοδοκοί

Τα στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα, που έχουν μεγάλο μήκος σχετικά με τις άλλες διαστάσεις τους, στηρίζονται σε ορισμένα μόνο σημεία τους και είναι συνήθως οριζόντια ή έχουν μικρή κλίση, ονομάζονται δοκάρια. Τα δοκάρια κατά κανόνα φέρουν εκτός από το βάρος τους και πρόσθετα φορτία, που μπορεί να προέρχονται από τοίχους που είναι κτισμένοι πάνω σε αυτά, ή από άλλα δοκάρια και συχνότερα από πλάκες από οπλισμένο σκυρόδεμα, που στηρίζονται σε αυτά. Τα πρόσθετα φορτία μπορεί ακόμα να οφείλονται σε κολώνες που πατούν πάνω στα δοκάρια, σε ξύλινες ή μεταλλικές κατασκευές, όπως Π.χ. στέγες, ή και στα ωφέλιμα φορτία της κατασκευής, όπως Π.χ. τροχούς οχημάτων.

Όταν ένα δοκάρι δέχεται φορτία από πλάκες από οπλισμένο σκυρόδεμα, το δοκάρι και οι πλάκες είναι κατασκευασμένες με τέτοιο τρόπο, ώστε να αποτελούν μια ενιαία ολόσωμη κατασκευή. Οι εξαιρέσεις στον κανόνα αυτό είναι πολύ σπάνιες. Ένα τέτοιο δοκάρι λέγεται πλακοδοκός. Το καθαυτό δοκάρι, που λέγεται και νεύρωση της πλακοδοκού, έχει σχεδόν πάντοτε διατομή με σχήμα ορθογώνιου παραλληλόγραμμου. Ορισμένα στοιχεία μιας κατασκευής από οπλισμένο σκυρόδεμα, μπορεί να έχουν όλα τα χαρακτηριστικά ενός δοκαριού ή μιας πλακοδοκού, αλλά να μην έχουν άλλο φορτίο εκτός από το βάρος τους. Τα στοιχεία αυτά χαρακτηρίζονται σα δοκοί συνδέσεως και χρησιμοποιούνται σε πολλές περιπτώσεις, όπως Π.χ. στα θεμέλια κτιρίων, που κτίζονται σε σεισμόπληκτες περιοχές. Στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα, που έχουν τη γεωμετρική μορφή δοκαριού ή πλακοδοκού, αλλά εδράζονται σε όλο τους το μήκος και όχι μόνο σε ορισμένα τους σημεία, δεν μπορούν να χαρακτηρισθούν ως δοκάρια. Τα στοιχεία αυτά ονομάζονται διαζώματα (σαινάζ) και κατασκευάζονται συνήθως στη βάση, στη στέψη ή και σε ενδιάμεσες θέσεις σε τοίχους από φυσικές ή τεχνητές πέτρες, όπως αναφέρονται στο βιβλίο της Γενικής Δομικής Ι στο κεφάλαιο για τις λίθινες κατασκευές. Αντίθετα οι πεδιλοδοκοί, αν και εδράζονται στο έδαφος σε όλο τους το μήκος, υπάγονται στα δοκάρια.

Όπως έχει διδαχθεί στο μάθημα των θεμελιώσεων, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η πεδιλοδοκός φορτίζεται από το έδαφος και στηρίζεται στις κολώνες, που πατάνε σε αυτήν. Πρόκειται δηλαδή για ένα δοκάρι, όπου τα φορτία, αντί να κατευθύνονται από πάνω προς τα κάτω, έχουν την αντίθετη κατεύθυνση. Σύμφωνα με τον ορισμό που δώσαμε πιο πάνω, το μήκος ενός δοκαριού είναι πολύ μεγαλύτερο από το ύψος του. Όταν λοιπόν το μήκος δεν ξεπερνά το διπλάσιο του ύψους, το στοιχείο δε μπορεί πια να χαρακτηριστεί σα δοκάρι. Τέτοια στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα υπάγονται σε μια ιδιαίτερη κατηγορία και λέγονται τοιχοδοκοί ή ψηλά δοκάρια.

Τα στοιχεία αυτά δεν επιτρέπεται να ελέγχονται στατικά με τους τύπους που ισχύουν για τα συνηθισμένα δοκάρια, αλλά πρέπει να εφαρμόζονται για το σκοπό αυτό ειδικές μέθοδοι, που είναι γενικά δύσκολες.

## Πατώματα & τα είδη τους.

Σε κτίρια πλήρους σκελετού από οπλισμένο σκυρόδεμα τα πατώματα αποτελούνται από πλάκες (συμπαγείς ή με σώματα πληρώσεως) επί εσχάρας δοκών από οπλισμένο σκυρόδεμα. Μέσω αυτών των δοκών, το πάτωμα εδράζονται επί των κατακόρυφων φερόντων, στοιχείων, επίσης από οπλισμένο σκυρόδεμα.(υποστυλώματα. - τοιχώματα).- Σε κτίρια μη πλήρους σκελετού από οπλισμένο σκυρόδεμα το πάτωμα αποτελείται μόνον από πλάκες ή από πλάκες και δοκούς, εδραζόμενο επί φερόντων εσωτερικών και εξωτερικών τοίχων ή επί φερόντων τοίχων και επί υποστυλωμάτων τοιχωμάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Ειδική κατηγορία πατωμάτων συνιστούν πλάκες από οπλισμένο σκυρόδεμα εδραζόμενες απ' ευθείας επί υποστυλωμάτων, χωρίς την μεσολάβηση δοκών («μηκυτοειδή πατώματα»).

Σε κτίρια με μεταλλικό σκελετό, τα πατώματα είναι πλάκες από οπλισμένο σκυρόδεμα εδραζόμενες επί των σιδηροδοκών, οι οποίες λειτουργούν συγχρόνως και ως εγκάρσιος σύνδεσμος. Όμοια πατώματα κατασκευάζονται και σε κτίρια χωρίς μεταλλικό σκελετό.

Σε κτίρια από προκατασκευασμένα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος, προκατασκευάζονται και τα πατώματα (πλάκες - δοκοί) συναρμολογούμενα με τον υπόλοιπο σκελετό στο εργοτάξιο.

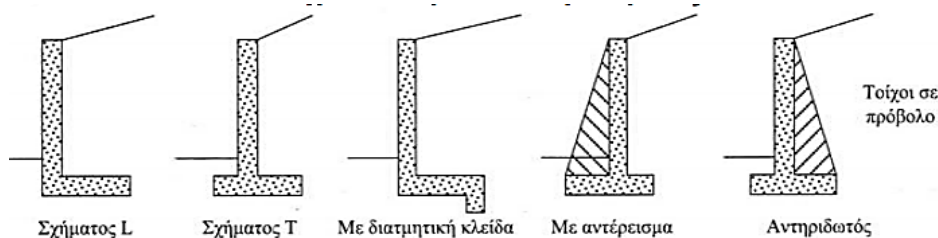
*Άλλα είδη πατωμάτων για δευτερεύουσας σημασίας κτίρια είναι:*

*-Ξύλινα πατώματα επί ξύλινων ή σιδηρών δοκών.*

*-Πατώματα από θολίσκους επί σιδηροδοκών διπλού ταυ.*

*-Πατώματα από άοπλο σκυρόδεμα επί επιπέδων ή κυματοειδών ελασμάτων, εδραζόμενων επί σιδηροδοκών κλπ*

## Τοίχοι Αντιστήριξης



Εικόνα 23 Τοίχοι Αντιστήριξης

Οι κατασκευές αντιστήριξης συγκρατούν-αντιστηρίζουν εδαφικές στρώσεις, βραχώδεις σχηματισμούς, υλικά επιχώσεων (ή ακόμη και νερό ή άλλα υλικά όπως αγροτικά προϊόντα) σε κλίση πιο απότομη από όση θα τελικά θα υπήρχε εάν δεν κατασκευαζόταν το έργο αντιστήριξης. Περιλαμβάνουν όλους τους τύπους τοίχων και διατάξεων αντιστήριξης (με ή χωρίς αγκυρώσεις, αντηρίδες κ.α.) όπου τα δομικά τους στοιχεία παραλαμβάνουν δυνάμεις από το υλικό το οποίο αντιστηρίζουν (π.χ. τοίχοι βαρύτητας, εύκαμπτα πετάσματα ή συνδυασμός τους). Στην εικόνα 23 δίδονται ενδεικτικά τυπικές μορφές τοίχων αντιστήριξης.

## 1.9 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του Οπλισμένου Σκυροδέματος

Το οπλισμένο σκυρόδεμα είναι σήμερα το δημοφιλέστερο δομικό υλικό καθώς παρουσιάζει τα εξής βασικά **πλεονεκτήματα**:

- Είναι οικονομικό. Τα υλικά του (αδρανή, νερό, τσιμέντο) είναι φθηνά και προμηθεύονται εύκολα. Επιπλέον, κατά κανόνα δεν απαιτείται συντήρηση.
- Είναι εύπλαστο και εύχρηστο. Το νωπό σκυρόδεμα μπορεί να προσαρμοστεί σε οποιαδήποτε μορφή ξυλοτύπου και να καλύψει σχεδόν όλες τις αρχιτεκτονικές απαιτήσεις
- Είναι ανθεκτικό στη μηχανική φθορά και στη φωτιά
- Προσφέρεται για μονολιθικές κατασκευές (χωρίς αρμούς), οι οποίες σαν Πολλαπλά στατικά αόριστες έχουν μεγάλα περιθώρια αντοχής και ασφάλειας, ιδιαίτερα σε σεισμικές δράσεις.

Ωστόσο, υπάρχουν και ορισμένα **μειονεκτήματα** του Ο/Σ τα οποία συχνά περιορίζουν τη χρήση του:

- Έχει πολύ μεγάλο ίδιο βάρος, γεγονός που δημιουργεί προβλήματα κυρίως σε κατασκευές με μεγάλα ανοίγματα (π.χ. γέφυρες). Τα ογκώδη δομικά στοιχεία (δοκοί, υποστυλώματα) που απαιτούνται συχνά δυσχεραίνουν το πρόβλημα.
- Το γεγονός ότι παρασκευάζεται επί τόπου αυξάνει τον κίνδυνο να παρουσιαστούν κατασκευαστικά ελαττώματα.
- Σε περιπτώσεις βλαβών οι επισκευές είναι ιδιαίτερα δαπανηρές και δύσκολες στην εφαρμογή.
- Οι θερμομονωτικές του ιδιότητες είναι περιορισμένες

## Κεφάλαιο 2 : ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ Ο/Σ<sup>3</sup>

### 2.1 Εισαγωγικά

Από τις αρχές του 20ου αιώνα έχουν αρχίσει να εκδίδονται οι πρώτοι κανονισμοί βάσει των οποίων θα σχεδιάζονται οι κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα. Ο πρώτος κανονισμός εκδόθηκε στη Γαλλία το 1904 και στη συνέχεια στη Γερμανία το 1907 και στις Η.Π.Α. το 1909. Οι κανονισμοί αυτοί βασίζονταν στη μέθοδο των επιτρεπόμενων τάσεων, η οποία είχε ως βασική προϋπόθεση την παραδοχή γραμμικής συνάρτησης τάσεων-παραμορφώσεων και κατά συνέπεια γραμμική σχέση μεταξύ φορτίων – εσωτερικών δυνάμεων – τάσεων.

Η μέθοδος των επιτρεπόμενων τάσεων εφαρμόστηκε παγκόσμια κατά το μεγαλύτερο τμήμα του 20ου αιώνα για να αντικατασταθεί στη συνέχεια από τη μέθοδο των οριακών καταστάσεων η οποία εφαρμόζεται μέχρι σήμερα και θα παρουσιαστεί αναλυτικά σε ξεχωριστό κεφάλαιο. Στον ελληνικό χώρο μάλιστα η χρήση της έφτασε μέχρι και τις αρχές της δεκαετίας του '90.

Ορισμένα από τα σημαντικότερα κανονιστικά κείμενα του 20ου αιώνα εκδόθηκαν το 1938 στη Σοβιετική Ένωση, το 1956 στις Η.Π.Α. (ACI 318), το 1972 στη Γερμανία (DIN 1045) και επίσης το 1972 στη Μεγάλη Βρετανία (CP 110). Το 1978 εκδίδεται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Σκυροδέματος (CEB) το Πλαίσιο κανονισμού (Model Code) και το 1991 ο **Ευρωκώδικας 2 (Eurocode 2: Design Of Concrete Structures)**.

Στην Ελλάδα εκδίδεται το 1991 ο Νέος Ελληνικός Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος, ο οποίος εισάγει για πρώτη φορά τη φιλοσοφία των οριακών καταστάσεων στο σχεδιασμό των ελληνικών κατασκευών. Σήμερα, ο ισχύων κανονισμός είναι ο ΕΚΩΣ2000 ο οποίος εφαρμόζεται παράλληλα με τον Αντισεισμικό Κανονισμό (ΕΑΚ2000). Οι κανονισμοί αυτοί είναι διαθέσιμοι σε ηλεκτρονική μορφή στην ιστοσελίδα του Οργανισμού Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (ΟΑΣΠ), [www.oasp.gr](http://www.oasp.gr).

### 2.2 Ευρωκώδικας

Οι Ευρωκώδικες είναι μια σειρά δέκα Ευρωπαϊκών Προτύπων (EN) για το σχεδιασμό των κατασκευών που αναπτύχθηκαν από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης (CEN). Οι Ευρωκώδικες αποτελούν σειρά Ευρωπαϊκών Προτύπων που παρέχουν ένα κοινό για όλη την Ε.Ε. σύνολο μεθόδων για τον υπολογισμό της μηχανικής αντοχής των κατασκευαστικών έργων και των στοιχείων τους, τα οποία καλύπτονται από την Οδηγία 89/106/ΕΟΚ. Στόχο έχουν την δημιουργία ενός κοινού πλαισίου, εντός του Ευρωπαϊκού χώρου, για τον σχεδιασμό έργων πολιτικού μηχανικού.

Οι Ευρωκώδικες αναπτύχθηκαν υπό την καθοδήγηση και το συντονισμό της Τεχνικής Επιτροπής CEN/TC250 "StructuralEurocodes". Για την Ελλάδα, η γλωσσική και προτυποτεχνική επιμέλεια στην Ελληνική γλώσσα έγινε από την Τεχνική Επιτροπή του ΕΛΟΤ ΤΕ 67 «Ευρωκώδικες», περιλαμβανομένων Ειδικών Ομάδων Εργασίας, σε στενή συνεργασία με την Επιτροπή Ευρωκωδίκων που συστήθηκε στο τ. ΥΠΕΧΩΔΕ.

Οι Ευρωκώδικες απαρτίζονται από 10 κύρια Ευρωπαϊκά Πρότυπα που συμπεριλαμβάνουν όλους τους τρόπους δόμησης (από σκυρόδεμα, χάλυβα, ξύλο, τοιχοποιία, γεωτεχνικά έργα και αλουμίνιο). Οι Ευρωκώδικες ολοκληρώθηκαν το 2007 και με τη σειρά τους υποδιαιρούνται, εκτός από το EN 1990, σε 58 μέρη, στα οποία γίνεται

---

• <sup>3</sup> [Wikipedia Ευρωκώδικας](http://Wikipedia Ευρωκώδικας)

ανάλυση της συμπεριφοράς των κατασκευών (κτιρίων, γεφυρών, δεξαμενών, φραγμάτων, πύργων, αγωγών, καπνοδόχων), στο σεισμό ή/και πυρκαγιά.

Τα μέρη είναι:

EN 1990: Ευρωκώδικας 0 – Βάσεις σχεδιασμού φερουσών κατασκευών.

EN 1991: Ευρωκώδικας 1 – Δράσεις στις Φέρουσες Κατασκευές.

**EN 1992: Ευρωκώδικας 2 – Σχεδιασμός φερουσών κατασκευών από σκυρόδεμα.**

EN 1993: Ευρωκώδικας 3 – Σχεδιασμός φερουσών κατασκευών από χάλυβα.

EN 1994: Ευρωκώδικας 4 – Σχεδιασμός σύμμικτων φερουσών κατασκευών από χάλυβα και σκυρόδεμα.

EN 1995: Ευρωκώδικας 5 – Σχεδιασμός ξύλινων φερουσών κατασκευών.

EN 1996: Ευρωκώδικας 6 – Σχεδιασμός φερουσών κατασκευών από τοιχοποιία.

EN 1997: Ευρωκώδικας 7 – Γεωτεχνικός σχεδιασμός.

EN 1998: Ευρωκώδικας 8 – Αντισεισμικός σχεδιασμός φερουσών κατασκευών.

EN 1999: Ευρωκώδικας 9 – Σχεδιασμός φερουσών κατασκευών από αλουμίνιο.

### **2.3 EN 1992: Ευρωκώδικας 2-Σχεδιασμός Φερουσών Κατασκευών Από Σκυρόδεμα.**

Ο **EN 1992**, γνωστός ως **ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑΣ 2: Σχεδιασμός φορέων από Σκυρόδεμα**, είναι μία σειρά Ευρωπαϊκών Προτύπων, γνωστοί ως **Ευρωκώδικες**, που ορίζει τις τεχνικές προδιαγραφές για το σχεδιασμό των κτιρίων και των έργων Πολιτικού Μηχανικού που κατασκευάζονται από άοπλο, οπλισμένο και προεντεταμένο σκυρόδεμα. Είναι συμβατός με τις αρχές και τις απαιτήσεις ασφαλείας και λειτουργικότητας των κατασκευών, τις βάσεις του σχεδιασμού και ελέγχου τους που περιλαμβάνονται στο Πρότυπο **EN 1990: Βάσεις του σχεδιασμού των κατασκευών**.

Τα τμήματα του Ευρωκώδικα 2, τα οποία είχαν μεταφραστεί στα Ελληνικά ως τον Οκτώβριο του 2004, περιλαμβάνουν τα ακόλουθα μέρη:

- **Μέρος 1.1: Γενικοί κανόνες και κανόνες για κτίρια**
- Μέρος 1.2: Σχεδιασμός για πυρασφάλεια
- Μέρος 2: Γέφυρες από οπλισμένο και προεντεταμένο σκυρόδεμα
- Μέρος 3: Υδατοδεξαμενές και κατασκευές υπό υδατοφόρτιση



Ο EN 1992-1-1 περιλαμβάνει τις βασικές αρχές του σχεδιασμού των κατασκευών από άοπλο, οπλισμένο και προεντεταμένο σκυρόδεμα, με συνήθη ή ελαφρά αδρανή, καθώς και τους ειδικούς κανόνες για κτίρια. Ο EN 1992-1-1 *απαρτίζεται από τα κάτωθι κεφάλαια:*

- Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή
- Κεφάλαιο 2: Βάσεις του σχεδιασμού
- Κεφάλαιο 3: Υλικά
- Κεφάλαιο 4: Ανθεκτικότητα σε διάρκεια και επικάλυψη οπλισμών
- Κεφάλαιο 5: Ανάλυση του δομικού συστήματος
- Κεφάλαιο 6: Οριακές καταστάσεις αστοχίας
- Κεφάλαιο 7: Οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας
- Κεφάλαιο 8: Κατασκευαστική διαμόρφωση των χαλαρών οπλισμών και των τενόντων προέντασης
- Κεφάλαιο 9: Κατασκευαστική διαμόρφωση δομικών στοιχείων και ειδικοί κανόνες
- Κεφάλαιο 10: Συμπληρωματικοί κανόνες για προκατασκευασμένα στοιχεία και κατασκευές από σκυρόδεμα
- Κεφάλαιο 11: Κατασκευές από ελαφροσκυρόδεμα
- Κεφάλαιο 12: Άοπλες και ελαφρώς οπλισμένες κατασκευές

Ο EN 1992-1-1 *δεν καλύπτει:*

- Τη χρήση απλού οπλισμού
- Τη πυρασφάλεια για την οποία οδηγίες δίδονται στον EN 1992-1-2
- Ειδικές κατασκευές (υψηλά κτίρια, κοιλαδογέφυρες, συνήθεις γέφυρες, φράγματα, δοχεία πίεσης, υπεράκτιες εξέδρες ή κατασκευές υπό υδατοφόρτιση)
- Σκυρόδεμα χωρίς λεπτόκοκκα αδρανή και στοιχεία από κυψελοσκυρόδεμα, καθώς και εκείνα με βαρέα αδρανή ή που περιλαμβάνουν διατομές από δομικό χάλυβα

## Οριακές καταστάσεις (υπόμνηση από EN 1990)

**1. Οριακή κατάσταση αστοχίας:** η κατάσταση η οποία σχετίζεται με την κατάρρευση ή αστοχία μιας κατασκευής ή ενός δομικού στοιχείου (συμπεριλαμβανομένης της απώλειας ισορροπίας ή ευστάθειας)).

**2. Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας:** η κατάσταση η οποία σχετίζεται με την ευκαμψία της κατασκευής, δηλαδή την παραμόρφωση, τη ρηγμάτωση και την ταλάντωση που προκαλεί βλάβη σε δομικά και μη-δομικά στοιχεία ή προκαλεί αίσθηση ανασφάλειας στους ανθρώπους ή επιδρά αρνητικά στην αισθητική της κατασκευής.

## Κυριότερες διαφορές EC2-1-1 και ΕΚΩΣ2000 (1/2)

Οι δύο κανονισμοί έχουν μεγάλες ομοιότητες ιδιαίτερα σε ότι αφορά τον υπολογισμό στις οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας και αστοχίας.

- Ο EN1992-1-1 δεν περιέχει Α/Σ διατάξεις (τις οποίες περιέχει ο ΕΚΩΣ) και γι' αυτό δεν μπορεί να εφαρμοσθεί αυτοτελώς, αλλά πρέπει να εφαρμοσθεί σε συνδυασμό με τον Ευρωκώδικα 8. (ακριβέστερα ο EN1992-1-1 μπορεί να εφαρμοσθεί σε περιοχές με χαμηλή σεισμικότητα, που δεν είναι όμως η περίπτωση της Ελλάδος)
- Ο EN1992-1-1 αναφέρεται σε τρεις κατηγορίες έργων οι οποίες δεν καλύπτονται από τον ΕΚΩΣ: Προκατασκευή, Ελαφροσκυρόδεμα και Άοπλο (ή ελαφρώς οπλισμένο) σκυρόδεμα.
- Ο EN1992-1-1 αναφέρεται διεξοδικά σε κατασκευές από προεντεταμένο σκυρόδεμα, και επιτρέπει την χρήση τενόντων χωρίς συνάφεια καθώς και την εξωτερική προένταση κάτι που δεν επιτρέπει ο ΕΚΩΣ2000.

## Κυριότερες διαφορές EC2-1-1 και ΕΚΩΣ2000 (2/2)

- Ο EN1992-1-1 επιτρέπει την χρήση της πλαστικής ανάλυσης για τον έλεγχο οριακών καταστάσεων αστοχίας σε αντίθεση με τον ΕΚΩΣ ο οποίος την επέτρεπε μόνο για τον έλεγχο υφισταμένων κατασκευών. Στο πλαίσιο αυτό εισάγει και νομιμοποιεί την εφαρμογή της μεθόδου «θλιπτήρα-ελκυστήρα» για τον έλεγχο οριακών καταστάσεων αστοχίας και (υπό ορισμένες προϋποθέσεις) για τον έλεγχο οριακών καταστάσεων λειτουργικότητας.
- Ο EN1992-1-1, σε αντίθεση προς τον ΕΚΩΣ, δεν αναφέρεται στην εκλογή των υλικών, στην εκτέλεση των εργασιών, στον ποιοτικό έλεγχο και στην συντήρηση των κατασκευών (Κεφ. 19 έως 22 του ΕΚΩΣ) διότι παραπέμπει σε άλλα πιο εξειδικευμένα πρότυπα και κανονισμούς.

## Κατάταξη δράσεων (υπόμνηση από EN1990)

- Μόνιμες (G): ίδια βάρη, επικαλύψεις, βοηθητικές κατασκευές, εξοπλισμός
- Μεταβλητές (Q): πρόσθετα μόνιμα, άνεμος, χιόνι
- Τυχηματικές: εκρήξεις, πρόσκρουση
- Άμεση: δύναμη επί του φορέα
- Έμεση: επιβαλλόμενη ή παρεμποδιζόμενη παραμόρφωση επιτάχυνση προκαλούμενη, π.χ., από θερμοκρασιακές μεταβολές, μεταβολή της υγραμετρίας ή άνισες καθιζήσεις ή σεισμό δράσεις
  - Ελεύθερη
  - Σταθερή
  - Στατική
  - Δυναμική

## Βασικές μεταβλητές: Δράσεις και περιβαλλοντικές επιρροές

Οι δράσεις που θα χρησιμοποιούνται στον σχεδιασμό μπορούν να λαμβάνονται από τα σχετικά μέρη του EN 1991, δηλαδή:

EN 1991-1.1 Πυκνότητες, ίδιο βάρος και επιβαλλόμενα φορτία

EN 1991-1.2 Δράσεις πυρός

EN 1991-1.3 Φορτία χιονιού

EN 1991-1.4 Ανεμοπίεση

EN 1991-1.5 Θερμοκρασιακές δράσεις

EN 1991-1.6 Δράσεις κατά την εκτέλεση

EN 1991-1.7 Τυχηματικές δράσεις που οφείλονται σε κρούση ή εκρήξεις

EN 1991-22 Φορτία κυκλοφορίας γεφυρών

EN 1991-3 Δράσεις προκαλούμενες από γερανούς και λοιπά μηχανήματα

EN 1991-4 Δράσεις σε σιλό και δεξαμενές

\*Σημείωση: Δράσεις ωθήσεων εδάφους και πίεσης νερού μπορούν να λαμβάνονται από το EN 1997.

## Βασικές μεταβλητές: Θερμοκρασιακές επιρροές

**Θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:**

- κατά τον έλεγχο έναντι οριακών καταστάσεων λειτουργικότητας.
- για την οριακή κατάσταση αστοχίας μόνο εφόσον είναι σημαντικές (π.χ. συνθήκες κόπωσης, κατά τον έλεγχο της ευστάθειας όταν τα φαινόμενα 2ας τάξεως είναι σημαντικά κλπ).

## Βασικές μεταβλητές: Διαφορικές καθιζήσεις / μετακινήσεις

### Θα πρέπει :

- Πρέπει να κατηγοριοποιούνται ως μόνιμες δράσεις, GsetεύοδάGτοιοποιεζί εισάγονται αντιστοίχως στο συνδυασμό των δράσεων.
- Να λαμβάνονται υπόψη για τον έλεγχο έναντι οριακών καταστάσεων λειτουργικότητας.
- Ως προς τις οριακές καταστάσεις αστοχίας, πρέπει να συνεκτιμώνται μόνο εφόσον είναι σημαντικές (π.χ. συνθήκες κόπωσης, κατά τη διακρίβωση της ευστάθειας όταν τα φαινόμενα 2ης τάξης είναι σημαντικά κλπ)

\*Σημείωση: Όταν λαμβάνονται υπόψη, πρέπει να εφαρμόζεται ο επιμέρους συντελεστής ασφαλείας διαφορικών καθιζήσεων

## Βασικές μεταβλητές: Προένταση

- Η προένταση επιβάλλεται με τένοντες προέντασης από χάλυβα υψηλής αντοχής (σύρματα, συρματόσχοινα ή ράβδους).
- Οι τένοντες δύνανται να είναι ενσωματωμένοι στο σκυρόδεμα. Μπορεί να είναι προεντεταμένοι πριν την έγχυση του σκυροδέματος, ενσωματωμένοι με συνάφεια, ή προεντεταμένοι μετά την σκλήρυνση του σκυροδέματος με ή χωρίς ενσωμάτωση.
- Οι τένοντες είναι δυνατό να τοποθετούνται εξωτερικά του φορέα με σημεία επαφής στους εκτροπείς και στις αγκυρώσεις.

## Ελεγχοι στατικής ισορροπίας και αντίστασης (υπόμνηση από EN 1990)

- Εκτελούνται ξεχωριστοί έλεγχοι για τις παρακάτω δύο καταστάσεις:
  - a. Οριακές καταστάσεις καταστάσεις (στατικής) ισορροπίας (EQU)  
 **$Ed_{dst} \leq Ed_{stb}$**
  - b. Οριακές καταστάσεις αντίστασης (STR/GEO)  **$Ed \leq Rd$**

## Έλεγχος βάση της μεθόδου των επιμέρους συντελεστών. Τιμές σχεδιασμού

- Επιμέρους συντελεστής για τη δράση της συρρίκνωσης :  $\gamma_{SH}=1.0$
- Επιμέρους συντελεστής για την προένταση :  $\gamma_{P,fav}=1.0$   
:  $\gamma_{P,unfav}=1.3$  ή  $1.2$
- Επιμέρους συντελεστής για φορτία κόπωσης :  $\gamma_{F,fat}=1.0$
- Επιμέρους συντελεστές για τα υλικά

Για την οριακή κατάσταση αστοχίας πρέπει να χρησιμοποιούνται οι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας υλικών  $\gamma_C$  και  $\gamma_S$

Καταστάσεις σχεδιασμού	$\gamma_C$ για σκυρόδεμα	$\gamma_S$ για χάλυβα όπλισης	$\gamma_S$ για χάλυβα προέντασης
Μόνιμες & Παροδικές	1,5	1,15	1,15
Τυχηματικές	1,2	1,0	1,0

- Επιμέρους συντελεστής για τα υλικά θεμελίωσης

\*Οι τιμές σχεδιασμού των μηχανικών παραμέτρων αντοχής του εδάφους πρέπει να υπολογίζονται σύμφωνα με το EN 1997.

\*\*Ο επιμέρους συντελεστής ασφαλείας για το σκυρόδεμα  $\gamma_C$  πρέπει να πολλαπλασιάζεται επί έναν συντελεστή,  $k=1.1$

	Κατηγορία σκυροδέματος													
$f_{ck}$ (MPa)	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90
$f_{ck,cube}$ (MPa)	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105
$f_{cm}$ (MPa)	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98
$f_{ctm}$ (MPa)	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0
$f_{ck,0,95}$ (MPa)	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5
$f_{ck,0,95}$ (MPa)	2,0	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3	5,5	5,7	6,0	6,3	6,6
$E_{cm}$ (GPa)	27	29	30	31	32	34	35	36	37	38	39	41	42	44
$\epsilon_{c1}$ (‰)	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,25	2,3	2,4	2,45	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8
$\epsilon_{cub}$ (‰)	3,5									3,2	3,0	2,8	2,8	2,8
$\epsilon_{c2}$ (‰)	2,0									2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
$\epsilon_{c2}$ (‰)	3,5									3,1	2,9	2,7	2,6	2,6
$n$	2,0									1,75	1,6	1,45	1,4	1,4
$\epsilon_{c1}$ (‰)	1,75									1,8	1,9	2,0	2,2	2,3
$\epsilon_{cub}$ (‰)	3,5									3,1	2,9	2,7	2,6	2,6

Εικόνα 24 Κατηγορία Σκυροδέματος

Η θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος υποδηλώνεται με τις Κατηγορίες Σκυροδέματος οι οποίες αντιστοιχίζονται στη χαρακτηριστική (5%) κυλινδρική αντοχή  $f_{ck}$ , ή την κυβική αντοχή  $f_{ck,cube}$

### Θλιπτική & εφελκυστική αντοχή σχεδιασμού

θλιπτική αντοχή σχεδιασμού  $f_{cd}$  :

$$f_{cd} = acc f_{ck} / \gamma_C$$

- $\gamma_C$  = ο μερικός συντελεστής ασφαλείας για το σκυρόδεμα
- $acc$  = συντελεστής που συνεκτιμά μακροχρόνιες επιδράσεις στην θλιπτική αντοχή και δυσμενείς επιρροές που προκύπτουν από τον τρόπο με τον οποίο επιβάλλεται το φορτίο, ίσος προς 1.0.

εφελκυστική αντοχή σχεδιασμού  $f_{ctd}$ :

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} f_{ctk,0,05} / \gamma_C$$

- $\gamma_C$  = ο μερικός συντελεστής ασφαλείας για το σκυρόδεμα
- $\alpha_{ct}$  = συντελεστής που συνεκτιμά μακροχρόνιες επιδράσεις στην εφελκυστική αντοχή και δυσμενείς επιρροές που προκύπτουν από τον τρόπο με τον οποίο επιβάλλεται το φορτίο, ίσος προς 1.0.

## Ελαστική παραμόρφωση

Μεταβολή του μέτρου ελαστικότητας με τον χρόνο :

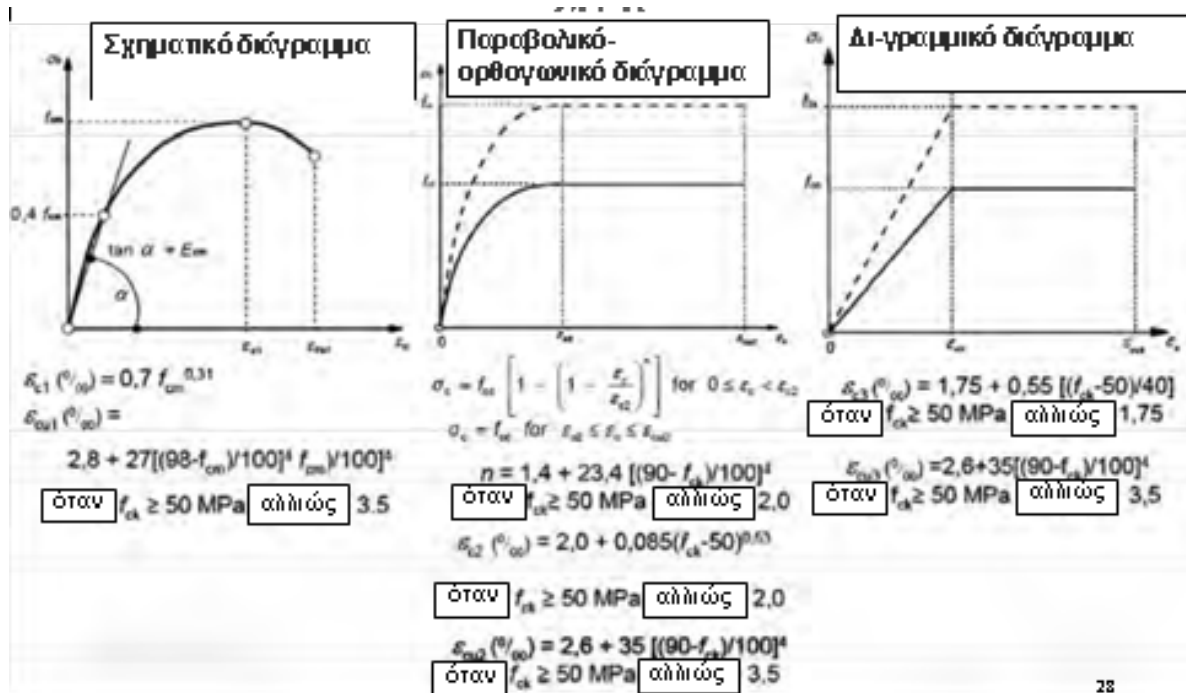
$$E_{cm}(t) = (f_{cm}(t) / f_{cm})^{0.3} E_{cm}$$

όπου :

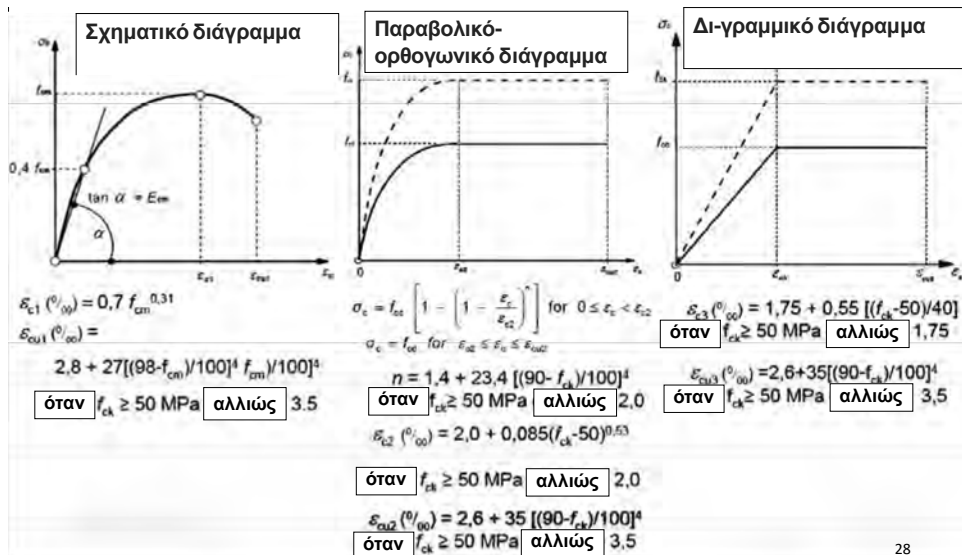
- $E_{cm}(t)$  και  $f_{cm}(t)$  είναι οι τιμές που αντιστοιχούν σε ηλικία  $t$  ημερών
- $E_{cm}$  και  $f_{cm}$  είναι οι τιμές που προσδιορίζονται σε ηλικία 28 ημερών.
- $f_{cm}(t) = \beta_{cc}(t) f_{cm}$  όπως προηγουμένως

Επίσης:

- λόγος του Poisson  $\nu = 0,2$  για μη-ρηγματωμένο  
 $\nu = 0$  για ρηγματωμένο σκυρόδεμα
- γραμμικός συντελεστής θερμικής διαστολής  $k = 10 \cdot 10^{-6} K^{-1}$
- εφαπτομενικό μέτρο ελαστικότητας  $E = 1,05 E_{cm}$

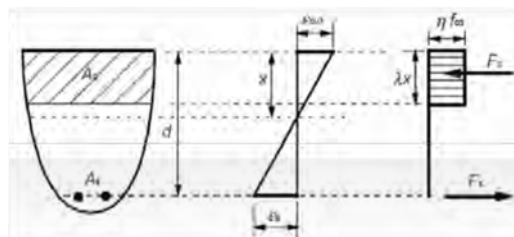


Εικόνα 25 Σχέσεις τάσεων-παραμορφώσεων για το σκυρόδεμα



Εικόνα 26 Σχέσεις τάσεων-παραμορφώσεων για το σκυρόδεμα

### Ορθογωνική κατανομή τάσεων



Εικόνα 27 Ορθογωνικές τάσεις

- είναι δυνατό να θεωρηθεί ορθογωνική κατανομή τάσεων.
- ο **συντελεστής λ**, ο οποίος ορίζει το ενεργό (effective) ύψος της θλιβόμενης ζώνης και ο συντελεστής **η**, ο οποίος ορίζει τη δρώσα αντοχή προκύπτουν ως:

$$\lambda = 0,8 \text{ για } f_{ck} \leq 50 \text{ MPa}$$

$$\lambda = 0,8 - (f_{ck} - 50)/400 \text{ για } 50 < f_{ck} \leq 90 \text{ MPa}$$

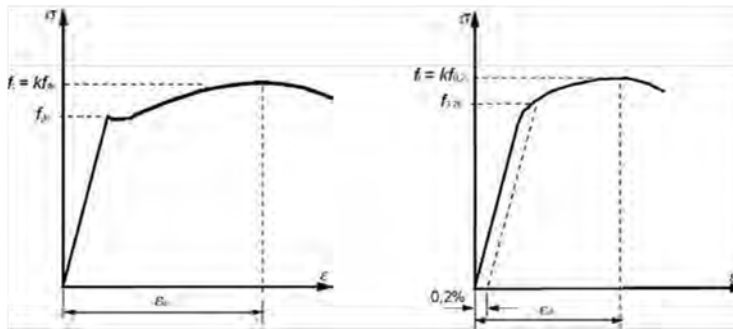
και

$$\eta = 1,0 \text{ για } f_{ck} \leq 50 \text{ MPa}$$

$$\eta = 1,0 - (f_{ck} - 50)/200 \text{ για } 50 < f_{ck} \leq 90 \text{ MPa}$$

Σημείωση: Εάν το πλάτος της θλιβόμενης ζώνης μειώνεται προς το μέρος της θλιβόμενης ίνας, τότε η τιμή της  $f_{cd}$  πρέπει να απομειώνεται κατά 10%.

## Διάγραμμα τάσεων-παραμορφώσεων τυπικού χάλυβα οπλισμού



Εικόνα 28 Χάλυβας κατεργασμένος εν θερμό Χάλυβας κατεργασμένος εν ψυχρό

## Επικάλυψη Οπλισμών

Η ονομαστική επικάλυψη πρέπει να καθορίζεται στα σχέδια. Ορίζεται ως η ελάχιστη επικάλυψη  $c_{min}$  συν την σχεδιαστική ανοχή για την αντιμετώπιση αποκλίσεων,  $\Delta c_{dev}$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

Πρέπει να χρησιμοποιείται η μεγαλύτερη τιμή  $c_{min}$  που να ικανοποιεί τις απαιτήσεις τόσο για τις συνθήκες συνάφειας όσο και για τις περιβαλλοντικές:

$$c_{min} = \max \{c_{min,b}, c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}, 10 \text{ mm}\}$$

όπου:

- $c_{min,b}$  = επικάλυψη βάσει απαίτησης συνάφειας
- $c_{min,dur}$  = ελάχιστη επικάλυψη βάσει περιβαλλοντικών συνθηκών
- $\Delta c_{dur,\gamma}$  = πρόσθετη ασφάλεια στοιχείου
- $\Delta c_{dur,st}$  = απομείωση της ελάχιστης επικάλυψης σε περίπτωση χρήσης ανοξειδωτού χάλυβα
- $\Delta c_{dur,add}$  = απομείωση της ελάχιστης επικάλυψης σε περίπτωση πρόσθετης προστασίας,

## Διάτμηση

### Βασικές αρχές:

Μέχρι μια τιμή τέμνουσας  $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$  δεν απαιτείται όπλιση έναντι διάτμησης (πλην του ελάχιστου οπλισμού των δοκών)

Αν  $V_{Ed} > V_{Rd,c}$  <sup>αλλά</sup> όλη η τέμνουσα αναλαμβάνεται με οπλισμό διάτμησης!

αλλά: για τον υπολογισμό του οπλισμού αυτού χρησιμοποιείται το μοντέλο δικτύωματος με μεταβλητή γωνία θλιπτήρων ( $1 \leq \cot \theta \leq 2,5$ )



## Στρέψη

### Βασικές αρχές

- Ο έλεγχος απαιτείται ~~πρόβλεψη~~ ~~ισορροπία~~ 'στρέψης ισορροπίας' (όχι συμβιβαστού των παραμορφώσεων)
- Σε κάθε περίπτωση πρέπει να τοποθετείται ελάχιστος οπλισμός υπό μορφή συνδετήρων και διαμήκων ράβδων
- Υπολογισμός σε στρέψη με βάση το μοντέλο λεπτότοιχης κλειστής διατομής (συνθήκη ισορροπίας διατμητικής ροής)
  - συμπαγείς διατομές → ισοδύναμες λεπτότοιχες
  - σύνθετες διατομές (π.χ. πλακοδοκοί)

→ διάσπαση σε επιμέρους (προσομοιούμενες ως λεπτότοιχες)

⇒ συνολική αντίσταση σε στρέψη  $T_{Rd} = \sum T_{Rdi}$

- στις μη-συμπαγείς διατομές: πάχος λεπτότοιχης  $t_{ef} \leq t_{\square\square\square\square}$
- Κατανομή ροπών στρέψεως  $T_E$  βάσει αρηγμάτων δυστρεψιών
- Κάθε επιμέρους διατομή μπορεί να σχεδιάζεται ανεξάρτητα

### Αγκυρώσεις και ενώσεις οπλισμών

- Τάση συνάφειας: η τιμή σχεδιασμού της περιορίζεται βάσει
  - χαρακτηριστικών της επιφάνειας των ράβδων οπλισμού
  - εφελκυστικής αντοχής του σκυροδέματος
  - περίσφιξης του γειτονικού σκυροδέματος
- Τα μήκη αγκύρωσης ή επιμήκυνσης υπολογίζονται με την παραδοχή σταθερής τάσης συνάφειας

## Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup> : ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ RUNET<sup>4</sup>

### 3.1 Γενικά

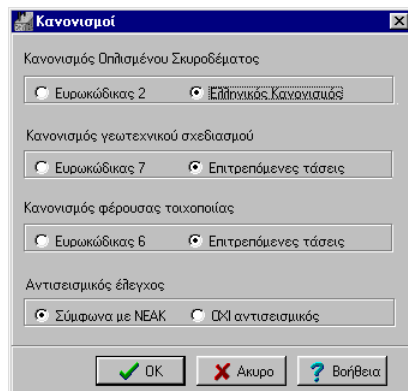
Με το πρόγραμμα αυτό υπολογίζετε και διαστασιολογείτε τμήματα κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα όπως **πλάκες, δοκοί, υποστύλωματα, πέδιλα, τοίχοι αντιστήριξης** καθώς και διάφορες ειδικές κατασκευές όπως **βραχείς πρόβολοι και υψίκορμοι δοκοί**. Η επιλογή του κάθε τμήματος (αντικειμένου κατασκευής) γίνεται από τα μενού που ανοίγουν με τα αντίστοιχα κουμπιά.



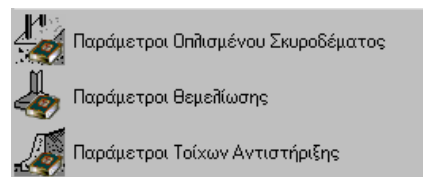
Τα τμήματα αυτά είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους. Για κάθε ένα, δίνετε τις βασικές διαστάσεις και τις φορτίσεις και προκύπτει η διαστασιολόγηση και ένα αναλυτικότατο τεύχος υπολογισμών. Για τη διαστασιολόγηση, έχετε τη δυνατότητα να επιλέξετε συνδυασμό κανονισμών, μεταξύ Ευρωκωδίκων και Ελληνικών Κανονισμών. Από τα τμήματα κατασκευών που υπολογίζετε, συνθέτετε ένα τεύχος υπολογισμών καθώς και πίνακες οπλισμών. Αυτοδύναμο σχεδιαστικό (CAD) βοήθημα, με δυνατότητα αναλυτικών σχεδίων του αντικειμένου κατασκευής, σε όποια κλίμακα θέλετε.

Επιπλέον, με το πρώτο κουμπί έχετε στη διάθεσή σας ορισμένα βασικά βοηθήματα, όπως μετατροπή μονάδων, στοιχεία διατομών, μήκη αγκυρώσεων, συντελεστές ωθήσεων κλπ. Μία πλήρης βοήθεια με αναφορές στους κανονισμούς και ευρωκώδικες, σας βοηθάει στην εργασία σας με το πρόγραμμα.

### 3.2 Μόλις ολοκληρωθεί η εγκατάσταση



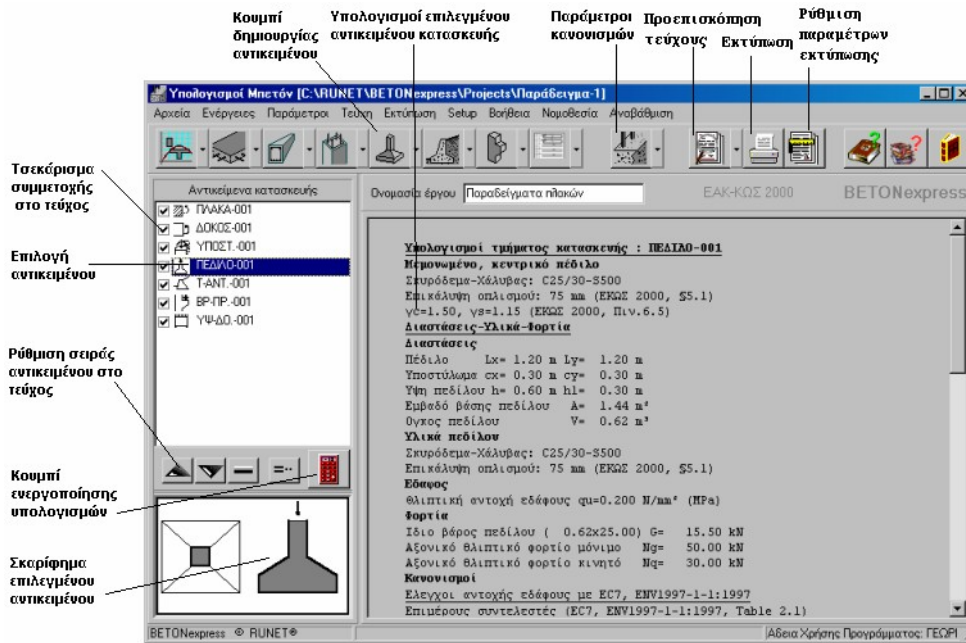
Με την επιλογή του μενού Κανονισμοί [Παράμετροι|Κανονισμοί], ρυθμίζονται οι προκαθορισμένες (default) παράμετροι και ορισμένοι συντελεστές των κανονισμών.



Από [Εκτύπωση|Διαμόρφωση τεύχους] ρυθμίζεται επίσης, η εμφάνιση του τεύχους (περιθώρια, εξώφυλλο, μέγεθος χαρτιού, λογότυπο κλπ.)

<sup>4</sup> <http://www.runet.gr/Betonexpress.htm>

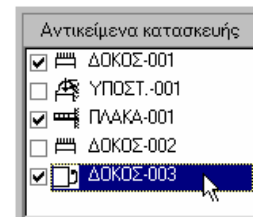
### 3.4 Βασική φιλοσοφία χρήσης του προγράμματος



#### Αντικείμενα κατασκευής

Τα διάφορα τμήματα των υπολογισμών που επεξεργάζεστε (αντικείμενα κατασκευής), δημιουργούνται για πρώτη φορά από τα αντίστοιχα κουμπιά ή από το μενού [Ενέργειες].

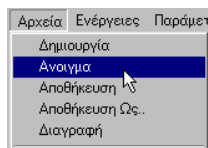
Τα αντικείμενα κατασκευής αποτελούν ξεχωριστά τμήματα κατασκευής με αυτόνομα δεδομένα και υπολογισμούς, καθώς και αυτόνομο τεύχος, επιλέγονται δε και διακινούνται από το αντίστοιχο παράθυρο αριστερά.



#### Οι βασικοί χειρισμοί στο πρόγραμμα είναι ως εξής:

1. Ανοιγμα αρχείου μελέτης (project).

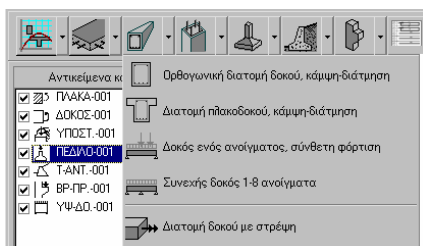
Ανοίγετε ένα αρχείο μελέτης που ήδη υπάρχει από [Αρχεία|Ανοιγμα] ή δημιουργείτε ένα καινούργιο από [Αρχείο|Δημιουργία].



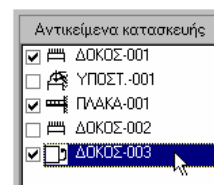
2. Ρυθμίσεις παραμέτρων κανονισμών και υλικών από [Παράμετροι].




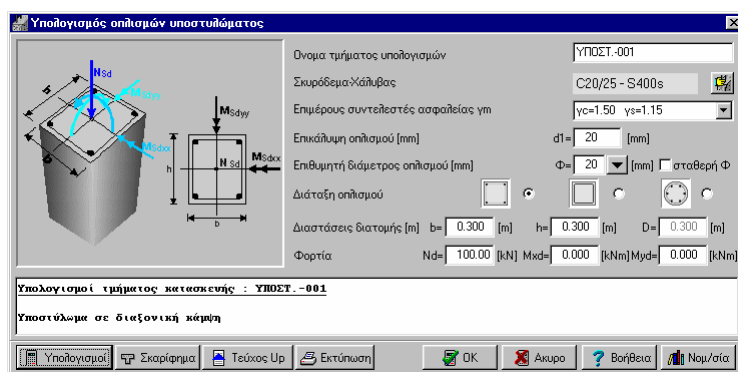
### 3. Επιλογή τμήματος επίλυσης.



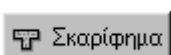
Η επιλογή του τμήματος επίλυσης, μπορεί να γίνει είτε από τα αντικείμενα κατασκευής αν ήδη υπάρχει, ή από τα κουμπιά επιλογής αντικειμένων κατασκευής αν δημιουργείται εκ νέου.



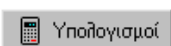
4.  Ενεργοποίηση υπολογισμών με το πλήκτρο υπολογισμού ή με διπλό κλικ στο αντικείμενο, (σε περίπτωση νέου αντικειμένου, οι υπολογισμοί ενεργοποιούνται αυτόματα) και εμφάνιση του παραθύρου εισαγωγής δεδομένων και υπολογισμών.



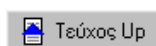
5. Εισαγωγή δεδομένων για καινούργιο αντικείμενο ή αλλαγή των δεδομένων για αντικείμενα που ήδη υπάρχουν.



Βλέπετε το σκαρίφημα του αντικειμένου κατασκευής με τις αντίστοιχες διαστάσεις, οπότε μπορείτε να ελέγξετε την ορθότητα των δεδομένων.



Γίνονται οι υπολογισμοί για τα δεδομένα του αντικειμένου και εμφανίζονται όλοι οι υπολογισμοί του τμήματος κατασκευής. Στην περίπτωση που υπάρχει στους υπολογισμούς, λάθος μη επάρκειας διαστάσεων ή αντοχών, εμφανίζονται με κόκκινα γράμματα αντίστοιχα μηνύματα.



Μεγεθύνετε το παράθυρο των υπολογισμών για καλύτερη εποπτεία των υπολογισμών. Με το ίδιο κουμπί, επαναφέρετε το παράθυρο στο αρχικό μέγεθος.



Εκτυπώνετε τους υπολογισμούς. Αυτή η εκτύπωση είναι σύντομη, χωρίς σχήματα, σκαριφήματα και σελιδοποίηση, πράγμα που γίνεται μέσω του μενού εκτύπωσης τεύχους.



6. Προεπισκόπηση τευχών υπολογισμών από [Τεύχη|Τεύχος υπολογισμών] και καταλόγων οπλισμών [Τεύχη|Πίνακας οπλισμών] .



7. Εκτύπωση τεύχους από [Αρχεία|Εκτύπωση] ή από [Εκτύπωση|Εκτύπωση]

## Αρχείο

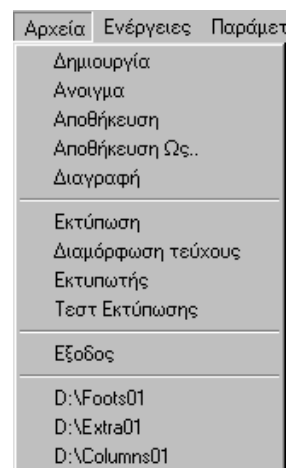
Για κάθε μελέτη (project), δημιουργείται ένα αρχείο, όπου σώζονται αυτόματα όλα τα στοιχεία των αντικειμένων κατασκευής. Υπάρχουν όλες οι βασικές εντολές διακίνησης αρχείων των windows.

**Δημιουργία:** δημιουργείτε ένα καινούργιο αρχείο μελέτης.

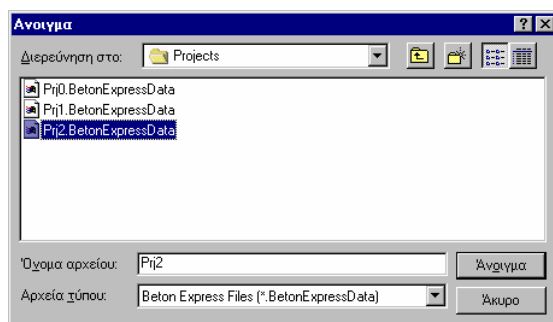
**Ανοιγμα:** ανοίγει μία υπάρχουσα μελέτη και φορτώνονται τα δεδομένα από το αρχείο.

**Αποθήκευση Ως:** σώζετε μία μελέτη με διαφορετικό όνομα από αυτό που ήδη έχει. Αυτόματα αντιγράφονται όλα τα στοιχεία του αρχείου μελέτης στο καινούργιο αρχείο.

**Διαγραφή:** διαγράφετε μία μελέτη και το αρχείο που την αφορά



Στη φόρμα ανοίγματος ή δημιουργίας αρχείου, επιλέγετε με το ποντίκι από το πλαίσιο Διερεύνηση στο την μονάδα δίσκου ή τον υποκατάλογο όπου βρίσκεται το αρχείο της μελέτης, δίνετε το όνομα του αρχείου και πατάτε Ανοιγμα.




Σαν όνομα αρχείου δεν είναι απαραίτητο να δώσετε καμία επέκταση (extension)

## Αρχεία μελέτης

Για κάθε μελέτη (project), δημιουργείται ένα αρχείο, με την κατάληξη (extension) .BetonExpressData. **Οι μεταβολές που επέρχονται στα στοιχεία της μελέτης όταν εργάζεστε σε αυτήν, σώζονται αυτόματα σε αυτό το αρχείο.**

## Παράμετροι Ωπλισμένου Σκυροδέματος



Ρυθμίζετε τις τιμές βασικών παραμέτρων που χρησιμοποιούνται στη διαστασιολόγηση του οπλισμένου σκυροδέματος, όπως επικαλύψεις οπλισμού, ελάχιστες διατομές σιδήρων κλπ. Οι αλλαγές γίνονται αφού ξεκλειδώσετε πατώντας το κουμπί  Κλειστό.

Οι τιμές των παραμέτρων που καθορίζονται στις ρυθμίσεις, χρησιμοποιούνται σαν προκαθορισμένες (default) τιμές στους υπολογισμούς του προγράμματος

Παράμετρος	Τιμή
Συντ. δράσης μόνιμης δυσμενούς	$\gamma_G = 1.35$
Συντ. δράσης μεταβλητής δυσμενούς	$\gamma_Q = 1.50$
Συντ. συνδυασμού μεταβλητών δράσεων	$\psi_1 = 0.60$
Συντ. συνδυασμού μεταβλητών δράσεων	$\psi_2 = 0.30$
Default συντελεστές υλικού	$\gamma_c = 1.50, \gamma_s = 1.15$

Εικόνα 30 Συντελεστές Δράσεων

Παράμετρος	Τιμή
Ελάχιστη επικάλυψη οπλισμού πλάκων [mm]	15
Ελάχιστη διάμετρος οπλισμού πλάκων [mm]	5
Επιθυμητή διάμετρος οπλισμού πλάκων [mm]	10
Μέγιστη διάμετρος οπλισμού πλάκων [mm]	20
Μέγιστη απόσταση ράβδων κυρίως οπλισμού [mm]	200
Μέγιστη απόσταση ράβδων δευτερεύοντος οπλισμού [mm]	250

Εικόνα 29 Συντελεστές Δράσεων

Παράμετρος	Τιμή
Ελάχιστη επικάλυψη οπλισμού δοκών [mm]	20
Ελάχιστη διάμετρος οπλισμού δοκών [mm]	12
Επιθυμητή διάμετρος οπλισμού δοκών [mm]	14
Μέγιστη διάμετρος οπλισμού δοκών [mm]	24
Διάμετρος συνδετήρων δοκών [mm]	8
Ελάχιστος αριθμός ράβδων στα ανοίγματα	4

Εικόνα 32 Παράμετροι Ωπλισμένου Σκυροδέματος για δοκούς

Παράμετρος	Τιμή
Ελάχιστη επικάλυψη οπλισμού υποστυλώματος [mm]	20
Ελάχιστη διάμετρος οπλισμού υποστυλώματος [mm]	16
Επιθυμητή διάμετρος οπλισμού υποστυλώματος [mm]	20
Μέγιστη διάμετρος οπλισμού υποστυλώματος [mm]	30
Διάμετρος συνδετήρων υποστυλώματος [mm]	10

Εικόνα 31 Παράμετροι Ωπλισμένου Σκυροδέματος για δοκούς

Παράμετρος	Τιμή
Ελάχιστη επικάλυψη οπλισμού πεδίου [mm]	75
Ελάχιστη διάμετρος οπλισμού πεδίου [mm]	12
Επιθυμητή διάμετρος οπλισμού πεδίου [mm]	14
Μέγιστη διάμετρος οπλισμού πεδίου [mm]	24
Μέγιστη απόσταση ράβδων οπλισμού πεδίου [mm]	150

Εικόνα 33 Παράμετροι Ωπλισμένου Σκυροδέματος για πέδιλα

## Σύνθετα υλικά ενίσχυσης




Τα σύνθετα υλικά ενίσχυσης συνήθως αποτελούνται από υφάσματα από ίνες άνθρακα ή υάλου εμποτισμένα σε ειδικές εποξειδικές ρητίνες. Τα υλικά αυτά επικολλούνται στην κάτω (εφελκυσόμενη) παρειά της πλάκας ή της δοκού. Οι ιδιότητες των υλικών αυτών, μέτρο ελαστικότητας  $E_f$  και τάση θραύσης σε εφελκυσμό  $\sigma_f$ , καθορίζονται από τον κατασκευαστή του υλικού. Οι ιδιότητες αυτές καταχωρούνται στο πρόγραμμα στον πίνακα ιδιοτήτων υλικών, με το μενού [Παράμετροι Σύνθετα υλικά ενίσχυσης].

Υλικό	Μέτρο Ελαστικότητας $E_f$ [GPa]	Εφελκυστική αντοχή $\sigma_f$ [MPa]
Ινες άνθρακα-ρητίνη	140	2000
Ινες υάλου-ρητίνη	35	800
Ινες πολυεστέρα-ρητίνη	5	1000
Ινες αραμιδίου-ρητίνη	50	2000
Ινες ρητίνη	10	1000

Χαρακτηριστικές ιδιότητες συνθέτων υλικών ενίσχυσης

Reset OK Κλειστό Εκτ/ση Βοήθεια Νομ/σία

## Παράμετροι Θεμελίωσης

Αφού ξεκλειδώσετε με το κουμπί  τσεκάρετε τις επιλογές κανονισμών που θέλετε να  χρησιμοποιήσετε, για τη διαστασιολόγηση του οπλισμένου σκυροδέματος : Ευρωκώδικας 2 ή Ελληνικός Κανονισμός για τον έλεγχο φέρουσας ικανότητας του εδάφους : Ευρωκώδικας 7 ή επιτρεπόμενες τάσεις. Επίσης, τσεκάρετε αν θέλετε να γίνει και αντισεισμικός έλεγχος με ΕΑΚ. Για κάθε περίπτωση υπάρχουν ορισμένοι παράμετροι που μπορείτε να ρυθμίσετε. Αυτό γίνεται πατώντας το αντίστοιχο κουμπί . Οι τιμές των παραμέτρων που καθορίζονται στις ρυθμίσεις, χρησιμοποιούνται σαν προκαθορισμένες (default) τιμές στους υπολογισμούς του προγράμματος.



## Επιτρεπόμενες τάσεις

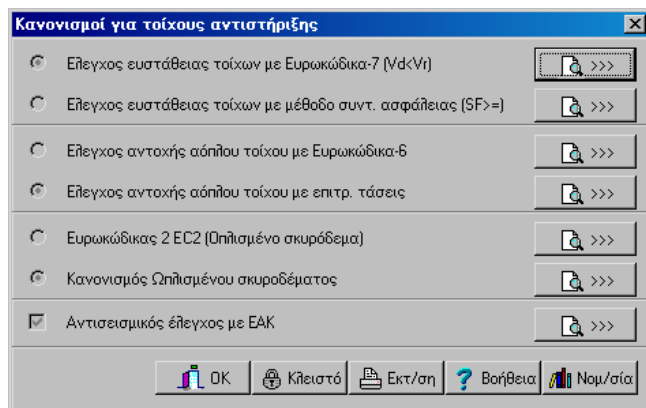
Στον έλεγχο επιτρεπόμενων τάσεων εδάφους σε σεισμό, τα κινητά φορτία πολλαπλασιάζονται με το συντελεστή κινητών φορτίων

Κανονισμοί για θεμελιώσεις (επιτρ. τάσεις)	
<b>Ανεκτή φόρτιση εδάφους στη βάση</b>	
max πίεση εδάφους σε $\leq$ σεπ επιτρεπόμενη πίεση εδάφους	
<input type="checkbox"/> σεπ υπολογίζεται από αντοχή εδάφους	συνεκτικά εδάφη σεπ= 0.330 <small>κουλτ</small>
<input type="checkbox"/> σεπ υπολογίζεται από αντοχή εδάφους	μη συνεκτικά εδάφη σεπ= 0.500 <small>κουλτ</small>
Συντελεστής κινητών φορτίων με σεισμό 0.500	
OK Κλειστό Εκτ/ση Βοήθεια Νομ/σία	

## Παράμετροι Τοίχων Αντιστήριξης

Αφού ξεκλειδώσετε με το κουμπί  τσεκάρτε τις επιλογές κανονισμών που

θέλετε να  χρησιμοποιήσετε, για τον έλεγχο ευστάθειας των τοίχων αντιστήριξης : Ευρωκώδικας 7 ή επιτρεπόμενες τάσεις και συντελεστής ασφαλείας, για τη διαστασιολόγηση των αόπλων τοίχων βαρύτητας : Ευρωκώδικας 6 ή επιτρεπόμενες τάσεις για τη διαστασιολόγηση του οπλισμένου σκυροδέματος : Ευρωκώδικας 2 ή Ελληνικός Κανονισμός. Επίσης, τσεκάρτε αν θέλετε να γίνει και αντισεισμικός έλεγχος με ΕΑΚ. Για κάθε περίπτωση υπάρχουν ορισμένοι παράμετροι που μπορείτε να ρυθμίσετε. Αυτό γίνεται πατώντας το αντίστοιχο κουμπί .



Καταλόγος κανονισμών για τοίχους αντιστήριξης:

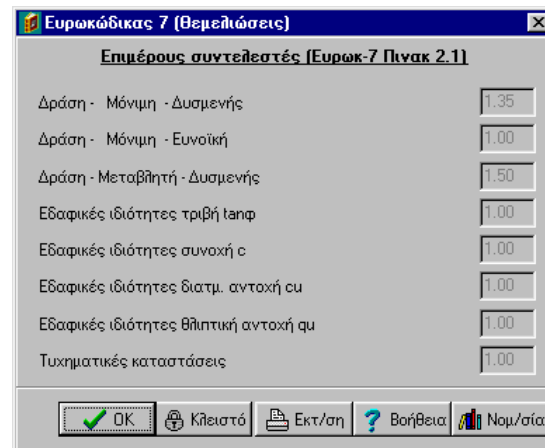
- Έλεγχος ευστάθειας τοίχων με Ευρωκώδικα-7 (Vd<Vt)
- Έλεγχος ευστάθειας τοίχων με μέθοδο συντ. ασφαλείας (SF>=)
- Έλεγχος αντοχής αόπλου τοίχου με Ευρωκώδικα-6
- Έλεγχος αντοχής αόπλου τοίχου με επιτρ. τάσεις
- Ευρωκώδικας 2 EC2 (Οπλισμένο σκυροδεμα)
- Κανονισμός Ωπλισμένου σκυροδέματος
- Αντισεισμικός έλεγχος με ΕΑΚ

Κουμπιά: OK, Κλειστό, Εκτ/ση, Βοήθεια, Νομ/σία

## Έλεγχος ευστάθειας με Ευρωκώδικα 7

Περίπτωση	Δράση		
	Μόνιμη		Μεταβλητή
	Δυσμενής	Ευνοϊκή	Δυσμενής
A	1.00	0.95	1.50
B	1.35	1.00	1.50
Γ	1.00	1.00	1.30

Περίπτωση	Εδαφικές ιδιότητες			
	tanφ	c'	c <sub>u</sub>	q
A	1.1	1.3	1.2	1.2
B	1.0	1.0	1.0	1.0
Γ	1.25	1.6	1.4	1.4



Επιμέρους συντελεστές (Ευρωκ-7 Πίνακ 2.1)

Δράση - Μόνιμη - Δυσμενής	1.35
Δράση - Μόνιμη - Ευνοϊκή	1.00
Δράση - Μεταβλητή - Δυσμενής	1.50
Εδαφικές ιδιότητες τριβή tanφ	1.00
Εδαφικές ιδιότητες συνοχή c	1.00
Εδαφικές ιδιότητες διατμ. αντοχή c <sub>u</sub>	1.00
Εδαφικές ιδιότητες θλιπτική αντοχή q <sub>m</sub>	1.00
Τυχηματικές καταστάσεις	1.00

Κουμπιά: OK, Κλειστό, Εκτ/ση, Βοήθεια, Νομ/σία

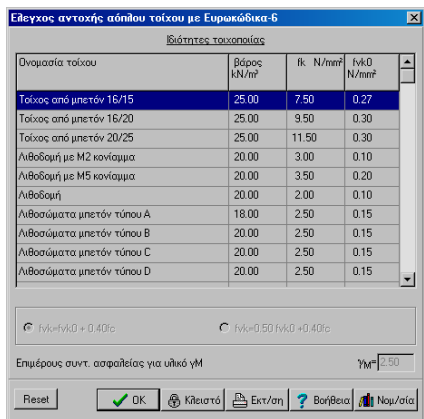
A : προβλήματα άνωσης

B : έργα θεμελίωσης και αντιστήριξης

Γ : ευστάθεια πρανών



## Ελεγχος αντοχής άοπλου τοίχου με Ευρωκώδικα 6



Λίστα υλικών τοίχων με τις χαρακτηριστικές ιδιότητες σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 6 (βάρος, θλιπτική αντοχή και διατμητική αντοχή) που χρησιμοποιούνται στον έλεγχο αντοχής τοίχων αντιστήριξης βαρύτητας. Τσεκάρετε μία από τις δύο επιλογές υπολογισμού διατμητικών αντοχών (Ευρωκώδικας 6 §3.6.3) και καθορίζετε τον συντελεστή υλικού γ<sub>M</sub> (Ευρωκώδικας 6, Πίνακας 2.3). Οι τιμές του πίνακα βρίσκονται άμεσα από τις τιμές των πινάκων του προγράμματος FEDRA (πρόγραμμα της Runet για κτίρια φέρουσας τοιχοποιίας σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 6).

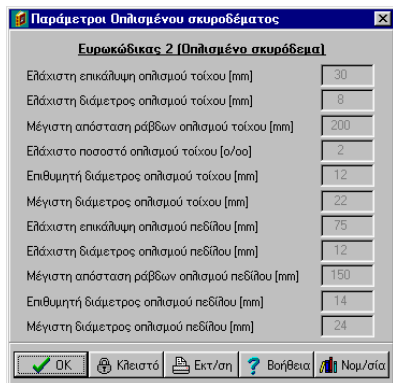
## Ελεγχος αντοχής άοπλου τοίχου με επιτρεπόμενες τάσεις

Λίστα υλικών τοίχων με τις χαρακτηριστικές ιδιότητες (βάρος και επιτρεπόμενες τάσεις θλίψης, εφελκυσμού και διάτμησης) που χρησιμοποιούνται στον έλεγχο αντοχής τοίχων αντιστήριξης βαρύτητας.

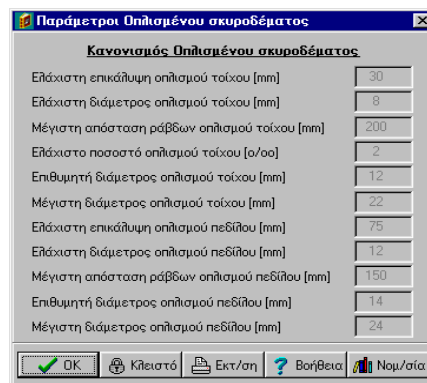


## Ελεγχος ευστάθειας με συντελεστή ασφάλειας

Καθορίζετε τα όρια των συντελεστών ασφάλειας σε ανατροπή και ολίσθηση, καθώς και τα ποσοστά συμμετοχής της παθητικής ώθησης, χωρίς σεισμό, (το ποσοστό με σεισμό καθορίζεται στους συντελεστές ΕΑΚ)



Εικόνα 34 Ευρωκώδικας 2



Εικόνα 35 Κανονισμός Οπλισμού

## Γενικά στοιχεία αντικειμένων

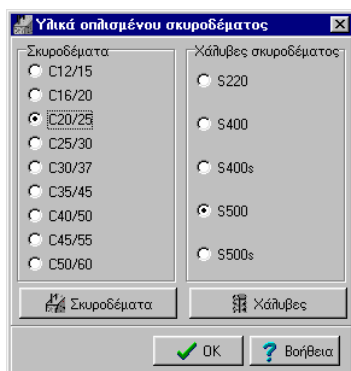
Όλα τα αντικείμενα κατασκευών, έχουν κάποια κοινά στοιχεία. Η σωστή εισαγωγή των δεδομένων αυτών των στοιχείων, παρουσιάζεται στη συνέχεια.




## Όνομα τμημάτων υπολογισμών

Κάθε τμήμα κατασκευής παίρνει αυτόματα μία ονομασία, π.χ. ΠΛΑΚΑ-001, ΠΛΑΚΑ-002, ..., από το πρόγραμμα, η οποία και εμφανίζεται στην επικεφαλίδα εκτύπωσης του αντίστοιχου τμήματος. Μπορείτε να καθορίσετε κάποιο άλλο όνομα, με μέγιστο μήκος ονόματος 16 χαρακτήρες.

Όνομα τμήματος υπολογισμών

## Σκυρόδεμα - Χάλυβας



 Όταν δημιουργείται ένα αντικείμενο κατασκευής, παίρνει τις προκαθορισμένες (default) ποιότητες σκυροδέματος και χάλυβα, όπως αυτές ρυθμίστηκαν από το [Παράμετροι|Σκυρόδεμα- Χάλυβας]. Σε κάθε αντικείμενο μπορείτε να επέμβετε και να αλλάξετε τις ιδιότητες των υλικών. Με το  Σκυροδέματα και το  Χάλυβες

εμφανίζονται οι ιδιότητες των υλικών αυτών.

## Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας

Οι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας, παίρνουν τις τιμές που καθορίζονται από τον Κανονισμό Οπλισμένου Σκυροδέματος ή από τον Ευρωκώδικα 2

Οριακές καταστάσεις	Συνδυασμοί	Σκυρόδεμα - Χάλυβας	
		$\gamma_c$	$\gamma_s$
Αστοχίας	Βασικοί	1.5	1.15
	Τυχηματικοί	1.3	1.0
	Τυχηματικοί με σεισμό	1.5	1.15
Λειτουργικότητας	Βασικοί	1.0	1.0

## Επικάλυψη οπλισμών

Ανάλογα με το αντικείμενο κατασκευής, όταν δημιουργείται, παίρνει την προκαθορισμένη (default) τιμή που καθορίστηκε από [Παράμετροι|Παράμετροι Οπλισμένου Σκυροδέματος]. Ανάλογα με την κάθε περίπτωση μπορείτε να καθορίσετε την τιμή της .

## Κατηγορίες περιβάλλοντος ανάλογα με τις συνθήκες περιβάλλοντος

Κατηγορίες περιβάλλοντος		Παραδείγματα συνθηκών περιβάλλοντος
1. Ξηρό περιβάλλον		- Εσωτερικοί χώροι κτιρίων κατοικιών και γραφείων
2. Υγρό περιβάλλον	α χωρίς παγετό	- Εσωτερικοί χώροι κτιρίων με υψηλή υγρασία (π.χ. πλυντήριο) - Εξωτερικά δομικά στοιχεία - Δομικά στοιχεία σε εδάφη και/ή νερό που δεν προκαλεί προσβολή
	β με παγετό	- Εξωτερικά δομικά στοιχεία, εκτεθειμένα στον παγετό - Δομικά στοιχεία σε εδάφη και/ή νερό που δεν προκαλεί προσβολή, εκτεθειμένα στον παγετό - Εσωτερικά δομικά στοιχεία σε αέρα με μεγάλη υγρασία, εκτεθειμένα σε παγετό
3. Υγρό περιβάλλον με παγετό και δράση ανπιπαγετικών αλάτων		- Εξωτερικά δομικά στοιχεία, που είναι εκτεθειμένα σε παγετό και ανπιπαγετικά μέσα
4. Περιβάλλον με θαλασσινό νερό	α χωρίς παγετό	- Δομικά στοιχεία στην περιοχή του αιγιαλού ή βυθισμένα στο θαλασσινό νερό, η μια επιφάνεια των οποίων είναι εκτεθειμένη στον αέρα - Δομικά στοιχεία σε αέρα κορεσμένο σε άλατα (παραλιακή – με τη στενή έννοια-περιοχή)
	β με παγετό	- Δομικά στοιχεία στην περιοχή του αιγιαλού ή βυθισμένα στο θαλασσινό νερό, η μια επιφάνεια των οποίων είναι εκτεθειμένη στον αέρα και τον παγετό - Δομικά στοιχεία σε αέρα κορεσμένο σε άλατα και σε παγετό

Απαιτήσεις για την επικάλυψη με σκυρόδεμα, για κανονικό σκυρόδεμα

		Κατηγορία περιβάλλοντος κατά τον Πίνακα 4.1								
		1	2a	2b	3	4a	4b	5a	5b	5c
Ελάχιστη επικάλυψη με σκυρόδεμα (mm)	Χάλυβας σκυροδέματος	15	20	25	40	40	40	25	30	40
	Χάλυβας προέντασης	25	30	35	50	50	50	35	40	50

## Επιθυμητή διάμετρος οπλισμού

Επιλέγετε την διάμετρο οπλισμού. Τσεκάροντας το πλαίσιο δίπλα στη διάμετρο, καθορίζεται να χρησιμοποιηθεί αποκλειστικά αυτή η διάμετρος οπλισμού, αλλιώς θα προτιμηθεί προαιρετικά, αυτή η διάμετρος, εκτός αν γίνεται σπατάλη οπλισμού.

Επιθυμητή διάμετρος οπλισμού [mm]   mm  mm  mm  mm  mm

4  
5  
6  
7  
8

## Συντελεστές ασφαλείας δράσεων

Η δυσμενής τιμή σχεδιασμού λαμβάνεται ως :

$$S_d = \gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_k$$

$$S_d = G_k + \psi_2 \cdot Q_k + E$$

(περίπτωση σεισμού) όπου

$G_k$  : μόνιμο φορτίο

$Q_k$  : κινητό φορτίο

Συντελεστές ασφαλείας δράσεων	$\gamma_g =$ <input type="text" value="1.35"/>	$\gamma_q =$ <input type="text" value="1.50"/>
Συντελεστές συνδυασμού δράσεων	$\psi_1 =$ <input type="text" value="0.60"/>	$\psi_2 =$ <input type="text" value="0.30"/>

## Τιμές διαστασιολόγησης των δράσεων για τους συνδυασμούς δράσεων

Κατάσταση διαστασιολόγησης	Μόνιμες δράσεις $G_d$	Μεταβλητές δράσεις			Ασυνήθεις (τυχηματικές δράσεις) $A_d$
		Μια μεταβλητή δράση (κύρια) με τη χαρακτηριστική τιμή της	Άλλες μεταβλητές δράσεις (συνοδεύουσες) με το συντελεστή συνδυασμού τους		
Μόνιμες (επιμένουσες) και παροδικές (μεταβατικές)	$\gamma_G \quad G_k$	$\gamma_a \quad Q_k$	$\psi_0 \quad \gamma_a \quad Q_k$		
Ασυνήθεις (τυχηματικές)	$\gamma_{GA} \quad G_k$	$\psi_1 \quad Q_k$	$\psi_2 \quad Q_k$	$\gamma_A \quad A_k$	

Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας δράσεων σε φορείς, για μόνιμες και παροδικές καταστάσεις διαστασιολόγησης

	Μόνιμες δράσεις ( $\gamma_G$ )	Μεταβλητές δράσεις ( $\gamma_a$ )	
		Μια μεταβλητή δράση με τη χαρακτηριστική τιμή της	Οι άλλες μεταβλητές δράσεις με το συντελεστή συνδυασμού τους
Ευνοϊκή επιρροή	1.0		
Δυσμενής επιρροή	1.35	1.5	1.5

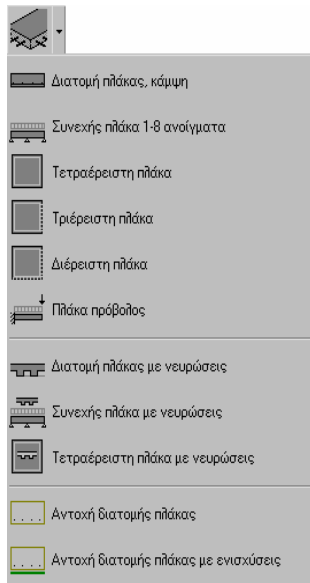
Συντελεστές συνδυασμού δράσεων κατά NEAK

1. Φορτία Χρήσης	$\psi_0, \psi_1$	$\psi_2$
1.1 Κατοικίες, γραφεία, καταστήματα, ξενοδοχεία, νοσοκομεία	0,6	0,3
1.2 Χώροι συχνής συνάντησης προσώπων (σχολεία, θέατρα, στάδια κλπ)	0,8	0,5
1.3 Χώροι στάθμευσης	0,9	0,6
1.4 Χώροι μακροχρόνιας αποθήκευσης (βιβλιοθήκες, αρχεία, αποθήκες, δεξαμενές, σιλό, υδατόπυργοι κλπ)	1,0	0,8
1.5 Μη βατές στέγες	0	0
2. Άνεμος	0,6	0
3. Χιόνι (μόνο σε μη βατές στέγες)	0,6	0,3
Χιόνι (βατές στέγες)	0,6	0

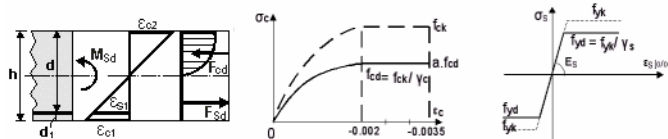
Ευρωκώδικας 1. Κατηγορίες επιφανειών κτιρίων

Κατηγορία	Ειδική Χρήση	Παράδειγμα
A	Επιφάνειες κατοικιών και παρομοίων δραστηριοτήτων	Δωμάτια σε κτίρια κατοικιών και οικιών, δωμάτια και θάλαμοι νοσοκομείων, υπνοδωμάτια σε ξενοδοχεία ή οικοτροφεία, κουζίνες και τουαλέτες.
B	Επιφάνειες γραφείων	
C	Επιφάνειες όπου μπορεί να συγκεντρωθούν άνθρωποι (εκτός των κατηγοριών A, B, D και E)	C1 Επιφάνειες με τραπέζια κλπ, π.χ. σχολεία, καφενεία, εστιατόρια, τραπεζαρίες, αναγνωστήρια, χώροι υποδοχής, κλπ.
		C2 Επιφάνειες με σταθερά καθίσματα, π.χ. εκκλησίες, θέατρα, κινηματογράφοι, αίθουσες συνεδρίων ή διαλέξεων ή συνελεύσεων, αίθουσες αναμονής, κλπ.
		C3 Επιφάνειες χωρίς εμπόδια για την κίνηση των ανθρώπων, π.χ. μουσεία, εκθεσιακοί χώροι, και επιφάνειες προσπέλασης σε δημόσια και κτίρια διοίκησης, ξενοδοχεία, κλπ.
		C4 Επιφάνειες με πιθανές φυσικές δραστηριότητες, π.χ. αίθουσες χορού ή γυμναστικής, θεατρικές σκηνές κλπ.
		C5 Επιφάνειες επιδεικτικές σε συνωστισμό, π.χ. κτίρια δημοσίων θεαμάτων, αίθουσες μουσικής, γυμναστήρια, εξέδρες, τάρτσες και επιφάνειες προσπέλασης κλπ
D	Επιφάνειες εμπορικών συναλλαγών	D1 Επιφάνειες λιανικής πώλησης, π.χ. αποθήκες εμπορευμάτων, καταστήματα γραφικής ύλης κλπ.
E	Επιφάνειες επιδεικτικές σε συγκέντρωση αγαθών	Επιφάνειες αποθήκευσης, περιλαμβανομένων και των βιβλιοθηκών. Οι τιμές του Πιν. 2.2 είναι οι ελάχιστες, εκτός εάν προσδιορίζονται ακριβέστερες κατά περίπτωση

## Πλάκες



Η διαστασιολόγηση γίνεται με βάση τα διαγράμματα τάσεων παραμορφώσεων σκυροδέματος και χάλυβα του παρακάτω σχήματος. Το σκυρόδεμα δεν παραλαμβάνει καθόλου εφελκυστικές τάσεις. Ισχύει η παραδοχή Bernoulli για επιπεδότητα διατομών. Υπάρχει πλήρης συνάφεια μεταξύ σκυροδέματος και χάλυβα. Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος §10, Ευρωκώδικας 2 §4.3.1.



Γίνεται έλεγχος λυγηρότητας για το ελάχιστο πάχος πλάκας, Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος §16.2, Ευρωκώδικας 2 §4.4.3. και έλεγχοι για τα ελάχιστα όρια οπλισμών, Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος §18.1, Ευρωκώδικας 2 §5.4.3.

## Διατομή πλάκας, κάμψη

Υπολογίζονται οι οπλισμοί για μια διατομή συμπαγούς πλάκας, σε καθαρή κάμψη, αφού καθοριστεί το πάχος  $h$  (m) και η ροπή κάμψης  $M$  (kNm/m).

	Όνομα τμήματος υπολογισμών	ΠΛΑΚΑ-001
	Σκυρόδεμα-Χάλυβας	C25/30-S500
	Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας $\gamma_m$	$\gamma_c=1.50$ $\gamma_s=1.15$
	Επικάλυψη οπλισμού [mm]	$d_1=15$ [mm]
	Επιθυμητή διάμετρος οπλισμού [mm]	$\Phi=8$ [mm] σταθερή $\Phi$ <input type="checkbox"/>
	Πάχος πλάκας [m]	$h=0.150$ [m]
Ροπή κάμψης $M$ [kNm/m]	$M=15.00$ [kNm/m]	
<b>Υπολογισμοί τμήματος κατασκευής : ΠΛΑΚΑ-001</b>		
<b>Διατομή συμπαγούς πλάκας σε κάμψη</b>		
Ευρωκώδικας 2 ( $\gamma_c=1.50$ , $\gamma_s=1.15$ ) Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-S500, Επικάλυψη οπλισμού: 15 mm <b>Διαστασιολόγηση έναντι αστοχίας σε κάμψη (Ευρωκ.2 §4.3.1, §5.4.3)</b>		
Πάχος πλάκας $h=0.150$ [m], Ροπή κάμψης $M=15.00$ [kNm]		
$M_{sd}=15.00$ kNm/m, $d=13.5$ cm, $K_d=3.49$ , $\xi=0.09$ , $e_c/e_s=2.0/20.0$ , $K_s=2.38$ , $\lambda_s=2.64$ cm <sup>2</sup> /m		
Ελάχιστος οπλισμός, κύριος $\Phi 8/20.0$ (2.52 cm <sup>2</sup> /m), δευτερεύον $\Phi 8/25.0$ (2.01 cm <sup>2</sup> /m)		
<b>Κύριος οπλισμός πλάκας <math>\Phi 8/19.0</math> (2.65 cm<sup>2</sup>/m), οπλισμός διανομής <math>\Phi 8/25.0</math> (2.01 cm<sup>2</sup>/m)</b>		

## Συνεχής πλάκα 1-8 ανοίγματα



Διαστασιολόγηση συνεχούς πλάκας μέχρι οκτώ (8) ανοίγματα.

Καθορίζετε πρώτα τον αριθμό των ανοιγμάτων και την ύπαρξη προβόλων στα άκρα της πλάκας.

Αριθμός ανοιγμάτων  πρόβολος αριστερά  πρόβολος δεξιά

Στη συνέχεια, καθορίζετε τα μήκη, πάχη και τα ομοιόμορφα φορτία (μόνιμα-κινητά) για κάθε άνοιγμα L1, L2,... της πλάκας. Τα Lp1 και Lp2 αναφέρονται στους προβόλους αριστερά και δεξιά.

	L[m]	h[m]	g[kN/m <sup>2</sup> ]	q[kN/m <sup>2</sup> ]
Lp1	1.50	0.160	0.80	5.00
L-1	5.00	0.160	0.80	2.00
L-2	5.00	0.160	0.80	2.00

Η ανακατανομή ροπών γίνεται σύμφωνα με το ποσοστό ανακατανομής ροπών που καθορίζετε. Οι ροπές παρειάς υπολογίζονται χρησιμοποιώντας το μέσο πλάτος στήριξης  $bsup$ .

Πλάτος στηρίξεων [m]  $bsup=$   Ποσοστό ανακατανομής ροπών  %

$L_y$  (m) είναι το εγκάρσιο μήκος πλάκας.  [m]

Στη διαστασιολόγηση γίνεται παραδοχή μόνον ευθύγραμμου οπλισμού, στα ανοίγματα και στις στηρίξεις. Η πλάκα επιλύεται ως συνεχής ραβδωτός φορέας κατά την διεύθυνση x-x, με πλάτος 1.00 m. Το πρόγραμμα αυτόματα βρίσκει τη θέση των κινητών φορτίων ώστε να προκύψει η δυσμενέστερη τιμή για κάποιο εντατικό μέγεθος και για συνδυασμό φορτίσεων ( $\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_k$ ).

	L[m]	h[m]	g[kN/m <sup>2</sup> ]	q[kN/m <sup>2</sup> ]
Lp1	1.50	0.150	0.80	2.00
L-1	5.00	0.150	0.80	2.00
L-2	5.00	0.150	0.80	2.00
L-3	4.00	0.150	0.80	2.00
L-4	4.00	0.150	0.80	2.00
L-5	4.00	0.150	0.80	2.00
Lp2	6.00	0.160	0.80	2.00

Όνομα τμήματος υπολογισμών: ΠΛΑΚΑ-002

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25 - S400s

Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας  $\gamma_m$ :  $\gamma_c=1.50$   $\gamma_s=1.15$

Επικάλυψη οπλισμού [mm]:  $d1=15$

Επιθυμητή διάμετρος οπλισμού [mm]:  $\Phi=8$

Πάχος πλάκας [m]:  $h=0.160$

Αριθμός ανοιγμάτων:   $L_y=10.00$  [m]

Φορτία (μόνιμα-κινητά) [kN/m<sup>2</sup>]:  $g1=0.80$   $g2=2.00$

Συντελεστές ασφαλείας δράσεων:  $\gamma_G=1.35$   $\gamma_Q=1.50$

Συντελεστές συνδυασμού δράσεων:  $\psi_1=0.60$   $\psi_2=0.30$

Πλάτος στηρίξεων [m]  $bsup=$   Ποσοστό ανακατανομής ροπών  %

**Υπολογισμοί τμήματος κατασκευής : ΠΛΑΚΑ-002**

**Πλάκα συμπαγής, συνεχής**

Ευρακόδικος 2 ( $\gamma_c=1.50$ ,  $\gamma_s=1.15$ )

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25-S400s, Επικάλυψη οπλισμού: 15 mm

**Διαστάσεις διατομής, φορτία**

## Τετρα έρειστη πλάκα



Επιλέγετε το είδος πλάκας ανάλογα με τον τρόπο στήριξης και καθορίζετε τα ανοίγματα  $L_x$  και  $L_y$  (m), καθώς και το πάχος  $h$  (m) της πλάκας.

Είδος πλάκας, πλευρές	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ΠΛΚ-01
Φορτία (μόνιμο-κινητά) [kN/m <sup>2</sup> ]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ΠΛΚ-02
Συντελεστές ασφαλείας δράσ:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ΠΛΚ-03
Συντελεστές συνδυασμού δρά:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ΠΛΚ-04
		<input type="checkbox"/> ΠΛΚ-05

Οι τετραέρειστες πλάκες επιλύονται με τη μέθοδο Marcus. Οι δύο κατευθύνσεις x-x και y-y επιλύονται ανεξάρτητα. Η δυσμενέστερη ροπή καθορίζει την κατεύθυνση της κάτω στρώσης του οπλισμού. Γίνεται έλεγχος των διατομών σε καθαρή κάμψη καθώς και έλεγχος λυγηρότητας για το ελάχιστο πάχος πλάκας. Τα ελάχιστα όρια του οπλισμού λαμβάνονται υπόψη για τον καθορισμό των ράβδων του οπλισμού.

**Μέθοδος Marcus :** Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην επίλυση διασταυρούμενων λωρίδων με κοινό βέλος κάμψεως στο μέσο της πλάκας και κατανομή του φορτίου της πλάκας στις δύο κύριες κατευθύνσεις  $q_x = k \cdot q$ ,  $q_y = (1-k)q$ . Η ευνοϊκή επίδραση της συστροφής δεν λαμβάνεται υπόψη υπέρ της ασφαλείας

Όνομα τμήματος υπολογισμών	ΠΛΑΚΑ-003
Σκυρόδεμα-Χάλυβας	C20/25 - S400s
Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γm	γc=1.50 γs=1.15
Επικάλυψη οπλισμού [mm]	d1= 15 [mm]
Επιθυμητή διάμετρος οπλισμού [mm]	Φ= 8 [mm] x-x <input type="checkbox"/> y-y <input type="checkbox"/>
Πάχος πλάκας [m]	h= 0.160 [m]
Είδος πλάκας, πλευρές	Lx= 7.00 [m] Ly= 5.00 [m]
Φορτία (μόνιμο-κινητά) [kN/m <sup>2</sup> ]	g1= 0.80 [kN/m <sup>2</sup> ] q= 2.00 [kN/m <sup>2</sup> ]
Συντελεστές ασφαλείας δράσεων	γG= 1.35 γQ= 1.50
Συντελεστές συνδυασμού δράσεων	ψ1= 0.60 ψ2= 0.30

**Υπολογισμοί τμήματος κατασκευής : ΠΛΑΚΑ-003**

**Πλάκα συμπαγής, τετραέρειστη**

Ευρακώδικας 2 (γc=1.50, γs=1.15)  
 Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25-S400s, Επικάλυψη οπλισμού: 15 mm

**Διαστάσεις διατομής, φορτία**

## Συνεχής πλάκα 1-8 ανοίγματα



Διαστασιολόγηση συνεχούς πλάκας μέχρι οκτώ (8) ανοίγματα.

Καθορίζετε πρώτα τον αριθμό των ανοιγμάτων και την ύπαρξη προβόλων στα άκρα της πλάκας.

Αριθμός ανοιγμάτων  πρόβολος αριστερά  πρόβολος δεξιά

Στη συνέχεια, καθορίζετε τα μήκη, πάχη και τα ομοιόμορφα φορτία (μόνιμο-κινητά) για κάθε άνοιγμα L1, L2,... της πλάκας. Τα Lp1 και Lp2 αναφέρονται στους προβόλους αριστερά και δεξιά.

	L[m]	h[m]	g[kN/m <sup>2</sup> ]	q[kN/m <sup>2</sup> ]
Lp1	1.50	0.160	0.80	5.00
L-1	5.00	0.160	0.80	2.00
L-2	5.00	0.160	0.80	2.00

Η ανακατανομή ροπών γίνεται σύμφωνα με το ποσοστό ανακατανομής ροπών που καθορίζετε. Οι ροπές παρειάς υπολογίζονται χρησιμοποιώντας το μέσο πλάτος στήριξης bsup.

Πλάτος στηρίξεων [m] bsup=  Ποσοστό ανακατανομής ροπών  %

$L_y$  (m) είναι το εγκάρσιο μήκος πλάκας.  [m]

Στη διαστασιολόγηση γίνεται παραδοχή μόνον ευθύγραμμου οπλισμού, στα ανοίγματα και στις στηρίξεις. Η πλάκα επιλύεται ως συνεχής ραβδωτός φορέας κατά την διεύθυνση x-x, με πλάτος 1.00 m. Το πρόγραμμα αυτόματα βρίσκει τη θέση των κινητών φορτίων ώστε να προκύψει η δυσμενέστερη τιμή για κάποιο εντατικό μέγεθος και για συνδυασμό φορτίσεων ( $\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_k$ ).

	L[m]	h[m]	g[kN/m <sup>2</sup> ]	q[kN/m <sup>2</sup> ]
Lp1	1.50	0.150	0.80	2.00
L-1	5.00	0.150	0.80	2.00
L-2	5.00	0.150	0.80	2.00
L-3	4.00	0.150	0.80	2.00
L-4	4.00	0.150	0.80	2.00
L-5	4.00	0.150	0.80	2.00
Lp2	6.00	0.160	0.80	2.00

Όνομα τμήματος υπολογισμών: ΠΛΑΚΑ-002  
 Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25 - S400s  
 Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας  $\gamma_m$ :  $\gamma_c=1.50$   $\gamma_s=1.15$   
 Επικάλυψη οπλισμού [mm]: d1= 15  
 Επιθυμητή διάμετρος οπλισμού [mm]:  $\Phi= 8$   
 Πάχος πλάκας [m]: h= 0.160  $L_y= 10.00$   
 Αριθμός ανοιγμάτων: 5  
 πρόβολος αριστερά  πρόβολος δεξιά   
 Φορτία (μόνιμο-κινητό)[kN/m<sup>2</sup>]:  $g_1= 0.80$   $g_2= 2.00$   
 Συντελεστές ασφαλείας δράσεων:  $\gamma_G= 1.35$   $\gamma_Q= 1.50$   
 Συντελεστές συνδυασμού δράσεων:  $\psi_1= 0.60$   $\psi_2= 0.30$   
 Πλάτος στηρίξεων [m] bsup=  Ποσοστό ανακατανομής ροπών  %

Υπολογισμοί τμήματος κατασκευής : ΠΛΑΚΑ-002

**Πλάκα συμπαγής, συνεχής**  
 Ευρακώδης 2 ( $\gamma_c=1.50$ ,  $\gamma_s=1.15$ )  
 Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25-S400s, Επικάλυψη οπλισμού: 15 mm  
 Διαστάσεις διατομής, φορτία

## Τετραέριστη πλάκα



Επιλέγετε το είδος πλάκας ανάλογα με τον τρόπο στήριξης και καθορίζετε τα ανοίγματα  $L_x$  και

$L_y$  (m), καθώς και το πάχος  $h$  (m) της πλάκας.

Οι τετραέριστες πλάκες επιλύονται με τη μέθοδο Marcus. Οι δύο κατευθύνσεις x-x και y-y επιλύονται ανεξάρτητα. Η δυσμενέστερη ροπή καθορίζει την κατεύθυνση της κάτω στρώσης του οπλισμού. Γίνεται έλεγχος των διατομών σε καθαρή κάμψη καθώς και έλεγχος λυγηρότητας για το ελάχιστο πάχος πλάκας. Τα ελάχιστα όρια του οπλισμού λαμβάνονται υπόψη για τον καθορισμό των ράβδων του οπλισμού.

**Μέθοδος Marcus :** Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην επίλυση διασταυρούμενων λωρίδων με κοινό βέλος κάμψης στο μέσο της πλάκας και κατανομή του φορτίου της πλάκας στις δύο κύριες κατευθύνσεις  $q_x=k \cdot q$ ,  $q_y=(1-k)q$ . Η ευνοϊκή επίδραση της συστροφής δεν λαμβάνεται υπόψη υπέρ της ασφαλείας.

Είδος πλάκας, πλευρές   ΠΛΚ-01  
 Φορτία [μόνιμο-κινητό][kN/m<sup>2</sup>]  ΠΛΚ-02  
 Συντελεστές ασφαλείας δράσ:  ΠΛΚ-03  
 Συντελεστές συνδυασμού δρά:  ΠΛΚ-04  
 ΠΛΚ-05



Όνομα τμήματος υπολογισμών: ΠΛΑΚΑ-003  
 Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25 - S400s  
 Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γm: γc=1.50 γs=1.15  
 Επικάλυψη οπλισμού [mm]: d1= 15  
 Επιθυμητή διάμετρος οπλισμού [mm]: Φ= 8  
 Πάχος πλάκας [m]: h= 0.160  
 Είδος πλάκας, πλευρές: □ ▽  
 Lx= 7.00 [m] Ly= 5.00 [m]  
 Φορτία (μόνιμο-κινητά) [kN/m²]: g1= 0.80 [kN/m²] q= 2.00 [kN/m²]  
 Συντελεστές ασφαλείας δράσεων: γG= 1.35 γQ= 1.50  
 Συντελεστές συνδυασμού δράσεων: ψ1= 0.60 ψ2= 0.30

**Υπολογισμοί τμήματος κατασκευής : ΠΛΑΚΑ-003**

**Πλάκα συμπαγής, τετραέρεστη**  
 Ευρωκώδικας 2 (γc=1.50, γs=1.15)  
 Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25-S400s, Επικάλυψη οπλισμού: 15 mm  
 Διαστάσεις διατομής, φορτία

## Πλάκα πρόβολος



Διαστασιολόγηση πλάκας προβόλου. Συνεχές ομοιόμορφο φορτίο και συγκεντρωμένο φορτίο στο άκρο. Γίνεται έλεγχος των διατομών σε καθαρή κάμψη καθώς επίσης και έλεγχος λυγηρότητας για το ελάχιστο πάχος πλάκας. Καθορίζετε το ελεύθερο μήκος του προβόλου και τα ομοιόμορφα φορτία (μόνιμο-κινητά), καθώς και το συγκεντρωμένο γραμμικό φορτίο στο άκρο (μόνιμο-κινητό).

Το πάχος  $h$  (m) είναι στη στήριξη και το πάχος  $h_1$  (m), στο άκρο του προβόλου.

Όνομα τμήματος υπολογισμών: ΠΛΑΚΑ-004  
 Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25 - S400s  
 Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γm: γc=1.50 γs=1.15  
 Επικάλυψη οπλισμού [mm]: d1= 15  
 Επιθυμητή διάμετρος οπλισμού [mm]: Φ= 12  
 Πάχη πλάκας [m] (h=στήριξη, h1=άκρο): h= 0.250 [m] h1= 0.160 [m]  
 Ελεύθερο άνοιγμα προβόλου: Lx= 2.60 [m] Ly= 5.00 [m]  
 Φορτία (μόνιμο-κινητά) [kN/m²]: g1= 0.80 [kN/m²] q= 5.00 [kN/m²]  
 Φορτία στο άκρο (μόνιμο-κινητά) [kN/m]: Pg= 1.00 [kN/m] Pq= 0.00 [kN/m]  
 Συντελεστές ασφαλείας δράσεων: γG= 1.35 γQ= 1.50  
 Συντελεστές συνδυασμού δράσεων: ψ1= 0.60 ψ2= 0.30

## Διατομή πλάκας με νευρώσεις (Zöllner)



Για μια διατομή πλάκας με νευρώσεις (Zöllner), καθορίζετε το πάχος της πλάκας  $h$  (m), το πάχος του συμπαγούς τμήματος  $h_s$  (m), το πλάτος της διαδοκίδος  $b_w$  (m) και το κενό μεταξύ διαδοκίδων  $b_1$  (m), καθώς και τη ροπή κάμψης  $M$  (kNm/m). Γίνεται πάντα έλεγχος της θέσης της ουδέτερης γραμμής, ώστε να βρίσκεται στο συμπαγές τμήμα της πλάκας.

Ονομα τμήματος υπολογισμών: ΠΛΑΚΑ-005  
 Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C30/37 - S500  
 Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γm: γc=1.50 γs=1.15  
 Επικάλυψη οπλισμού [mm]: d1= 15 [mm]  
 Επιθυμητή διάμετρος οπλισμού [mm]: Φ= 8 [mm] σταθερή Φ   
 Πάχη πλάκας [m] (h=ολικό, hs=μερικό): h= 0.250 [m] hs= 0.070 [m]  
 Πλάτη διαδοκίδος (bw) και κενού (b1)[m]: bw= 0.100 [m] b1= 0.500 [m]  
 Ροπή κάμψης M [kNm/m]: M= 40.00 [kNm/m]

### Συνεχής πλάκα με νευρώσεις (Zöllner)



Διαστασιολόγηση συνεχούς πλάκας με νευρώσεις (Zöllner) μέχρι οκτώ (8) ανοίγματα. Δίνετε τα στοιχεία όπως και στην περίπτωση συμπαγούς πλάκας (βλέπε σελίδα 20) και επιπλέον καθορίζετε : το συμπαγές πάχος της πλάκας **hs** (m) καθώς και το πλάτος των διαδοκίδων **bw** και το πλάτος **b1** (m) του κενού μεταξύ των διαδοκίδων, που είναι ίδιο για όλα τα ανοίγματα.

	L[m]	h[m]	g[kN/m²]	q[kN/m²]
Lp1	1.60	0.150	0.80	2.00
L-1	4.00	0.150	0.80	2.00
L-2	4.00	0.150	0.80	2.00
L-3	4.00	0.150	0.80	2.00
L-4	4.00	0.150	0.80	2.00
L-5	4.00	0.150	0.80	2.00
Lp2	5.50	0.170	0.80	2.00

Ονομα τμήματος υπολογισμών: ΠΛΑΚΑ-006  
 Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25 - S400s  
 Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γm: γc=1.50 γs=1.15  
 Επικάλυψη οπλισμού [mm]: d1= 15 [mm]  
 Επιθυμητή διάμετρος οπλισμού γενικά [mm]: Φ= 8 [mm] σταθερή Φ   
 Επιθυμητή διάμετρος οπλισμού διαδοκίδων [mm]: Φ= 8 [mm] σταθερή Φ   
 Ανοιγμα πλάκας Ly κατά την y-y κατεύθυνση [m]: Ly= 10.00 [m]  
 Πάχη πλάκας [m] (h=ολικό, hs=μερικό): h= 0.150 [m] hs= 0.070 [m]  
 Πλάτη διαδοκίδος (bw) και κενού (b1)[m]: bw= 0.150 [m] b1= 0.500 [m]  
 Αριθμός ανοιγμάτων: 5  πρόβολος αριστερά  πρόβολος δεξιά   
 Φορτία (μόνομο-κινητό)[kN/m²]: g1= 0.80 [kN/m²] q= 2.00 [kN/m²]  
 Συντελεστές ασφαλείας δράσεων: γG= 1.35 γQ= 1.50  
 Συντελεστές συνδυασμού δράσεων: ψ1= 0.60 ψ2= 0.30  
 Πλάτος στριξίων [m] bsup= 0.20 [m] Ποσοστό ανακατανομής ροπών 15 %

### Τετραέριστη πλάκα με νευρώσεις (Zöllner)



Διαστασιολόγηση τετραέριστης πλάκας με νευρώσεις (Zöllner). Δίνετε τα στοιχεία όπως και στις συμπαγείς τετραέριστες πλάκες και επιπλέον καθορίζετε : το συμπαγές πάχος της πλάκας **hs** (m) καθώς και το πλάτος των διαδοκίδων **bw** και το πλάτος **b1** (m) του κενού μεταξύ των διαδοκίδων, που είναι ίδιο και για τις δύο διευθύνσεις της πλάκας.

Ονομα τμήματος υπολογισμών: ΠΛΑΚΑ-007  
 Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25 - S400s  
 Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γm: γc=1.50 γs=1.15  
 Επικάλυψη οπλισμού [mm]: d1= 15 [mm]  
 Επιθυμητή διάμετρος οπλισμού διαδοκίδων [mm]: Φ= 8 [mm] x-x  y-y  ι Φ   
 Επιθυμητή διάμετρος οπλισμού γενικά [mm]: Φ= 8 [mm] σταθερή Φ  ι Φ   
 Πάχη πλάκας [m] (h=ολικό, hs=μερικό): h= 0.300 [m] hs= 0.070 [m]  
 Πλάτη διαδοκίδος (bw) και κενού (b1)[m]: bw= 0.150 [m] b1= 0.500 [m] 0 [m]  
 Είδος πλάκας, πλευρές:    
 Φορτία (μόνομο-κινητό)[kN/m²]: g1= 0.80 [kN/m²] q= 2.00 [kN/m²] εξιά   
 Συντελεστές ασφαλείας δράσεων: γG= 1.35 γQ= 1.50  
 Συντελεστές συνδυασμού δράσεων: ψ1= 0.60 ψ2= 0.30

## Αντοχή διατομής πλάκας

Υπολογίζετε την ροπή αντοχής μιας διατομής πλακός με ύψος  $h(m)$  και δεδομένο οπλισμό.

Αντοχή διατομής πλάκας

✓ Υπολογισμοί OK

Όνομα τμήματος υπολογισμών: ΠΛΑΚΑ-002

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25 - S500

Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γm: γc=1.50 γs=1.15

Επικάλυψη οπλισμού [mm]: d1= 15 [mm]

Πάχος πλάκας [m]: h= 0.150 [m]

Οπλισμός πλάκας Φ[mm]/[cm]: Φ= 8 / 20.00 [mm/cm]

## Αντοχή διατομής πλάκας με ενισχύσεις

Για τη διατομή πλάκας δίνετε τις διαστάσεις και τον οπλισμό, καθώς και τις ιδιότητες και διαστάσεις του υλικού ενίσχυσης. Με το κουμπί δίπλα στις ιδιότητες του υλικού ενίσχυσης, επιλέγετε σύνθετο υλικό ενίσχυσης από τον πίνακα υλικών που εμφανίζεται.

Το πάχος του μανδύα ενίσχυσης είναι το ολικό πάχος δηλαδή (αριθμός στρώσεων)  $x$  (πάχος στρώσης). Το πλάτος της ενίσχυσης είναι συνήθως 1.00 m, εάν γίνεται επάλειψη σε όλη την κάτω επιφάνεια της πλάκας ή αλλιώς το ανηγμένο ανά μέτρο πλάτος των λωρίδων ενίσχυσης. Οι απαραίτητες ιδιότητες των συνθέτων υλικών είναι το μέτρο ελαστικότητας  $E_f$  και η εφελκυστική αντοχή (τάση θραύσης σε εφελκυσμό)  $\sigma_f$  και καθορίζονται στον πίνακα που ενεργοποιείται με το μενού [Παράμετροι Σύνθετα υλικά ενίσχυσης].

Η ροπή  $M_o$  κάτω από το φορτίο λειτουργίας είναι απαραίτητη, για να υπολογιστεί η αρχική παραμόρφωση, πριν την επιβολή της ενισχύσης, της κάτω ίνας της πλάκας, η οποία παραμόρφωση δεν συμμετέχει στην ολική παραμόρφωση του σύνθετου υλικού.

Σε περίπτωση που στους υπολογισμούς προκύψει το μήνυμα «Υπερβολικά μεγάλο ποσοστό οπλισμού»

μειώστε το πάχος ή το πλάτος των ενισχύσεων.

Αντοχή διατομής πλάκας με ενισχύσεις

✓ Υπολογισμοί OK

Όνομα τμήματος υπολογισμών: ΠΛΑΚΑ-003

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25 - S500

Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γm: γc=1.50 γs=1.15

Επικάλυψη οπλισμού [mm]: d1= 15 [mm]

Πάχος πλάκας [m]: h= 0.150 [m]

Οπλισμός πλάκας Φ[mm]/[cm]: Φ= 8 / 20.00 [mm/cm]

Όνομασία υλικού μανδύα: [ ]

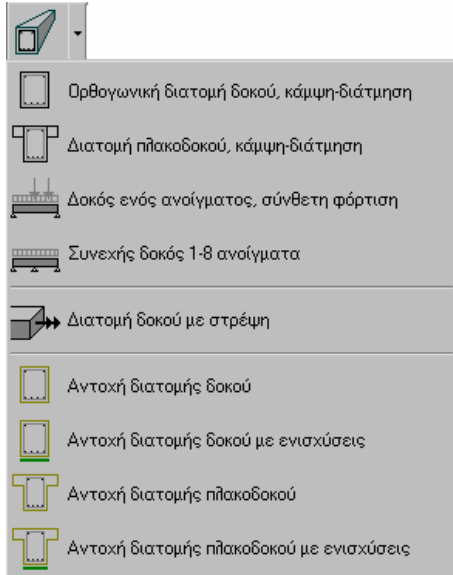
Μέτρο Ελαστικότητας μανδύα GPa: Ef= 100.00 [GPa]

Εφελκυστική αντοχή μανδύα MPa: σf= 1000.00 [MPa]

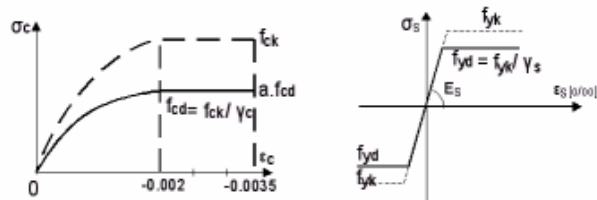
Διαστάσεις μανδύα, t=πάχος[mm], w=πλάτος[m]: tf= 1.00 [mm] wf= 1.000 [m]

Ροπή φορτίου λειτουργίας: Mo= 0.00 [kNm/m]

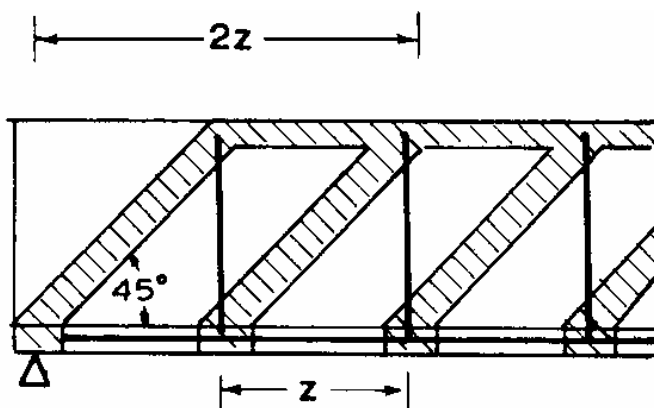
## Δοκοί



Η διαστασιολόγηση σε κάμψη γίνεται με βάση το παρακάτω σχήμα, με τα αντίστοιχα διαγράμματα τάσεων παραμορφώσεων σκυροδέματος και χάλυβα. Το σκυρόδεμα δεν παραλαμβάνει καθόλου εφελκυστικές τάσεις. Ισχύει η παραδοχή Bernoulli για επιπεδότητα διατομών. Υπάρχει πλήρης συνάφεια μεταξύ σκυροδέματος και χάλυβα. Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος §10, Ευρωκώδικας 2, §4.3.1.



Η διαστασιολόγηση σε διάτμηση βασίζεται στο ότι η τέμνουσα δράσης  $V_{sd}$  είναι μικρότερη από την τέμνουσα αντίστασης της δοκού  $V_{rdi}$ . Η  $V_{rdi}$  διακρίνεται σε  $V_{rd1}$ : αντίσταση δομικού στοιχείου χωρίς οπλισμό,  $V_{rd2}$ : αντίσταση λόγω θλιβομένων διαγωνίων,  $V_{rd3}$ : αντίσταση λόγω οπλισμού διάτμησης. Το μοντέλο διαστασιολόγησης βασίζεται σε ένα δικτύωμα όπου το σκυρόδεμα αντιστοιχεί στο θλιβόμενο άνω πέλμα και τις θλιβόμενες διαγωνίους, ενώ ο οπλισμός αντιστοιχεί στις οριζόντιες και κατακόρυφες εφελκυστικές ράβδους. Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος §11.



## Ορθογωνική διατομή δοκού, κάμψη-διάτμηση



Διαστασιολόγηση πλακοδοκού με πλάτος κορμού  $b$  (m), ύψος  $h$  (m), με καμπτική ροπή  $M_{sd}$  (kNm) και τέμνουσα δύναμη  $V_{sd}$  (kN).

	Όνομα τμήματος υπολογισμών	ΔΟΚΟΣ-001
	Σκυρόδεμα-Χάλυβας	C20/25 - S400s
Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γm	γc=1.50 γs=1.15	
Επικάλυψη οπλισμού [mm]	d1= 20 [mm]	
Επιθυμητή διάμετρος οπλισμού [mm]	Φ= 14 [mm] σταθερή Φ <input type="checkbox"/>	
Διαστάσεις διατομής πλάτος-ύψος	b= 0.250 [m] h= 0.500 [m]	
Δυνάμεις διατομής, ροπή κάμψης-τέμνουσα	Msd= 150.00 [kNm] Vsd= 90.00 [kN]	

**Υπολογισμοί τμήματος κατασκευής : ΔΟΚΟΣ-001**

**Διατομή δοκού σε κάμψη και διάτμηση**

Ευρακώδικας 2 (γc=1.50, γs=1.15)  
 Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25-S400s, Επικάλυψη οπλισμού: 20 mm  
**Διαστάσεις διατομής, φορτία**

## Διατομή πλακοδοκού, κάμψη-διάτμηση



Διαστασιολόγηση πλακοδοκού με πλάτος κορμού  $b$  (m), ύψος  $h$  (m), συνεργαζόμενο πλάτος  $b_{eff}$  (m) και πάχος πλάκας  $h_f$  (m), με καμπτική ροπή  $M_{sd}$  (kNm) και τέμνουσα δύναμη  $V_{sd}$  (kN).

	Όνομα τμήματος υπολογισμών	ΔΟΚΟΣ-002
	Σκυρόδεμα-Χάλυβας	C20/25 - S400s
Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γm	γc=1.50 γs=1.15	
Επικάλυψη οπλισμού [mm]	d1= 20 [mm]	
Επιθυμητή διάμετρος οπλισμού [mm]	Φ= 14 [mm] σταθερή Φ <input type="checkbox"/>	
Διαστάσεις διατομής πλάτος-ύψος	b= 0.250 [m] h= 0.500 [m]	
Συνεργαζόμενο πλάτος, πάχος πλάκας	beff= 1.350 [m] hf= 0.150 [m]	
Δυνάμεις διατομής, ροπή κάμψης-τέμνουσα	Msd= 220.00 [kNm] Vsd= 125.00 [kN]	

**Υπολογισμοί τμήματος κατασκευής : ΔΟΚΟΣ-002**

**Διατομή πλακοδοκού σε κάμψη και διάτμηση**

Ευρακώδικας 2 (γc=1.50, γs=1.15)  
 Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25-S400s, Επικάλυψη οπλισμού: 20 mm  
**Διαστάσεις διατομής, φορτία**

## Διατομή πλακοδοκού, κάμψη-διάτμηση



Διαστασιολόγηση πλακοδοκού με πλάτος κορμού  $b$  (m), ύψος  $h$  (m), συνεργαζόμενο πλάτος  $b_{eff}$  (m) και πάχος πλάκας  $h_f$  (m), με καμπτική ροπή  $M_{sd}$  (kNm) και τέμνουσα δύναμη  $V_{sd}$  (kN).

	Όνομα τμήματος υπολογισμών	ΔΟΚΟΣ-002
	Σκυρόδεμα-Χάλυβας	C20/25 - S400s
Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γm	γc=1.50 γs=1.15	
Επικάλυψη οπλισμού [mm]	d1= 20 [mm]	
Επιθυμητή διάμετρος οπλισμού [mm]	Φ= 14 [mm] σταθερή Φ <input type="checkbox"/>	
Διαστάσεις διατομής πλάτος-ύψος	b= 0.250 [m] h= 0.500 [m]	
Συνεργαζόμενο πλάτος, πάχος πλάκας	b <sub>eff</sub> = 1.350 [m] h <sub>f</sub> = 0.150 [m]	
Δυνάμεις διατομής, ροπή κάμψης-τέμνουσα	M <sub>sd</sub> = 220.00 [kNm] V <sub>sd</sub> = 125.00 [kN]	

**Υπολογισμοί τμήματος κατασκευής : ΔΟΚΟΣ-002**

**Διατομή πλακοδοκού σε κάμψη και διάτμηση**

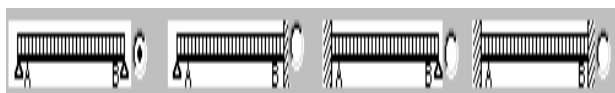
Ευρακώδικας 2 (γc=1.50, γs=1.15)  
 Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25-S400s, Επικάλυψη οπλισμού: 20 mm  
**Διαστάσεις διατομής, φορτία**

## Δοκός ενός ανοίγματος, σύνθετη φόρτιση



Διαστασιολόγηση δοκού ενός ανοίγματος σε σύνθετη φόρτιση. Η φόρτιση είναι επαλληλία κατανεμημένων ομοιόμορφων ή τριγωνικών φορτίσεων, καθώς και συγκεντρωμένων φορτίων σε διάφορες θέσεις της δοκού.

Για κάθε φόρτιση, δίνετε τις τιμές του μόνιμου και κινητού φορτίου. Στην περίπτωση συγκεντρωμένου φορτίου, δίνετε και την απόσταση του φορτίου από το αριστερό άκρο. Οι συνθήκες στήριξης της δοκού μπορεί να καθοριστούν σαν αμφιέρειστος, μονόπακτος ή αμφίπακτος δοκός, τσεκάροντας τα αντίστοιχα πλαίσια.



Επιλέγεται ορθογωνική διατομή ή πλακοδοκό, τσεκάροντας τα αντίστοιχα πλαίσια.



Σε περίπτωση πλακοδοκού, το συνεργαζόμενο πλάτος υπολογίζεται ως:  $b+1l_0/5$  για συμμετρικό πλακοδοκό και  $b+1l_0/10$  για μονόπλευρο πλακοδοκό.  
 $l_0 = l$  για αμφιέρειστο δοκό,  $0.85 \cdot l$  για μονόπακτο δοκό και  $0.70 \cdot l$  για αμφίπακτο δοκό.

Όνομα τμήματος υπολογισμών: ΔΟΚΟΣ-003  
 Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25 - S400s  
 Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γm: γc=1.50 γs=1.15  
 Επικάλυψη οπλισμού [mm]: d1= 20 [mm]  
 Επιθυμητή διάμετρος οπλισμού [mm]: Φ= 14 [mm] σταθερή Φ   
 Διατομή πλάτος-ύψος-πάχος πλάκας: b= 0.250 [m] h= 0.700 [m] hf= 0.150 [m]  
 Είδος διατομής:     
 Μήκος Δοκού: L= 7.00 [m]  
 Φορτία συνεχή, τριγωνικά, συγκεντρωμένα  
 g1= 40.00 [kN/m] q1= 20.00 [kN/m] g4= 0.00 [kN/m] q4= 0.00 [kN/m]  
 g2= 0.00 [kN/m] q2= 0.00 [kN/m] G1= 10.00 [kN] Q1= 30.00 [kN] x1= 3.00 [m]  
 g3= 0.00 [kN/m] q3= 0.00 [kN/m] G2= 0.00 [kN] Q2= 0.00 [kN] x2= 0.00 [m]  
 Συντελεστές ασφαλείας δράσεων: γG= 1.35 γQ= 1.50  
 Συντελεστές συνδυασμού δράσεων: ψ1= 0.60 ψ2= 0.30  
 Πλάτος στηρίξεων [m]: bsup= 0.30 [m]

**Υπολογισμοί τμήματος κατασκευής : ΔΟΚΟΣ-003**

**Δοκός ενός ανοίγματος σε σύνθετη φόρτιση**  
 Ευρεκάθικας 2 (γc=1.50, γs=1.15)  
 Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25-S400s, Επικάλυψη οπλισμού: 20 mm  
**Διαστάσεις διατομής, φορτία**

## Συνεχής δοκός 1-8 ανοίγματα

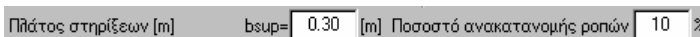


Διαστασιολόγηση συνεχούς δοκού μέχρι οκτώ (8) ανοιγμάτων. Καθορίζετε πρώτα τον αριθμό ανοιγμάτων και την ύπαρξη προβόλων στα άκρα της δοκού.

Στη συνέχεια, καθορίζετε για κάθε άνοιγμα το μήκος του, το ύψος και πλάτος δοκού και τα ομοιόμορφα φορτία, μόνιμα-κινητά. Καθορίζετε αν είναι δοκός ορθογωνικής διατομής ή πλακοδοκός, τσεκάροντας το αντίστοιχο πλαίσιο.

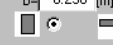


Σε περίπτωση πλακοδοκού, το συνεργαζόμενο πλάτος υπολογίζεται ως:  $b+l_0/5$  για συμμετρικό πλακοδοκό και  $b+l_0/10$  για μονόπλευρο πλακοδοκό.  
 $l_0 = 1$  για αμφιέριστο δοκό,  $0.85 \cdot l$  για ακραίο άνοιγμα συνεχούς και  $0.70 \cdot l$  για μεσαίο άνοιγμα συνεχούς. Επίσης, καθορίζετε το μέσο πλάτος στήριξης (για τον υπολογισμό ροπών παρειάς και χαρακτηριστικής τέμνουσας) και το ποσοστό ανακατανομής ροπών.



Στη διαστασιολόγηση γίνεται παραδοχή μόνο ευθύγραμμων οπλισμών στα ανοίγματα και τις στηρίξεις και κατακορύφων συνδετήρων. Το πρόγραμμα αυτόματα βρίσκει τη θέση των κινητών φορτίων ώστε να προκύψει η δυσμενέστερη τιμή για κάποιο εντατικό μέγεθος και για συνδυασμό φορτίσεων ( $\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_k$ ).

	1	2	3	4	5	
L-1	6.00	0.250	0.500	0.150	40.00	20.00
L-2	7.00	0.250	0.600	0.150	60.00	40.00
L-3	7.00	0.250	0.600	0.150	60.00	40.00
L-4	5.00	0.250	0.600	0.150	60.00	40.00
L-5	3.00	0.250	0.500	0.150	40.00	20.00

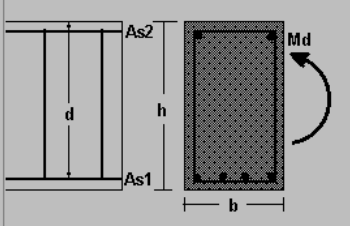
Ονομα τμήματος υπολογισμών: ΔΟΚΟΣ-004  
 Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C30/37 - S500  
 Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γ<sub>m</sub>: γ<sub>c</sub>=1.50 γ<sub>s</sub>=1.15  
 Επικάλυψη οπλισμού [mm]: d<sub>1</sub>= 20 [mm]  
 Επιθυμητή διάμετρος οπλισμού [mm]: Φ= 14 [mm] σταθερή Φ  
 Διατομή πλάτος-ύψος-πάχος πλάκας: b= 0.250 [m] h= 0.500 [m] hf= 0.150 [m]  
 Είδος διατομής:   
 Αριθμός ανοιγμάτων: 5  
 Προβόλος αριστερά  προβόλος δεξιά   
 Φορτία (μόνο-κινητό)[kN/m]: g<sub>1</sub>= 40.00 [kN/m] q= 20.00 [kN/m]  
 Συντελεστές ασφαλείας δράσεων: γ<sub>G</sub>= 1.35 γ<sub>Q</sub>= 1.50  
 Συντελεστές συνδυασμού δράσεων: ψ<sub>1</sub>= 0.60 ψ<sub>2</sub>= 0.30  
 Πλάτος στηριξεων [m]: b<sub>sup</sub>= 0.30 [m] Ποσοστό ανακατανομής ροπών: 20 %

**Υπολογισμοί τμήματος κατασκευής : ΔΟΚΟΣ-004**  
**Συνεχής δοκός με κατανομημένα φορτία**  
 Ευρακάδικος 2 (γ<sub>c</sub>=1.50, γ<sub>s</sub>=1.15)  
 Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C30/37-S500, Επικάλυψη οπλισμού: 20 mm  
**Διαστάσεις διατομής, φορτία**

### Αντοχή διατομής δοκού

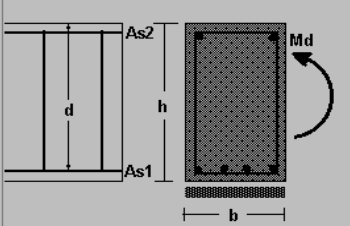
Υπολογίζετε την ροπή αντοχής μιας διατομής δοκού με ύψος h(m) πλάτος b(m) και δεδομένο οπλισμό στην κάτω και πάνω παρειά.

**Αντοχή διατομής δοκού**  
 Ονομα τμήματος υπολογισμών: ΔΟΚΟΣ-002  
 Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25 - S500  
 Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γ<sub>m</sub>: γ<sub>c</sub>=1.50 γ<sub>s</sub>=1.15  
 Επικάλυψη οπλισμού [mm]: d<sub>1</sub>= 20 [mm]  
 Διαστάσεις διατομής πλάτος-ύψος: b= 0.250 [m] h= 0.500 [m]  
 Οπλισμός δοκού στην κάτω παρειά: 4 Φ 14 + 0 Φ 14  
 Οπλισμός δοκού στην άνω παρειά: 2 Φ 14 + 0 Φ 14



### Αντοχή διατομής δοκού με ενισχύσεις

**Αντοχή διατομής δοκού με ενισχύσεις**  
 Ονομα τμήματος υπολογισμών: ΔΟΚΟΣ-004  
 Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25 - S500  
 Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γ<sub>m</sub>: γ<sub>c</sub>=1.50 γ<sub>s</sub>=1.15  
 Επικάλυψη οπλισμού [mm]: d<sub>1</sub>= 20 [mm]  
 Διαστάσεις διατομής πλάτος-ύψος: b= 0.250 [m] h= 0.500 [m]  
 Οπλισμός δοκού στην κάτω παρειά: 4 Φ 14 + 0 Φ 14  
 Οπλισμός δοκού στην άνω παρειά: 2 Φ 14 + 0 Φ 14  
 Ονομασία υλικού μανδύα:   
 Μέτρο Ελαστικότητας μανδύα GPa: E<sub>f</sub>= 100.00 [GPa]  
 Εφελκυστική αντοχή μανδύα MPa: σ<sub>f</sub>= 1000.00 [MPa]  
 Διαστάσεις μανδύα, t=πάχος[mm], w=πλάτος[m]: tf= 1.00 [mm] wf= 0.250 [m]  
 Ροπή φορτίου λειτουργίας: M<sub>o</sub>= 0.00 [kNm]



Για την διατομή δοκού δίνετε τις διαστάσεις και τον οπλισμό, καθώς και τις ιδιότητες και διαστάσεις του υλικού ενίσχυσης. Με το κουμπί δίπλα στις ιδιότητες του υλικού ενίσχυσης, επιλέγετε σύνθετο υλικό ενίσχυσης από τον πίνακα υλικών που εμφανίζεται.

Το πάχος του μανδύα ενίσχυσης είναι το ολικό πάχος δηλαδή (αριθμός στρώσεων) x (πάχος στρώσης). Το πλάτος της ενίσχυσης είναι συνήθως ίσο με το πλάτος της δοκού.

Οι απαραίτητες ιδιότητες των συνθέτων υλικών είναι το μέτρο ελαστικότητας E<sub>f</sub> και



η εφελκυστική αντοχή (τάση θραύσης σε εφελκυσμό)  $\sigma_f$  και καθορίζονται στον πίνακα που ενεργοποιείται με το μενού [Παράμετροι|Σύνθετα υλικά ενίσχυσης].

Η ροπή  $M_o$  κάτω από το φορτίο λειτουργίας είναι απαραίτητη, για να υπολογιστεί η αρχική παραμόρφωση, πριν την επιβολή της ενισχύσης, της κάτω ίνας της δοκού, η οποία παραμόρφωση δεν συμμετέχει στην ολική παραμόρφωση του σύνθετου υλικού.

Σε περίπτωση που στους υπολογισμούς προκύψει το μήνυμα «Υπερβολικά μεγάλο ποσοστό οπλισμού» μειώστε το πάχος ή το πλάτος των ενισχύσεων.

## Αντοχή διατομής πλακοδοκού

Υπολογίζετε την ροπή αντοχής μιας διατομής με ύψος  $h$ (m) πλάτος  $b$ (m) και δεδομένο οπλισμό στην κάτω και πάνω παρειά.

## Αντοχή διατομής πλακοδοκού με ενισχύσεις

Για την διατομή πλακοδοκού δίνετε τις διαστάσεις και τον οπλισμό, καθώς και τις ιδιότητες και διαστάσεις του υλικού ενίσχυσης. Με το κουμπί δίπλα στις ιδιότητες του υλικού ενίσχυσης, επιλέγετε σύνθετο υλικό ενίσχυσης από τον πίνακα υλικών που εμφανίζεται.

Το πάχος του μανδύα ενίσχυσης είναι το ολικό πάχος δηλαδή (αριθμός στρώσεων) x (πάχος στρώσης). Το πλάτος της ενίσχυσης είναι συνήθως ίσο με το πλάτος της δοκού. Οι απαραίτητες ιδιότητες των συνθέτων υλικών είναι το μέτρο ελαστικότητας  $E_f$  και η εφελκυστική αντοχή (τάση θραύσης σε εφελκυσμό)  $\sigma_f$  και καθορίζονται στον πίνακα που ενεργοποιείται με το μενού [Παράμετροι|Σύνθετα υλικά ενίσχυσης].

Η ροπή  $M_o$  κάτω από το φορτίο λειτουργίας είναι απαραίτητη, για να υπολογιστεί η αρχική παραμόρφωση, πριν την επιβολή της ενισχύσης, της κάτω ίνας της δοκού, η οποία παραμόρφωση δεν συμμετέχει στην ολική παραμόρφωση του σύνθετου υλικού.

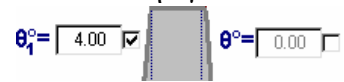
Σε περίπτωση που στους υπολογισμούς προκύψει το μήνυμα «Υπερβολικά μεγάλο ποσοστό οπλισμού» μειώστε το πάχος ή το πλάτος των ενισχύσεων.

## Τοίχοι αντιστήριξης

Στους τοίχους αντιστήριξης συγκαταλέγονται τέσσερις (4) τοίχοι βαρύτητας και δύο (2) τοίχοι οπλισμένου σκυροδέματος. Ο υπολογισμός των ωθήσεων του εδάφους γίνεται με τη θεωρία Coulomb. Οι σεισμικές δυνάμεις στον τοίχο και οι ωθήσεις λόγω σεισμού, υπολογίζονται σύμφωνα με ΕΑΚ §5.3 και ΕΑΚ παράρτημα Δ. Γίνονται έλεγχοι φέρουσας ικανότητας εδάφους, ολίσθησης και ανατροπής. Οι έλεγχοι γίνονται είτε με τη θεωρία επιτρεπόμενων τάσεων και συντελεστή ασφαλείας, είτε βάσει του Ευρωκώδικα 7.



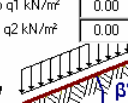
Δίνετε τις βασικές διαστάσεις του τοίχου σε μέτρα (m). Για τις κατακόρυφες παρειές του τοίχου μπορείτε να δώσετε την γωνία κλίσης με την κατακόρυφο  $\theta$  ή  $\theta_1$  (τσεκάροντας το πλαίσιο δίπλα στη γωνία). Αν δεν τσεκάρετε το πλαίσιο της γωνίας, η γωνία υπολογίζεται από το ύψος του τοίχου και την οριζόντια απόσταση του κάτω μέρους της παρειάς



Εδαφος-1	Εδαφος-2	Εδαφος-3
Τύπος εδάφους		
Σηρό ειδικό βάρος εδάφους $\gamma$ kN/m <sup>3</sup>		
		18.00
Κορεσμένο ειδ. βάρος εδάφους $\gamma_{sat}$ kN/m <sup>3</sup>		
		23.00
Γωνία διατμητικής αντοχής εδάφους $\phi$ °		
		30.00
Συνοχή εδάφους $c$ N/mm <sup>2</sup>		
		0.00
Γωνία τριβής μεταξύ εδάφους τοίχου $\delta$ °		
		10.00
Εδαφος κάτω υδροφόρου οριζοντα <input checked="" type="checkbox"/>		

Δίνετε επίσης τα κατανομμένα φορτία (μόνιμα-κινητά) σε kN/m<sup>2</sup> και τα συγκεντρωμένα φορτία (μόνιμα-κινητά) σε kN/m στην κορυφή του τοίχου.

Μόνιμο φορτίο $q_1$ kN/m <sup>2</sup>	0.00
Κινητό φορτίο $q_2$ kN/m <sup>2</sup>	0.00
Μόνιμο φορτίο $Q_g$ kN/m	0.00
Κινητό φορτίο $Q_q$ kN/m	0.00



Για εδάφη μπορείτε να έχετε μέχρι και δύο διαφορετικά εδάφη στην πίσω παρειά του τοίχου (ενεργητική ώθηση). Για τα εδάφη αυτά μπορείτε να επιλέξετε αν είναι κάτω του υδροφόρου οριζοντα ή όχι. Αν π.χ. σε έναν τοίχο 5 m ύψος έχετε στο πίσω

μέρος ένα έδαφος και ο υδροφόρος οριζοντα είναι στα 2.80 m, καθορίζετε τα εδάφη 1 και 2 με ίδιες ιδιότητες και το έδαφος 2 τσεκάρετε ότι είναι κάτω του υδροφόρου οριζοντα. Δίνετε επίσης

το ύψος του εδάφους 2 (και του υδροφόρου οριζοντα) 2.80 m.

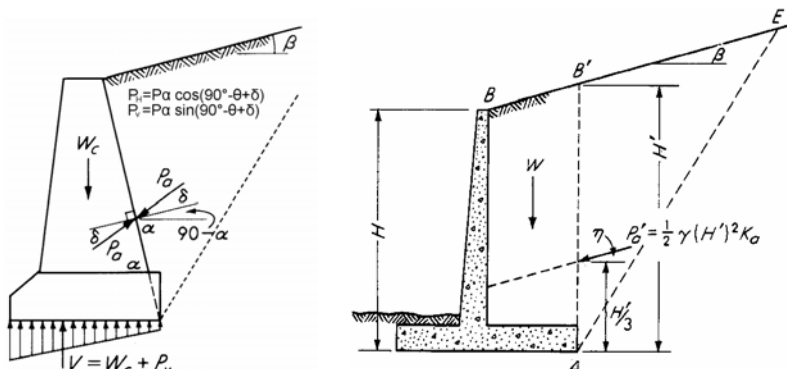
Οι ιδιότητες του εδάφους 3 αφορούν τις ιδιότητες του εδάφους στο μπροστά μέρος του τοίχου (παθητική ώθηση).

Οι ιδιότητες του εδάφους θεμελίωσης καθορίζονται στο κάτω μέρος του τοίχου. Οι ιδιότητες αυτές εξαρτώνται από το αν χρησιμοποιείτε επιτρεπόμενες τάσεις ή Ευρωκώδικα 7.

Γωνία τριβής μεταξύ θεμελίωσης και εδάφους $\phi$ [°]	30.00
Συνοχή μεταξύ θεμελίωσης και εδάφους $c$ [N/mm <sup>2</sup> , MPa]	0.01
Ελλειπτική αντοχή εδάφους θεμελίωσης $q_u$ [N/mm <sup>2</sup> , MPa]	0.200

Επιλέγετε αν θέλετε να γίνει αντισεισμικός έλεγχος και την επιτάχυνση εδάφους σύμφωνα με ΕΑΚ. Οι πρόσθετες σεισμικές δυνάμεις λόγω ώθησης γαιών υπολογίζονται σύμφωνα με τον τύπο Mononobe-Okabe του ΕΑΚ.

Να γίνει αντισεισμικός έλεγχος <input checked="" type="checkbox"/>
Επιτάχυνση εδάφους (NEAK §2.2.2) $A=$ 0.160 kg



Η ενεργητική και παθητική ώθηση υπολογίζονται με τη θεωρία Coulomb. Για τους τοίχους βαρύτητας και τοίχους από οπλισμένο σκυρόδεμα με μικρό πίσω πέλμα, οι ωθήσεις υπολογίζονται στην πίσω κεκλιμένη παρειά του τοίχου. Για τοίχο από οπλισμένο σκυρόδεμα με μεγάλο πίσω πέλμα, η ενεργητική ώθηση υπολογίζεται στην κατακόρυφο στο άκρο του πίσω πέλματος. Σε αυτή την περίπτωση η γωνία τριβής  $\delta$  μεταξύ εδάφους και τοίχου δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα και πρέπει να προσαρμοστεί καταλλήλως ή στη δυσμενέστερη περίπτωση, να ληφθεί  $\delta=0^\circ$ .

#### Ελεγχοι που γίνονται στην περίπτωση Ευρωκώδικα 7

Αστοχία λόγω ανατροπή  $M_{sd} < M_{rd}$  όπου  $M_{sd}$  είναι όλες οι ροπές ανατροπής και  $M_{rd}$  οι ροπές ευστάθειας. Οι ροπές του κάθε φορτίου πολλαπλασιάζονται με τους συντελεστές δράσης του Πίνακα 2.1 ανάλογα αν είναι δυσμενείς (ανατροπής) ή ευμενείς (ευστάθειας).

#### Αστοχία λόγω ολίσθησης $H_d \leq S_d + E_{pd}$

$H_d$  είναι η οριζόντια συνιστώσα φορτίου σχεδιασμού που περιλαμβάνει και τις τιμές σχεδιασμού ενεργητικών ωθήσεων

$S_d$  είναι η τιμή σχεδιασμού διατμητικής αντοχής μεταξύ της βάσης θεμελίωσης και του εδάφους).  $S_d = V_d \tan \varphi_d + A' \cdot c_u$ , όπου  $V_d$  τιμή σχεδιασμού του ενεργού φορτίου κάθετα προς τη βάση θεμελίωσης,  $\varphi_d$  είναι η τιμή σχεδιασμού της γωνίας τριβής στη βάση θεμελίωσης,

$A'$  η ενεργή επιφάνεια της βάσης θεμελίωσης

$c_u$  η αστράγγιστη διατμητική αντοχή (συνοχή εδάφους).  $E_{pd}$  παθητικές ωθήσεις γαιών.

#### Αστοχία λόγω υπέρβασης φέρουσας ικανότητας εδάφους. $V_d < R_d$

$V_d$  είναι το φορτίο σχεδιασμού (ίδια βάρη, φορτία επίχωσης, ωθήσεις γαιών, φορτία εδάφους, με συντελεστές

$R_d$  είναι η τιμή σχεδιασμού της φέρουσας ικανότητας του θεμελίου έναντι καθέτων φορτίων ως προς τη βάση του θεμελίου.  $R_d = A' \cdot q_u$ .

$A'$  είναι η ενεργή επιφάνεια θεμελίωσης (Παράρτημα Β) και εξαρτάται από την εκκεντρότητα  $A' = B' \cdot L$ , όπου  $B' = B - 2e$ ,  $e = M/V$

$q_u$  η θλιπτική αντοχή του εδάφους θεμελίωσης.

Γίνεται επίσης έλεγχος του μεγέθους του ενεργού τμήματος πέδιλου ή της εκκεντρότητας του φορτίου.

## Έλεγχοι σε περίπτωση επιτρεπομένων τάσεων

Ελέγχονται οι φορτίσεις : Μόνιμα+Κινητά και Μόνιμα +0.50·Κινητά+Σεισμός.

### Ανατροπή

$$\text{Συντ. Ασφαλείας Ανατροπής} = \frac{\text{Ροπές Ευστάθειας}}{\text{Ροπές Ανατροπής}} \geq \text{Συντ. Ασφαλείας Κανονισμού}$$

### Ολίσθηση


$$\text{Συντ. Ασφ. Ολίσθησης} = \frac{\text{Οριζόντιες Δυνάμεις Αντίστασης}}{\text{Οριζόντιες δυνάμεις Ολίσθησης}} \geq \text{Συντ. Ασφ. Ολίσθησης Κανονισμού}$$

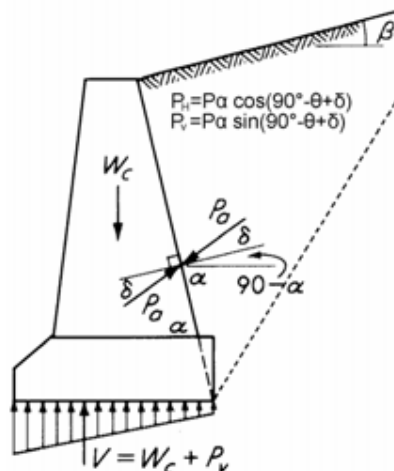
Οριζόντιες Δυνάμεις Αντίστασης=(Συνολική Κατακόρυφη δύναμη)χ(Συντελεστής τριβής εδάφους- θεμελίου)+(ενεργό πλάτος θεμελίου)χ(συνοχή μεταξύ εδάφους και θεμελίου).

Φέρουσα ικανότητα εδάφους. Υπολογίζονται οι τάσεις εδάφους και ελέγχεται η μέγιστη τάση να είναι

μικρότερη της επιτρεπόμενης τάσης εδάφους. Γίνεται επίσης έλεγχος του μεγέθους του ενεργού τμήματος πέδιλου ή της εκκεντρότητας του φορτίου

## Τοίχοι βαρύτητας

Ο έλεγχος επαρκείας διαστάσεων του τοίχου γίνεται είτε με επιτρεπόμενες τάσεις (έλεγχος μη υπέρβασης θλιπτικής ή διατμητικής επιτρεπόμενης τάσης) είτε βάσει του Ευρωκώδικα 6. Η επιλογή της μεθόδου διαστασιολόγησης γίνεται από το μενού [Υλικά|Κανονισμοί] ή [Υλικά|Παράμετροι Τοίχων Αντιστήριξης]. Τις ιδιότητες των υλικών τις επιλέγετε κάνοντας κλικ στο κουμπί  και επιλέγοντας την αντίστοιχη εγγραφή του πίνακα που εμφανίζεται. Οι ιδιότητες αυτές εξαρτώνται από το αν, για τον έλεγχο της τοιχοποιίας χρησιμοποιείτε επιτρεπόμενες τάσεις ή Ευρωκώδικα 6.



## Ελεγχος κορμού τοίχου με επιτρεπόμενες τάσεις

Υπολογίζονται οι τάσεις σε ορισμένα σημεία του κορμού και ελέγχονται η ορθή τάση και η διατμητική τάση να είναι μικρότερες των επιτρεπομένων τάσεων του υλικού.

### Ελεγχος κορμού τοίχου με Ευρωκώδικα 6 (σύμφωνα με §4)

#### Αστοχία σε κατακόρυφα φορτία $N_{sd} < N_{rd}$

$N_{Rd} = \frac{\Phi_{i,m} \cdot t \cdot f_k}{M}$	
$N_{sd}$	τιμή σχεδιασμού κατακόρυφου φορτίου
$\Phi_{i,m}$	είναι ο μειωτικός συντελεστής της αντοχής, $\Phi_i$ ή $\Phi_m$ , όποιος είναι κατάλληλος, ο οποίος λαμβάνει υπόψη τις συνέπειες της λυγρότητας και της εκκεντρότητας του φορτίου, όπως αυτή έχει προκύψει από την §4.4.3 του Ευρωκώδικα 6
$f_k$	είναι η χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας, κατά τη §3.6.2 του Ευρωκώδικα 6
$\gamma_M$	είναι ο επιμέρους συντελεστής για το υλικό, όπως προκύπτει από τον πίνακα 2.3 του Ευρωκώδικα 6
$t$	είναι το πάχος του τοίχου

#### Αστοχία σε διάτμηση $V_{sd} < V_{rd}$

Ο έλεγχος σε διάτμηση γίνεται με βάση του 4.5.3 του Ευρωκώδικα 6.

$V_{sd}$  είναι η τιμή σχεδιασμού τέμνουσας η οποία προσδιορίζεται σαν οριζόντια δύναμη ανά μονάδα

μήκους από τις μέγιστες διατμητικές τάσεις του τοίχου.

$$V_{rd} = \frac{f_{vk} \cdot t \cdot L_c}{\gamma_M}$$

### Τοίχος βαρύτητας 1

Μόνιμο φορτίο  $q_1$  kN/m<sup>2</sup>: 10.00  
 Κινητό φορτίο  $q_2$  kN/m<sup>2</sup>: 20.00  
 Μόνιμο φορτίο  $Q_g$  kN/m<sup>2</sup>: 0.00  
 Κινητό φορτίο  $Q_q$  kN/m<sup>2</sup>: 0.00

Γωνία  $\theta_1 = 14.00^\circ$   
 Γωνία  $\theta_2 = 11.00^\circ$   
 Γωνία  $\beta = 12.00^\circ$

3.00 [m]  
 0.50 [m]  
 0.75 [m] 0.40 [m] 0.58 [m]  
 0.00 [m]

Όνομα τμήματος υπολογισμών: T-ANT-001  
 Μήκος τοίχου [m]: 12.00

Εδαφος-1 | Εδαφος-2 | Εδαφος-3

Τύπος εδάφους

Ξηρό ειδικό βάρος εδάφους $\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	18.00
Κορεσμένο ειδ. βάρος εδάφους $\gamma_k$ kN/m <sup>3</sup>	23.00
Γωνία διατμητικής αντοχής εδάφους $\varphi^\circ$	30.00
Συνοχή εδάφους $c$ N/mm <sup>2</sup>	0.00
Γωνία τριβής μεταξύ εδάφους τοίχου $\delta^\circ$	10.00
Εδαφος κάτω υδροφόρου οριζοντα	<input type="checkbox"/>

Να γίνει αντισεισμικός έλεγχος:   
 Επιτάχυνση εδάφους (NEAK §2.2.2)  $A = 0.240$

Ιδιότητες υλικών τοίχου

Όνομασία: Τοίχος μεπτόν C1Τοίχος μεπτόν

Ιδιο βάρος kN/m <sup>3</sup>	25.00
Επιτρεπ. τάση θλίψης $\sigma$ N/mm <sup>2</sup>	4.000
Επιτρεπ. τάση διάτμησης $\tau$ N/mm <sup>2</sup>	0.300

## Τοίχος βαρύτητας 2

Όνομα τμήματος υπολογισμών	T-ANT-.002	
Μήκος τοίχου [m]	10.00	
Εδαφος-1	Εδαφος-2	Εδαφος-3
Τύπος εδάφους		
Ξηρό ειδικό βάρος εδάφους $\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	18.00	
Κορεσμένο ειδ. βάρος εδάφους $\gamma_{sat}$ kN/m <sup>3</sup>	23.00	
Γωνία διατμητικής αντοχής εδάφους $\phi$ °	30.00	
Συνολική εδάρους $c$ N/mm <sup>2</sup>	0.00	
Γωνία τριβής μεταξύ εδάφους τοίχου $\delta$ °	10.00	
Εδαφος κάτω υδροφόρου οριζοντα	<input type="checkbox"/>	
Να γίνει αντισεισμικός έλεγχος	<input checked="" type="checkbox"/>	
Επιτάχυνση εδάφους (NEAK §2.2.2) $A=$	0.240 kg	
Ιδιότητες υλικών τοίχου		
Όνομασία	Τοίχος μετόν C1 Τοίχος μ	
Ίδιο βάρος kN/m <sup>3</sup>	25.00	
Επιτρεπ. τάση θλίψης $\sigma$ N/mm <sup>2</sup>	5.000	
Επιτρεπ. τάση διάτμησης $\tau$ N/mm <sup>2</sup>	0.300	

## Τοίχος βαρύτητας 3

Όνομα τμήματος υπολογισμών	T-ANT-.003	
Μήκος τοίχου [m]	10.00	
Εδαφος-1	Εδαφος-2	Εδαφος-3
Τύπος εδάφους		
Ξηρό ειδικό βάρος εδάφους $\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	18.00	
Κορεσμένο ειδ. βάρος εδάφους $\gamma_{sat}$ kN/m <sup>3</sup>	23.00	
Γωνία διατμητικής αντοχής εδάφους $\phi$ °	30.00	
Συνολική εδάρους $c$ N/mm <sup>2</sup>	0.00	
Γωνία τριβής μεταξύ εδάφους τοίχου $\delta$ °	10.00	
Εδαφος κάτω υδροφόρου οριζοντα	<input type="checkbox"/>	
Να γίνει αντισεισμικός έλεγχος	<input checked="" type="checkbox"/>	
Επιτάχυνση εδάφους (NEAK §2.2.2) $A=$	0.240 kg	
Ιδιότητες υλικών τοίχου		
Όνομασία	Τοίχος μετόν C1 Τοίχος μ	
Ίδιο βάρος kN/m <sup>3</sup>	25.00	
Επιτρεπ. τάση θλίψης $\sigma$ N/mm <sup>2</sup>	5.000	
Επιτρεπ. τάση διάτμησης $\tau$ N/mm <sup>2</sup>	0.300	

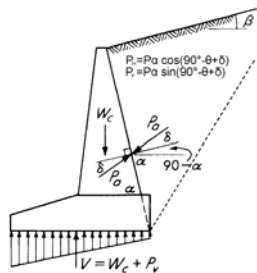
## Τοίχος βαρύτητας 4

Όνομα τμήματος υπολογισμών	T-ANT-.005	
Μήκος τοίχου [m]	10.00	
Εδαφος-1	Εδαφος-2	Εδαφος-3
Τύπος εδάφους		
Ξηρό ειδικό βάρος εδάφους $\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	18.00	
Κορεσμένο ειδ. βάρος εδάφους $\gamma_{sat}$ kN/m <sup>3</sup>	23.00	
Γωνία διατμητικής αντοχής εδάφους $\phi$ °	30.00	
Συνολική εδάρους $c$ N/mm <sup>2</sup>	0.00	
Γωνία τριβής μεταξύ εδάφους τοίχου $\delta$ °	10.00	
Εδαφος κάτω υδροφόρου οριζοντα	<input type="checkbox"/>	
Να γίνει αντισεισμικός έλεγχος	<input checked="" type="checkbox"/>	
Επιτάχυνση εδάφους (NEAK §2.2.2) $A=$	0.240 kg	
Ιδιότητες υλικών τοίχου		
Όνομασία	Ειδικά ήθησώματΕιδικά ήθησώ	
Ίδιο βάρος kN/m <sup>3</sup>	18.00	
Επιτρεπ. τάση θλίψης $\sigma$ N/mm <sup>2</sup>	3.000	
Επιτρεπ. τάση διάτμησης $\tau$ N/mm <sup>2</sup>	0.300	

## Τοίχος αντιστήριξης-1, από ωπλισμένο σκυρόδεμα



Τοίχος του οποίου το μήκος του πίσω πέλματος στο έδαφος είναι μικρό (περίπου όσο το ύψος του πέλδου). Οι ωθήσεις γαιών υπολογίζονται στην πίσω παρειά του τοίχου με τη θεωρία Coulomb, με ομοιόμορφη κλίση από το πάνω μέχρι το κάτω μέρος του τοίχου.



Οι έλεγχοι ολίσθησης, ανατροπής και ευστάθειας, γίνονται είτε με τη θεωρία επιτρεπόμενων τάσεων και συντελεστού ασφαλείας, είτε βάσει του Ευρωκώδικα 7. Η επιλογή της μεθόδου διαστασιολόγησης γίνεται από το μενού [Υλικά|Κανονισμοί] ή [Υλικά|Παράμετροι Τοίχων Αντιστήριξης].

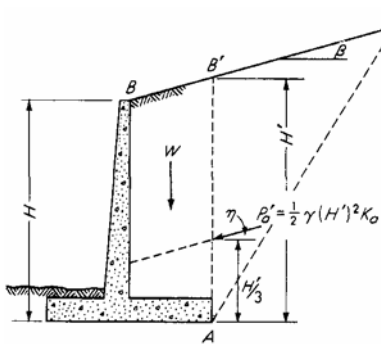
Όνομα τμήματος υπολογισμών	T-ANT.-006	
Μήκος τοίχου [m]	10.00	
Εδαφος-1	Εδαφος-2	Εδαφος-3
Τύπος εδάφους		
Ξηρό ειδικό βάρος εδάφους $\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	18.0	
Κορεσμένο ειδ. βάρος εδάφους $\gamma_k$ kN/m <sup>3</sup>	23.0	
Γωνία διατημητικής αντοχής εδάφους $\phi^\circ$	30.0	
Συνοχή εδάφους $c$ N/mm <sup>2</sup>	0.00	
Γωνία τριβής μεταξύ εδάφους τοίχου $\delta^\circ$	10.0	
Εδαφος κάτω υδροφόρου ορίζοντα	<input type="checkbox"/>	
Να γίνει αντισεισμικός έλεγχος	<input checked="" type="checkbox"/>	
Επιτάχυνση εδάφους (NEAK §2.2.2)	A=0.240	yg
Σκυρόδεμα-Χάλυβας	C20/25 - S400s	
Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας $\gamma_M$	$\gamma_c=1.50$ $\gamma_s=1.15$	
Επικάλυψη οπλισμού τοίχου [mm]	d1= 30	[mm]
Επικάλυψη οπλισμού θεμελίου [mm]	d2= 0	[mm]
Επιθυμητή διάμετρος οπλισμού τοίχου [mm]	$\Phi= 12$	<input type="checkbox"/>
Επιθυμητή διάμετρος οπλισμού θεμελίου [mm]	$\Phi= 12$	<input type="checkbox"/>
Συντελεστές ασφαλείας δράσεων	$\gamma_G= 1.35$ $\gamma_Q= 1.50$	
Συντελεστές συνδυασμού δράσεων	$\psi_1= 0.60$ $\psi_2= 0.30$	

Γωνία τριβής μεταξύ θεμελίωσης και εδάφους $\phi$ [°]	30.00
Συνοχή μεταξύ θεμελίωσης και εδάφους $c$ [N/mm <sup>2</sup> , MPa]	0.01
Επιτρεπόμενη τάση εδάφους θεμελίωσης $\sigma_{ep}$ [N/mm <sup>2</sup> , MPa]	0.200

## Τοίχος αντιστήριξης 2, από ωπλισμένο σκυρόδεμα



Τοίχος του οποίου το μήκος του πίσω πέλματος στο έδαφος είναι μεγάλο. Οι ωθήσεις γαιών υπολογίζονται με τη θεωρία Coulomb στην κατακόρυφη παρειά στο άκρο του πίσω πέλματος. Οι



έλεγχοι ολίσθησης, ανατροπής και ευστάθειας, γίνονται είτε με τη θεωρία επιτρεπόμενων τάσεων και συντελεστή ασφαλείας, είτε βάσει του Ευρωκώδικα 7. Η επιλογή της μεθόδου διαστασιολόγησης γίνεται από το μενού [Υλικά|Κανονισμοί] ή [Υλικά|Παράμετροι Τοίχων Αντιστήριξης].

Όνομα τμήματος υπολογισμού	T-ANT.-007	
Μήκος τοίχου [m]	10.00	
Εδαφος-1	Εδαφος-2	Εδαφος-3
Τύπος εδάφους		
Ξηρό ειδικό βάρος εδάφους $\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	18.0	
Κορεσμένο ειδ. βάρος εδάφους $\gamma_k$ kN/m <sup>3</sup>	23.0	
Γωνία διατμητικής αντοχής εδάφους $\phi^\circ$	30.0	
Συνοχή εδάφους $c$ N/mm <sup>2</sup>	0.00	
Γωνία τριβής μεταξύ εδάφους τοίχου $\delta^\circ$	10.0	
Εδαφος κάτω υδροφόρου ορίζοντα	<input type="checkbox"/>	
Να γίνει αντισεισμικός έλεγχος	<input checked="" type="checkbox"/>	
Επιτάχυνση εδάφους (NEAK §2.2.2.2) $A=$	0.240	kg
Σκυρόδεμα-Χάλυβας	C20/25 - S400s	
Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας	$\gamma_G=1.50$ $\gamma_Q=1.15$	
Επικάλυψη οπλισμού τοίχου [mm]	$d_1=$ 30	[mm]
Επικάλυψη οπλισμού θεμελίου [mm]	$d_2=$ 0	[mm]
Επιθυμητή διάμετρος οπλισμού τοίχου [mm]	$\Phi=$ 12	<input type="checkbox"/>
Επιθυμητή διάμετρος οπλισμού θεμελίου [mm]	$\Phi=$ 12	<input type="checkbox"/>
Συντελεστές ασφαλείας δράσεων	$\gamma_G=$ 1.35 $\gamma_Q=$ 1.50	
Συντελεστές συνδυασμού δράσεων	$\psi_1=$ 0.60 $\psi_2=$ 0.30	

Γωνία τριβής μεταξύ θεμελίωσης και εδάφους $\phi$ [°]	30.00
Συνοχή μεταξύ θεμελίωσης και εδάφους $c$ [N/mm <sup>2</sup> , MPa]	0.01
Επιτρεπόμενη τάση εδάφους θεμελίωσης $\sigma_{ep}$ [N/mm <sup>2</sup> , MPa]	0.200

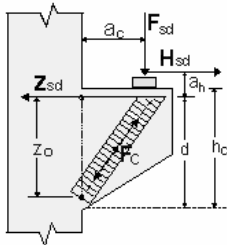


## Βραχύς Πρόβολος



Πρόβολοι με  $a_c < h_c$  όπου  $a_c$  ο μοχλοβραχίονας του κατακόρυφου φορτίου και  $h_c$  το ύψος του προβόλου.

Δίνετε το αξονικό φορτίο, μόνιμο και κινητό σε kN, τις διαστάσεις ύψος  $h_c$  και πλάτος  $b_w$  του προβόλου, καθώς και το ύψος  $h_w$  της διατομής του υποστυλώματος σε μέτρα (m).



Δίνετε την απόσταση  $a_c$  (m) του φορτίου από την παρειά του υποστυλώματος και τις διαστάσεις πλάτος  $b$ , μήκος  $h$  και πάχος  $t$  της πλάκας έδρασης σε χιλιοστά (mm).

Γενικά για την διαστασιολόγηση μπορείτε να δείτε στον Ευρωκώδικα 2 §2.5.3.7

και §5.4.4. Η διαστασιολόγηση για  $0.4h_c \leq a_c$  γίνεται χρησιμοποιώντας ένα απλό

μοντέλο δικτυώματος με θλιβόμενο διαγώνιο από σκυρόδεμα και ελκυστήρα αποτελούμενο από τις ράβδους του οπλισμού. Για  $a_c < 0.4h_c$  η διαστασιολόγηση γίνεται με  $h_c = 2.50a_c$ . Για  $a_c > h_c$ , η διαστασιολόγηση γίνεται σαν δοκός πρόβολος.

	Όνομα τμήματος υπολογισμών	BP-ΠΡ.-001
	Σκυρόδεμα-Χάλυβας	C25/30 - S500
	Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γ <sub>m</sub>	γ <sub>c</sub> =1.50 γ <sub>s</sub> =1.15
	Επικάλυψη οπλισμού [mm]	d1= 20 [mm]
	Επιθυμητή διάμετρος οπλισμού [mm]	Φ= 14 [mm] σταθερή Φ <input type="checkbox"/>
	Επιθυμητή διάμετρος συνδετήρων [mm]	Φ= 8 [mm]
	Διαστάσεις προβόλου ύψος και πλάτος [m]	h <sub>c</sub> = 0.400 [m] b <sub>w</sub> = 0.300 [m]
	Απόσταση φορτίου από την παρειά [m]	a <sub>c</sub> = 0.150 [m]
	Πλάτος πτεφυράς υποστυλώματος [m]	h <sub>w</sub> = 0.300 [m]
	Πλάκα έδρασης, διαστάσεις (b.h.t) [mm]	b= 100 h= 100 t= 10 [mm]
	Φορτίο στο άκρο (μόνιμο-κινητό) [kN]	F <sub>gk</sub> = 100.00 [kN] F <sub>qk</sub> = 0.00 [kN]
	Συντελεστές ασφαλείας δράσεων	γ <sub>G</sub> = 1.35 γ <sub>Q</sub> = 1.50
Ποσοστό οριζόντιας δύναμης επί της κατακόρυφης (>0.20)	0.20	

Υπολογισμοί τμήματος κατασκευής : BP-ΠΡ.-001

Βραχύς πρόβολος

## Υψίκορμος δοκός



Δοκοί (δίσκοι) με διαστάσεις  $L_{eff}/h \leq 2$ , όπου  $L_{eff}$  το μήκος και  $h$  το ύψος.

Δίνετε τα ομοιόμορφα φορτία, μόνιμα και κινητά, στο πάνω και κάτω μέρος της δοκού (kN/m)

και τις διαστάσεις μήκος  $L_{eff}$ , ύψος  $H$  του πάχους του δίσκου σε μέτρα (m).

## Κατάλογος Οπλισμών

Με τον υπολογισμό κάθε αντικειμένου κατασκευής, υπολογίζονται και οι οπλισμοί με τα μήκη τους. Έτσι, αυτόματα συνθέτονται οι κατάλογοι οπλισμών. Στους καταλόγους οπλισμών περιέχονται οι οπλισμοί των αντικειμένων που έχουν τσεκαριστεί στο παράθυρο αντικειμένων κατασκευής. Περιέχονται τριών ειδών κατάλογοι οπλισμών.

### Πίνακας Οπλισμών Πλακών

ονομασία πλάκας	h [cm]	Lx [m]	Ly [m]	οπλισμοί ανοίγματος		οπλισμοί στήριξης			
				x-x	y-y	□	□	□	□
ΠΛΑΚΑ-001	□ 18.0	6.00	5.00	⊕8/20.0_	⊕8/18.0	⊕8/11.0	⊕8/25.0	⊕8/25.0	⊕8/25.0
ΠΛΑΚΑ-002	□ 25.0	6.00	6.00	⊕8/20.0_	⊕8/20.0	⊕8/25.0	⊕8/13.5	⊕8/13.5	⊕8/25.0
ΠΛΑΚΑ-003(1)	□ 15.0	4.00	10.00	⊕8/17.0_	⊕8/25.0	⊕8/25.0	⊕8/16.5		
ΠΛΑΚΑ-003(2)	□ 15.0	4.00	10.00	⊕8/20.0_	⊕8/25.0	⊕8/16.5	⊕8/16.5		
ΠΛΑΚΑ-003(3)	□ 15.0	4.00	10.00	⊕8/17.0_	⊕8/25.0	⊕8/16.5	⊕8/25.0		

( \_=κάτω στρώση οπλισμού, ^=οπλισμός ανοίγματος πάνω, :=οπλισμός πάνω και κάτω)

### Πίνακας Οπλισμών Δοκών

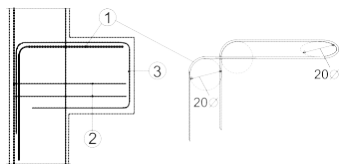
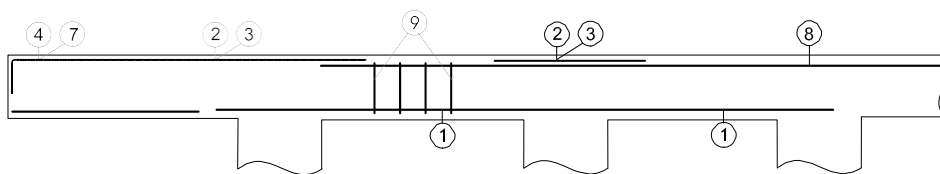
ονομασία δοκού	Ανοίγμα		Στήριξη-A		Στήριξη-B		Συνδυάσεις
	κάτω	πάνω	πάνω	κάτω	πάνω	κάτω	
ΔΟΚΟΣ-001 Πρόβολος-1 L=1.50 [m] B=0.25m h=0.50m					2⊕14 1⊕16		□ ⊕8/30.0
ΔΟΚΟΣ-001 Ανοίγμα-1 L=4.00 [m] B=0.25m h=0.50m	4⊕12	1⊕14	2⊕14 1⊕16		6⊕20	1⊕14	□ ⊕8/11.0
ΔΟΚΟΣ-001 Ανοίγμα-2 L=6.00 [m] B=0.25m h=0.50m	6⊕16	2⊕12	6⊕20	1⊕14 1⊕16	6⊕18	1⊕14 1⊕16	□ ⊕8/8.5
ΔΟΚΟΣ-001 Ανοίγμα-3 L=4.00 [m] B=0.25m h=0.50m	5⊕14	2⊕12	6⊕18	1⊕14			□ ⊕8/10.5

## Κατάλογος Οπλισμών

«/»	Δομικό Στοιχείο	είδος	σκαριφήμα οπλισμού [cm]	τεμμ.	φ [mm]	q/π [Kg/m]	μήκος [m]	βάρος [kg]
1	ΔΟΚΟΣ-001(Δν-1)	B1		4	12	0.888	4.30	15.27
2	ΔΟΚΟΣ-001(Δν-1)	B8		1	14	1.210	4.30	5.20
3	ΔΟΚΟΣ-001(Δν-1)	B8		1	12	0.888	4.30	3.82
4	ΔΟΚΟΣ-001(Δν-2)	B1		5	20	2.470	6.30	77.81
5	ΔΟΚΟΣ-001(Δν-2)	B1		1	14	1.210	6.30	7.62
6	ΔΟΚΟΣ-001(Δν-2)	B8		2	12	0.888	6.30	11.19
7	ΔΟΚΟΣ-001(πρ-1)	B4		2	14	1.210	0.47	1.14
8	ΔΟΚΟΣ-001(πρ-1)	B4		1	16	1.580	0.47	0.74
9	ΔΟΚΟΣ-001(Στ-1)	B5		5	14	1.210	5.27	31.88
10	ΔΟΚΟΣ-001(Στ-1)	B2		6	22	2.980	6.17	110.32
11	ΔΟΚΟΣ-001(Δν-1)	B9		40	8	0.395	1.42	22.44
12	ΔΟΚΟΣ-001(Δν-2)	B9		86	8	0.395	1.42	48.24
Σύνολικό βάρος [kg]								335.67

Σημείωση : Στις εκτυπώσεις έχετε επιλογή μικρού και μεγάλου καταλόγου. Ο μικρός είναι για λίγους οπλισμούς (περίπου μία σελίδα) και στο κάτω μέρος δεν εκτυπώνονται τα σκαριφήματα με τη θέση των οπλισμών για κάθε αντικείμενο. Στους μεγάλους καταλόγους στο κάτω μέρος ανάλογα με τα ποια αντικείμενα κατασκευών περιέχονται εκτυπώνονται και σκαριφήματα με την θέση και αρίθμηση οπλισμών.

Ο κάθε οπλισμός στους καταλόγους οπλισμών έχει στην αρίθμηση ένα χαρακτηριστικό γράμμα που δηλώνει σε τι είδος αντικειμένου κατασκευής αναφέρεται καθώς και ένα νούμερο με την αντίστοιχη αρίθμηση ανάλογα με τη θέση του. Για παράδειγμα, B1 είδος σιδήρου, σύμβολο B :δοκός και 1 κάτω σίδηρο ανοίγματος.

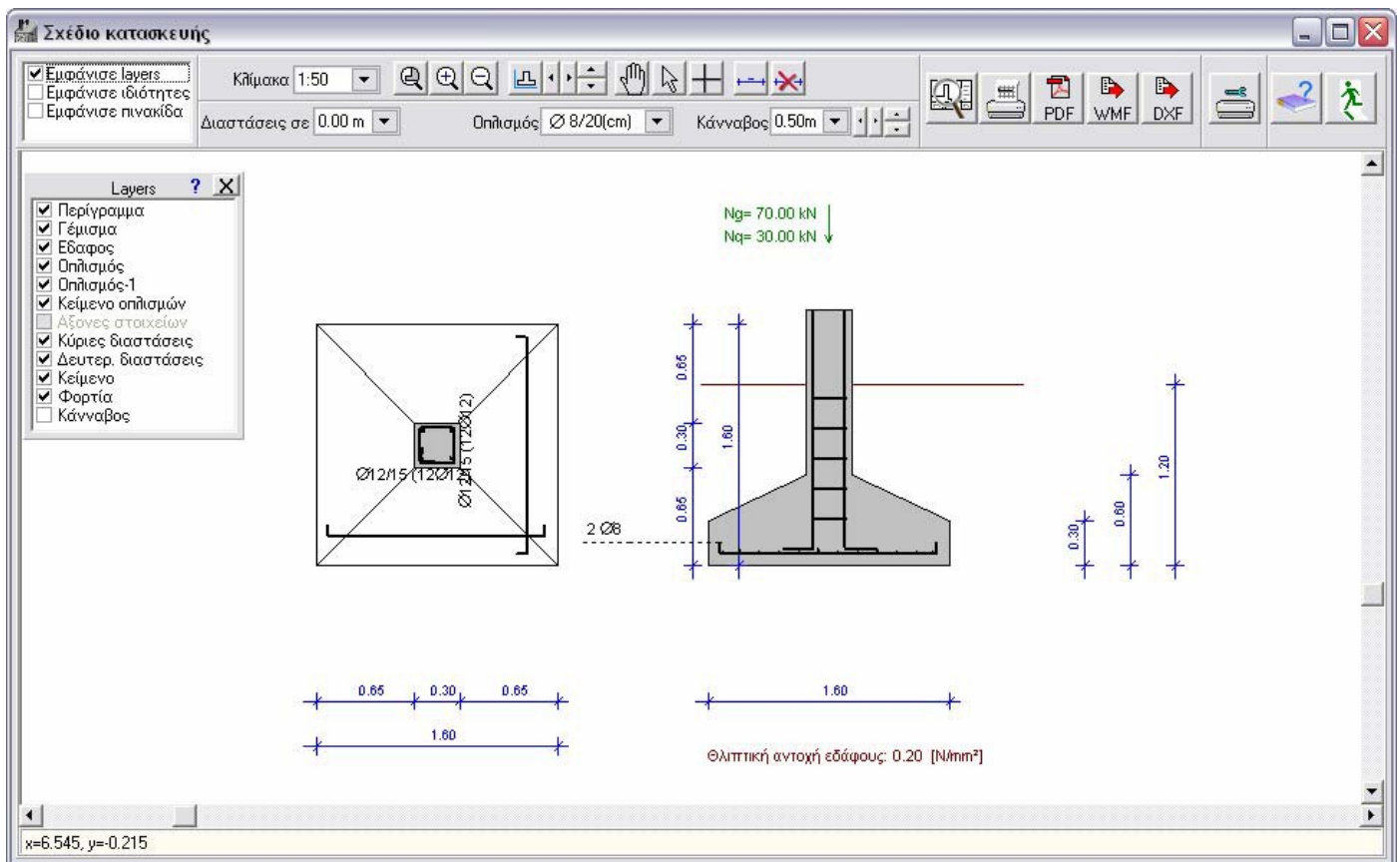


P:	πλάκα
B:	δοκός
C:	υποστύλωμα
F:	πέδιλο
W:	ταίχος αντιστήριξης
Q:	βραχύς πρόβολος
D:	μικρός δοκός

## Σχεδιαστικό

Με το σχεδιαστικό τμήμα του προγράμματος παράγεται το λεπτομερές σχέδιο του αντικειμένου κατασκευής (πέδιλα, τοίχοι αντιστήριξης, βραχείς πρόβολοι-υψίκορμοι δοκοί). Μπορείτε να καθορίσετε την κλίμακα του σχεδίου και τα εμφανή διαφανή (layers). Μπορείτε επίσης να καθορίσετε τις ιδιότητες των αντικειμένων σχεδίασης (πάχη γραμμών, χρώμα και μεγέθη γραμματοσειρών κλπ.).

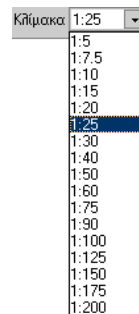
Πριν την εκτύπωση ή την προεπισκόπηση μπορείτε να επιλέξετε το μέγεθος χαρτιού και τη θέση του σχεδίου μέσα στο χαρτί. Επίσης μπορείτε να επιλέξετε ποιες πινακίδες με πληροφορίες (φορτία, κανονισμοί, κατάλογος οπλισμού) θέλετε να εμφανισθούν στο σχέδιο. Μπορείτε να εξάγετε (export) το σχέδιο σε DXF αρχεία ή PDF (Acrobat), ή WMF (windows metafile) αρχεία.



## Διάφορα άλλα εργαλεία

### Κλίμακα

Επιλέγετε την κλίμακα του σχεδίου.



### Zoom



### Μετακίνηση σχεδίου

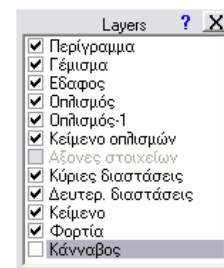
Μπορείτε να μετακινήτε το σχέδιο στην οθόνη με την κίνηση του ποντικιού. Με διπλό κλικ στο σχέδιο ενεργοποιείται/απενεργοποιείται η δυνατότητα μετακίνησης του σχεδίου. Όταν η μετακίνηση είναι ενεργή ο cursor εμφανίζεται στην οθόνη σαν χέρι. Με δεξί κλικ στην οθόνη επιλέγετε cursor.



### Διαφανή (Layers)

Επιλέξτε (check) τα διαφανή (layers) που θέλετε να εμφανίζονται και να εκτυπώνονται.

Οι ιδιότητες των στοιχείων κάθε διαφανούς καθορίζονται στο πλαίσιο Ιδιότητες αντικειμένων σχεδίασης.



### Πάχη γραμμών , χρώμα και μέγεθος γραμμάτων

Σε αυτό το πλαίσιο καθορίζετε την εμφάνιση του σχεδίου. Η εμφάνιση των διαφανών (layers)

καθορίζεται στα layers.

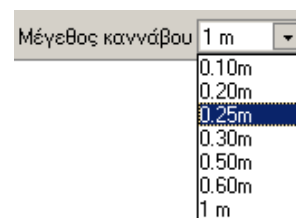
Χρώμα: το χρώμα των γραμμών ή το χρώμα γεμίματος σε περίπτωση ράβδων ζευκτού ή συνδέσεων. Font Μέγεθος-χρώμα: μέγεθος και χρώμα γραμματοσειράς.

Γραμμή: Πάχος γραμμής.

Υπάρχουν τρία επίπεδα διαστάσεων. Καθορίζοντας την απόσταση των διαστάσεων μετακινείτε τις διαστάσεις κοντύτερα ή μακρύτερα στο σχέδιο του αντικειμένου..

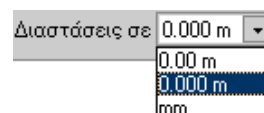
Καθορίζοντας την απόσταση κειμένου μετακινείται κοντύτερα ή μακρύτερα τα κείμενα.

Οι τιμές που δίνετε διασώζονται αυτόματα για τα επόμενα σχέδια. Με το Reset επαναφέρετε τις προκαθορισμένες ιδιότητες του προγράμματος.



## Είδος διαστάσεων


Επιλέγετε το πως θέλετε να εμφανίζονται οι διαστάσεις στα σχέδια. Σε μέτρα με δυο δεκαδικά, σε μέτρα με τρία δεκαδικά ή σε χιλιοστά.




## Κάναβος


Το εάν εμφανίζεται ή όχι ο κάνναβος καθορίζεται στα layers. Το πάχος της γραμμής του καννάβου και το χρώμα της γραμμής καθορίζονται στις ιδιότητες αντικειμένων σχεδίασης. Το μέγεθος του καννάβου επιλέγεται από το πτυσσόμενο πλαίσιο. Με τα βελάκια δεξιά του πλαισίου μετακινείται τον κάνναβο σε σχέση με το σχέδιο.

## Προσθήκη διαστάσεων

Εάν θέλετε να προσθέσετε διαστάσεις στο σχέδιο χρησιμοποιείτε το κουμπί . Κλικ στο σημείο αρχής και στο σημείο τέλους της απόστασης που θέλετε να βάλετε διάσταση.

Με δεξί κλικ τερματίζεται η προσθήκη διαστάσεων. Με το κουμπί  διαγράφετε όλες τις διαστάσεις που προσθέσατε. Οι διαστάσεις που προσθέτετε δεν διατηρούνται στο αρχείο του σχεδίου.

## Εκτύπωση - προεπισκόπηση σχεδίου

Πριν εκτυπώσετε το σχέδιο καλό είναι να κάνετε προεπισκόπηση. Κλικ στο κουμπί  και καθορίστε τις παραμέτρους εκτύπωσης. Επιλέξτε μέγεθος χαρτιού, κλίμακα σχεδίου, και μαυρόασπρη εκτύπωση αν ο εκτυπωτής δεν υποστηρίζει χρώματα. Επιλέγοντας το μέγεθος χαρτιού εμφανίζεται στην οθόνη το πλαίσιο με τα όρια του χαρτιού εκτύπωσης. Μετακινήστε (κλικ στο σχέδιο και μετακινήστε το ποντίκι) το σχέδιο ώστε να βρίσκεται στη σωστή θέση στο χαρτί. Αν το μέγεθος της οθόνης σας δεν σας επιτρέπει να δείτε όλο το χαρτί σχεδίασης, τότε επιλέξτε από την Κλίμακα χαρτιού το χαρτί που θα χωρέσει στην οθόνη σας.

Επιλέξτε (check) τις πινακίδες με τα κείμενα που θέλετε να εμφανιστούν στην εκτύπωση μαζί με το σχέδιο. Επιλέγοντας ή όχι κάποια πινακίδα κειμένου, εμφανίζεται το διαθέσιμο χαρτί εκτύπωσης στην οθόνη. Μπορείτε να αλλάξετε το μέγεθος και τη γραμματοσειρά των πινακίδων σχεδίασης.

## Κείμενο πινακίδα

Επιλέγοντας εμφάνισε πινακίδα, εμφανίζεται το πλαίσιο με τα στοιχεία της κύριας πινακίδας του σχεδίου. Τσεκάρετε ποια πεδία κειμένου θέλετε να εμφανίζονται στην πινακίδα και συμπληρώνετε τα αντίστοιχα πεδία.

Το όνομα του τεχνικού γραφείου λαμβάνεται αυτόματα ίδιο με αυτό που εμφανίζεται στο τεύχος εκτύπωσης. Το αλλάζετε μόνιμα από Διαμόρφωση τεύχους/Υποσέλιδα/Λογότυπο τεχνικού γραφείου.

## Βοηθητικά εργαλεία

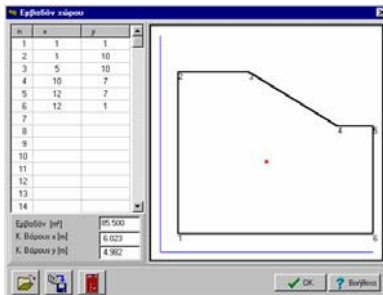
Στο μενού [Ενέργειες|Βοηθητικά εργαλεία] βρίσκονται ορισμένα βοηθητικά εργαλεία, όπως η

μετατροπή μονάδων, ο υπολογισμός εμβαδών χώρων, ιδιότητες διατομών, πίνακες για διατομές ράβδων, σπλισμούς πλακών και αγκυρώσεις, καθώς και οι συντελεστές για ενεργητική και παθητική ώθηση γαιών.

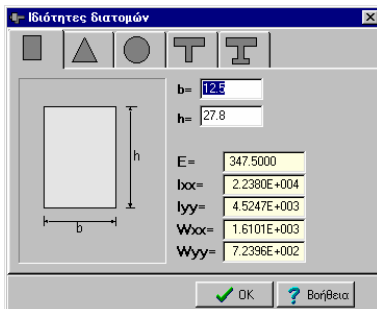
## Μετατροπή μονάδων

Όγκος					
	m³	cm³	mm³	ft³	in³
m³	1.000	1.000E+006	1.000E+009	35.32	6.102E+004
cm³	1.000E-006	1.000	1.000.00	3.532E-005	0.06102
mm³	1.000E-009	0.00100	1.000	3.532E-008	6.102E-005
ft³	0.02832	2.832E+004	2.832E+007	1.000	1.728E+003
in³	1.639E-005	16.39	1.639E+004	5.786E-004	1.000

## Εμβαδόν χώρου



## Ιδιότητες διατομών



## Διατομές ράβδων οπλισμού

Φ(mm)	G kg/m	n=1	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10
4	0.099	0.13	0.25	0.38	0.50	0.63	0.76	0.88	1.01	1.13	1.26
5	0.154	0.20	0.39	0.59	0.78	0.98	1.18	1.37	1.57	1.76	1.96
6	0.222	0.28	0.57	0.85	1.13	1.41	1.70	1.98	2.26	2.55	2.83
7	0.302	0.38	0.77	1.15	1.54	1.92	2.31	2.69	3.08	3.46	3.85
8	0.395	0.50	1.01	1.51	2.01	2.52	3.02	3.52	4.02	4.53	5.03
10	0.617	0.79	1.57	2.36	3.14	3.93	4.71	5.50	6.28	7.07	7.85
12	0.888	1.13	2.26	3.39	4.52	5.65	6.78	7.91	9.04	10.17	11.30
14	1.210	1.54	3.08	4.62	6.16	7.70	9.24	10.78	12.32	13.86	15.40
16	1.580	2.01	4.02	6.03	8.04	10.05	12.06	14.07	16.08	18.09	20.10
18	2.000	2.54	5.08	7.62	10.16	12.70	15.24	17.78	20.32	22.86	25.40
20	2.470	3.14	6.28	9.42	12.56	15.70	18.84	21.98	25.12	28.26	31.40
22	2.980	3.80	7.60	11.40	15.20	19.00	22.80	26.60	30.40	34.20	38.00
24	3.950	4.52	9.04	13.56	18.08	22.60	27.12	31.64	36.16	40.68	45.20
26	4.170	5.31	10.62	15.93	21.24	26.95	31.86	37.17	42.48	47.79	53.10
28	4.830	6.16	12.32	18.48	24.64	30.80	36.96	43.12	49.28	55.44	61.60
30	5.550	7.07	14.14	21.21	28.28	35.35	42.42	49.49	56.96	63.63	70.70
32	6.310	8.04	16.08	24.12	32.16	40.20	48.24	56.28	64.32	72.36	80.40

## Αγκυρώσεις οπλισμών

Φ >	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
I	34	46	57	69	80	92	103	114	126	137	149	160	172	183
II	49	65	82	98	114	131	147	164	180	196	213	229	245	262

## Συντελεστές ωθήσεων γαιών

	β=30°	β=20°	β=10°	β=0°	β=10°	β=20°	β=30°
θ=20°	0.343	0.391	0.441	0.498	0.572	0.687	1.169
θ=10°	0.299	0.331	0.366	0.407	0.461	0.548	0.925
θ=0°	0.257	0.279	0.304	0.333	0.374	0.441	0.750
θ=-10°	0.217	0.232	0.249	0.270	0.301	0.353	0.614
θ=-20°	0.176	0.185	0.197	0.212	0.234	0.274	0.498

δ=0°   δ=5°   δ=10°   δ=15°   δ=20°   δ=25°   δ=30°

φ=10°   φ=15°   φ=20°   φ=25°   φ=30°   φ=35°   φ=40°   φ=45°



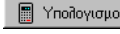

φ=γωνία εσωτερικής τριβής εδάφους

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi - \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta + \delta)} \left[ 1 + \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\theta + \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2$$



## Διόρθωση τεύχους

Εάν θέλετε να κάνετε μικροδιορθώσεις στο τεύχος μπορείτε, αφού γίνουν οι υπολογισμοί να επέμβετε και να διορθώσετε κάτι στο τεύχος. Για παράδειγμα, αντί για 6Φ14 σίδερα γράφετε 6Φ16. Στη συνέχεια,

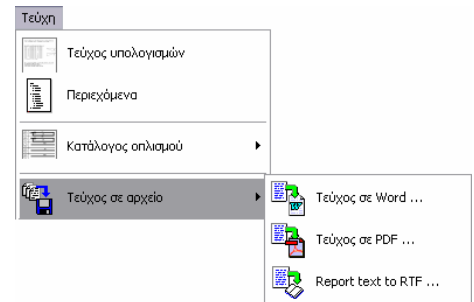
βγαίνετε κλείνοντας το παράθυρο από πάνω δεξιά ή με το κουμπί  αλλά όχι με το  διότι τότε επαναλαμβάνονται οι υπολογισμοί του τεύχους και χάνονται οι διορθώσεις. Οι διορθώσεις που γίνονται στο τεύχος διατηρούνται εκτός εάν σε κάποια στιγμή αργότερα μπειτε στο παράθυρο υπολογισμών και πατήσετε το πλήκτρο  ή το .

Οι διορθώσεις πρέπει να είναι μικροδιορθώσεις στο κείμενο, αλλά όχι πρόσθεση ή αφαίρεση γραμμών, γιατί σε αυτήν την περίπτωση, χάνονται οι ρυθμίσεις των γραμματοσειρών καθώς και οι θέσεις των σχημάτων.

## Εγγραφή τεύχους σε αρχείο RTF ή PDF

- Το κείμενο του τεύχους μπορεί να αποθηκευτεί σε αρχείο RTF ή σε αρχείο PDF και να γίνει επεξεργασία του από κειμενογράφους όπως το word ή το πρόγραμμα Adobe Acrobat.

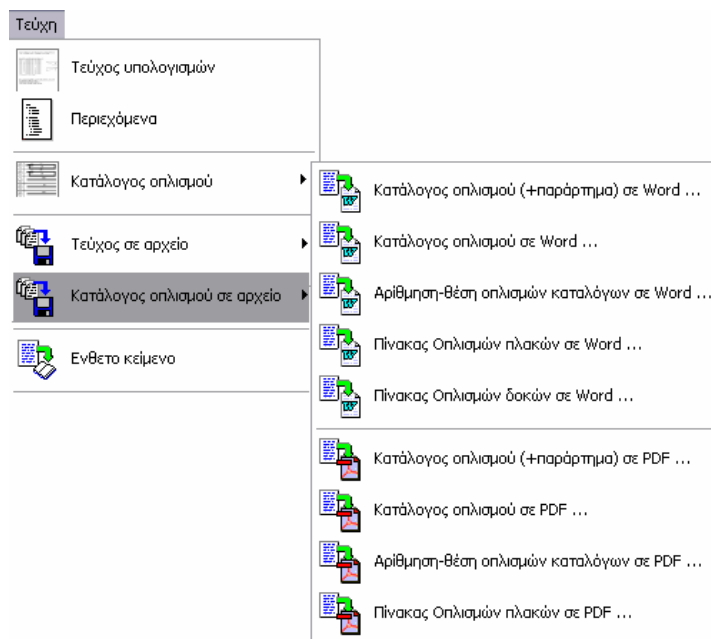
- Στο παράθυρο που εμφανίζεται από [Τεύχη|Τεύχος σε αρχείο|Τεύχος σε Word], δίνετε το όνομα του αρχείου (\*.RTF) το οποίο μπορείτε, να ανοίξετε από οποιοδήποτε επεξεργαστή κειμένου των windows. Στο αρχείο αυτό αποθηκεύεται το κείμενο και τα σχήματα του τεύχους.
- Στο παράθυρο που εμφανίζεται από [Τεύχη|Τεύχος σε αρχείο|Τεύχος σε PDF], δίνετε το όνομα του αρχείου (\*.PDF) το



οποίο μπορείτε, να ανοίξετε με το πρόγραμμα Adobe Acrobat. Στο αρχείο αυτό αποθηκεύεται το κείμενο και τα σχήματα του τεύχους.

- Στο παράθυρο που εμφανίζεται από [Τεύχη|Τεύχος σε αρχείο|Report text to RTF], δίνετε το όνομα του αρχείου (\*.RTF) το οποίο μπορείτε, να ανοίξετε από οποιοδήποτε επεξεργαστή κειμένου των windows. Στο αρχείο αυτό αποθηκεύεται το κείμενο μόνο του τεύχους και όχι τα σχήματα.

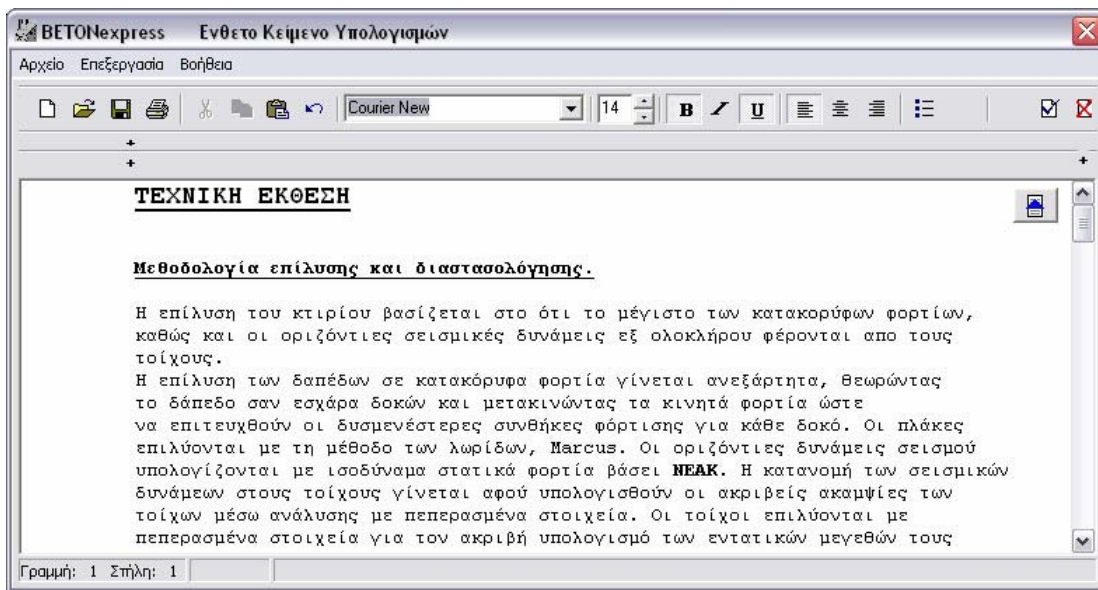
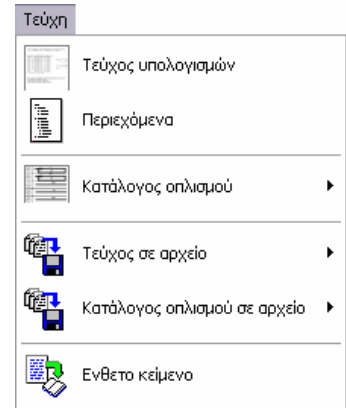
- Ο κατάλογος οπλισμού μπορεί να αποθηκευτεί σε αρχείο RTF ή σε αρχείο PDF και να γίνει επεξεργασία του από κειμενογράφους όπως το word ή το πρόγραμμα Adobe Acrobat.



## Εισαγωγή κειμένου – Ενθετο κείμενο

Μπορείτε ενδιάμεσα στους υπολογισμούς να προσθέσετε μικρά κείμενα. Με αυτό τον τρόπο μπορείτε να εισάγετε τεχνικές εκθέσεις, κείμενα με ονόματα μελετητών κλπ. Με την εντολή [Τεύχη/Ενθετο Κείμενο]

μπαίνετε σε έναν κειμενογράφο, όπου μπορείτε να συνθέσετε ένα μικρό κείμενο, ή να εισάγετε ένα κείμενο από αρχείο. Το κείμενο αυτό συμπεριφέρεται σαν όλα τα άλλα αντικείμενα υπολογισμών και μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιαδήποτε θέση μεταξύ αυτών.

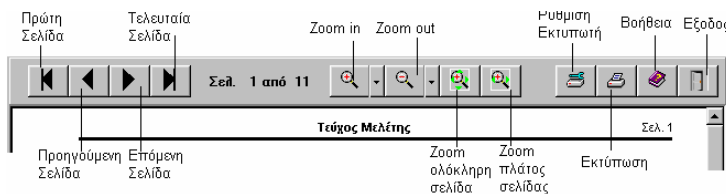


## Προεπισκόπηση Τευχών

Η προεπισκόπηση του τεύχους της εκτύπωσης εμφανίζει τις σελίδες όπως ακριβώς θα εκτυπωθούν. Υπάρχουν δύο προεπισκοπήσεις, που επιλέγετε από τις ρυθμίσεις εκτύπωσης.



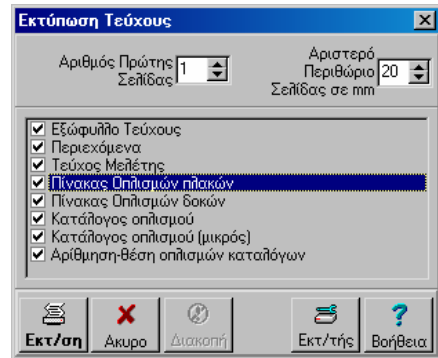
Απλή:




## Εκτυπώσεις- Εκτύπωση Τεύχους



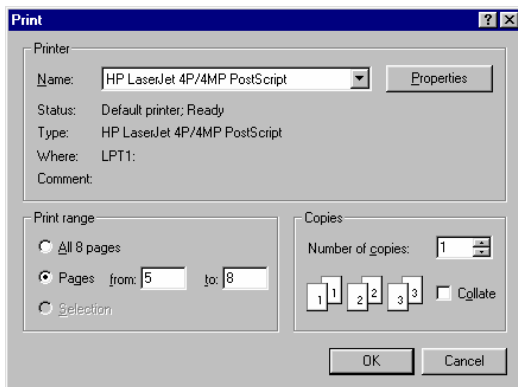
Το τεύχος εκτυπώνεται όπως ακριβώς φαίνεται στην προεπισκόπηση των εκτυπώσεων. Οποιοσδήποτε αλλαγές χρειαστούν να γίνουν στον τρόπο εκτύπωσης (περιθώρια, επικεφαλίδα, γραμματοσειρά κλπ), θα πρέπει να γίνουν από τις ρυθμίσεις των εκτυπώσεων. Πριν πατήσετε το κουμπί εκτύπωσης, επιλέξτε ποια κεφάλαια θέλετε να εκτυπωθούν και τον αριθμό αρχικής σελίδας του τεύχους σε περίπτωση που εκτυπώνεται από κάποιο ενδιάμεσο σημείο. Το αριστερά περιθώριο εκτύπωσης μπορεί επίσης να ρυθμιστεί σε χιλιοστά από το αριστερά άκρο του χαρτιού.




### Εκτύπωση τμήματος του τεύχους

Αν θέλετε να εκτυπώσετε ένα τμήμα από το τεύχος, για παράδειγμα, από ένα τεύχος τοίχου αντιστήριξης τις σελίδες από 5 έως 8, θα πρέπει να ακολουθήσετε την παρακάτω διαδικασία: Μπαίνετε στην προεπισκόπηση του τεύχους και επιλέγετε .

Στη συνέχεια, ορίζετε ποιες σελίδες θα εκτυπωθούν στο παράθυρο που ανοίγει.

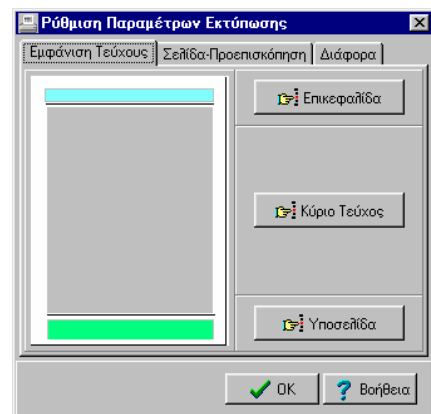


Με το OK βγαίνετε από το παράθυρο και χωρίς να βγείτε από την προεπισκόπηση και με το εκτυπώνετε  τις σελίδες που έχετε καθορίσει.

### Ρύθμιση Παραμέτρων Εκτύπωσης



Υπάρχει δυνατότητα ρύθμισης της εμφάνισης του τεύχους της εκτύπωσης, καθορίζοντας χαρακτηριστικά που αφορούν την επικεφαλίδα, το κύριο τεύχος και την υποσελίδα. Επίσης, μπορεί να οριστεί το μέγεθος και η γραμματοσειρά με την οποία θα εκτυπωθεί το τεύχος, όπως επίσης και το μέγεθος του χαρτιού και την απόσταση των γραμμών.



## Ρύθμιση Επικεφαλίδας Τεύχους

Μπορείτε να καθορίσετε την επικεφαλίδα του τεύχους, ρυθμίζοντας την **εικόνα**, την **γραμμή**, τον **τίτλο έργου** και τον **τίτλο κεφαλαίου** καθώς και τον **αριθμό σελίδας** που θέλετε να περιέχει. Κάθε αλλαγή στις παραπάνω παραμέτρους, παρουσιάζεται ενδεικτικά στο πάνω μέρος της φόρμας.

Η επικεφαλίδα μπορεί να έχει ή όχι εικόνα. Στην περίπτωση που θέλετε να εισάγετε στην επικεφαλίδα εικόνα, αυτό γίνεται με το κουμπί **Επιλογή Εικόνας (bmp)**. Κατά την εισαγωγή της η εικόνα θα πρέπει να έχει τις απαιτούμενες διαστάσεις, διαφορετικά η εικόνα θα ξεπερνά τα όρια της επικεφαλίδας και θα φαίνεται σε ολόκληρη την σελίδα.

Η θέση της **Οριζόντιας Γραμμής** καθορίζεται από την απόσταση από κάτω (σε mm).

Ο χρήστης μπορεί να καθορίσει το πάχος καθώς και το χρώμα της γραμμής αυτής.

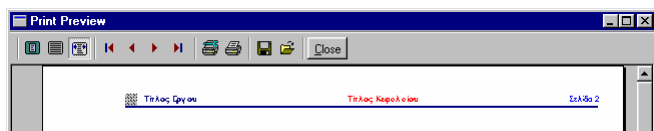
Η θέση του **Τίτλου Έργου** και **Κεφαλαίου** καθώς και **Αριθμού Σελίδας**, καθορίζεται από τις παραμέτρους απόσταση από Αριστερά και Απόσταση από Κάτω (σε mm), τις οποίες μπορεί να ρυθμίσει ο χρήστης. Επίσης, μπορεί να επιλεγεί η κατάλληλη **γραμματοσειρά** για αυτούς τους τίτλους.

Με το κουμπί **Προεπισκόπηση**, μπορεί ο χρήστης να δει την επικεφαλίδα που δημιουργήσε όπως αυτή θα εκτυπωθεί πραγματικά. Με το κουμπί **Εκτύπωση**, εκτυπώνεται μόνο η επικεφαλίδα.

Ορατό Αντικείμενο	Απόσταση από Αριστερά (mm)	Απόσταση από Κάτω (mm)	Ρυθμίσεις
<input checked="" type="checkbox"/> Εικόνα (Bitmap)	0	5	Επιλογή Εικόνας (bmp)
<input checked="" type="checkbox"/> Οριζόντια Γραμμή		1	2 <input type="text"/> Επιλογή Χρώματος
<input checked="" type="checkbox"/> Τίτλος Έργου	12	5	Τίτλος Έργου Γραμματοσειρά <input type="text"/> Επιλογή Γραμ/σειράς
<input checked="" type="checkbox"/> Τίτλος Κεφαλαίου	80	5	Τίτλος Κεφαλαίου Γραμματοσειρά <input type="text"/> Επιλογή Γραμ/σειράς
<input checked="" type="checkbox"/> Αριθμός Σελίδας	145	5	Σελ. <input type="text"/> Αριθμός Σελίδας Γραμματοσειρά <input type="text"/> Επιλογή Γραμ/σειράς

## Προεπισκόπηση Επικεφαλίδας

Με την προεπισκόπηση της επικεφαλίδας, ο χρήστης μπορεί να δει την επικεφαλίδα, όπως ακριβώς θα εκτυπωθεί στο τεύχος.



## Ρύθμιση Υποσελίδας Τεύχους

Ο χρήστης μπορεί να καθορίσει την υποσελίδα του τεύχους, ρυθμίζοντας το Λογότυπο του γραφείου, την εμφάνιση του ονόματος αρχείου μελέτης, της ημερομηνίας και του υπότιτλου τεύχους που θέλει να περιέχει. Κάθε αλλαγή στις παραπάνω παραμέτρους, παρουσιάζεται ενδεικτικά στο πάνω μέρος της φόρμας.

Η θέση της **Οριζόντιας Γραμμής** καθορίζεται από την απόσταση από κάτω (σε mm).

Ο χρήστης μπορεί να καθορίσει το πάχος καθώς και το χρώμα της γραμμής αυτής.

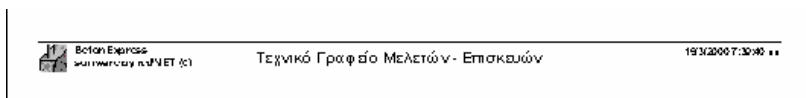
Η θέση του **Λογότυπου Γραφείου**, του **Ονόματος Αρχείου**, της **Ημερομηνίας Τεύχους** και του **Υπότιτλου Τεύχους** καθορίζεται από τις παραμέτρους απόσταση από Αριστερά και Απόσταση από Πάνω (σε mm), τις οποίες μπορεί να ρυθμίσει ο χρήστης. Επίσης, μπορεί να επιλεγεί η κατάλληλη γραμματοσειρά για αυτούς τους τίτλους.

Με το κουμπί **Προεπισκόπηση**, μπορεί ο χρήστης να δει την υποσελίδα που δημιούργησε όπως αυτή θα εκτυπωθεί πραγματικά.

Με το κουμπί **Εκτύπωση**, εκτυπώνεται μόνο η υποσελίδα.

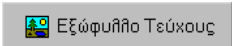
## Προεπισκόπηση Υποσελίδας


Με την προεπισκόπηση της υποσελίδας, ο χρήστης μπορεί να δει την υποσελίδα, όπως ακριβώς θα εκτυπωθεί στο τεύχος.




## Μέγεθος και Προσανατολισμός Σελίδας

Ο χρήστης από την **Σελίδα-Προεπισκόπηση** μπορεί να επιλέξει το μέγεθος της σελίδας του τεύχους, τον προσανατολισμό της σελίδας (κατακόρυφη ή οριζόντια), το είδος της προεπισκόπησης εκτύπωσης (απλή ή σύνθετη).

: Ρύθμιση εμφάνισης εξώφυλλου του  τεύχους.

: Δοκιμή των γραμματοσειρών του  εκτυπωτή και της οθόνης.

 : Καθορισμός του εκτυπωτή, του μεγέθους χαρτιού και του

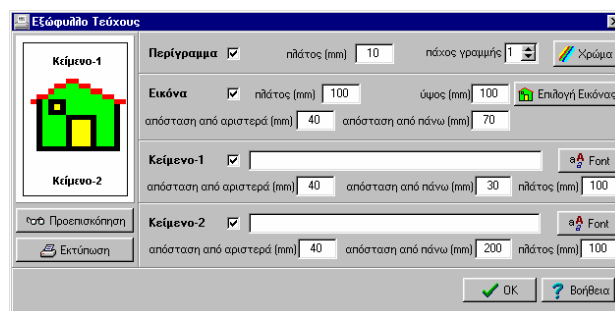
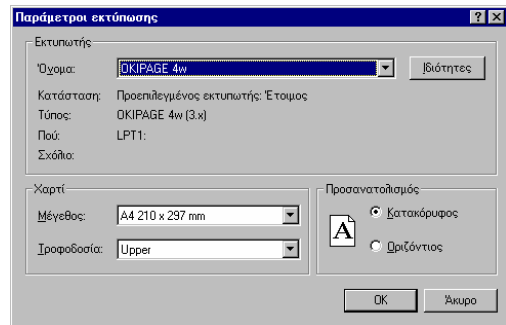
προσανατολισμού του, καθώς και κάποια άλλα χαρακτηριστικά της εκτύπωσης.

## Εξώφυλλο Τεύχους

Ο χρήστης μπορεί να καθορίσει το εξώφυλλο του τεύχους, ρυθμίζοντας το **περίγραμμα** του εξώφυλλου, την **εικόνα** και τα **κείμενα** που θέλει να περιέχει.

Το πάχος και το χρώμα του περιγράμματος που θα χρησιμοποιηθεί, καθορίζονται από τον χρήστη. Στην περίπτωση που δεν επιθυμείται η παρουσία περιγράμματος, απλά αφαιρείται η επιλογή από το πλαίσιο κειμένου που ακολουθεί το Περίγραμμα.

Το εξώφυλλο, μπορεί να έχει ή όχι εικόνα. Στην περίπτωση που ο χρήστης θέλει να εισάγει στο εξώφυλλό του εικόνα, αυτό θα γίνει με το κουμπί **Επιλογή Εικόνας**. Οι διαστάσεις της εικόνας καθορίζονται από το ύψος και το πλάτος της (σε mm) και η θέση της στο εξώφυλλο καθορίζεται από την απόσταση από πάνω και από κάτω. Επίσης, ο χρήστης μπορεί να γράψει κάποιο κείμενο στο επάνω ή/και στο κάτω μέρος του εξώφυλλου, καθορίζοντας την γραμματοσειρά που επιθυμεί καθώς και την θέση του κειμένου από τις αποστάσεις από αριστερά και πάνω. Το πλάτος του κειμένου καθορίζει πόσο χώρο θα καταλάβει το κείμενο.

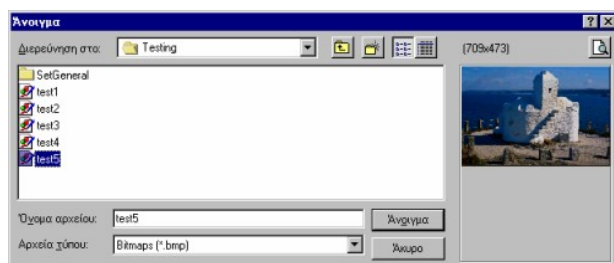


Με το κουμπί Προεπισκόπηση, μπορεί ο χρήστης να δει το εξώφυλλο που δημιουργήσε όπως αυτό θα εκτυπωθεί πραγματικά.

Με το κουμπί Εκτύπωση, εκτυπώνεται μόνο το εξώφυλλο.

## Επιλογή Εικόνας

Μπορείτε να επιλέξετε όποια εικόνα (σε \*.bmp) θέλετε για το εξώφυλλο του τεύχους.



## Ιδιότητες Εκτυπωτή

Επιλέγετε τον εκτυπωτή, το μέγεθος χαρτιού, την τροφοδοσία, τον προσανατολισμό της σελίδας και κάποια επιπλέον χαρακτηριστικά του εκτυπωτή.

## Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup> : ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ BETON EXPRESS

### 4.1 Γενικά

Σε αυτό το σημείο της εργασίας μας θα χρησιμοποιήσουμε το πρόγραμμα της RUNNET software Ε.Π.Ε, το BETON EXPRESS για την επίλυση μερικών παραδειγμάτων ώστε να δούμε και να καταλάβουμε την φιλοσοφία και το πώς λειτουργεί το συγκεκριμένο πρόγραμμα σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, δηλαδή σχετικά με υπολογισμούς και διαστασιολόγηση τμημάτων κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα, (πλάκες, δοκοί, υποστυλώματα, πέδιλα, τοίχοι αντιστήριξης, βραχείς πρόβολοι, υψίκορμοι δοκοί.) με τους κανονισμούς που τους διέπουν (EN 1992, ΕΚΩΣ2000, κτλ).

Επειδή το συγκεκριμένο πρόγραμμα ασχολείται με όλα σχεδόν τα είδη των τμημάτων μια κατασκευής από ο/σ επιλέξαμε σε συνεργασία με τον υπεύθυνο καθηγητή μας το αντικείμενο με το οποίο επιλέξουμε σαν παραδείγματα να είναι ένας τοίχος αντιστήριξης με την ονομασία στην συγκεκριμένη εφαρμογή **“Τοίχος Αντιστήριξης Οπλισμένου Σκυροδεματός Α-1”**. Η φιλοσοφία και η λειτουργία του προγράμματος είναι ακριβώς η ίδια και για όλα τα υπολοιπα και δεν αλλάζει.

### 4.2 Υπολογισμοί

Όπως αναφεραμε χρησιμοποιήσαμε με τον **“Τοίχο Αντιστήριξης Οπλισμένου Σκυροδεματός Α-1”** σε δύο διαφορετικές περιπτώσεις. Στην πρώτη χρησιμοποιήθηκε μπετόν τυπού C20/25 και στην δεύτερη C25/30. Η ποιότητα του χαλύβα καθώς και οι διαστάσεις του τοίχου αντιστήριξης είναι ίδιες. Για τον χαλύβα χρησιμοποιήθηκε ο B500C ενώ για τα υπολοιπα έχουμε :

- Ολικό ύψος τοίχου  $h= 3.100 \text{ m}$
- Μήκος τοίχου  $L=10.000 \text{ m}$
- Πλάτος τοίχου στην κορυφή  $B1= 0.250 \text{ m}$
- Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση  $B2= 0.450 \text{ m}$
- Ολικό πλάτος βάσης τοίχου  $B= 2.200 \text{ m}$
- Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά  $1.500 \text{ m}$
- Πλάτος βάσης τοίχου πίσω  $0.250 \text{ m}$
- Ύψος κορμού τοίχου  $h_0= 2.600 \text{ m}$
- Ύψος βάσης τοίχου  $0.500 \text{ m}$
- Ύψος βάσης τοίχου μπροστά  $0.350 \text{ m}$
- Ύψος βάσης τοίχου πίσω  $0.350 \text{ m}$
- Γωνία εμπρός παρειάς με κατακόρ  $4.399^\circ$
- Γωνία πίσω παρειάς με κατακόρ  $0.000^\circ$
- Επικάλυψη οπλισμού Ανωδομής:  $C_{nom}=25 \text{ mm}$
- Επικάλυψη οπλισμού Θεμέλιου :  $C_{nom}=75 \text{ mm}$
- Θλιπτ. αντ. εδάφους στη βάση  $q_u=0.30 \text{ N/mm}^2$
- Γωνία τριβής εδάφους στη βάση  $\varphi=35.00^\circ$ ,
- Συντ. συνεκτικότητας στη βάση  $c=0.010 \text{ N/mm}^2$
- Τύπος εδάφους : Αμμος συνεκτική
- Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους  $\gamma =17.00 \text{ kN/m}^3$
- Ειδικό βάρος κορεσμέν εδάφους  $\gamma_s=20.00 \text{ kN/m}^3$
- Ειδικό βάρος νερού  $\gamma_w=10.00 \text{ kN/m}^3$
- Γωνία εσωτερ. τριβής του εδάφους  $\varphi=35.00^\circ$

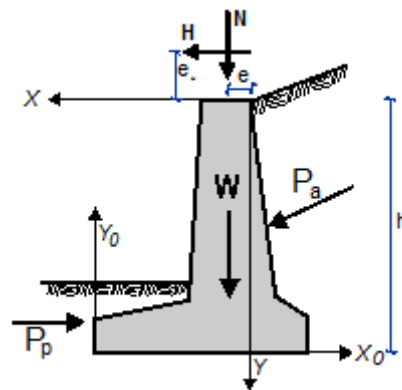
- ❖ *Όλες οι υπολοιπες ρυθμισεις/επιλογες ειναι οι προκαθορισμενες που εχει το προγραμμα.*
- ❖ *Οι τιμες των δεδομενων που εχουν αλλαξει ουσιαστικα ειναι ο τυπος του σκυροδεματος θελοντας να δουμε πως επιρεαζει η αλλαγη ενος τετοιου σημαντικου παραγοντα στην μελετη και στην κατασκευη ενος τυπου τοιχου αντιστηριξης.*

## Τοίχος Αντιστηριξης C20/25(T. ANT-001)

### Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί

#### Διαστάσεις

Ολικό ύψος τοίχου	$h= 3.100 \text{ m}$
Μήκος τοίχου	$L=10.000 \text{ m}$
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	$B1= 0.250 \text{ m}$
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	$B2= 0.450 \text{ m}$
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	$B= 2.200 \text{ m}$
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά	$1.500 \text{ m}$
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω	$0.250 \text{ m}$
Ύψος κορμού τοίχου	$ho= 2.600 \text{ m}$
Ύψος βάσης τοίχου	$0.500 \text{ m}$
Ύψος βάσης τοίχου μπροστά	$0.350 \text{ m}$
Ύψος βάσης τοίχου πίσω	$0.350 \text{ m}$
Γωνία εμπρός παρειάς με κατακόρυφ	$4.399^\circ$
Γωνία πίσω παρειάς με κατακόρυφ	$0.000^\circ (0:1)$



#### Βάρος τοίχου

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου	$\gamma_g=25.000 \text{ kN/m}^3$
Εμβαδόν διατομής τοίχου	$A= 1.879 \text{ m}^2$
Ιδίο βάρος τοίχου ανά μέτρο	$W= 1.879 \times 25.000 = 46.97 \text{ kN/m}$
Κέντρο βάρους τοίχου	$x=0.500 \text{ m}, y=2.173 \text{ m} (x_0=1.450 \text{ m}, y_0=0.927 \text{ m})$

#### Υλικά τοίχου

Ανωδομή :	Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25-B500C (EN1992-1-1, §3)
	: Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=25 \text{ mm}$ (EN1992-1-1, §4.4.1)
Θεμέλιο :	Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25-B500C
	: Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=75 \text{ mm}$

#### Βάρος επίχωσης

Ιδίο βάρος επίχωσης ανά μέτρο	$W_s=11.37 \text{ kN/m}$
Κέντρο βάρους επίχωσης	$x=-0.126 \text{ m}, y=1.338 \text{ m}$

#### Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες

Οριακή κατάσταση Ισοροπίας (EQU), Δομικού τύπου (STR), Γεωτεχνικού τύπου (GEO)

		(EQU)	(STR)	(GEO)	(Σεισμός)
Δράση	Μόνιμη Δυσμενής	$\gamma_{Gdst}: 1.10$	1.35	1.00	1.00
	Μόνιμη Ευνοική	$\gamma_{Gstb}: 0.90$	1.00	1.00	1.00
	Μεταβλητή Δυσμενής	$\gamma_{Qdst}: 1.50$	1.50	1.30	1.00
	Μεταβλητή Ευνοική	$\gamma_{Qstb}: 0.00$	0.00	0.00	0.00
Εδαφικές ιδιότητες	Γωνία διατμητικής αντοχής	$\gamma_\phi: 1.25$	1.00	1.25	1.25
	Συνοχή c	$\gamma_c: 1.25$	1.00	1.25	1.25
	Διατμητική αντοχή cu	$\gamma_{cu}: 1.40$	1.00	1.40	1.40
	Θλιπτική αντοχή qu	$\gamma_{qu}: 1.40$	1.00	1.40	1.40
	Βάρος	$\gamma_w: 1.00$	1.00	1.00	1.00

#### Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης

Θλιπτική αντοχή εδάφους στη βάση	$q_u=0.30 \text{ N/mm}^2$
Γωνία τριβής εδάφους στη βάση	$\phi=35.00^\circ$ , συντελεστής τριβής $\tan(\phi)=0.700$
Συντελεστής συνεκτικότητας στη βάση	$c=0.010 \text{ N/mm}^2$

#### Σεισμικοί συντελεστές (EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2)

Ανηγμένη σεισμική επιτάχυνση εδάφους	$g_h=ax_g, a=0.16$ (EC8-5 §7.3.2)
Συντ. θεμελίωσης	$S=1.00$ (EC8 §3.2.2.2)
Συντ. σπουδαιότητας κτιρίου	$\gamma_I=1.00$ (EC8 §3.2.1, T.4.3)
Μειωτικός συντελεστής συμπεριφοράς	$r=1.50$ (EC8-5 Πίνακας 7.1)
Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής	$kh=1.00 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.107$
Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής	$kv=0.50 \times 0.107 = 0.054$ (EC8-5 Εξ.7.2)

#### Σεισμικές δυνάμεις (εκτός δυνάμεων λόγω ώθησης γαιών)

Οριζόντια δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους	$F_{wx}= 46.97 \times 0.107 = 5.03 \text{ kN/m}$
Κατακόρυφη δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους	$F_{wy}= 46.97 \times 0.054 = 2.54 \text{ kN/m}$
Οριζόντια δύναμη σεισμού επίχωσης	$F_{wsx}= 11.37 \times 0.107 = 1.22 \text{ kN/m}$
Κατακόρυφη δύναμη σεισμού επίχωσης	$F_{wsy}= 11.37 \times 0.054 = 0.61 \text{ kN/m}$



**Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)**

**Τμήμα τοίχου από Y=0.000 m έως Y=3.100 m, Hs=3.100 m**

Ανω Σημείο A x= 0.000 m y= 0.000 m  
 Κάτω Σημείο B x= 0.000 m y= 3.100 m

**Ιδιότητες εδάφους**

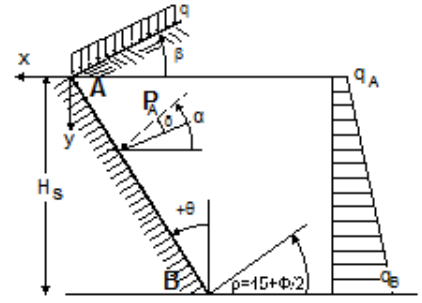
Τύπος εδάφους : Άμμος συνεκτική  
 Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους  $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$   
 Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους  $\gamma_s = 20.00 \text{ kN/m}^3$   
 Ειδικό βάρος νερού  $\gamma_w = 10.00 \text{ kN/m}^3$   
 Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους  $\phi = 35.00^\circ$   
 Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους  $c = 0.000 \text{ N/mm}^2$   
 Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια  $\beta = 0.00^\circ$   
 Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο  $\theta = 0.00^\circ$   
 Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους  $\delta = 17.50^\circ$

**Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb**

Γωνία επιπέδου ολίσθησης  $\rho = 45^\circ + \phi/2 = 59.00$  62.50 59.00°  
 Συντελεστής ενεργητικής ώθησης  $K_a = 0.326$  0.246 0.326  
 Ωθηση γαιών καθ ύψος  $q(y) = q_A + \gamma \cdot y \cdot K_a$

**Μόνιμες δράσεις**

	EQU	STR	GEO
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή (y=yA)	qA= 0.00	0.00	0.00 kN/m <sup>2</sup>
Ωθηση (πίεση) στην βάση (y=yA+ 3.10m)	qB= 17.18	12.96	17.18 kN/m <sup>2</sup>
Ωθηση (δύναμη) γαιών Pa= ½(qA+qB)H	Pa= 26.63	20.09	26.63 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 14.00$	17.50	14.00 °
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	Pax= 25.84	19.16	25.84 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	Pay= 6.44	6.04	6.44 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο (x=0,y=0)	M = -53.41	-39.60	-53.41 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών x= 0.000 m, y= 2.067 m			



$$K_A = \frac{\cos^2(\rho - \theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta + \delta)} \left[ 1 + \frac{\sin(\rho + \theta) \sin(\rho - \beta)}{\cos(\theta + \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]$$

**Σύνολα δυνάμεων και ροπών**

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B (x=0.000 m, y=3.100 m)

**Μόνιμες δράσεις**

	EQU	STR	GEO
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών Fsx=	25.84	19.16	25.84 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών Fsy=	6.44	6.04	6.44 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών Ms =	26.69	19.79	26.69 kNm/m

**Σεισμικές δυνάμεις** (EC8 EN1998-1-1:2004, §7.3.2, Παράρτημα E)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής  $kh = 1.00 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.107$   
 Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής  $kn = 0.50 \times 0.107 = 0.054$  (EC8 Εξ.7.2)  
 Εδαφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8 Παράρτημα E.5)  
 $\tan(\omega) = kh / (1 - kn) = 0.107 / (1 - 0.054) = 0.113$ ,  $\omega = 6.45^\circ$   
 Method Mononobe-Okabe (EC8 Παράρτημα E.4)  
 για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού  
 Συντελεστής ενεργητικής ώθησης,  $Ke^* = 0.389$   
 Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού  
 επί της STR κατάστασης φόρτισης  $\xi = (Ke^* / Ke - 1) = (0.389 / 0.246 - 1) = 0.581$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις)  $F_x = 1.581 \times 19.16 = 30.29 \text{ kN/m}$

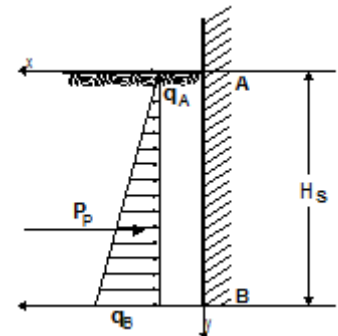
**Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)**

**Τμήμα τοίχου από Y=2.500 m έως Y=3.100 m, Hs=0.600 m**

Ανω Σημείο A x= 1.950 m y= 2.500 m  
 Κάτω Σημείο B x= 1.950 m y= 3.100 m

**Ιδιότητες εδάφους**

Τύπος εδάφους : Άμμος συνεκτική  
 Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους  $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$   
 Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους  $\gamma_s = 20.00 \text{ kN/m}^3$   
 Ειδικό βάρος νερού  $\gamma_w = 10.00 \text{ kN/m}^3$   
 Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους  $\phi = 35.00^\circ$   
 Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους  $c = 0.000 \text{ N/mm}^2$   
 Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια  $\beta = 0.00^\circ$   
 Ωθηση σε κατακόρυφο επιφάνεια  $\theta = 0.00^\circ$   
 Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους  $\delta = 0.00^\circ$



**Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb**

EQU    STR    GEO

Γωνία επιπέδου ολίσθησης  $\rho=45^\circ-\varphi/2=$  31.00 27.50 31.00°  
 Συντελεστής παθητικής ώθησης  $K_p =$  2.770 3.690 2.770  
 Ωθηση γαιών καθ ύψος  $q(\gamma)=q_A+\gamma \cdot y \cdot K_p$

**Μόνιμες δράσεις**

EQU    STR    GEO

Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ( $\gamma=y_A$ )  $q_A=$  0.00 0.00 0.00 kN/m<sup>2</sup>  
 Ωθηση (πίεση) στην βάση ( $\gamma=y_A+ 0.60m$ )  $q_B=-28.25$  -37.64 -28.25 kN/m<sup>2</sup>  
 Ωθηση (δύναμη) γαιών  $P_a= \frac{1}{2}(q_A+q_B)H$   $P_p=$  8.47 11.29 8.47 kN/m  
 Γωνία ώθησης γαιών  $\alpha =$  0.00 0.00 0.00 °  
 Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση  $P_{px}=$  -8.47 -11.29 -8.47 kN/m  
 Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση  $P_{py}=$  0.00 0.00 0.00 kN/m  
 Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ( $x=0, y=0$ )  $M =$  24.56 32.74 24.56 kNm/m  
 Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών  $x= 1.950$  m,  $y= 2.900$  m

**Σύνολα δυνάμεων και ροπών**

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ( $x=1.950$  m,  $y=3.100$  m)

**Μόνιμες δράσεις**

EQU    STR    GEO

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών  $F_{sx}=$  -8.47 -11.29 -8.47 kN/m  
 Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών  $F_{sy}=$  0.00 0.00 0.00 kN/m  
 Συνολική ροπή ώθησης γαιών  $M_s =$  -1.69 -2.26 -1.69 kNm/m

**Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)****Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (EQU)**

Φορτίο		$y_1 - y_2$	$F_x$ [kN/m]	$F_y$ [kN/m]	$x$ [m]	$y$ [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_a$	0.00- 3.10	25.84	6.44	0.000	2.067
Παθητική ώθηση γαιών	$P_p$	2.50- 3.10	-8.47	0.00	1.950	2.900
Βάρος τοίχου	$W$		0.00	46.97	0.500	2.173
Βάρος επίχωσης	$W_s$		0.00	11.37	-0.126	1.338

**Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)** (EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)**Ελεγχος περίπτωσης με 0.90x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+0.00x(κινητά κορυφής)**

	Φορτίο	(P.γ)	$y_1 - y_2$	$F_x$ [kN/m]	$F_y$ [kN/m]	$x_0$ [m]	$y_0$ [m]	M
[kNm/m]	Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_a x 1.10$	0.00- 3.10	28.42	7.08	1.950	1.033	
15.54	Βάρος τοίχου	$W x 0.90$		0.00	42.27	1.450	0.927	-
61.30	Βάρος επίχωσης	$W_s x 0.90$		0.00	10.23	2.076	1.762	-
21.24				Σύνολα=	59.58			-
67.00								

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 59.58 kN/m  
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -67.00 kNm/m  
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = -1.46 kNm/m  
 Εκκεντρότητα  $e_c=-1.46/59.58=-0.025m$ ,  $e_c \leq 2.200/6=0.367m$   
 Τάσεις εδάφους  $q_1=0.025$  N/mm<sup>2</sup>  $q_2=0.029$  N/mm<sup>2</sup>  
 Ενεργό θεμέλιο  $L'=2.200-2x0.025= 2.151$  m (EC7 Παράρτημα D)  
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους  $R_d=L' \cdot q_{uk}/\gamma_M=2.151x(1000x0.30)/1.40= 460.93$  kN/m  
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους  $V_d=59.58 < R_d=460.93$  kN/m, Έλεγχος ικανοποιείται

**Έλεγχος περίπτωσης με 1.10x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+1.50x(κινητά κορυφής)**

	Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M
[kNm/m]	Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 3.10	28.42	7.08	1.950	1.033	
15.54	Βάρος τοίχου	W x1.10		0.00	51.67	1.450	0.927	-
74.92	Βάρος επίχωσης	Wsx1.10		0.00	12.51	2.076	1.762	-
25.96				Σύνολα=	71.26			-

85.34

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 71.26 kN/m  
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -85.34 kNm/m  
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = -6.95 kNm/m  
 Εκκεντρότητα  $ec = -6.95/71.26 = -0.098m$ ,  $ec \leq 2.200/6 = 0.367m$   
 Τάσεις εδάφους  $q1 = 0.024 \text{ N/mm}^2$   $q2 = 0.041 \text{ N/mm}^2$   
 Ενεργό θεμέλιο  $L' = 2.200 - 2 \times 0.098 = 2.005 \text{ m}$  (EC7 Παράρτημα D)  
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους  $Rd = L' \cdot quk / \gamma M = 2.005 \times (1000 \times 0.30) / 1.40 = 429.64 \text{ kN/m}$   
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους  $Vd = 71.26 < Rd = 429.64 \text{ kN/m}$ , Έλεγχος ικανοποιείται

**Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)** (EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ( $xo=0, yo=0$ ) ( $x=1.950, y=3.100 \text{ m}$ )

	Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+
[kNm/m]	Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 3.10	28.42	7.08	1.950	1.033	29.36
13.82	Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	42.27	1.450	0.927	0.00
61.30	Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	10.23	2.076	1.762	0.00
21.24				Σύνολα=				29.36

96.36

Σύνολο ροπών ανατροπής = 29.36 kNm/m  
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 96.36 kNm/m  
 Έλεγχος σε ανατροπή  $Med = 29.36 < Mrd = 96.36 \text{ kNm/m}$ , Έλεγχος ικανοποιείται

**Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)** (EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 3.10	28.42	0.00	7.08
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx0.90	2.50- 3.10	0.00	7.62	0.00
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	0.00	42.27
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	0.00	10.23
		Σύνολα=	28.42	7.62	59.58

Τριβή εδάφους  $Rd = Nd \cdot \tan \phi / \gamma M = 59.58 \times \tan(35.00^\circ) / 1.25 = 33.37 \text{ kN/m}$   
 Συνεκτικότητα  $Rd = A \cdot cu / \gamma M = 1000 \times 2.200 \times 0.010 / 1.25 = 17.60 \text{ kN/m}$

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 28.42 kN/m

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης  $(7.62 + 33.37) = 40.99 \text{ kN/m}$

Έλεγχος σε ολίσθηση  $Hd = 28.42 < Rd = 40.99 \text{ kN/m}$ , Έλεγχος ικανοποιείται

**Έλεγχοι ευστάθειας τοίχου (STR)**

**Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR)**

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 3.10	19.16	6.04	0.000	2.067
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	2.50- 3.10	-11.29	0.00	1.950	2.900
Βάρος τοίχου	W		0.00	46.97	0.500	2.173
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	11.37	-0.126	1.338

**Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR)** (EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)**Ελεγχος περίπτωσης με 1.00x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+0.00x(κινητά κορυφής)**

	Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M
[kNm/m]								
10.81	Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 3.10	25.87	8.15	1.950	1.033	
68.11	Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	46.97	1.450	0.927	-
23.60	Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	11.37	2.076	1.762	-
<u>80.90</u>				Σύνολα=	66.49			-
	Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων			=	66.49 kN/m			
	Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο			=	-80.90 kNm/m			
	Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως			=	-7.76 kNm/m			
	Εκκεντρότητα			ec=-7.76/66.49=-0.117m,	ec<=2.200/6=0.367m			
	Τάσεις εδάφους			q1=0.021 N/mm <sup>2</sup>	q2=0.040 N/mm <sup>2</sup>			
	Ενεργό θεμέλιο			L'=2.200-2x0.117=	1.967 m (EC7 Παράρτημα D)			
	Φέρουσα ικανότητα εδάφους			Rd=L'·quk/γM=1.967x(1000x0.30)/1.00=	590.10 kN/m			
	Φέρουσα ικανότητα εδάφους			Vd=66.49 < Rd=590.10 kN/m,	Ελεγχος ικανοποιείται			

**Ελεγχος περίπτωσης με 1.35x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+1.50x(κινητά κορυφής)**

	Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M
[kNm/m]								
10.81	Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 3.10	25.87	8.15	1.950	1.033	
91.95	Βάρος τοίχου	W x1.35		0.00	63.41	1.450	0.927	-
31.86	Βάρος επίχωσης	Wsx1.35		0.00	15.35	2.076	1.762	-
<u>113.00</u>				Σύνολα=	86.91			-
	Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων			=	86.91 kN/m			
	Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο			=	-113.00 kNm/m			
	Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως			=	-17.40 kNm/m			
	Εκκεντρότητα			ec=-17.40/86.91=-0.200m,	ec<=2.200/6=0.367m			
	Τάσεις εδάφους			q1=0.018 N/mm <sup>2</sup>	q2=0.061 N/mm <sup>2</sup>			
	Ενεργό θεμέλιο			L'=2.200-2x0.200=	1.800 m (EC7 Παράρτημα D)			
	Φέρουσα ικανότητα εδάφους			Rd=L'·quk/γM=1.800x(1000x0.30)/1.00=	540.00 kN/m			
	Φέρουσα ικανότητα εδάφους			Vd=86.91 < Rd=540.00 kN/m,	Ελεγχος ικανοποιείται			

**Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR)** (EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο (xo=0, yo=0) (x=1.950, y=3.100 m)

	Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo-	Mo+
[kNm/m]									
15.90	Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 3.10	25.87	8.15	1.950	1.033	26.72	
68.11	Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	46.97	1.450	0.927	0.00	
23.60	Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	11.37	2.076	1.762	0.00	
<u>107.61</u>					Σύνολα=			26.72	
	Σύνολο ροπών ανατροπής			=	26.72 kNm/m				
	Σύνολο ροπών ευστάθειας			=	107.61 kNm/m				
	Ελεγχος σε ανατροπή			Med=26.72 < Mrd=107.61 kNm/m,	Ελεγχος ικανοποιείται				

**Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR)** (EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 3.10	25.87	0.00	8.15
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	2.50- 3.10	0.00	11.29	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	0.00	46.97
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	0.00	11.37
Σύνολα=			25.87	11.29	66.49
Τριβή εδάφους $Rd=Nd \cdot \tan\phi/\gamma M=$			$66.49 \times \tan(35.00^\circ)/1.00=$ 46.56 kN/m		
Συνεκτικότητα $Rd=A \cdot cu/\gamma M=$			$1000 \times 2.200 \times 0.010/1.00=$ 22.00 kN/m		
(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)					
Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης			= 25.87 kN/m		
Σύνολο δυνάμεων αντίστασης (11.29+46.56)			= 57.85 kN/m		
Ελεγχος σε ολίσθηση $Hd=25.87 < Rd=57.85$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται					

**Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (GEO)****Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (GEO)**

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 3.10	25.84	6.44	0.000	2.067
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	2.50- 3.10	-8.47	0.00	1.950	2.900
Βάρος τοίχου	W		0.00	46.97	0.500	2.173
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	11.37	-0.126	1.338

**Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (GEO)** (EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)**Ελεγχος περίπτωσης με 1.00x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+0.00x(κινητά κορυφής)**

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M	
[kNm/m]								
14.13	Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 3.10	25.84	6.44	1.950	1.033	
68.11	Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	46.97	1.450	0.927	-
23.60	Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	11.37	2.076	1.762	-
77.58	Σύνολα=			64.78				-
Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων			= 64.78 kN/m					
Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο			= -77.58 kNm/m					
Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως			= -6.32 kNm/m					
Εκκεντρότητα $ec=-6.32/64.78=-0.098m$ , $ec \leq 2.200/6=0.367m$								
Τάσεις εδάφους $q1=0.022$ N/mm <sup>2</sup> $q2=0.037$ N/mm <sup>2</sup>								
Ενεργό θεμέλιο $L'=2.200-2 \times 0.098=2.005$ m (EC7 Παράρτημα D)								
Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd=L' \cdot qu_k/\gamma M=2.005 \times (1000 \times 0.30)/1.40=429.64$ kN/m								
Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd=64.78 < Rd=429.64$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται								

**Ελεγχος περίπτωσης με 1.00x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+1.30x(κινητά κορυφής)**

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M	
[kNm/m]								
14.13	Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 3.10	25.84	6.44	1.950	1.033	
68.11	Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	46.97	1.450	0.927	-
23.60	Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	11.37	2.076	1.762	-
77.58	Σύνολα=			64.78				-
Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων			= 64.78 kN/m					
Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο			= -77.58 kNm/m					
Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως			= -6.32 kNm/m					
Εκκεντρότητα $ec=-6.32/64.78=-0.098m$ , $ec \leq 2.200/6=0.367m$								
Τάσεις εδάφους $q1=0.022$ N/mm <sup>2</sup> $q2=0.037$ N/mm <sup>2</sup>								
Ενεργό θεμέλιο $L'=2.200-2 \times 0.098=2.005$ m (EC7 Παράρτημα D)								
Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd=L' \cdot qu_k/\gamma M=2.005 \times (1000 \times 0.30)/1.40=429.64$ kN/m								
Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd=64.78 < Rd=429.64$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται								

**Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (GEO)** (EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ( $x_0=0, y_0=0$ ) ( $x=1.950, y=3.100$  m)

Mo-	Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx	Fy	xo	yo	Mo+
[kNm/m]				[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[kNm/m]
12.56	Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 3.10	25.84	6.44	1.950	1.033	26.69
68.11	Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	46.97	1.450	0.927	0.00
23.60	Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	11.37	2.076	1.762	0.00
					Σύνολα=			26.69
<u>104.27</u>								

Σύνολο ροπών ανατροπής = 26.69 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 104.27 kNm/m

Έλεγχος σε ανατροπή  $Med=26.69 < Mrd=104.27$  kNm/m, Έλεγχος ικανοποιείται**Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (GEO)** (EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+	Fx-	Fy
			[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 3.10	25.84	0.00	6.44
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	2.50- 3.10	0.00	8.47	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	0.00	46.97
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	0.00	11.37
		Σύνολα=	25.84	8.47	64.78

Τριβή εδάφους  $Rd=Nd \cdot \tan\phi/\gamma M=64.78 \times \tan(35.00^\circ)/1.25=36.29$  kN/mΣυνεκτικότητα  $Rd=A \cdot cu/\gamma M=1000 \times 2.200 \times 0.010/1.25=17.60$  kN/m

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 25.84 kN/m

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης (8.47+36.29) = 44.76 kN/m

Έλεγχος σε ολίσθηση  $Hd=25.84 < Rd=44.76$  kN/m, Έλεγχος ικανοποιείται**Αντισεισμικός έλεγχος** (EC8 EN1998-1-1:2004)

Έλεγχοι ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)

**Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο**

Φορτίο		y1 - y2	Fx	Fy	x	y
			[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 3.10	19.16	6.04	0.000	2.067
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	2.50- 3.10	-11.29	0.00	1.950	2.900
Βάρος τοίχου	W		0.00	46.97	0.500	2.173
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	11.37	-0.126	1.338

**Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού**

Φορτίο		y1 - y2	Fx	Fy	x	y
			[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 3.10	11.13		0.000	2.067
Βάρος τοίχου	W		5.03	-2.54	0.500	2.173
Βάρος επίχωσης	Ws		1.22	-0.61	-0.126	1.338

**Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)** (EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx	Fy	xo	yo	M
[kNm/m]			[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	
19.51	Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 3.10	30.29	6.04	1.950	1.033
59.76	Βάρος τοίχου	W x1.00		5.03	49.51	1.450	0.927
20.18	Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.22	11.98	2.076	1.762
				Σύνολα=	67.53		-
<u>60.43</u>							

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 67.53 kN/m  
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -60.43 kNm/m  
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεων = 13.85 kNm/m  
 Έκκεντρότητα  $e_c=13.85/67.53=0.205\text{m}$ ,  $e_c \leq 2.200/6=0.367\text{m}$   
 Τάσεις εδάφους  $q_1=0.048\text{ N/mm}^2$   $q_2=0.014\text{ N/mm}^2$   
 Ενεργό θεμέλιο  $L'=2.200-2 \times 0.205=1.790\text{ m}$  (EC7 Παράρτημα D)  
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους  $R_d=L' \cdot q_{uk}/\gamma_M=1.790 \times (1000 \times 0.30)/1.00=537.00\text{ kN/m}$   
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους  $V_d=67.53 < R_d=537.00\text{ kN/m}$ , Έλεγχος ικανοποιείται

**Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)** (EC7 §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ( $x_0=0, y_0=0$ ) ( $x=1.950, y=3.100\text{ m}$ )

Mo-	Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx	Fy	xo	yo	Mo+
[kNm/m]				[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[kNm/m]
11.78	Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 3.10	30.29	6.04	1.950	1.033	31.29
68.11*	Βάρος τοίχου	W x1.00		5.03	49.51	1.450	0.927	8.35
23.60*	Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.22	11.98	2.076	1.762	3.42
								Σύνολα=
<b>103.49</b>								<b>43.06</b>

(\*οι ροπές αρνητικών κατακόρυφων φορτίων λόγω σεισμού προστίθενται στις ροπές ανατροπής)

Σύνολο ροπών ανατροπής = 43.06 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 103.49 kNm/m

Έλεγχος σε ανατροπή  $M_{ed}=43.06 < M_{rd}=103.49\text{ kNm/m}$ , Έλεγχος ικανοποιείται

**Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)** (EC7 §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+	Fx-	Fy
			[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 3.10	30.29	0.00	6.04
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	2.50- 3.10	0.00	11.29	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		5.03	0.00	44.43
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.22	0.00	10.76
			Σύνολα=	36.54	11.29

Τριβή εδάφους  $R_d=N_d \cdot \tan\phi/\gamma_M=61.23 \times \tan(35.00^\circ)/1.00=42.87\text{ kN/m}$

Συνεκτικότητα  $R_d=A \cdot c_u/\gamma_M=1000 \times 2.200 \times 0.010/1.00=22.00\text{ kN/m}$

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 36.54 kN/m

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης (11.29+42.87) = 54.16 kN/m

Έλεγχος σε ολίσθηση  $H_d=36.54 < R_d=54.16\text{ kN/m}$ , Έλεγχος ικανοποιείται

**Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου** (EC2 EN1992-1-1:2004)

**Φόρτιση 1.35x(μόνιμα δυσμενή)+1.00x(μόνιμα ευμενή)+1.50x(κινητά δυσμενή)**

Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου

y	h	Fx	Fy	M
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]
0.50	0.288	0.68	3.58	0.05
1.00	0.327	2.69	8.06	0.62
1.50	0.365	6.05	13.44	2.36
2.00	0.404	10.76	19.73	5.92
2.60	0.450	18.21	28.49	13.47

**Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη** (EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25-B500C, Επικάλυψη οπλισμού:  $C_{nom}=25\text{ mm}$  (§3, §4.4.1.1)

Κατακόρυφος οπλισμός ελάχιστος:  $0.26(f_{ctm}/f_{yk})d$ ,  $0.0013d$ ,  $0.0020A_c$ ,

μέγιστος:  $0.04A_c$  (EC2 §9.6.2)

y	Med	Ned	d	Kd	x/d	$\epsilon_c/\epsilon_s$	Ks	As	min vyzt.
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm <sup>2</sup> /m]	[cm <sup>2</sup> /m]
0.50	0.05	-3.58	258	38.34	0.01	0.2/20.0	2.30	0.00	( 2.88)
1.00	0.62	-8.06	297	22.80	0.01	0.3/20.0	2.31	0.00	( 3.27)
1.50	2.36	-13.44	335	15.96	0.02	0.4/20.0	2.31	0.00	( 3.65)
2.00	5.92	-19.73	374	12.25	0.03	0.5/20.0	2.32	0.12	( 4.86)
2.60	13.47	-28.49	420	9.63	0.03	0.7/20.0	2.32	0.40	( 5.46)

**Φόρτιση 1.00x(μόνιμα δυσμενή)+1.00x(μόνιμα ευμενή)+0.30x(κινητά)+1.00x(σεισμός)**

Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου (με σεισμό)

y [m]	h [m]	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]
0.50	0.288	1.15	3.58	0.16
1.00	0.327	3.92	8.06	1.19
1.50	0.365	8.32	13.44	3.86
2.00	0.404	14.35	19.73	8.97
2.60	0.450	23.76	28.49	19.43

**Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό) (EC2 §9.6, §6.1)**

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: C<sub>nom</sub>=25 mm (§3, §4.4.1.1)

Κατακόρυφος οπλισμός ελάχιστος: 0.26(f<sub>ctm</sub>/f<sub>yk</sub>)d, 0.0013d, 0.0020A<sub>c</sub>,

μέγιστος: 0.04A<sub>c</sub> (EC2 §9.6.2)

y [m]	Med [kN/m]	Ned [kN]	d [mm]	Kd	x/d	ε <sub>c</sub> /ε <sub>s</sub>	Ks	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	min v <sub>yzt.</sub> [cm <sup>2</sup> /m]
0.50	0.16	-3.58	258	34.16	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	( 2.88)
1.00	1.19	-8.06	297	19.75	0.02	0.3/20.0	2.31	0.00	( 3.27)
1.50	3.86	-13.44	335	13.80	0.02	0.5/20.0	2.32	0.10	( 4.36)
2.00	8.97	-19.73	374	10.63	0.03	0.6/20.0	2.32	0.31	( 4.86)
2.60	19.43	-28.49	420	8.40	0.04	0.8/20.0	2.33	0.73	( 5.46)

**Οπλισμοί Κορμού τοίχου**

Οπλισμοί εσωτερικής παρειάς τοίχου Ø10/14.0 ( 5.61cm<sup>2</sup>/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/30.0 ( 1.68cm<sup>2</sup>/m)

Οπλισμός εξωτερικής παρειάς τοίχου Ø10/17.0 ( 4.62cm<sup>2</sup>/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/30.0 ( 1.68cm<sup>2</sup>/m)

**Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου (EC2 §8.4)**

Βασικό μήκος αγκύρωσης (EC2 Εξ.8.3)

l<sub>b</sub>, r<sub>qd</sub>=(Ø/4) (σ<sub>sd</sub>/f<sub>bd</sub>)=(10/4)x(57/1.34)=106mm

σ<sub>sd</sub>=435.00x73/561=57MPa f<sub>bd</sub>=2.25x0.70xf<sub>ctd</sub>=1.34 MPa (EC2 §8.4.2)

Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης l<sub>bd</sub>=1.00x106=106mm, C<sub>nom</sub>=25mm<3x10=30mm(=(3Z)  
(EC2 §8.4.4, T.8.2)

Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης l<sub>b</sub>, min=max(0.30l<sub>brqd</sub>, 10Ø, 100mm)=100mm

Απαραίτητο άγκιστρο 100mm στο κάτω άκρο των ράβδων οπλισμού

**Έλεγχος κορμού σε διάτμηση (EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)**

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: C<sub>nom</sub>=25 mm (§3, §4.4.1.1)

Η κατανομή του φορτίου ώθησης είναι γραμμική, άρα η μεταβολή της διατμητικής δύναμης είναι παραβολική. Η μεταβολή της διατομής του κορμού είναι γραμμική.

Αρα η δυσμενέστερη θέση για έλεγχο διάτμησης είναι στο κάτω μέρος του κορμού.

V<sub>ed</sub>=13.00 kN/m, V<sub>ed</sub> (+σεισμικός)=17.17 kN/m, N<sub>ed</sub>=-22.36 kN/m

**Αντοχή τέμνουσα χωρίς οπλισμό διάτμησης V<sub>rdc</sub> (EC2 §6.2.2)**

V<sub>rdc</sub>=[C<sub>rdc</sub>·k·(100ρ<sub>1</sub>·f<sub>ck</sub>)<sup>0.33</sup>+k<sub>1</sub>·σ<sub>cp</sub>]·b<sub>w</sub>·d (EC2 Εξ.6.2.a)

V<sub>rdc</sub>>=(v<sub>min</sub>+k<sub>1</sub>·σ<sub>cp</sub>)·b<sub>w</sub>·d (EC2 Εξ.6.2.b)

C<sub>rdc</sub>=0.18/γ<sub>c</sub>=0.18/1.50=0.120, f<sub>ck</sub>=20MPa, b<sub>w</sub>=1000mm, d=420mm

k=1+(200/d)<sup>1/4</sup><=2, k=1.69, k<sub>1</sub>=0.15

ρ<sub>1</sub>=A<sub>s1</sub>/(b<sub>w</sub>·d)=561/(1000x420)=0.0013

σ<sub>cp</sub>=N<sub>ed</sub>/A<sub>c</sub>=1000x22.36/450000=0.05N/mm<sup>2</sup>

v<sub>min</sub>=0.0350·k<sup>1.50</sup>·f<sub>ck</sub><sup>1/2</sup> = 0.34N/mm<sup>2</sup>, (EC2 Εξ.6.3N)

V<sub>rd, c</sub>(min)=0.001x(0.34+0.15x0.05)x1000x420=145.95kN/m

V<sub>rdc</sub>=0.001x[0.120x1.69x(0.13x20)<sup>0.33</sup>+0.15x0.05]x1000x420=120.27,

V<sub>rdc</sub>=145.95kN/m

V<sub>ed</sub>=17.17 kN/m <= V<sub>rdc</sub>=145.95 kN/m, διάτμηση OK



### Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί (EC2 EN1992-1-1:2004)

#### Ελεγχος τμήματος μπροστά x=1.950 m το x=0.450 m

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 86.91 kN/m  
Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = -17.40 kNm/m  
 $q_1 = 0.018 \text{ N/mm}^2$ ,  $q_2 = 0.047 \text{ N/mm}^2$ ,  $w = 1.500 \text{ m}$   
πίεση από ίδιο βάρος  $q_3 = 0.013 \text{ N/mm}^2$   
 $M = 16.58 \text{ kNm/m}$ ,  $V = 29.46 \text{ kN/m}$   
 $V$  σε απόσταση  $h = 425 \text{ mm}$  από παρειά = 16.76 kN/m  
 $Med = 16.58 \text{ kNm/m}$ ,  $Ved = 16.76 \text{ kN/m}$

#### Ελεγχος τμήματος μπροστά x=1.950 m το x=0.450 m (με σεισμό)

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 67.53 kN/m  
Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 13.85 kNm/m  
 $q_1 = 0.048 \text{ N/mm}^2$ ,  $q_2 = 0.024 \text{ N/mm}^2$ ,  $w = 1.500 \text{ m}$   
πίεση από ίδιο βάρος  $q_3 = 0.013 \text{ N/mm}^2$   
 $M = 30.74 \text{ kNm/m}$ ,  $V = 34.74 \text{ kN/m}$   
 $V$  σε απόσταση  $h = 425 \text{ mm}$  από παρειά = 28.62 kN/m  
 $Med = 30.74 \text{ kNm/m}$ ,  $Ved = 28.62 \text{ kN/m}$

#### Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης (EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25-B500C, Επικάλυψη οπλισμού:  $C_{nom} = 75 \text{ mm}$  (§3, §4.4.1.1)  
 $Med = 30.74 \text{ kNm/m}$ ,  $d = 419 \text{ mm}$ ,  $Kd = 7.56$   $x/d = 0.04$   $\epsilon_2/\epsilon_{s1} = -0.9/20.0$   $k_s = 2.33$ ,  
 $A_s = 1.71 \text{ cm}^2/\text{m}$   
Ελάχιστος οπλισμός  $A_s \geq 0.0013bd$  ( $A_s = 5.45 \text{ cm}^2/\text{m}$ ) (EC2 §9.3.1)  
Ελάχιστος οπλισμός  $\emptyset 12/20.5$  ( $5.51 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

#### Οπλισμοί πεδίου τοίχου

Οπλισμός πεδίου κάτω  $\emptyset 12/20.5$  ( $5.51 \text{ cm}^2/\text{m}$ )  
Δευτερεύων εγκάρσιος οπλισμός  $\emptyset 12/40.0$  ( $2.82 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

#### Αγκύρωση οπλισμού πεδίου τοίχου (EC2 §9.8.2.2, §8.4)

$x = h/2 = 0.175 \text{ m}$ ,  $R = 1000 \times 0.048 \times 0.175 = 8.40 \text{ kN/m}$   
 $e = 0.15b = 0.067 \text{ m}$   $z_e = 1.480 \text{ m}$ ,  $z_i = 0.900d = 0.377 \text{ m}$   
 $F_s = R \cdot z_e / z_i = 8.40 \times 1.480 / 0.377 = 32.97 \text{ kN/m}$   
 $\sigma_{sd} = F_s / A_s = 1000 \times 32.97 / 551 = 60 \text{ MPa}$   
Βασικό μήκος αγκύρωσης (EC2 Εξ.8.3)  
 $l_{b, reqd} = (\emptyset/4) (\sigma_{sd} / f_{bd}) = (12/4) \times (60 / 1.91) = 94 \text{ mm}$   
 $f_{bd} = 2.25 \times 1.00 \times f_{ctd} = 1.91 \text{ MPa}$  (EC2 §8.4.2)  
Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης (EC2 §8.4.4, T.8.2)  
 $l_{bd} = 0.70 \times 94 = 66 \text{ mm}$ ,  $C_{nom} = 75 \text{ mm} > 3 \times 12 = 36 \text{ mm} = (3\emptyset)$   
Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης  $l_{b, min} = \max(0.301 l_{b, reqd}, 10\emptyset, 100 \text{ mm}) = 120 \text{ mm}$   
Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης διαμήκους οπλισμού  $L_{bd} = 120 \text{ mm} = 0.120 \text{ m}$   
 $l_{bd} = 120 \text{ mm} > (x - C_{nom}) = 100.00$   
Απαραίτητα άγκιστρα 60mm στα τέρματα των ράβδων οπλισμού

#### Ελεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση (EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25-B500C, Επικάλυψη οπλισμού:  $C_{nom} = 75 \text{ mm}$  (§3, §4.4.1.1)

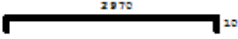
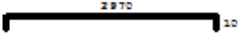
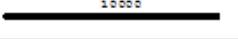
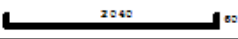
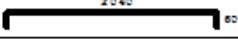
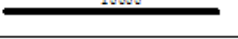
#### Αντοχή διάτρησης χωρίς οπλισμό διάτμησης $V_{rdc}$ (EC2 §6.4.4)

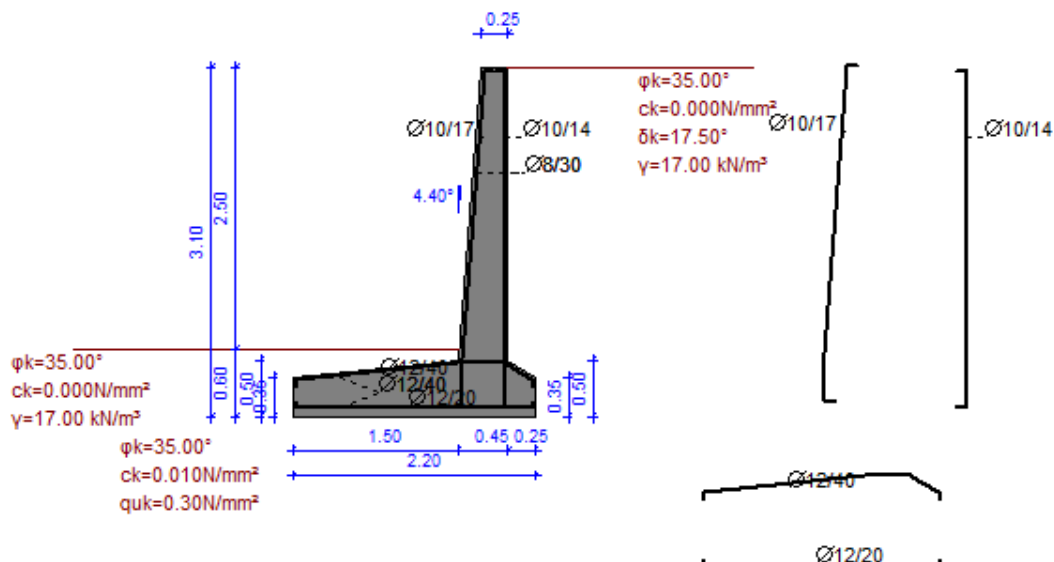
$V_{rdc} = [C_{rdc} \cdot k \cdot (100 \rho_1 \cdot f_{ck})^{0.33} \cdot (2d/a)] \cdot b_w \cdot d$  (EC2 Εξ.6.50)  
 $V_{rdc} \geq [v_{min} \cdot 2d/a] \cdot b_w \cdot d$ ,  $d = d_m = 377 \text{ mm}$ ,  $a = 419 \text{ mm}$   
 $C_{rdc} = 0.18/\gamma_c = 0.18/1.50 = 0.120$ ,  $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$ ,  $b_w = 1000 \text{ mm}$ ,  $d = 377 \text{ mm}$   
 $k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$ ,  $k = 1.73$   
 $\rho_1 = A_s / (b_w \cdot d) = 551 / (1000 \times 377) = 0.0015$   
 $v_{min} = 0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.36 \text{ N/mm}^2$ , (EC2 Εξ.6.3N)  
 $V_{rd, c}(\min) = 0.001 \times (0.36 \times 2 \times 377 / 419) \times 1000 \times 377 = 244.36 \text{ kN/m}$   
 $V_{rdc} = 0.001 \times [0.120 \times 1.73 \times (0.15 \times 20)^{0.33} \times 2 \times 377 / 419] \times 1000 \times 377 = 203.23$   
 $V_{rdc} = 244.36 \text{ kN/m}$   
 $Ved = 28.62 \text{ kN/m} \leq V_{rdc} = 244.36 \text{ kN/m}$ , διάτμηση και διάτρηση OK

#### Προμέτρηση υλικών

Σκυρόδεμα ανά μέτρο μήκους τοίχου 1.879 m<sup>3</sup>/m  
Οπλισμός ανά μέτρο μήκους τοίχου 56.401 kg/m  
Συνολικά σκυρόδεμα τοίχου 10.000x 1.879 = 18.788 m<sup>3</sup>  
Συνολικός οπλισμός τοίχου 10.000x 56.401 = 564.010 kg

### Κατάλογος οπλισμού

α/α	Δομικό Στοιχ.	ειδ.	οπλισμός [mm]	τεμμ.	∅	g/m [kg/m]	μήκος [m]	βάρος [kg]
1	Γ. ANT-001	(W1)	100  100	71	10	0.617	3.170	138.87
2	Γ. ANT-001	(W4)	100  100	59	10	0.617	3.170	115.40
3	Γ. ANT-001	(W9)	 10000	20	8	0.395	10.000	79.00
4	Γ. ANT-001	(W7)	80  80	49	12	0.888	2.160	93.99
5	Γ. ANT-001	(W8)	80  80	25	12	0.888	2.160	47.95
6	Γ. ANT-001	(W10)	 10000	10	12	0.888	10.000	88.80
Ολικό βάρος [kg]								564.01



## Τοίχος Αντιστηριξης C25/30(T. ANT-001)

### Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί

#### **Διαστάσεις**

Ολικό ύψος τοίχου	h= 3.100 m
Μήκος τοίχου	L=10.000 m
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	B1= 0.250 m
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	B2= 0.450 m
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	B= 2.200 m
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά	1.500 m
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω	0.250 m
Ύψος κορμού τοίχου	ho= 2.600 m
Ύψος βάσης τοίχου	0.500 m
Ύψος βάσης τοίχου μπροστά	0.350 m
Ύψος βάσης τοίχου πίσω	0.350 m
Γωνία εμπρός παρειάς με κατακόρ	4.399° (1:13.0)
Γωνία πίσω παρειάς με κατακόρυφ	0.000° (0:1)

#### **Βάρος τοίχου**

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου	$\gamma_g=25.000 \text{ kN/m}^3$
Εμβαδόν διατομής τοίχου	A= 1.879 m <sup>2</sup>
Ιδίο βάρος τοίχου ανά μέτρο	W= 1.879x25.000= 46.97 kN/m
Κέντρο βάρους τοίχου	x=0.500 m, y=2.173 m (xo=1.450 m, yo=0.927 m)

#### **Υλικά τοίχου**

Ανωδομή : Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C (EN1992-1-1, §3)
: Επικάλυψη οπλισμού: C <sub>nom</sub> =25 mm (EN1992-1-1, §4.4.1)
Θεμέλιο : Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
: Επικάλυψη οπλισμού: C <sub>nom</sub> =75 mm

#### **Βάρος επίχωσης**

Ιδίο βάρος επίχωσης ανά μέτρο	W <sub>s</sub> =11.37 kN/m
Κέντρο βάρους επίχωσης	x=-0.126 m, y=1.338 m

### Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες (EC7 Πιν. Α.1-Α.4, Οριακή κατάσταση Ισοροπίας (EQU), Δομικού τύπου (STR), Γεωτεχνικού τύπου (GEO) (Σεισμός))

Δράση	Μόνιμη Δυσμενής	Μόνιμη Ευνοϊκή	Μεταβλητή Δυσμενής	Μεταβλητή Ευνοϊκή	γCdst:	γGstb:	γQdst:	γQstb:		
					1.10	1.35	1.00	1.00		
					0.90	1.00	1.00	1.00		
					1.50	1.50	1.30	1.00		
					0.00	0.00	0.00	0.00		
Εδαφικές ιδιότητες	Γωνία διατμητικής αντοχής	Συνοχή c	Διατμητική αντοχή c <sub>u</sub>	θλιπτική αντοχή q <sub>u</sub>	Βάρος	γφ:	γc:	γc <sub>u</sub> :	γq <sub>u</sub> :	γw:
						1.25	1.00	1.25	1.25	1.00
						1.25	1.00	1.25	1.25	1.00
						1.40	1.00	1.40	1.40	1.00
						1.40	1.00	1.40	1.40	1.00
						1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

#### **Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης**

θλιπτική αντοχή εδάφους στη βάση	q <sub>u</sub> =0.30 N/mm <sup>2</sup>
Γωνία τριβής εδάφους στη βάση	φ=35.00°, συντελεστής τριβής tan(φ)=0.700
Συντελεστής συνεκτικότητας στη βάση	c=0.010 N/mm <sup>2</sup>

#### **Σεισμικοί συντελεστές** (EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2)

Ανηγμένη σεισμική επιτάχυνση εδάφους	g <sub>h</sub> =ax <sub>g</sub> , a=0.16 (EC8-5 §7.3.2)
Συντ. θεμελίωσης	S=1.00 (EC8 §3.2.2.2)
Συντ. σπουδαιότητας κτιρίου	γ <sub>I</sub> =1.00 (EC8 §3.2.1, T.4.3)
Μειωτικός συντελεστής συμπεριφοράς	r=1.50 (EC8-5 Πίνακας 7.1)
Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής	kh=1.00x0.16x1.00/1.500=0.107
Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής	kn=0.50x0.107=0.054 (EC8-5 Εξ.7.2)

#### **Σεισμικές δυνάμεις (εκτός δυνάμεων λόγω ώθησης γαιών)**

Οριζόντια δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους	F <sub>wx</sub> = 46.97x0.107= 5.03 kN/m
Κατακόρυφη δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους	F <sub>wy</sub> = 46.97x0.054= 2.54 kN/m
Οριζόντια δύναμη σεισμού επίχωσης	F <sub>wsx</sub> = 11.37x0.107= 1.22 kN/m
Κατακόρυφη δύναμη σεισμού επίχωσης	F <sub>wsy</sub> = 11.37x0.054= 0.61 kN/m

### Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)

#### Τμήμα τοίχου από Y=0.000 m έως Y=3.100 m, Hs=3.100 m

Ανω Σημείο A x= 0.000 m y= 0.000 m

Κάτω Σημείο B x= 0.000 m y= 3.100 m

#### **Ιδιότητες εδάφους**

Τύπος εδάφους : Άμμος συνεκτική

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους  $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους  $\gamma_s = 20.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος νερού  $\gamma_w = 10.00 \text{ kN/m}^3$

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους  $\phi = 35.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους  $c = 0.000 \text{ N/mm}^2$

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια  $\beta = 0.00^\circ$

Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο  $\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους  $\delta = 17.50^\circ$

#### **Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb**

EQU STR GEO  
Γωνία επιπέδου ολίσθησης  $\rho = 45^\circ + \phi/2 = 59.00$  62.50 59.00°

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης  $K_a = 0.326$  0.246 0.326

Ωθηση γαιών καθ ύψος  $q(y) = q_A + \gamma \cdot y \cdot K_a$

#### **Μόνιμες δράσεις**

	EQU	STR	GEO
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ( $y=y_A$ )	$q_A = 0.00$	0.00	0.00 kN/m <sup>2</sup>
Ωθηση (πίεση) στην βάση ( $y=y_A + 3.10\text{m}$ )	$q_B = 17.18$	12.96	17.18 kN/m <sup>2</sup>
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$	$P_a = 26.63$	20.09	26.63 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 14.00$	17.50	14.00 °
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax} = 25.84$	19.16	25.84 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay} = 6.44$	6.04	6.44 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο (x=0, y=0)	$M = -53.41$	-39.60	-53.41 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών x= 0.000 m, y= 2.067 m			

### Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B (x=0.000 m, y=3.100 m)

#### **Μόνιμες δράσεις**

	EQU	STR	GEO
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} =$	25.84	19.16	25.84 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy} =$	6.44	6.04	6.44 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s =$	26.69	19.79	26.69 kNm/m

#### **Σεισμικές δυνάμεις** (EC8 EN1998-1-1:2004, §7.3.2, Παράρτημα E)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής  $k_h = 1.00 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.107$

Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής  $k_v = 0.50 \times 0.107 = 0.054$  (EC8 Εξ.7.2)

Εδαφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8 Παράρτημα Ε.5)

$\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.107 / (1 - 0.054) = 0.113$ ,  $\omega = 6.45^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης,  $K_e^* = 0.389$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης  $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0.389 / 0.246 - 1) = 0.581$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις)  $F_x = 1.581 \times 19.16 = 30.29 \text{ kN/m}$

### Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)

#### Τμήμα τοίχου από Y=2.500 m έως Y=3.100 m, Hs=0.600 m

Ανω Σημείο A x= 1.950 m y= 2.500 m

Κάτω Σημείο B x= 1.950 m y= 3.100 m

#### **Ιδιότητες εδάφους**

Τύπος εδάφους : Άμμος συνεκτική

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους  $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους  $\gamma_s = 20.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος νερού  $\gamma_w = 10.00 \text{ kN/m}^3$

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους  $\phi = 35.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους  $c = 0.000 \text{ N/mm}^2$

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια  $\beta = 0.00^\circ$

Ωθηση σε κατακόρυφο επιφάνεια  $\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους  $\delta = 0.00^\circ$

**Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb**

EQU    STR    GEO

Γωνία επιπέδου ολίσθησης  $\rho=45^\circ-\varphi/2=$  31.00 27.50 31.00°  
 Συντελεστής παθητικής ώθησης  $K_p =$  2.770 3.690 2.770  
 Ωθηση γαιών καθ ύψος  $q(\gamma)=q_A+\gamma \cdot \gamma \cdot K_p$

**Μόνιμες δράσεις**

	EQU	STR	GEO
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ( $\gamma=\gamma_A$ )	$q_A=$ 0.00	0.00	0.00 kN/m <sup>2</sup>
Ωθηση (πίεση) στην βάση ( $\gamma=\gamma_A+ 0.60m$ )	$q_B=-$ 28.25	-37.64	-28.25 kN/m <sup>2</sup>
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a= \frac{1}{2}(q_A+q_B)H$	$P_p=$ 8.47	11.29	8.47 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha =$ 0.00	0.00	0.00 °
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{px}=$ -8.47	-11.29	-8.47 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{py}=$ 0.00	0.00	0.00 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο (x=0,y=0)	$M =$ 24.56	32.74	24.56 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών x= 1.950 m, y= 2.900 m			

**Σύνολα δυνάμεων και ροπών**

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B (x=1.950 m, y=3.100 m)

**Μόνιμες δράσεις**

	EQU	STR	GEO
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών	$F_{sx}=$ -8.47	-11.29	-8.47 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών	$F_{sy}=$ 0.00	0.00	0.00 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών	$M_s =$ -1.69	-2.26	-1.69 kNm/m

**Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)****Δυνάμεις (ενέργειες και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (EQU)**

Φορτίο		y1 - y2	F <sub>x</sub> [kN/m]	F <sub>y</sub> [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	P <sub>a</sub>	0.00- 3.10	25.84	6.44	0.000	2.067
Παθητική ώθηση γαιών	P <sub>p</sub>	2.50- 3.10	-8.47	0.00	1.950	2.900
Βάρος τοίχου	W		0.00	46.97	0.500	2.173
Βάρος επίχωσης	W <sub>s</sub>		0.00	11.37	-0.126	1.338

**Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU) (EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)****Ελεγχος περίπτωσης με 0.90x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+0.00x(κινητά κορυφής)**

	Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	F <sub>x</sub> [kN/m]	F <sub>y</sub> [kN/m]	x <sub>0</sub> [m]	y <sub>0</sub> [m]	M
[kNm/m]	Ενεργητική ώθηση γαιών	P <sub>a</sub> x1.10	0.00- 3.10	28.42	7.08	1.950	1.033	
15.54	Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	42.27	1.450	0.927	-
61.30	Βάρος επίχωσης	W <sub>s</sub> x0.90		0.00	10.23	2.076	1.762	-
21.24				Σύνολα=	59.58			-
<u>67.00</u>								

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 59.58 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -67.00 kNm/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = -1.46 kNm/m

Εκκεντρότητα  $e_c=-1.46/59.58=-0.025m$ ,  $e_c \leq 2.200/6=0.367m$

Τάσεις εδάφους  $q_1=0.025$  N/mm<sup>2</sup>  $q_2=0.029$  N/mm<sup>2</sup>

Ενεργό θεμέλιο  $L'=2.200-2x0.025= 2.151$  m (EC7 Παράρτημα D)

Φέρουσα ικανότητα εδάφους  $R_d=L' \cdot q_{uk}/\gamma_M=2.151x(1000x0.30)/1.40= 460.93$  kN/m

Φέρουσα ικανότητα εδάφους  $V_d=59.58 < R_d=460.93$  kN/m, Έλεγχος ικανοποιείται

**Ελεγχος περίπτωσης με 1.10x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+1.50x(κινητά κορυφής)**

	Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	F <sub>x</sub> [kN/m]	F <sub>y</sub> [kN/m]	x <sub>0</sub> [m]	y <sub>0</sub> [m]	M
[kNm/m]	Ενεργητική ώθηση γαιών	P <sub>a</sub> x1.10	0.00- 3.10	28.42	7.08	1.950	1.033	
15.54	Βάρος τοίχου	W x1.10		0.00	51.67	1.450	0.927	-
74.92	Βάρος επίχωσης	W <sub>s</sub> x1.10		0.00	12.51	2.076	1.762	-
25.96				Σύνολα=	71.26			-
<u>85.34</u>								

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 71.26 kN/m  
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -85.34 kNm/m  
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = -6.95 kNm/m  
 Εκκεντρότητα  $e_c = -6.95/71.26 = -0.098\text{m}$ ,  $e_c \leq 2.200/6 = 0.367\text{m}$   
 Τάσεις εδάφους  $q_1 = 0.024 \text{ N/mm}^2$   $q_2 = 0.041 \text{ N/mm}^2$   
 Ενεργό θεμέλιο  $L' = 2.200 - 2 \times 0.098 = 2.005 \text{ m}$  (EC7 Παράρτημα D)  
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους  $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 2.005 \times (1000 \times 0.30) / 1.40 = 429.64 \text{ kN/m}$   
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους  $V_d = 71.26 < R_d = 429.64 \text{ kN/m}$ , Έλεγχος ικανοποιείται

**Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)** (EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ( $x_0=0, y_0=0$ ) ( $x=1.950, y=3.100 \text{ m}$ )

Mo-	Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx	Fy	xo	yo	Mo+
[kNm/m]				[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[kNm/m]
	Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 3.10	28.42	7.08	1.950	1.033	29.36
13.82	Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	42.27	1.450	0.927	0.00
61.30	Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	10.23	2.076	1.762	0.00
21.24								
					Σύνολα=			29.36
96.36								

Σύνολο ροπών ανατροπής = 29.36 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 96.36 kNm/m

Έλεγχος σε ανατροπή  $M_{ed} = 29.36 < M_{rd} = 96.36 \text{ kNm/m}$ , Έλεγχος ικανοποιείται

**Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)** (EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+	Fx-	Fy
			[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 3.10	28.42	0.00	7.08
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx0.90	2.50- 3.10	0.00	7.62	0.00
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	0.00	42.27
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	0.00	10.23
		Σύνολα=	28.42	7.62	59.58

Τριβή εδάφους  $R_d = N_d \cdot \tan\phi / \gamma_M = 59.58 \times \tan(35.00^\circ) / 1.25 = 33.37 \text{ kN/m}$

Συνεκτικότητα  $R_d = A \cdot c_u / \gamma_M = 1000 \times 2.200 \times 0.010 / 1.25 = 17.60 \text{ kN/m}$

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται) (EC7 §6.5.3.)

10)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 28.42 kN/m

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης (7.62+33.37) = 40.99 kN/m

Έλεγχος σε ολίσθηση  $H_d = 28.42 < R_d = 40.99 \text{ kN/m}$ , Έλεγχος ικανοποιείται

**Έλεγχοι ευστάθειας τοίχου (STR)**

**Δυνάμεις (ενέργειες και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR)**

Φορτίο		y1 - y2	Fx	Fy	x	y
			[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 3.10	19.16	6.04	0.000	2.067
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	2.50- 3.10	-11.29	0.00	1.950	2.900
Βάρος τοίχου	W		0.00	46.97	0.500	2.173
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	11.37	-0.126	1.338

**Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR)** (EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

**Έλεγχος περίπτωσης με 1.00x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+0.00x(κινητά κορυφής)**

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx	Fy	xo	yo	M
[kNm/m]			[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 3.10	25.87	8.15	1.950	1.033	
10.81	Βάρος τοίχου	W x1.00	0.00	46.97	1.450	0.927	-
68.11	Βάρος επίχωσης	Wsx1.00	0.00	11.37	2.076	1.762	-
23.60							
				Σύνολα=	66.49		-
80.90							

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 66.49 kN/m  
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -80.90 kNm/m  
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = -7.76 kNm/m  
 Εκκεντρότητα  $ec = -7.76/66.49 = -0.117m$ ,  $ec \leq 2.200/6 = 0.367m$   
 Τάσεις εδάφους  $q_1 = 0.021 \text{ N/mm}^2$   $q_2 = 0.040 \text{ N/mm}^2$   
 Ενεργό θεμέλιο  $L' = 2.200 - 2 \times 0.117 = 1.967 \text{ m}$  (EC7 Παράρτημα D)  
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους  $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 1.967 \times (1000 \times 0.30) / 1.00 = 590.10 \text{ kN/m}$   
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους  $V_d = 66.49 < R_d = 590.10 \text{ kN/m}$ , Έλεγχος ικανοποιείται

**Έλεγχος περίπτωσης με 1.35x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+1.50x(κινητά κορυφής)**

	Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M
[kNm/m]								
10.81	Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 3.10	25.87	8.15	1.950	1.033	
91.95	Βάρος τοίχου	W x1.35		0.00	63.41	1.450	0.927	-
31.86	Βάρος επίχωσης	Wsx1.35		0.00	15.35	2.076	1.762	-
				Σύνολα=	86.91			-

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 86.91 kN/m  
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -113.00 kNm/m  
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = -17.40 kNm/m  
 Εκκεντρότητα  $ec = -17.40/86.91 = -0.200m$ ,  $ec \leq 2.200/6 = 0.367m$   
 Τάσεις εδάφους  $q_1 = 0.018 \text{ N/mm}^2$   $q_2 = 0.061 \text{ N/mm}^2$   
 Ενεργό θεμέλιο  $L' = 2.200 - 2 \times 0.200 = 1.800 \text{ m}$  (EC7 Παράρτημα D)  
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους  $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 1.800 \times (1000 \times 0.30) / 1.00 = 540.00 \text{ kN/m}$   
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους  $V_d = 86.91 < R_d = 540.00 \text{ kN/m}$ , Έλεγχος ικανοποιείται

**Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR)** (EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ( $x_o=0, y_o=0$ ) ( $x=1.950, y=3.100 \text{ m}$ )

	Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo-
[kNm/m]								
15.90	Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 3.10	25.87	8.15	1.950	1.033	26.72
68.11	Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	46.97	1.450	0.927	0.00
23.60	Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	11.37	2.076	1.762	0.00
					Σύνολα=			26.72

Σύνολο ροπών ανατροπής = 26.72 kNm/m  
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 107.61 kNm/m  
 Έλεγχος σε ανατροπή  $Med = 26.72 < Mrd = 107.61 \text{ kNm/m}$ , Έλεγχος ικανοποιείται

**Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR)** (EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

	Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]	
	Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 3.10	25.87	0.00	8.15	
	Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	2.50- 3.10	0.00	11.29	0.00	
	Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	0.00	46.97	
	Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	0.00	11.37	
				Σύνολα=	25.87	11.29	66.49

Τριβή εδάφους  $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma_M = 66.49 \times \tan(35.00^\circ) / 1.00 = 46.56 \text{ kN/m}$   
 Συνεκτικότητα  $R_d = A \cdot c_u / \gamma_M = 1000 \times 2.200 \times 0.010 / 1.00 = 22.00 \text{ kN/m}$

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)  
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 25.87 kN/m  
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης (11.29+46.56) = 57.85 kN/m  
 Έλεγχος σε ολίσθηση  $H_d = 25.87 < R_d = 57.85 \text{ kN/m}$ , Έλεγχος ικανοποιείται

**Έλεγχοι ευστάθειας τοίχου (GEO)**

**Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (GEO)**

	Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
	Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 3.10	25.84	6.44	0.000	2.067
	Παθητική ώθηση γαιών	Pp	2.50- 3.10	-8.47	0.00	1.950	2.900
	Βάρος τοίχου	W		0.00	46.97	0.500	2.173
	Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	11.37	-0.126	1.338

**Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (GEO)** (EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)**Έλεγχος περίπτωσης με 1.00x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+0.00x(κινητά κορυφής)**

	Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M
[kNm/m]								
14.13	Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 3.10	25.84	6.44	1.950	1.033	
68.11	Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	46.97	1.450	0.927	-
23.60	Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	11.37	2.076	1.762	-
<u>77.58</u>				Σύνολα=	64.78			-
	Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων =			64.78 kN/m				
	Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο =			-77.58 kNm/m				
	Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως =			-6.32 kNm/m				
	Εκκεντρότητα $ec = -6.32/64.78 = -0.098m$ , $ec \leq 2.200/6 = 0.367m$							
	Τάσεις εδάφους $q1 = 0.022 N/mm^2$ $q2 = 0.037 N/mm^2$							
	Ενεργό θεμέλιο $L' = 2.200 - 2 \times 0.098 = 2.005 m$ (EC7 Παράρτημα D)							
	Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd = L' \cdot qu_k / \gamma_M = 2.005 \times (1000 \times 0.30) / 1.40 = 429.64 kN/m$							
	Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd = 64.78 < Rd = 429.64 kN/m$ , Έλεγχος ικανοποιείται							

**Έλεγχος περίπτωσης με 1.00x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+1.30x(κινητά κορυφής)**

	Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M
[kNm/m]								
14.13	Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 3.10	25.84	6.44	1.950	1.033	
68.11	Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	46.97	1.450	0.927	-
23.60	Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	11.37	2.076	1.762	-
<u>77.58</u>				Σύνολα=	64.78			-
	Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων =			64.78 kN/m				
	Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο =			-77.58 kNm/m				
	Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως =			-6.32 kNm/m				
	Εκκεντρότητα $ec = -6.32/64.78 = -0.098m$ , $ec \leq 2.200/6 = 0.367m$							
	Τάσεις εδάφους $q1 = 0.022 N/mm^2$ $q2 = 0.037 N/mm^2$							
	Ενεργό θεμέλιο $L' = 2.200 - 2 \times 0.098 = 2.005 m$ (EC7 Παράρτημα D)							
	Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd = L' \cdot qu_k / \gamma_M = 2.005 \times (1000 \times 0.30) / 1.40 = 429.64 kN/m$							
	Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd = 64.78 < Rd = 429.64 kN/m$ , Έλεγχος ικανοποιείται							

**Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (GEO)** (EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ( $x_0=0, y_0=0$ ) ( $x=1.950, y=3.100 m$ )

	Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo-	Mo+
[kNm/m]									
12.56	Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 3.10	25.84	6.44	1.950	1.033	26.69	
68.11	Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	46.97	1.450	0.927	0.00	
23.60	Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	11.37	2.076	1.762	0.00	
<u>104.27</u>					Σύνολα=			26.69	
	Σύνολο ροπών ανατροπής =			26.69 kNm/m					
	Σύνολο ροπών ευστάθειας =			104.27 kNm/m					
	Έλεγχος σε ανατροπή $Med = 26.69 < Mrd = 104.27 kNm/m$ , Έλεγχος ικανοποιείται								



**Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (GEO)** (EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 3.10	25.84	0.00	6.44
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	2.50- 3.10	0.00	8.47	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	0.00	46.97
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	0.00	11.37
Σύνολα=			25.84	8.47	64.78
Τριβή εδάφους $Rd=Nd \cdot \tan\phi/\gamma M=$			$64.78 \times \tan(35.00^\circ)/1.25=$ 36.29 kN/m		
Συνεκτικότητα $Rd=A \cdot cu/\gamma M=$			$1000 \times 2.200 \times 0.010/1.25=$ 17.60 kN/m		
(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)					
Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης			= 25.84 kN/m		
Σύνολο δυνάμεων αντίστασης (8.47+36.29)			= 44.76 kN/m		
Έλεγχος σε ολίσθηση $Hd=25.84 < Rd=44.76$ kN/m, Έλεγχος ικανοποιείται					

**Αντισεισμικός έλεγχος** (EC8 EN1998-1-1:2004)**Έλεγχος ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)****Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο**

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 3.10	19.16	6.04	0.000	2.067
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	2.50- 3.10	-11.29	0.00	1.950	2.900
Βάρος τοίχου	W		0.00	46.97	0.500	2.173
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	11.37	-0.126	1.338

**Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού**

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 3.10	11.13		0.000	2.067
Βάρος τοίχου	W		5.03	-2.54	0.500	2.173
Βάρος επίχωσης	Ws		1.22	-0.61	-0.126	1.338

**Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)** (EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M
[kNm/m]							
19.51	Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 3.10	30.29	6.04	1.950	1.033
59.76	Βάρος τοίχου	W x1.00		5.03	49.51	1.450	0.927
20.18	Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.22	11.98	2.076	1.762
60.43	Σύνολα=			67.53			-

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 67.53 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -60.43 kNm/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 13.85 kNm/m

Εκκεντρότητα  $ec=13.85/67.53=0.205$  m,  $ec < 2.200/6=0.367$  mΤάσεις εδάφους  $q1=0.048$  N/mm<sup>2</sup>,  $q2=0.014$  N/mm<sup>2</sup>Ενεργό θεμέλιο  $L'=2.200-2 \times 0.205=$  1.790 m (EC7 Παράρτημα D)Φέρουσα ικανότητα εδάφους  $Rd=L' \cdot quk/\gamma M=1.790 \times (1000 \times 0.30)/1.00=$  537.00 kN/mΦέρουσα ικανότητα εδάφους  $Vd=67.53 < Rd=537.00$  kN/m, Έλεγχος ικανοποιείται**Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)** (EC7 §9.7.4)Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ( $xo=0, yo=0$ ) ( $x=1.950, y=3.100$  m)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+
Mo-							
[kNm/m]							
11.78	Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 3.10	30.29	6.04	1.950	1.033
68.11*	Βάρος τοίχου	W x1.00		5.03	49.51	1.450	0.927
23.60*	Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.22	11.98	2.076	1.762
103.49	Σύνολα=						43.06

(\*οι ροπές αρνητικών κατακόρυφων φορτίων λόγω σεισμού προστίθενται στις ροπές ανατροπής)

Σύνολο ροπών ανατροπής = 43.06 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 103.49 kNm/m

Ελεγχος σε ανατροπή  $M_{ed}=43.06 < M_{rd}=103.49 \text{ kNm/m}$ , Ελεγχος ικανοποιείται  
**Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)** (EC7 §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	$y_1 - y_2$	$F_{x+}$ [kN/m]	$F_{x-}$ [kN/m]	$F_y$ [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax}1.00$	0.00- 3.10	30.29	0.00	6.04
Παθητική ώθηση γαιών	$P_{px}1.00$	2.50- 3.10	0.00	11.29	0.00
Βάρος τοίχου	$W \times 1.00$		5.03	0.00	44.43
Βάρος επίχωσης	$W_{sx}1.00$		1.22	0.00	10.76
Σύνολοα=			36.54	11.29	61.23

Τριβή εδάφους  $R_d=N_d \cdot \tan\phi/\gamma M = 61.23 \times \tan(35.00^\circ)/1.00 = 42.87 \text{ kN/m}$

Συνεκτικότητα  $R_d=A \cdot c_u/\gamma M = 1000 \times 2.200 \times 0.010/1.00 = 22.00 \text{ kN/m}$

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 36.54 kN/m

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης (11.29+42.87) = 54.16 kN/m

Ελεγχος σε ολίσθηση  $H_d=36.54 < R_d=54.16 \text{ kN/m}$ , Ελεγχος ικανοποιείται

**Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου** (EC2 EN1992-1-1:2004)

**φόρτιση 1.35x(μόνιμα δυσμενή)+1.00x(μόνιμα ευμενή)+1.50x(κινητά δυσμενή)**

Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου

y [m]	h [m]	$F_x$ [kN/m]	$F_y$ [kN/m]	M [kNm/m]
0.50	0.288	0.68	3.58	0.05
1.00	0.327	2.69	8.06	0.62
1.50	0.365	6.05	13.44	2.36
2.00	0.404	10.76	19.73	5.92
2.60	0.450	18.21	28.49	13.47

**Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη** (EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού:  $c_{nom}=25 \text{ mm}$  (§3, §4.4.1.1)

Κατακόρυφος οπλισμός ελάχιστος:  $0.26(f_{ctm}/f_{yk})d$ ,  $0.0013d$ ,  $0.0020A_c$ ,

μέγιστος:  $0.04A_c$  (EC2 §9.6.2)

y [m]	$M_{ed}$ [kN/m]	$N_{ed}$ [kN]	d [mm]	$K_d$	x/d	$\epsilon_c/\epsilon_s$	$K_s$	$A_s$ [cm <sup>2</sup> /m]	min vyzt. [cm <sup>2</sup> /m]
0.50	0.05	-3.58	258	38.34	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	( 2.88)
1.00	0.62	-8.06	297	22.80	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	( 3.27)
1.50	2.36	-13.44	335	15.96	0.02	0.3/20.0	2.31	0.00	( 3.65)
2.00	5.92	-19.73	374	12.25	0.02	0.5/20.0	2.32	0.12	( 5.05)
2.60	13.47	-28.49	420	9.63	0.03	0.6/20.0	2.32	0.40	( 5.68)

**φόρτιση 1.00x(μόνιμα δυσμενή)+1.00x(μόνιμα ευμενή)+0.30x(κινητά)+1.00x(σεισμός)**

Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου (με σεισμό)

y [m]	h [m]	$F_x$ [kN/m]	$F_y$ [kN/m]	M [kNm/m]
0.50	0.288	1.15	3.58	0.16
1.00	0.327	3.92	8.06	1.19
1.50	0.365	8.32	13.44	3.86
2.00	0.404	14.35	19.73	8.97
2.60	0.450	23.76	28.49	19.43

**Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)** (EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού:  $c_{nom}=25 \text{ mm}$  (§3, §4.4.1.1)

Κατακόρυφος οπλισμός ελάχιστος:  $0.26(f_{ctm}/f_{yk})d$ ,  $0.0013d$ ,  $0.0020A_c$ ,

μέγιστος:  $0.04A_c$  (EC2 §9.6.2)

y [m]	$M_{ed}$ [kN/m]	$N_{ed}$ [kN]	d [mm]	$K_d$	x/d	$\epsilon_c/\epsilon_s$	$K_s$	$A_s$ [cm <sup>2</sup> /m]	min vyzt. [cm <sup>2</sup> /m]
0.50	0.16	-3.58	258	34.16	0.01	0.2/20.0	2.30	0.00	( 2.88)
1.00	1.19	-8.06	297	19.75	0.01	0.3/20.0	2.31	0.00	( 3.27)
1.50	3.86	-13.44	335	13.80	0.02	0.4/20.0	2.31	0.10	( 4.53)
2.00	8.97	-19.73	374	10.63	0.03	0.5/20.0	2.32	0.31	( 5.05)
2.60	19.43	-28.49	420	8.40	0.03	0.7/20.0	2.33	0.73	( 5.68)

### Οπλισμοί Κορμού τοίχου

Οπλισμοί εσωτερικής παρειάς τοίχου Ø10/13.5 ( 5.81cm<sup>2</sup>/m)  
Οπλισμός διανομής Ø 8/30.0 ( 1.68cm<sup>2</sup>/m)  
Οπλισμός εξωτερικής παρειάς τοίχου Ø10/17.0 ( 4.62cm<sup>2</sup>/m)  
Οπλισμός διανομής Ø 8/30.0 ( 1.68cm<sup>2</sup>/m)

### Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου (EC2 §8.4)

Βασικό μήκος αγκύρωσης (EC2 Εξ.8.3)

$l_b, r_{qd} = (\varnothing/4) \cdot (s_{sd}/f_{bd}) = (10/4) \cdot (55/1.61) = 85\text{mm}$

$s_{sd} = 435.00 \cdot 73/581 = 55\text{MPa}$   $f_{bd} = 2.25 \cdot 0.70 \cdot f_{ctd} = 1.61\text{ MPa}$  (EC2 §8.4.2)

Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης  $l_{bd} = 1.00 \cdot 85 = 85\text{mm}$ ,  $C_{nom} = 25\text{mm} < 3 \cdot 10 = 30\text{mm}$  (= (3Z)) (EC2 §8.4.4, T.8.2)

Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης  $l_{b, min} = \max(0.30 \cdot l_{br, qd}, 10\varnothing, 100\text{mm}) = 100\text{mm}$

Απαραίτητο άγκιστρο 100mm στο κάτω άκρο των ράβδων οπλισμού

### Έλεγχος κορμού σε διάτμηση (EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού:  $C_{nom} = 25\text{ mm}$  (§3, §4.4.1.1)

Η κατανομή του φορτίου ώθησης είναι γραμμική, άρα η μεταβολή της διατμητικής δύναμης είναι παραβολική. Η μεταβολή της διατομής του κορμού είναι γραμμική. Άρα η δυσμενέστερη θέση για έλεγχο διάτμησης είναι στο κάτω μέρος του κορμού.  
 $V_{ed} = 13.00\text{ kN/m}$ ,  $V_{ed}$  (+σεισμικός) = 17.17 kN/m,  $N_{ed} = -22.36\text{ kN/m}$

### Αντοχή τέμνουσα χωρίς οπλισμό διάτμησης $V_{rdc}$ (EC2 §6.2.2)

$V_{rdc} = [C_{rdc} \cdot k \cdot (100 \rho_l \cdot f_{ck})^{0.33} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$  (EC2 Εξ.6.2.a)

$V_{rdc} >= (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$  (EC2 Εξ.6.2.b)

$C_{rdc} = 0.18/\gamma_c = 0.18/1.50 = 0.120$ ,  $f_{ck} = 25\text{MPa}$ ,  $b_w = 1000\text{mm}$ ,  $d = 420\text{mm}$

$k = 1 + (200/d)^{1/4} \leq 2$ ,  $k = 1.69$ ,  $k_1 = 0.15$

$\rho_l = A_{s1}/(b_w \cdot d) = 581/(1000 \cdot 420) = 0.0014$

$\sigma_{cp} = N_{ed}/A_c = 1000 \cdot 22.36/450000 = 0.05\text{N/mm}^2$

$v_{min} = 0.0350 \cdot k^{1.5} \cdot f_{ck}^{0.5} = 0.38\text{N/mm}^2$ , (EC2 Εξ.6.3N)

$V_{rd, c}(min) = 0.001 \cdot (0.38 + 0.15 \cdot 0.05) \cdot 1000 \cdot 420 = 162.75\text{kN/m}$

$V_{rdc} = 0.001 \cdot [0.120 \cdot 1.69 \cdot (0.14 \cdot 25)^{0.33} + 0.15 \cdot 0.05] \cdot 1000 \cdot 420 = 132.47$ ,

$V_{rdc} = 162.75\text{kN/m}$

$V_{ed} = 17.17\text{ kN/m} \leq V_{rdc} = 162.75\text{ kN/m}$ , διάτμηση OK

### Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί (EC2 EN1992-1-1:2004)

#### Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=1.950\text{ m}$ το $x=0.450\text{ m}$

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 86.91 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = -17.40 kNm/m

$q_1 = 0.018\text{ N/mm}^2$ ,  $q_2 = 0.047\text{ N/mm}^2$ ,  $w = 1.500\text{ m}$

πίεση από ίδιο βάρος  $q_3 = 0.013\text{ N/mm}^2$

$M = 16.58\text{ kNm/m}$ ,  $V = 29.46\text{ kN/m}$

V σε απόσταση  $h = 425\text{mm}$  από παρειά = 16.76 kN/m

$M_{ed} = 16.58\text{ kNm/m}$ ,  $V_{ed} = 16.76\text{ kN/m}$

#### Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=1.950\text{ m}$ το $x=0.450\text{ m}$ (με σεισμό)

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 67.53 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 13.85 kNm/m

$q_1 = 0.048\text{ N/mm}^2$ ,  $q_2 = 0.024\text{ N/mm}^2$ ,  $w = 1.500\text{ m}$

πίεση από ίδιο βάρος  $q_3 = 0.013\text{ N/mm}^2$

$M = 30.74\text{ kNm/m}$ ,  $V = 34.74\text{ kN/m}$

V σε απόσταση  $h = 425\text{mm}$  από παρειά = 28.62 kN/m

$M_{ed} = 30.74\text{ kNm/m}$ ,  $V_{ed} = 28.62\text{ kN/m}$

### Έλεγχος πεδίου έναντι κάμψης (EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού:  $C_{nom} = 75\text{ mm}$  (§3, §4.4.1.1)

$M_{ed} = 30.74\text{ kNm/m}$ ,  $d = 419\text{mm}$ ,  $K_d = 7.56$   $x/d = 0.04$   $\epsilon_2/\epsilon_{s1} = -0.8/20.0$   $k_s = 2.33$ ,

$A_s = 1.71\text{cm}^2/\text{m}$

Ελάχιστος οπλισμός  $A_s >= 0.26bd \cdot f_{ctm}/f_{yk}$  ( $A_s = 5.66\text{cm}^2/\text{m}$ ) (EC2 §9.3.1)

Ελάχιστος οπλισμός Ø12/19.5 ( 5.79cm<sup>2</sup>/m)

### Οπλισμοί πεδίου τοίχου

Οπλισμός πεδίου κάτω Ø12/19.5 ( 5.79cm<sup>2</sup>/m)

Δευτερέων εγκάρσιος οπλισμός Ø12/40.0 ( 2.82cm<sup>2</sup>/m)

**Αγκύρωση οπλισμού πεδίου τοίχου** (EC2 §9.8.2.2, §8.4)

$x=h/2=0.175m$ ,  $R=1000x0.048x0.175=8.40$  kN/m  
 $e=0.15b=0.067m$   $ze=1.480$  m,  $zi=0.900d=0.377m$   
 $Fs=R \cdot ze/zi=8.40x1.480/0.377=32.97$  kN/m  
 $\sigma_{sd}=Fs/As=1000x32.97/579=57$  MPa

Βασικό μήκος αγκύρωσης (EC2 Εξ.8.3)

$l_{b,rqd}=(\sigma_{sd}/f_{bd}) \cdot (12/4) \cdot (57/2.30)=74mm$

$f_{bd}=2.25x1.00x1.00x1.00x2.30=2.30$  MPa (EC2 §8.4.2)

Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης (EC2 §8.4.4, T.8.2)

$l_{bd}=0.70x74=52mm$ ,  $C_{nom}=75mm > 3x12=36mm=(3\phi)$

Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης  $l_{b,min}=\max(0.30l_{brqd}, 10\phi, 100mm)=120mm$

Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης διαμήκους οπλισμού  $L_{bd}=120mm = 0.120m$

$l_{bd}=120mm > (x-C_{nom})=100.00$ . Απαραίτητα άγκιστρα 60mm στα τέρματα των ράβδων

**Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση** (EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού:  $C_{nom}=75$  mm (§3, §4.4.1.1)

Αντοχή διάτρησης χωρίς οπλισμό διάτμησης  $V_{rdc}$  (EC2 §6.4.4)

$V_{rdc}=[C_{rdc} \cdot k \cdot (100\rho_1 \cdot f_{ck})^{0.33} \cdot (2d/a)] \cdot b_w \cdot d$  (EC2 Εξ.6.50)

$V_{rdc} > [v_{min} \cdot 2d/a] \cdot b_w \cdot d$ ,  $d=d_m=377mm$ ,  $a=419mm$

$C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120$ ,  $f_{ck}=25MPa$ ,  $b_w=1000mm$ ,  $d=377mm$

$k=1+(200/d)^{1/4} \leq 2$ ,  $k=1.73$

$\rho_1=As_1/(b_w \cdot d)=579/(1000x377)=0.0015$

$v_{min}=0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.40N/mm^2$ , (EC2 Εξ.6.3N)

$V_{rd,c(min)}=0.001x(0.40x2x377/419)x1000x377=271.51kN/m$

$V_{rdc}=0.001x[0.120x1.73x(0.15x25)^{0.33}x2x377/419]x1000x377=218.93$ ,

$V_{rdc}=271.51kN/m$

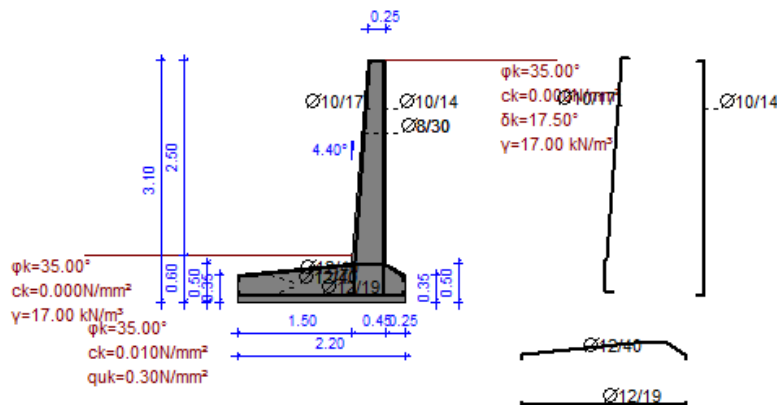
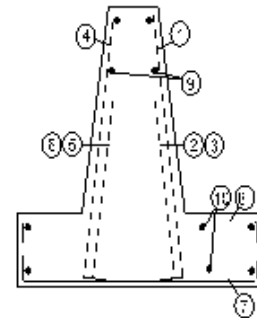
$V_{ed}=28.62$  kN/m  $\leq V_{rdc}=271.51$  kN/m, διάτμηση και διάτρηση OK

**Προμέτρηση υλικών**

Σκυρόδεμα ανά μέτρο μήκους τοίχου 1.879 m³/m  
 Οπλισμός ανά μέτρο μήκους τοίχου 57.371 kg/m  
 Συνολικά σκυρόδεμα τοίχου 10.000x 1.879= 18.788 m³  
 Συνολικός οπλισμός τοίχου 10.000x 57.371= 573.710 kg

**2.14. Κατάλογος οπλισμού**

α/α	είδ.	οπλισμός [mm]	τεμπ.	∅	g/m [kg/m]	μήκος [m]	βάρος [kg]
7	1	2970	74	10	0.617	3.170	144.74
8	4	2970	59	10	0.617	3.170	115.40
9	9	10000	20	8	0.395	10.000	79.00
10	7	2040	51	12	0.888	2.160	97.82
11	8	2040	25	12	0.888	2.160	47.95
12	10	10000	10	12	0.888	10.000	88.80
Ολικό βάρος [kg]							573.71



## Συμπεράσματα

Συγκρίναμε τα αποτελέσματα και στις δυο περιπτώσεις και καταγράψαμε τις διαφορές τους στο παρακάτω πίνακα.

	<b>20/25</b>	<b>25/30</b>
Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (και σε σεισμό)	Το 20/25 παίρνει τις μικρότερες τιμές. Οι τιμές αυτές βρίσκονται σε πίνακες και είναι δύσκολο να συγκριθούν εδώ.	
<b>Οπλισμοί Κορμού τοίχου</b>		
Οπλισμοί εσωτερικής παρειάς τοίχου	Ø10/14.0 ( 5.61cm <sup>2</sup> /m)	Ø10/13.5 ( 5.81cm <sup>2</sup> /m)
<b>Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου</b>		
Βασικό μήκος αγκύρωσης	106mm	85mm
Αντοχή τέμνουσα χωρίς οπλισμό διάτμησης $V_{rdc}$	$V_{rdc}=145.95$ kN/m	$V_{rdc}=162.75$ kN/m
<b>Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης</b>		
Ελάχιστος οπλισμός	Ø12/20.5 ( 5.51cm <sup>2</sup> /m)	Ø12/19.5 ( 5.79cm <sup>2</sup> /m)
<b>Οπλισμοί πεδίου τοίχου</b>		
Οπλισμός πεδίου κάτω	Ø12/20.5	Ø12/19.5 ( 5.79cm <sup>2</sup> /m)
<b>Αγκύρωση οπλισμού πεδίου τοίχου</b>		
Βασικό μήκος αγκύρωσης	94mm	74mm
Αντοχή διάτμησης χωρίς οπλισμό διάτμησης $V_{rdc}$	$V_{rdc}=244.36$ kN/m	$V_{rdc}=271.51$ kN/m
<b>Σκυρόδεμα ανά μέτρο μήκους τοίχου</b>	1.879 m <sup>3</sup> /m	1.879 m <sup>3</sup> /m
<b>Οπλισμός ανά μέτρο μήκους τοίχου</b>	56.401 kg/m	57.371 kg/m
<b>Συνολικά σκυρόδεμα τοίχου</b>	18.788 m <sup>3</sup>	18.788 m <sup>3</sup>
<b>Συνολικός οπλισμός τοίχου</b>	564.010 kg	573.710 kg

Αυτό που παρατηρούμε είναι ότι το μόνο που αλλάζει είναι ότι αφορά τον οπλισμό οποίος θα χρησιμοποιηθεί. Αυτό ήταν αναμενόμενο αφού στα ίδια δεδομένα αλλάξαμε μόνο ότι αφορούσε το σκυρόδεμα.

Ο οπλισμός παραλαμβάνει εφελκισμό και το σκυρόδεμα θλίψη αρά αυξάνοντας τη θλιπτική αντοχή απαιτούνται μικρότερες διαστάσεις.

## 5 Βιβλιογραφία – Πηγες

- [Wikipedia Χάλυβας](#)
- [www.metabunk.org](http://www.metabunk.org)
- [www.riddhienterprise.in](http://www.riddhienterprise.in)
- [www.ikiaconstructors.gr](http://www.ikiaconstructors.gr)
- [www.billirisbuildings.gr](http://www.billirisbuildings.gr)
- [Ιδρυματικό Αποθετήριο Α.Ε.Ι. Πειραιά](#)
- [ΤΕΙ Κεντρικής Μακεδονίας](#)
- [www.tee.gr](http://www.tee.gr)
- [www.scholar.com](http://www.scholar.com)
- <http://eclass.pat.teiwest.gr/>
- <http://4myhouse.gr/>
- [Wikipedia Οπλισμένο σκυρόδεμα](#)
- [Wikipedia Τσιμέντο](#)
- [Παναγόπουλος Κίρτας Κατασκευές Οπλισμένου Σκυροδέματος Ι ΤΕΙ Σερρών](#)
- [Wikipedia EN 1992](#)
- [Wikipedia Ευρωκώδικας](#)
- [Ηλεκτρονική Βιβλιοθήκη ΤΕΕ](#)
- <http://www.runet.gr/Betonexpress.htm>
- <<Οπλισμενο σκυροδεμα κατα τον ελληνικο κανονισμο 2000 Συγκιση με τον ευρωκωδικα 2 και το DIN 1045/2001> Γεωργιος Ρ. Γκρος Εκδοσης Συμμετρια Αθινα 2004 7η εκδοση
- <<Οπλισμενο σκυροδεμα πινακες υπολογισμων>> Θεωφανης Α. Γεωργοπουλος Πατρα 2005
- Εγκυκλοπαιδεια δομη Εγκδοσης δομη α.ε
- <<Ελληνικος κανονισμος ωπλισμενους σκυρωδεματος>> Αθινα 11/2000
- eurocode no 2.desing of concrete structures part 1 general rules and rules for buildings 1991
- «ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ», Παναγιώτης Α. Μιχάλης Σωτήρης Χ. Δημητρίου, Επιβλέπων Καθηγητής Γεώργιος Κονιτόπουλος, Θεσσαλονίκη, Δεκέμβριος 2007
- «Ευρωκώδικας 2», 2011, Γεώργιος Πενέλης, ομότιμος καθηγητής Α.Π.Θ., Ανδρέας Κάππος, καθηγητής Α.Π.Θ., Χρήστος Ιγνατάκης, καθηγητής Α.Π.Θ., Αναστάσιος Σέξτος, επίκουρος καθηγητής Α.Π.Θ.