ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΚΕΡΚΥΡΑΣ

ΔΙΗΜΕΡΙΔΑ με θέμα τους Ευρωκώδικες

Ευρωκώδικας EN 1992-1-1: Σχεδιασμός φερουσών κατασκευών από σκυρόδεμα.

Κων/νος Γ. Τρέζος

Εργ. Ω.Σ./ΕΜΠ

Κέρκυρα, 26 & 27 Ιουνίου 2009

Εισαγωγή

Ευρωκώδικες: σύμπλεγμα κανονισμών για τον σχεδιασμό έργων πολιτικού μηχανικού.

Συντάχθηκαν και αναπτύχθηκαν από την CEN (=30 ευρωπαϊκές χώρες) στο πλαίσιο της Οδηγίας 89/106/ΕΟΚ «Προϊόντα Δομικών Έργων».

Προβλέπεται να γίνουν υποχρεωτικοί (εντός της CEN) το 2010

Αλλά και μη ευρωπαϊκές χώρες όπως Σιγκαπούρη, Βιετνάμ, Μαλαισία, Ινδία, Ρωσία, καθώς και ορισμένες χώρες της Β. Αφρικής ενδιαφέρονται να υιοθετήσουν τους Ευρωκώδικες.

Σήμερα υπάρχουν συνολικά 10 Ευρωκώδικες.

EN 1990	Ευρωκώδικας 0:	EC 0:	**Βάσεις Σχεδιασμού**
EN 1991	Ευρωκώδικας 1:	EC 1:	**Δράσεις**
EN 1992	Ευρωκώδικας 2:	EC 2:	Σχεδιασμός Φορέων από **Σκυρόδεμα**
EN 1993	Ευρωκώδικας 3:	EC 3:	Σχεδιασμός Φορέων από **Χάλυβα**
EN 1994	Ευρωκώδικας 4:	EC 4:	Σχεδιασμός **Σύμμεικτων** Φορέων από Χάλυβα και Σκυρόδεμα
EN 1995	Ευρωκώδικας 5:	EC 5:	Σχεδιασμός **Ξύλινων** Φορέων
EN 1996	Ευρωκώδικας 6:	EC 6:	Σχεδιασμός Φορέων από **Τοιχοποιία**
EN 1997	Ευρωκώδικας 7:	EC 7:	**Γεωτεχνικός** Σχεδιασμός
EN 1998	Ευρωκώδικας 8:	EC 8:	**Αντισεισμικός** Σχεδιασμός
EN 1999	Ευρωκώδικας 9:	EC 9:	Σχεδιασμός Φορέων από **Αλουμίνιο**

Μελλοντικώς μπορεί να συνταχθούν Ευρωκώδικες για τα ανθρακονήματα, το γυαλί κλπ.

Κάθε Ευρωκώδικας αποτελείται από διάφορα «Μέρη» τα οποία έχουν ισχύ Ευρωπαϊκού Προτύπου (EN). Σήμερα υπάρχουν συνολικά 58 μέρη

EN 1990 - Basis of structural design
- EN 1990 Basis of structural design
- EN 1990 Basis of structural design - Annex A.2 Bridges

EN 1991 - Actions on structures
- EN 1991-1-1 Actions on structures • Self weight & imposed loads
- EN 1991-1-2 Actions on structures • Fire
- EN 1991-1-3 Actions on structures • Snow loads
- EN 1991-1-4 Actions on structures • Wind actions
- EN 1991-1-5 Actions on structures • Thermal Actions
- EN 1991-1-6 Actions on structures • Execution
- EN 1991-1-7 Accidental actions
- EN 1991-2 Actions on structures • Traffic loads on bridges
- EN 1991-3 Actions • Cranes and machinery
- EN 1991-4 Actions on structures • Silos and tanks

EN 1992 - Design of concrete structures
- EN 1992-1-1 Design of concrete structures • General req.
- EN 1992-1-2 Design of concrete structures • Fire design
- EN 1992-2 Design of concrete structures - Bridges
- EN 1992-3 Concrete • Liquid retaining

EN 1997 - Geotechnical design
- EN 1997-1 Geotechnical design • General requirements
- EN 1997-2 Geotechnical ground investigation

EN 1998 - Design provisions for earthquake resistance of structures
- EN 1998-1 Design for earthquake resistance • Gen. requirements
- EN 1998-2 Design for earthquake resistance • Bridges
- EN 1998-3 Design for earthquake resistance • Assess. and retrofitting
- EN 1998-4 Earthquake • Silos, tanks & pipelines
- EN 1998-5 Design for earthquake resistance • Foundations
- EN 1998-6 Design for earthquake resistance • Towers masts

Δομή των Ευρωκωδίκων

Τίθενται κατ' αρχάς οι **βασικές απαιτήσεις** (βλ EN 1990) τις οποίες πρέπει να πληροί ένα δόμημα. Τέτοιες είναι οι απαιτήσεις **ασφαλείας, λειτουργικότητας και ανθεκτικότητας**. Μελλοντικώς, προβλέπεται οι Ευρωκώδικες να καλύπτουν και άλλες απαιτήσεις όπως υγιεινής, σεβασμού του περιβάλλοντος, οικονομίας (εξοικονόμηση ενέργειας), θερμότητας κλπ.

Στην συνέχεια, σε κάθε έναν Ευρωκώδικα, ορίζονται οι **αρχές** με τις οποίες ικανοποιούνται οι παραπάνω απαιτήσεις. Οι Αρχές διακρίνονται στο κείμενο των Ευρωκωδίκων από το γράμμα P που ακολουθεί τον αριθμό της παραγράφου π.χ. (2)P.

Ακολούθως δίνονται οι **κανόνες εφαρμογής** οι οποίοι θεωρείται ότι υπακούν στις βασικές απαιτήσεις και ικανοποιούν τις αρχές. Οι κανόνες εφαρμογής δεν είναι υποχρεωτικοί, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και εναλλακτικοί κανόνες εφαρμογής με την προϋπόθεση ότι είναι σε συμφωνία με τις αρχές και ότι είναι τουλάχιστον ισοδύναμοι από πλευράς αντοχής, λειτουργικότητας και ανθεκτικότητας με τους κανόνες εφαρμογής του κανονισμού.

Ενσωματωμένες στο κείμενο του Ευρωκώδικα, υπάρχουν και οι **Σημειώσεις** (είναι γραμμένες με μικρότερη γραμματοσειρά) οι οποίες επεξηγούν το κείμενο του κανονισμού.

Οι "Σημειώσεις" στους Ευρωκώδικες είναι κατά κάποιο τρόπο το αντίστοιχο των "Σχολίων" που υπάρχουν στον ΕΚΩΣ.

Μια ιδιαιτερότητα των Ευρωκωδίκων είναι ότι σε αρκετές περιπτώσεις επιτρέπουν να γίνει Εθνική Επιλογή ορισμένων παραμέτρων (οι παράμετροι αυτές είναι σαφώς ορισμένες σε κάθε Ευρωκώδικα και μόνον τις αριθμητικές τιμές αυτών των παραμέτρων δικαιούται να τροποποιήσει κάθε χώρα.

Συνήθως αν δεν υπάρχει άλλος λόγος υιοθετούνται οι προτεινόμενες από τον Ευρωκώδικα τιμές).

Για να είναι δυνατή η εφαρμογή των Ευρωκωδίκων είναι υποχρεωτικό κάθε χώρα να εκδώσει για κάθε ένα Μέρος του κάθε Ευρωκώδικα το αντίστοιχο Εθνικό Προσάρτημα (ή Εθνικό Κείμενο Εφαρμογής, National Application Document) χωρίς το οποίο δεν είναι δυνατή η εφαρμογή του Ευρωκώδικα.

Εθνική επιλογή επιτρέπεται στο EN 1992-1-1 στα παρακάτω εδάφια:

2.3.3 (3)	4.4.1.3 (3)	6.2.4 (4)	9.2.1.2 (1)	9.10.2.3 (3)
2.4.2.1 (1)	4.4.1.3 (4)	6.2.4 (6)	9.2.1.4 (1)	9.10.2.3 (4)
2.4.2.2 (1)	5.1.2 (1)P	6.4.3 (6)	9.2.2 (4)	9.10.2.4 (2)
2.4.2.2 (2)	5.2 (5)	6.4.4 (1)	9.2.2 (5)	11.3.5 (1)P
2.4.2.2 (3)	5.5 (4)	6.5.2 (2)	9.2.2 (6)	11.3.5 (2)P
2.4.2.3 (1)	5.6.3 (4)	6.5.4 (4)	9.2.2 (7)	11.3.7 (1)
2.4.2.4 (1)	5.8.3.1 (1)	6.5.4 (6)	9.2.2 (8)	11.6.1 (1)
2.4.2.4 (2)	5.8.3.3 (1)	6.8.4 (1)	9.3.1.1(3)	11.6.1 (2)
2.4.2.5 (2)	5.8.3.3 (2)	6.8.4 (5)	9.4.3(1)	11.6.2 (1)
3.1.2 (2)P	5.8.5 (1)	6.8.6 (1)	9.5.2 (1)	11.6.4.1 (1)
3.1.2 (4)	5.8.6 (3)	6.8.6 (2)	9.5.2 (2)	12.3.1 (1)
3.1.6 (1)P	5.10.1 (6)	6.8.7 (1)	9.5.2 (3)	12.6.3 (2)
3.1.6 (2)P	5.10.2.1 (1)P	7.2 (2)	9.5.3 (3)	A.2.1 (1)
3.2.2 (3)P	5.10.2.1 (2)	7.2 (3)	9.6.2 (1)	A.2.1 (2)
3.2.7 (2)	5.10.2.2 (4)	7.2 (5)	9.6.3 (1)	A.2.2 (1)
3.3.4 (5)	5.10.2.2 (5)	7.3.1 (5)	9.7 (1)	A.2.2 (2)
3.3.6 (7)	5.10.3 (2)	7.3.2 (4)	9.8.1 (3)	A.2.3 (1)
4.4.1.2 (3)	5.10.8 (2)	7.4.2 (2)	9.8.2.1 (1)	C.1 (1)
4.4.1.2 (5)	5.10.8 (3)	8.2 (2)	9.8.3 (1)	C.1 (3)
4.4.1.2 (6)	5.10.9 (1)P	8.3 (2)	9.8.3 (2)	E.1 (2)
4.4.1.2 (7)	6.2.2 (1)	8.6 (2)	9.8.4 (1)	J.1 (3)
4.4.1.2 (8)	6.2.2 (6)	8.8 (1)	9.8.5 (3)	J.2.2 (2)
4.4.1.2 (13)	6.2.3 (2)	9.2.1.1 (1)	9.8.5 (4)	J.3 (2)
4.4.1.3 (2)	6.2.3 (3)	9.2.1.1 (3)	9.10.2.2 (2)	J.3 (3)

2. ΒΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

2.1 Απαιτήσεις

2.1.1 Βασικές απαιτήσεις

(1)P Ο σχεδιασμός των κατασκευών από σκυρόδεμα πρέπει να είναι εναρμονισμένος με τους γενικούς κανόνες που δίνονται στο EN 1990.

(2)P Πρέπει επίσης να εφαρμόζονται οι συμπληρωματικές διατάξεις που δίνονται στην ενότητα αυτή για τις κατασκευές από σκυρόδεμα.

(3) Οι βασικές απαιτήσεις του Κεφαλαίου 2 του EN 1990 κρίνεται ότι ικανοποιούνται για κατασκευές από σκυρόδεμα όταν εφαρμόζονται ταυτοχρόνως τα κάτωθι:

- σχεδιασμός οριακής κατάστασης σε συνδυασμό με τη μέθοδο του μερικού συντελεστή ασφαλείας σύμφωνα με το EN 1990
- δράσεις σύμφωνα με το EN 1991,
- συνδυασμός δράσεων σύμφωνα με το EN 1990 και
- αντοχή, ανθεκτικότητα σε διάρκεια και λειτουργικότητα σύμφωνα με το παρόν πρότυπο.

Σημείωση: Απαιτήσεις που αφορούν αντοχή σε φωτιά (βλ. EN 1990 Ενότητα 5 και EN 1992-1-2) είναι δυνατόν να υπαγορεύσουν μεγαλύτερες διαστάσεις δομικών στοιχείων σε σχέση με αυτές που απαιτούνται για την αντοχή της κατασκευής υπό κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας.

Αρχές

Κανόνες εφαρμογής

Σημειώσεις

Ευρωκώδικας 2 Σκυρόδεμα

Ο Ευρωκώδικας 2 περιλαμβάνει τα ακόλουθα μέρη:

Μέρος 1.1:	**Γενικοί κανόνες και κανόνες για κτίρια**
Μέρος 1.2:	Σχεδιασμός έναντι πυρκαγιάς
Μέρος 2:	Γέφυρες από σκυρόδεμα
Μέρος 3:	Υδατοδεξαμενές και κατασκευές υπό υδατοφόρτιση

Για την εφαρμογή του Ευρωκώδικα 2 είναι απαραίτητη η εφαρμογή ενός συνόλου Κανονισμών, Προτύπων κλπ κυριότερα από τα οποία είναι:

- Ο Ευρωκώδικας 0: Βάσεις υπολογισμού
- Ο Ευρωκώδικας 1: Δράσεις (όποια Μέρη του Ευρωκώδικα έχουν εφαρμογή στο υπόψη έργο)
- Ο Ευρωκώδικας 7: Γεωτεχνικά
- Ο Ευρωκώδικας 8: Αντισεισμικά
- Το Πρότυπο ΕΝ 206: Σκυρόδεμα (ως υλικό)
- Το Πρότυπο ΕΝ 13670: Εκτέλεση έργων από σκυρόδεμα
- Το Πρότυπο ΕΝ 10080: Χάλυβες Οπλισμού Σκυροδέματος

Περιεχόμενα Ευρωκώδικα ΕΝ1992-1-1

Ο Ευρωκώδικας 2 Μέρος 1-1 περιλαμβάνει 12 Κεφάλαια και 9 Παραρτήματα:

1. Εισαγωγή
2. Βάσεις σχεδιασμού
3. Υλικά
4. Ανθεκτικότητα – Επικάλυψη
5. Ανάλυση
6. Οριακές Καταστάσεις Αστοχίας
7. Οριακές Καταστάσεις Λειτουργικότητας
8. Λεπτομέρειες όπλισης
9. Κανόνες διαμόρφωσης και Κατασκευαστικές Λεπτομέρειες
10. Προκατασκευασμένα στοιχεία
11. Κατασκευές από ελαφροσκυρόδεμα
12. Άοπλο και Ελαφρώς Οπλισμένο Σκυρόδεμα

A. Τροποποίηση συντελεστών ασφαλείας υλικών
B. Ερπυσμός και συστολή ξηράνσεως
C. Ιδιότητες χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος
D. Χαλάρωση τενόντων προεντάσεως
E. Ενδεικτικές κατηγορίες αντοχής για λόγους ανθεκτικότητας
F. Υπολογισμός εφελκυόμενου οπλισμού για επίπεδη εντατική κατάσταση
G. Αλληλεπίδραση εδάφους ανωδομής
H. Φαινόμενα 2ας τάξεως
I. Ανάλυση πλακών χωρίς δοκούς και τοιχίων
J. Παραδείγματα περιοχών με ασυνέχειες στην γεωμετρία ή στις δράσεις

Κυριότερες διαφορές ΕΝ1992-1-1 και ΕΚΩΣ 2000 περιληπτικά

- Οι δύο κανονισμοί έχουν μεγάλες ομοιότητες ιδιαίτερα σε ότι αφορά τον υπολογισμό στις οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας και αστοχίας.
- Ο ΕΝ1992-1-1 δεν περιέχει Α/Σ διατάξεις (τις οποίες περιέχει ο ΕΚΩΣ) και γι΄ αυτό δεν μπορεί να εφαρμοσθεί μόνος του, αλλά πρέπει να εφαρμοσθεί σε συνδυασμό με τον Ευρωκώδικα 8. (ακριβέστερα ο ΕΝ1992-1-1 μπορεί να εφαρμοσθεί σε περιοχές με χαμηλή σεισμικότητα, που δεν είναι όμως η περίπτωση της Ελλάδος)
- Ο ΕΝ1992-1-1 αναφέρεται σε τρεις κατηγορίες έργων οι οποίες δεν καλύπτονται από τον ΕΚΩΣ: Προκατασκευή, Ελαφροσκυρόδεμα και Άοπλο (ή ελαφρώς οπλισμένο) σκυρόδεμα.

- Ο ΕΝ1992-1-1 αναφέρεται διεξοδικά σε κατασκευές από προεντεταμένο σκυρόδεμα, και επιτρέπει την χρήση τενόντων χωρίς συνάφεια καθώς και την εξωτερική προένταση
- Ο ΕΝ1992-1-1 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 ΕΝ1992-1-1, 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.

Πεδίο εφαρμογής: 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

Το Μέρος 1.1 δεν καλύπτει:

- τη χρήση λείων χωλύβων
- την πυρασφάλεια
- ειδικές κατασκευές όπως: ψηλά κτίρια, γέφυρες, φράγματα, δοχεία πίεσης, υπεράκτιες εξέδρες ή κατασκευές υπό υδατοφόρτιση
- σκυρόδεμα χωρίς λεπτόκοκκα αδρανή, στοιχεία από κυψελοσκυρόδεμα, καθώς και εκείνα με βαρέα αδρανή ή τις σύμμεικτες κατασκευές

Βάσεις σχεδιασμού:

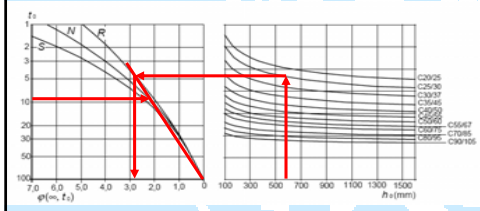
- Χρήση των επιμέρους συντελεστών ασφαλείας σύμφωνα με το EN1990
- Δράσεις σύμφωνα με το EN 1991
- Συνδυασμός δράσεων σύμφωνα με το EN 1990

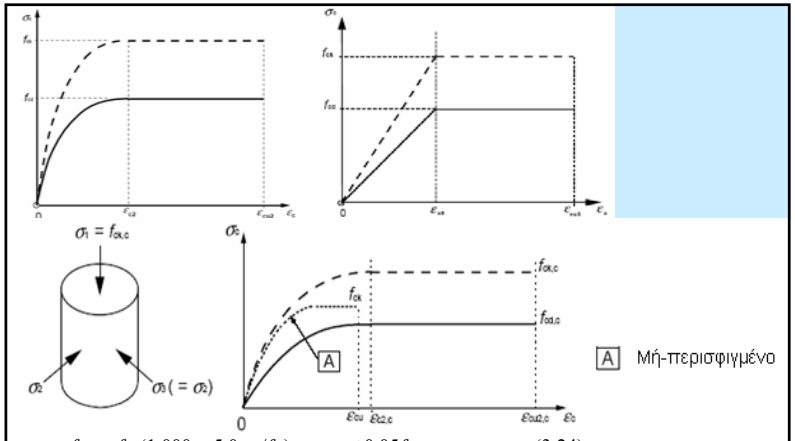
Καταστάσεις σχεδιασμού	γ_C για σκυρόδεμα	γ_S για χάλυβα όπλισης	γ_S για χάλυβα προέντασης
Μόνιμες & Παροδικές	1,5	1,15	1,15
Τυχηματικές	1,2	1,0	1,0

Κεφάλαιο 3 Υλικά

Δίνονται λεπτομερείς σχέσεις για τον ερπυσμό και την συστολή ξηράνσεως του σκυροδέματος

$\varepsilon_{cc}(\infty,t_0) = \varphi(\infty,t_0).\ (\sigma_c / E_c)$





$f_{ck,c} = f_{ck}\ (1{,}000 + 5{,}0\ \sigma_2/f_{ck})$ για $\sigma_2 \leq 0{,}05 f_{ck}$ (3.24)

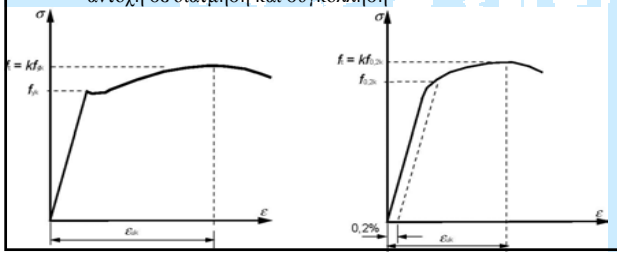
$f_{ck,c} = f_{ck}(1{,}125 + 2{,}50\ \sigma_2/f_{ck})$ για $\sigma_2 > 0{,}05 f_{ck}$ (3.25)

$\varepsilon_{c2,c} = \varepsilon_{c2}(f_{ck,c}/f_{ck})2$ (3.26)

$\varepsilon_{cu2,c} = \varepsilon_{cu2} + 0{,}2\sigma_2/f_{ck}$ (3.27)

Η συμπεριφορά του χάλυβα οπλισμού ορίζεται μέσω των παρακάτω ιδιοτήτων:

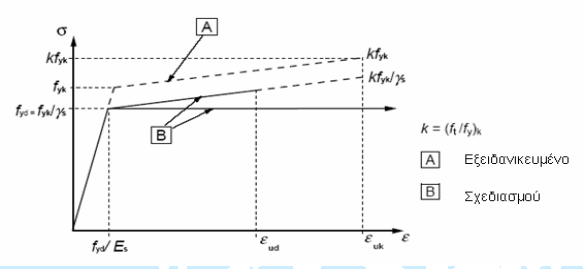
- όριο διαρροής (f_{yk} ή $f_{0,2k}$)
- μέγιστο πραγματικό όριο διαρροής ($f_{y,max}$)
- εφελκυστική αντοχή (f_t)
- πλαστιμότητα (ε_{uk} και f_t/f_{yk})
- δυνατότητα κάμψης
- χαρακτηριστικά συνάφειας (f_R: βλ. Ενότητα C)
- γεωμετρικά χαρακτηριστικά διατομής και ανοχές
- αντοχή σε κόπωση
- συγκολλησιμότητα
- αντοχή σε διάτμηση και συγκόλληση



Μηχανικές ιδιότητες χαλύβων

Μορφή προϊόντος	**Ράβδοι και ράβδοι που προέρχονται από κουλούρες**			**Πλέγματα**		
Κατηγορία	A	B	C	A	B	C
Χαρακτηριστική αντοχή διαρροής f_{yk} ή $f_{0,2k}$ (MPa)	400 έως 600					
Ελάχιστη τιμή του $k = (f_t/f_y)_k$	≥1,05	≥1,08	≥1,15 <1,35	≥1,05	≥1,08	≥1,15 <1,35
Χαρακτηριστική ανηγμένη παραμόρφωση στην μέγιστη δύναμη, ε_{uk} *(%)*	≥2,5	≥5,0	≥7,5	≥2,5	≥5,0	≥7,5

Συμβατικό διάγραμμα τάσεων παραμορφώσεων χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος



Ο συνήθης σχεδιασμός μπορεί να γίνει με μια από τις παρακάτω παραδοχές :

- Κεκλιμένος δεύτερος κλάδος με όριο παραμόρφωσης ε_{UD} και μέγιστη τάση kF_{YK}/γ_S στην ε_{UK}, όπου $k = (F_T/F_Y)_K$
- Οριζόντιος δεύτερος κλάδος χωρίς την ανάγκη ελέγχου του ορίου παραμόρφωσης.

Σημείωση 1: Η τιμή της ε_{UD} για χρήση σε κάθε χώρα μπορεί να ληφθεί από το αντίστοιχο Εθνικό προσάρτημα. Η συνιστώμενη τιμή είναι $0{,}9\varepsilon_{UK}$

Κατηγορίες έκθεσης σχετιζόμενες με τις περιβαντολλογικές συνθήκες σύμφωνα με το EN 206-1

Χαρακτηρισμός Κατηγορίας	**Περιγραφή περιβάλλοντος**	**Πληροφοριακά παραδείγματα όπου οι κατηγορίες έκθεσης θα μπορούσαν να συμβούν**
1 Χωρίς διακινδύνευση διάβρωσης ή προσβολής		
X0	*Για άοπλο σκυρό-δεμα χωρίς ενσωμα τωμένα μεταλλικά στοιχεία:* όλες οι συνθήκες έκθεσης εκτός περιπτώσεων ύπαρξης ψύξης / απόψυξης,επιφανειακ ής τριβής ή χημικής προσβολής. *Για οπλισμένο σκυρόδεμα:* πολύ ξηρό περιβάλλον	Σκυρόδεμα εντός κτιρίων με πολύ χαμηλή υγρασία αέρος

Κατηγορίες έκθεσης σχετιζόμενες με τις περιβαντολλογικές συνθήκες σύμφωνα με το EN 206-1

Χαρακτηρισμός Κατηγορίας	Περιγραφή περιβάλλοντος	Πληροφοριακά παραδείγματα όπου οι κατηγορίες έκθεσης θα μπορούσαν να συμβούν
2 Διάβρωση από ενανθράκωση		
XC1	Ξηρό ή μόνιμα υγρό	Σκυρόδεμα εντός κτιρίων με μέτρια ή υψηλή υγρασία αέρος Σκυρόδεμα μόνιμα βυθισμένο στο νερό
XC2	Υγρό, σπανίως ξηρό	Επιφάνειες σκυροδέματος υπό μακροχρόνια επαφή με το νερό. Πληθώρα θεμελιώσεων.
XC3	Μέτρια υγρασία	Σκυρόδεμα εντός κτιρίων με πολύ χαμηλή υγρασία αέρος Εξωτερικό σκυρόδεμα προσβαλλόμενο από τη βροχή
XC4	Περιοδικά υγρό και ξηρό	Επιφάνειες σκυροδέματος σε επαφή με το νερό, εκτός της κατηγορίας έκθεσης XC2

Κατηγορίες έκθεσης σχετιζόμενες με τις περιβαντολλογικές συνθήκες σύμφωνα με το EN 206-1

Χαρακτηρισμός Κατηγορίας	Περιγραφή περιβάλλοντος	Πληροφοριακά παραδείγματα όπου οι κατηγορίες έκθεσης θα μπορούσαν να συμβούν
3 Διάβρωση από χλωριούχα		
XD1	Μέτρια υγρασία	Επιφάνειες σκυροδέματος εκτεθειμένες σε αερομεταφερόμενα χλωριούχα
XD2	Υγρό, σπανίως ξηρό	Πισίνες. Στοιχεία σκυροδέματος εκτεθειμένα σε βιομηχανικά απόβλητα που περιέχουν
XD3	Περιοδικά υγρό και ξηρό	Τμήματα γεφυρών εκτεθειμένα σε ψεκασμό χλωριούχων. Πεζοδρόμια. Πλάκες χώρων στάθμευσης αυτοκινήτων.

Κατηγορίες έκθεσης σχετιζόμενες με τις περιβαντολλογικές συνθήκες σύμφωνα με το EN 206-1

Χαρακτηρισμός Κατηγορίας	Περιγραφή περιβάλλοντος	Πληροφοριακά παραδείγματα όπου οι κατηγορίες έκθεσης θα μπορούσαν να συμβούν
4 Διάβρωση από χλωριούχα θαλασσινού νερού		
XS1	Εκτεθειμένο σε άλατα θα λάσσης αερομεταφερόμε να αλλά χωρίς άμεση επα φή με το θαλασσινό νερό.	Κατασκευές κοντά ή επί της ακτής
XS2	Μόνιμα βυθισμένο σε θαλασσινό νερό	Τμήματα λιμενικών έργων
XS3	Ζώνες παλίρροιας, παφλασμού και πιτσιλίσματος.	Τμήματα λιμενικών έργων

Κατηγορίες έκθεσης σχετιζόμενες με τις περιβαντολλογικές συνθήκες σύμφωνα με το EN 206-1

Χαρακτηρισμός Κατηγορίας	Περιγραφή περιβάλλοντος	Πληροφοριακά παραδείγματα όπου οι κατηγορίες έκθεσης θα μπορούσαν να συμβούν
5. Προσβολή ψύξης / απόψυξης		
XF1	Μέτριας κλίμακας υδρεμπο-τισμός χωρίς παράγοντα απόψυξης	Κατακόρυφες επιφάνειες σκυροδέματος εκτεθειμένες στη βροχή και τον πάγο
XF2	Μέτριας κλίμακας υδρεμπο-τισμός με παράγοντα απόψυξης	Κατακόρυφες επιφάνειες σκυροδέματος κατασκευών οδοποιίας εκτεθειμένες σε ψύξη και παράγοντες απόψυξης που μεταφέρονται με τον αέρα.
XF3	Εκτεταμένος υδρεμποτισμός χωρίς παράγοντα απόψυξης	Οριζόντιες επιφάνειες σκυροδέματος εκτεθειμένες στη βροχή και τον πάγο
XF4	Εκτεταμένος υδρεμποτισμός με παράγοντα απόψυξης ή θαλασσινό νερό	Καταστρώματα οδών ή γεφυρών ή επιφάνειες σκυροδέματος εκτεθειμένες σε άμεσο ψεκασμό με παράγοντες απόψυξης. Ζώνες παφλασμού σε λιμενικά έργα εκτεθειμένα σε πάγο.

Κατηγορίες έκθεσης σχετιζόμενες με τις περιβαντολλογικές συνθήκες σύμφωνα με το EN 206-1

Χαρακτηρισμός Κατηγορίας	Περιγραφή περιβάλλοντος	Πληροφοριακά παραδείγματα όπου οι κατηγορίες έκθεσης θα μπορούσαν να συμβούν
6. Χημική προσβολή		
XA1	Ελαφρώς επιθετικό χημικό περιβάλλον σύμφωνα με το EN 206-1	Φυσικά εδάφη και υπόγεια ύδατα
XA2	Μετρίως επιθετικό χημικό περιβάλλον σύμφωνα με το EN 206-1,	Φυσικά εδάφη και υπόγεια ύδατα
XA3	Ιδιαιτέρως επιθετικό χημικό περιβάλλον σύμφωνα με το EN 206-1	Φυσικά εδάφη και υπόγεια ύδατα

Επικάλυψη οπλισμών

Η **ονομαστική** επικάλυψη, αυτή που αναγράφεται στα σχέδια, ορίζεται ως: η **ελάχιστη** επικάλυψη c_{min}, συν την σχεδιαστική **ανοχή** για την αντιμετώπιση αποκλίσεων, Δc_{dev}:

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

Ελάχιστη επικάλυψη:

Πρέπει να προβλέπεται ελάχιστη επικάλυψη c_{min}, προκειμένου να διασφαλιστεί:

- ασφαλής μεταφορά των δυνάμεων συνάφειας
- η προστασία του χάλυβα έναντι διάβρωσης
- επαρκής πυροπροστασία

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

Προσδιορισμός της εντατικής κατάστασης

Γίνεται δεκτό ότι η ανάλυση μπορεί να αποσκοπεί:

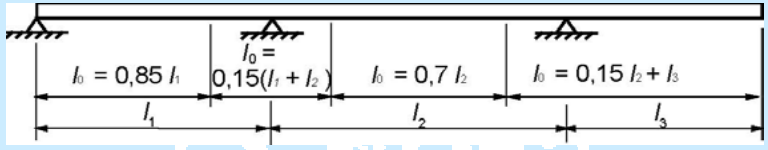
- Είτε στον προσδιορισμό των εντατικών μεγεθών (δυνάμεων και ροπών)
- Είτε στον προσδιορισμό των τάσεων, ανηγμένων παραμορφώσεων και μετακινήσεων (π.χ. περίπτωση πεπερασμένων στοιχείων). Στην περίπτωση αυτή απαιτείται ιδιαίτερη μεθοδολογία για την αξιοποίηση αυτών των αποτελεσμάτων κατά την διενέργεια των σχετικών ελέγχων)

Επίσης τοπικές αναλύσεις σε περιοχές όπου δεν ισχύει η επιπεδότητα των διατομών:

- στις παρειές των στηρίξεων
- πλησίον συγκεντρωμένων φορτίων
- στους κόμβους δοκού-υποστυλώματος
- σε ζώνες αγκύρωσης
- σε θέσεις μεταβολής των διατομών.

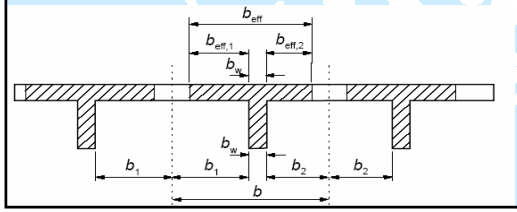
Συνεργαζόμενο πλάτος πλακοδοκού (για όλες τις οριακές καταστάσεις)

Προσδιορίζεται από τα σημεία μηδενισμού του διαγράμματος ροπών:



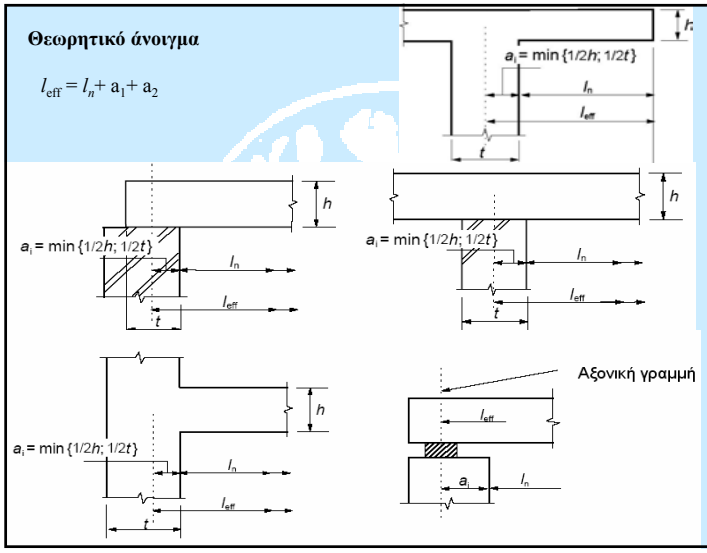
$$b_{eff} = \sum b_{eff,i} + b_w \le b$$

$$b_{eff,i} = 0.2 b_i + 0.1 l_0 \le 0.2 l_0$$



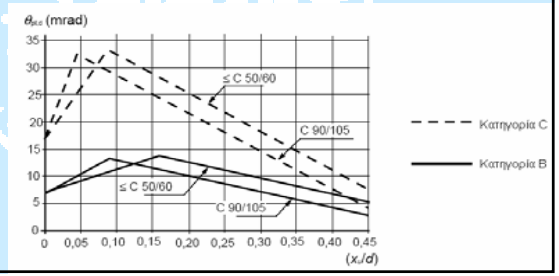
Θεωρητικό άνοιγμα

$l_{eff} = l_n + a_1 + a_2$

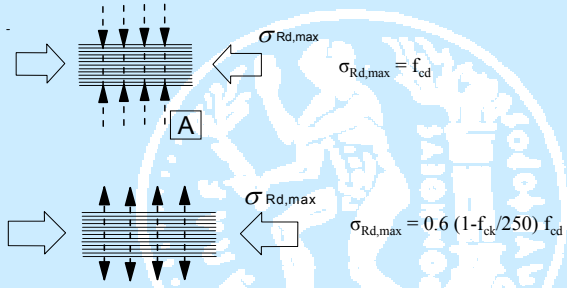


Διακρίνονται τέσσερις τύποι αναλύσεων:

- Ελαστική ανάλυση (αρηγμάτωτες διατομές, $\sigma = E_m \varepsilon$)
- Ελαστική ανάλυση με περιορισμένη ανακατανομή (μέχρι 30%)
- Πλαστική ανάλυση (συμπεριλαμβανομένης και της μεθόδου θλιπτήρα-ελκυστήρα) (μόνο για ΟΚΑ, επαρκής πλαστιμότητα, μήκος πλαστικής άρθρωσης 1.2d)
- Μη γραμμική ανάλυση



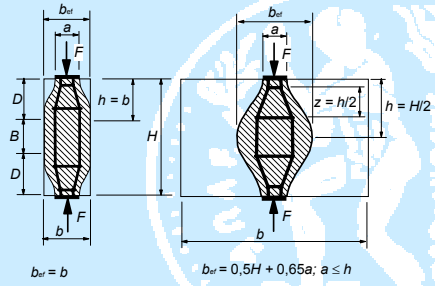
Ανάλυση με μοντέλα θλιπτήρων – ελκυστήρων: Θλιπτήρας



$\sigma_{Rd,max} = f_{cd}$

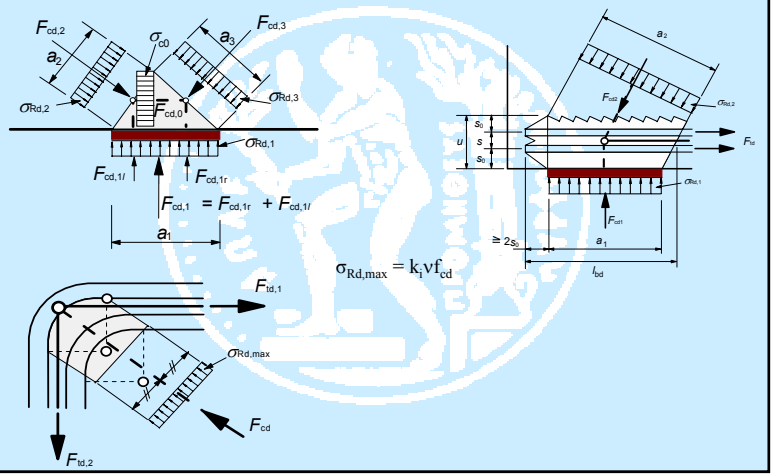
$\sigma_{Rd,max} = 0.6\,(1 - f_{ck}/250)\,f_{cd}$

Ανάλυση με μοντέλα θλιπτήρων – ελκυστήρων: Ελκυστήρας



$$T = \frac{1}{4}\frac{b-a}{b}F \qquad T = \frac{1}{4}\left(1 - 0{,}7\frac{a}{h}\right)F$$

Κόμβοι



Περιοχές με συγκεντρωμένη φόρτιση

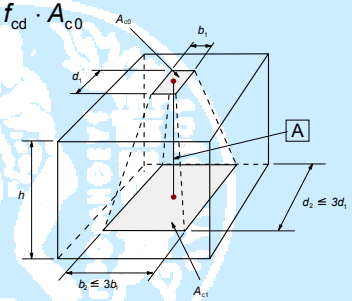
$$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{A_{c1} / A_{c0}} \leq 3{,}0 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0}$$

Οπου

•A_{c1} η μέγιστη επιτρεπόμενη επιφάνεια κατανομής (όμοια με την A_{c0})

•$h \geq (b_2 - b_1)$ και $h \geq (d_2 - d_1)$

•Σύμπτωση άξονα κέντρων με άξονα φόρτισης



Φαινόμενα 2ας τάξης

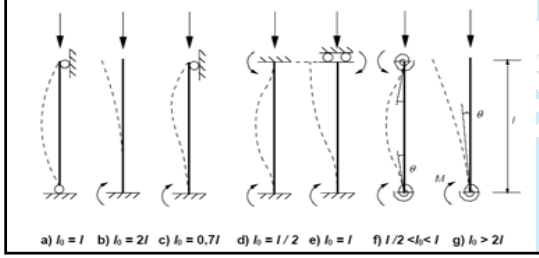
Τα φαινόμενα 2ας τάξης μπορούν να αγνοηθούν εάν δεν υπερβαίνουν το 10% των αντίστοιχων φαινομένων 1ης τάξης.

Απλοποιητικά τα φαινόμενα 2ας τάξης, **σε μεμονωμένα στοιχεία**, μπορούν να αγνοηθούν εφόσον η λυγηρότητα $\lambda = l_0/i$ είναι μικρότερη από $\lambda_{lim} = 20 \cdot A \cdot B \cdot C / \sqrt{n}$

$A = 1/(1+0{,}2\varphi_{ef})$ (εάν το φ_{ef} είναι άγνωστο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η τιμή A=0,7)

$B = \sqrt{1+2\omega}$ (εάν το ω είναι άγνωστο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η τιμή B=1,1)

$C = 1{,}7 - r_m$ (εάν το r_m είναι άγνωστο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η τιμή C=0,7)



Φαινόμενα 2ας τάξης

Τα φαινόμενα 2ας τάξης μπορούν να αγνοηθούν εάν δεν υπερβαίνουν το 10% των αντίστοιχων φαινομένων 1ης τάξης.

Απλοποιητικά τα φαινόμενα 2ας τάξης, **συνολικά στο κτήριο**, μπορούν να αγνοηθούν εφόσον το συνολικό κατακόρυφο φορτία $F_{V,Ed}$:

$$F_{V,Ed} \leq k_1 \cdot \frac{n_s}{n_s + 1.6} \cdot \frac{\sum E_{cd} I_c}{L^2}$$

Φαινόμενα 2ας τάξης

Αν τα φαινόμενα 2ας τάξης δεν μπορούν να αγνοηθού τότε μπορεί να εφαρμοσθεί μια από τις εξής μεθόδους:

- Η γενική μέθοδος
- Η μέθοδος της ονομαστικής δυσκαμψίας
- Η μέθοδος της ονομαστικής καμπυλότητας

Γενική μέθοδος: μη γραμμική ανάλυση, δ/τα σ-ε, ερπυσμός ($1+\varphi_{ef}$) κλπ

Η μέθοδος της ονομαστικής δυσκαμψίας: λαμβάνεται υπόψη η ρηγμάτωση, η μη γραμμικότητα του υλικού και ο ερπυσμός. Υπολογίζεται η ονομαστική δυσκαμψία (σκυρόδεμα και χάλυβας):

$EI = K_c E_{cd} I_c + K_s E_s I_s$

από την οποία υπολογίζεται ο προσαυξητικός συντελεστής με τον οποίο πολλαπλασιάζεται η ροπή 1ης τάξεως και προκύπτει η συνολική ροπή με την οποία γίνεται κατά τα γνωστά ο έλεγχος:

$$M_{Ed} = M_{0Ed}\left[1+\frac{\beta}{(N_B/N_{Ed})-1}\right]$$

Η μέθοδος της ονομαστικής καμπυλότητας: (ουσιαστικά είναι η μέθοδος του προτύπου υποστυλώματος κατά ΕΚΩΣ).

Εφαρμόζεται σε μεμονωμένα υποστυλώματα και δίνει την ονομαστική ροπή 2ας τάξεως, M_2, βάσει της μετατόπισης 2ας τάξεως, e_2, η οποία προκύπτει από το μήκος λυγισμού, l_0, και μια εκτίμηση της μέγιστης καμπυλότητας (1/r) η οποία με τη σειρά της προκύπτει από την καμπυλότητα διαρροής ($1/r_0$):

$1/r_0=\varepsilon_{yd}/(0{,}45d)$

$1/r = K_r K_\varphi / r_0$

$e_2=(1/r)l_0^2/c$

$c=8$ έως $\pi^2\approx 10$

$M_2=N_{Ed}e_2$

Προεντεταμένα στοιχεία (Χωρίς ουσιώδεις αλλαγές, αλλά με ουσιαστικές και λεπτομερείς οδηγίες):

Επιτρεπόμενες τάσεις χάλυβα

Επιτρεπόμενες τάσεις σκυροδέματος

Μειώσεις και απώλειες προεντάσεως (ελαστική βράχυνση σκυροδέματος, τριβές, χαλάρωση, ολίσθηση αγκυρώσεων, χρόνιες απώλιες)

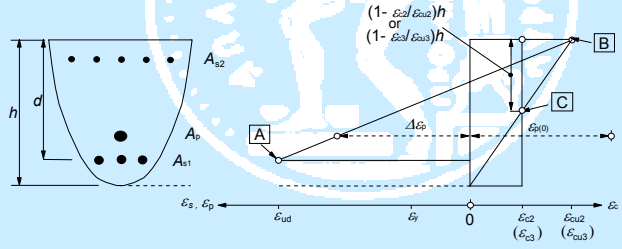
Χειρισμός της προεντάσεως στις εξισώσεις ασφαλείας

ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ (ΟΚΑ)

Κάμψη με ή χωρίς αξονική δύναμη χωρίς ουσιαστικές αλλαγές:

Παραδοχές:

- Επιπεδότητα διατομών
- Κοινές παρμορφώσεις χάλυβα και περιβάλλοντος σκυροδέματος
- η εφελκυστική αντοχή του σκυροδέματος αγνοείται.
- σ_c-ε_c,
- σ_s-ε_s,
- Ορισμός αστοχίας



ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ (ΟΚΑ)

Διάτμηση: χωρίς ουσιαστικές αλλαγές:

•Επίδραση του κεκλιμένου πέλματος (σε στοιχεία με μεταβλητό στατικό ύψος) στην δρώσα τέμνουσα

•Μικρή αλλαγή στην πρόσθετη δύναμη του εφελκυόμενου οπλισμού λόγω της λοξής ρηγμάτωσης (το αντίστοιχο της μετατόπισης του διαγράμματος των ροπών κάμψεως κατά ΕΚΩΣ)

•Διάτμηση στην διεπιφάνεια παλαιού και νέου σκυροδέματος

Αλλαγές στους συμβολισμούς:

$V_{Rd,c}$ (V_{Rd1} κατά ΕΚΩΣ)

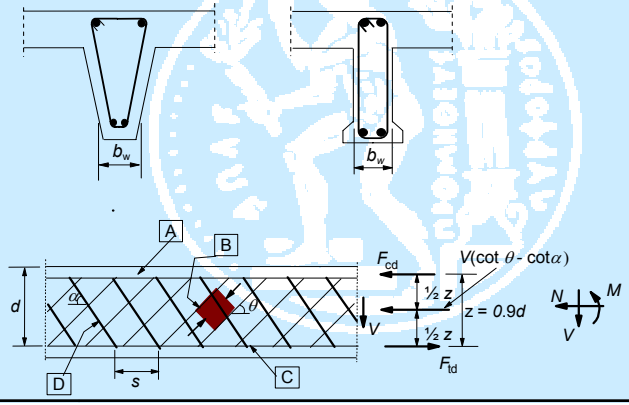
$V_{Rd,c}$ (V_{wd} κατά ΕΚΩΣ)

$V_{Rd,max}$ (V_{Rd2} κατά ΕΚΩΣ)

ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ (ΟΚΑ)

Διάτμηση:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c}k(100\rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1\sigma_{cp}]b_w d$$



ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ (ΟΚΑ)

Διάτμηση:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z\, f_{ywd} \cot\theta$$

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z \nu_1 f_{cd}/(\cot\theta + \tan\theta)$$

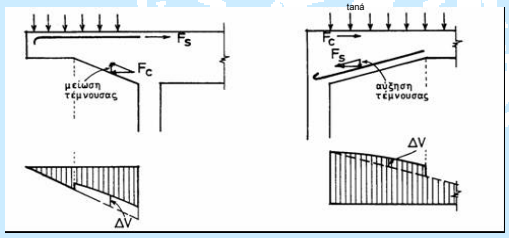
)

ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ (ΟΚΑ)

Διάτμηση:

Σε στοιχεία με μεταβλητό ύψος πρόσθετη αξονική δύναμη:

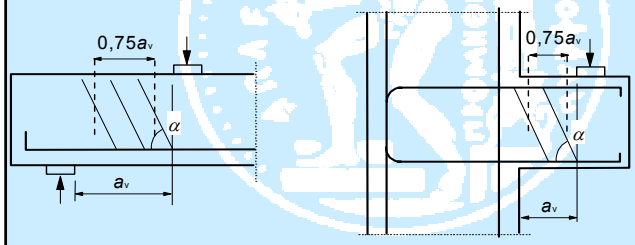
$$\Delta V = \pm \frac{M}{h} \cdot \tan\alpha$$



ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ (ΟΚΑ)

Διάτμηση:

Συγκεντρωμένα φορτία στην πάνω παρειά τους κοντά στο στήριγμα ($0{,}5d \le a_v \le 2{,}0d$ η συμβολή του φορτίου αυτού στην τέμνουσα V_{Ed} μπορεί να μειωθεί με βάση το συντε-λεστή $\beta = a_v/2d$.



ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ (ΟΚΑ)

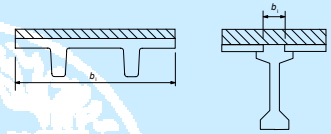
Διάτμηση:

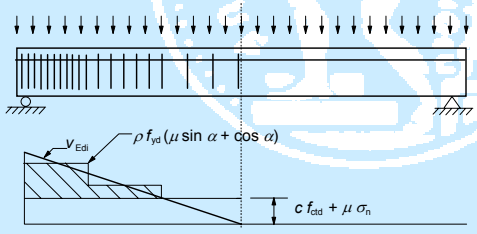
Διάτμηση στη διεπιφάνεια σκυροδεμάτων που διαστρώθηκαν σε διαφορετικό χρόνο

$v_{Edi} \le v_{Rdi}$

$v_{Edi} = \beta V_{Ed} / (z b_i)$

$v_{Rdi} = c f_{ctd} + \mu \sigma_n + \rho f_{yd}(\mu \sin\alpha + \cos\alpha) \le 0{,}5 \nu f_{cd}$





ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ (ΟΚΑ)

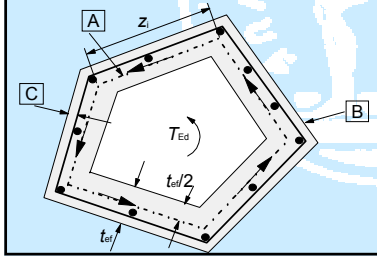
Στρέψη: χωρίς ουσιαστικές αλλαγές:

Ισοδύναμη λεπτότοιχη διατομή: πάχος τοιχώματος $t_{ef} = A/u$

$T_{Ed}/T_{Rd,max} + V_{Ed}/V_{Rd,max} \le 1{,}0$

$T_{Rd,max} = 2\nu\alpha_{cw} f_{cd} A_k t_{ef,i} \sin\theta\cos\theta$.

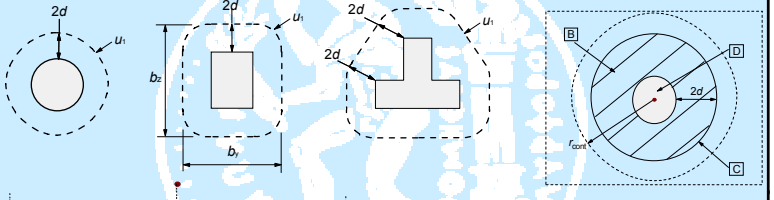
$$\frac{\sum A_{sl} f_{yd}}{u_k} = \frac{T_{Ed}}{2A_k}\cot\theta \qquad \frac{A_{sw} f_{ywd}}{s_w} = \frac{T_{Ed}}{2A_k \cot\theta}$$

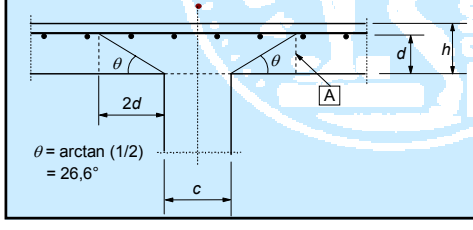


ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ (ΟΚΑ)

Διάτρηση: χωρίς ουσιαστικές αλλαγές:

Αύξηση του μήκους της κρίσιμης περιμέτρου (η ελάχιστη απόσταση αυξήθηκε σε 2d από 1.5d που είναι στον ΕΚΩΣ





$\theta = \arctan(1/2) = 26{,}6°$

B: βασική επιφάνεια ελέγχου A_{cont} C: βασική περίμετρος ελέγχου, u_1
D: φορτιζόμενη επιφάνεια A_{load}
r_{cont} δεύτερη περίμετρος ελέγχου

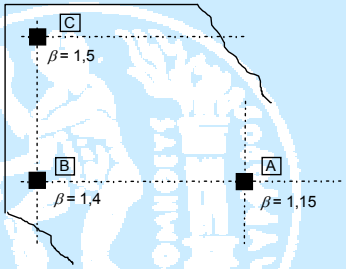
ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ (ΟΚΑ)

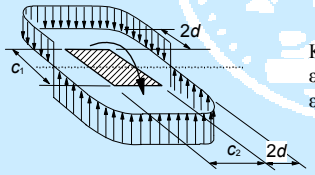
Διάτρηση:

$$v_{Ed} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_i d}$$

$$\beta = 1 + k \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} \cdot \frac{u_1}{W_1}$$

$$W_1 = \int_0^{u_1} |e|\, dl$$





Κατανομή της τέμνουσας από ροπή λόγω εκκεντρότητας σε έναν κόμβο πλάκας - εσωτερικού υποστυλώματος

ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ (ΟΚΑ)

Διάτρηση:

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c}\, k\, (100 \rho_l\ f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp} \geq (v_{min} + k_1 \sigma_{cp})$$

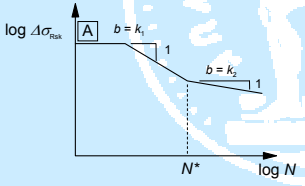
$$v_{Rd,cs} = 0{,}75 v_{Rd,c} + 1{,}5 (d/s_r) A_{sw} f_{ywd,ef} (1/(u_1 d)) \sin\alpha$$

ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ (ΟΚΑ)

Κόπωση: νέο κεφάλαιο:
Ελεγχος μόνο σε ειδικές περιπτώσεις: γερανοτροχιές, γέφυρες

Η δράση θα διαχωρίζεται σε δύο μέρη
- Στο μη-μεταβαλόμενο μέρος (πρακτικώς ο συχνός συνδυασμός) και
- Στο ανακυκλιζόμενο μέρος (συνίσταται σε αριθμό κύκλων επαναλαμβανόμενης φόρτισης) το οποίο προκαλεί κόπωση

Ελέγχονται οι τάσεις του χάλυβα και οι τάσεις του σκυροδέματος
Οι τάσεις του **χάλυβα** ελέγχονται με τις καμπύλες S-N



ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ (ΟΚΑ)

Κόπωση: :

Ο έλεγχος του **σκυροδέματος** ικανοποιείται όταν:

$$\frac{\sigma_{c,max}}{f_{cd,fat}} \leq 0{,}5 + 0{,}45 \frac{\sigma_{c,min}}{f_{cd,fat}}$$

$$f_{cd,fat} = k_1 \beta_{cc}(t_0) f_{cd} \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right)$$

$$\beta_{cc}(t) = e^{\left\{s\left[1 - \sqrt{\frac{28}{t}}\right]\right\}}$$

ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ (ΟΚΛ)

Περιορισμός τάσεων: Των θλιπτικών τάσεων του σκυροδέματος και των εφελκυστικών τάσεων του χάλυβα.

Η θλιπτική τάση στο **σκυρόδεμα** πρέπει να περιορίζεται ώστε να αποφεύγεται:
- η διαμήκης ρηγμάτωση ή μικρο-ρηγμάτωση ($<0.6f_{ck}$)
- τα υψηλά επίπεδα ερπυσμού ($<0.45f_{ck}$)

Η εφελκυστική τάση του **χάλυβα** πρέπει να περιορίζεται ώστε να αποφεύγονται:
- Οι ανελαστικές παραμορφώσεις
- Η μη ανεκτή ρηγμάτωση
- Οι μη ανεκτές παραμορφώσεις

$<0.8f_{yk}$ για τον χαλαρό οπλισμό
$<0.75f_{pk}$ για τον χάλυβα προεντάσεως

ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ (ΟΚΛ)

Περιορισμός της ρηγματώσεως:

Η **ρηγμάτωση** στο σκυρόδεμα πρέπει να περιορίζεται ώστε να εξασφαλίζονται:
- η λειτουργικότητα
- Η ανθεκτικότητα
- Ανεκτό αισθητικό αποτέλεσμα (ψυχολογία του χρήστη)

Η εφελκυστική τάση του **χάλυβα** πρέπει να περιορίζεται ώστε να αποφεύγονται:
- Οι ανελαστικές παραμορφώσεις
- Η μη ανεκτή ρηγμάτωση
- Οι μη ανεκτές παραμορφώσεις

$<0.8f_{yk}$ για τον χαλαρό οπλισμό
$<0.75f_{pk}$ για τον χάλυβα προεντάσεως

ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ (ΟΚΛ)

Περιορισμός της ρηγματώσεως:

Συνιστώμενες τιμές του w_{max} (mm)

Συνθήκες περιβάλλοντος	Οπλισμένα στοιχεία	Προεντεταμένα στοιχεία
Συνδυασμός	Οιονεί-μόνιμος	Συχνός
X0, XC1	0,4	0,2
XC2, XC3, XC4	0,3	0,2
XD1, XD2, XS1, XS2, XS3		Απόθλιψη

ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ (ΟΚΛ)

Περιορισμός της ρηγματώσεως:

Εφόσον απαιτείται περιορισμός της ρηγμάτωσης, τότε πρέπει να τίθεται ένας ελάχιστος οπλισμός:

$$A_{s,min}\sigma_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct}$$

Έλεγχος ρηγμάτωσης χωρίς υπολογισμούς: Περιορίζονται:
- είτε οι τάσεις του χάλυβα
- είτε η απόσταση των ράβδων του χάλυβα

ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ (ΟΚΛ)

Περιορισμός της ρηγματώσεως:

Μέγιστες διάμετροι ράβδων Φ_s για περιορισμό της ρηγμάτωσης
(c = 25mm, $f_{ct,eff}$=2,9MPa, h_{cr}=0,5, (h-d) = 0,1h, k_1=0,8, k_2=0,5, k_c=0,4, k=1,0, k_t=0,4 και k'=1,0)

Τάση χάλυβα [MPa]	Μέγιστη διάμετρος ράβδων [mm] w_k= 0,4 mm	w_k= 0,3 mm	w_k= 0,2 mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	5
400	8	6	4
450	6	5	-

ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ (ΟΚΛ)

Περιορισμός της ρηγματώσεως:

Μέγιστη απόσταση ράβδων για περιορισμό της ρηγμάτωσης
(c = 25mm, $f_{ct,eff}$=2,9MPa, h_{cr}=0,5, (h-d) = 0,1h, k_1=0,8, k_2=0,5, k_c=0,4, k=1,0, k_t=0,4 και k'=1,0)

Τάση χάλυβα [MPa]	Μέγιστη απόσταση ράβδων [mm] w_k=0,4 mm	w_k=0,3 mm	w_k=0,2 mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ (ΟΚΛ)

Περιορισμός της ρηγματώσεως:

Υπολογισμός του εύρους ρωγμής

$w_k = s_{r,max}(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}}\left(1 + \alpha_e \rho_{p,eff}\right)}{E_s} \geq 0{,}6\frac{\sigma_s}{E_s}$$

$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{\rho,eff}$

ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ (ΟΚΛ)

Περιορισμός των παραμορφώσεων:

- Με τα συνολικά φορτία και για τον μακροχρόνιο συνδυασμό: <L/250
- Με τα φορτία μετά την τοποθέτηση των ευαίσθητων διαχωριστικών και για τον μακροχρόνιο συνδυασμό: L/500

Ελεγχος των παραμορφώσεων:
- Είτε απαλλαγή περιορίζοντας τον λόγο του μήκους προς το ύψος της διαμοτής
- Είτε με αναλυτικό υπολογισμό

ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ (ΟΚΛ)

Περιορισμός των παραμορφώσεων:

Απαλλαγή:

εάν $\rho \le \rho_0$

$$\frac{l}{d} = K\left[11 + 1{,}5\sqrt{f_{ck}}\,\frac{\rho_0}{\rho} + 3{,}2\sqrt{f_{ck}}\left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1\right)^{3/2}\right]$$

εάν $\rho > \rho_0$

$$\frac{l}{d} = K\left[11 + 1{,}5\sqrt{f_{ck}}\,\frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12}\sqrt{f_{ck}}\sqrt{\frac{\rho'}{\rho_0}}\right]$$

ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ (ΟΚΛ)

Περιορισμός των παραμορφώσεων:

Βασικοί λόγοι μήκους προς στατικό ύψος

Δομικό σύστημα	K	Σκυρόδεμα υπό υψηλή τάση ρ = 1,5%	Σκυρόδεμα υπό χαμηλή τάση ρ = 0,5%
Αμφιέρειστη δοκός ή πλάκα κατά μία ή δύο διευθύνσεις	1,0	14	20
Ακραίο άνοιγμα συνεχούς δοκού ή πλάκας κατά μία διεύθυνση, ή πλάκας κατά δύο διευθύνσεις συνεχούς καταμήκος μιας επιμήκους πλευράς	1,3	18	26
Μεσαίο άνοιγμα δοκού ή πλάκας κατά μία ή δύο διευθύνσεις	1,5	20	30
Πλάκα επί υποστυλωμάτων χωρίς δοκούς (μυκητοειδής) (έλεγχος βάσει του μεγαλύτερου ανοίγματος)	1,2	17	24
Πρόβολος	0,4	6	8

ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ (ΟΚΛ)

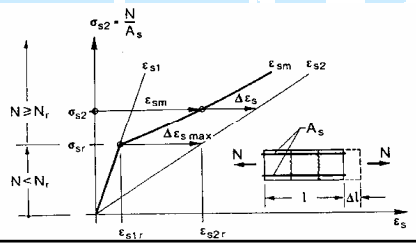
Περιορισμός των παραμορφώσεων:

Υπολογιστικός έλεγχος:

$a = \zeta a_{II} + (1-\zeta) a_I$

$$\zeta = 1 - \beta\left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2$$

a_I, a_{II} οι παραμορφώσεις σταδίου I (αρηγμάτωτη διατομή) και σταδίου II (πλήρως ρηγματωμένη διατομή)



ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΟΠΛΙΣΕΩΣ

Μικρές αλλαγές από το αντίστοιχο Κεφ. 17 του ΕΚΩΣ. Ειδικότερα:

- Υπολογισμός του μήκους αγκυρώσεως (και του μήκους παραθέσεως)
- Προβλέπεται αγκύρωση μέσω εγκαρσίως συγκολλημένων ράβδων.
- Δίνονται στοιχεία για την αγκύρωση τενόντων προεντάσεως:

Απόσταση οπλισμών

$s_{min} = \max[k_1\Phi, (d_g + k_2 mm), 20\ mm]$

ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΟΠΛΙΣΕΩΣ

Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης:
Τάση συνάφειας:

$f_{bd}=2{,}25\eta_1\eta_2 f_{ctd}$ η_1: συνθήκες συνάφειας
η_1: διάμετρος ράβδου

Βασικό μήκος αγκυρώσεως $l_{b,rqd}=(\Phi/4)(\sigma_{sd}/f_d)$

Μήκος αγκύρωσης σχεδιασμού $l_{bd}=\alpha_1\alpha_2\alpha_3\alpha_4\alpha_5 l_{b,rqd}\geq l_{b,min}$

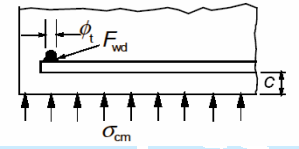
α_1: μορφή των ράβδων
α_2: επιρροή της ελάχιστης επικάλυψης σκυροδέματος
α_3: επιρροή της περίσφιξης μέσω εγκάρσιου οπλισμού.
α_4: επίδραση μίας ή περισσοτέρων συγκολλημένων εγκάρσιων ράβδων
α_5: επιρροή της εγκάρσιας πίεσης

ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΟΠΛΙΣΕΩΣ

Τύπος αγκύρωσης	Ράβδοι οπλισμών	
	Υπό εφελκυσμό	Υπό θλίψη
Ευθύγραμμη	$\alpha_1 = 1{,}0$	$\alpha_1 = 1{,}0$
Μη ευθύγραμμη	$\alpha_1 = 0{,}7$ εάν $c_d > 3\varnothing$ αλλιώς $\alpha_1 = 1{,}0$	$\alpha_1 = 1{,}0$
Ευθύγραμμη	$\alpha_2 = 1 - 0{,}15\cdot(c_d - \varnothing)/\varnothing$	$\alpha_2 = 1{,}0$
Μη ευθύγραμμη	$\alpha_2 = 1 - 0{,}15\cdot(c_d - 3\varnothing)/\varnothing$	$\alpha_2 = 1{,}0$
Όλοι οι τύποι	$\alpha_3 = 1 - K\lambda$	$\alpha_3 = 1{,}0$
Όλοι οι τύποι	$\alpha_4 = 0{,}7$	$\alpha_4 = 0{,}7$
Όλοι οι τύποι	$\alpha_5 = 1 - 0{,}04p$	-

ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΟΠΛΙΣΕΩΣ

Αγκυρώσεις με συγκόλληση ράβδων :



Προβλέπεται μεγαλύτερη διατμητική της σταυρωτής σύνδεσης π.χ.
$F_{wd}=0{,}5A_s f_{yd}$
Είναι δυνατόν να συγκολληθούν αντιδιαμετρικά δύο ράβδοι

ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΟΠΛΙΣΕΩΣ

Μήκος υπερκάλυψης:

Μήκος υπερκάλυψης $l_0=\alpha_1\alpha_2\alpha_3\alpha_4\alpha_5\alpha_6 l_{b,rqd}\geq l_{0,min}$
α_1: μορφή των ράβδων
α_2: επιρροή της ελάχιστης επικάλυψης σκυροδέματος
α_3: επιρροή της περίσφιξης μέσω εγκάρσιου οπλισμού.
α_4: επίδραση μίας ή περισσοτέρων συγκολλημένων εγκάρσιων ράβδων
α_5: επιρροή της εγκάρσιας πίεσης
α6: επιρροή ποσοστού υπερκαλυπτομένων ράβδων

Κεφάλαιο 9 Κατασκευαστικές λεπτομέρειες δομικών στοιχείων

Δίνονται στοιχεία για:

- Δοκούς
- Συμπαγείς πλάκες
- Μυκητοειδείς πλάκες
- Υποστυλώματα
- Τοιχία
- Υψίκορμες δοκούς
- Στοιχεία θεμελιώσεως

Κεφάλαιο 10 Προκατασκευή (πολύ διεξοδικό)

Δίνονται στοιχεία για:

- Τις θεμελιώδεις απαιτήσεις
- Τα υλικά
- Τις κατασκευαστικές διαμορφώσεις

Κεφάλαιο 11 Κατασκευές από ελαφροσκυρόδεμα

Σκυρόδεμα με πυκνότητα μικρότερη από 2200kg/m3 το οποίο αποτελείται πλήρως, ή περιέχει κατά ένα ποσοστό τεχνητά ή φυσικά ελαφρά αδρανή που έχουν πυκνότητα μικρότερη από 2000 kg/m3.

Οι κατηγορίες αντοχής του ελαφροσκυροδέματος χαρακτηρίζονται από το σύμβολο LC.

Στο EN 206-1, το ελαφροσκυρόδεμα κατηγοριοποιείται ανάλογα με τη πυκνότητά του: από 1.0 έως 2.0 (με αντίστοιχες πυκνότητες από 1000kg/m3 έως 2000kg/m3).

Για τις μηχανικές ιδιότητες, χρησιμοποιείται ο επιπρόσθετος κάτω δείκτης l (lightweight) (π.χ. η θλιπτική αντοχή σχεδιασμού: f_{lcd}).

Γενικώς ισχύουν ότι και για το κανονικό σκυρόδεμα με τροποποιήσεις οι οποίες εισάγονται μέσω διαθρωτικών συντελεστών:

η_E είναι συντελεστής μετατροπής του μέτρου ελαστικότητας

η_1 είναι συντελεστής για τον προσδιορισμό της εφελκυστικής αντοχής

η_2 είναι συντελεστής για τον προσδιορισμό του συντελεστή ερπυσμού

η_3 είναι συντελεστής για τον προσδιορισμό της συρρίκνωσης

Οι διάμετροι των τυμπάνων καμπύλωσης αυξάνονται κατά 50%.

Κεφάλαιο 12 Κατασκευές από άοπλο ή ελαφρώς οπλισμένο σκυρόδεμα

Το κεφάλαιο αυτό αναφέρεται σε δομικά στοιχεία για τα οποία οι συνέπειες από δυναμικές δράσεις μπορούν να αγνοηθούν π.χ.:

•Στοιχεία που υποβάλλονται κυρίως σε θλίψη εκτός από την προερχόμενη λόγω προέντασης, π.χ. τοιχώματα, υποστυλώματα, τόξα, θόλοι και σήραγγες.

•Θεμελιώσεις μορφής πεδιλοδοκού, ή μεμονωμένα πέδιλα

•Τοίχοι αντιστήριξης

•Πάσσαλοι των οποίων η διάμετρος είναι ≥600 mm και όπου $N_{Ed}/A_c \leq 0{,}3 f_{ck}$

Επειδή το άοπλο σκυρόδεμα είναι χαμηλής πλαστιμότητας, οι μηχανικές του ιδιότητες μειώνονται με την χρήση μειωτικών συντελεστών.

Για τον χαρακτηρισμό του άοπλου σκυροδέματος χρησιμοποιείται ο επιπρόσθετος κάτω δείκτης pl (plain) π.χ. $\alpha_{cc,pl}$.

Κατ΄ αντιστοιχία με το κανονικό σκυρόδεμα, δίνονται οι έλεγχοι για τις οριακές καταστάσεις αστοχίας και λειτουργικότητας καθώς και οι κατασκευαστικές διατάξεις για τα καλυπτόμενα δομικά στοιχεία.

Παράρτημα Α Τροποποίηση επιμέρους συντελεστών υλικών

Όταν υπάρχει καλύτερος έλεγχος ποιότητας και μειωμένες αποκλίσεις τότε οι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας των υλικών μπορούν να μειωθούν αντιστοίχως σε: $\gamma_{s,red1}$=1.1 και $\gamma_{c,red1}$=1.4.

Όταν υπάρχουν μειωμένες γεωμετρικές αποκλίσεις ή όταν τα γεωμετρικά στοιχεία μπορούν να μετρηθούν (π.χ. σε μια υπάρχουσα κατασκευή) τότε οι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας των υλικών μπορούν να μειωθούν αντιστοίχως σε: $\gamma_{s,red2}$=1.05 και $\gamma_{c,red2}$=1.45.

Όταν η εκτίμηση της αντοχής βασίζεται σε στοιχεία που ελήφθησαν από υπάρχουσα κατασκευή ο συντελεστής γ_c μπορεί να μειωθεί κατά 15%..

Παράρτημα Β Ανηγμένες παραμορφώσεις από ερπυσμό και συστολή ξηράνσεως

Δίνονται οι βασικές εξισώσεις για τον υπολογισμό των ερπυστικών παραμορφώσεων και των παραμορφώσεων από συστολή ξηράνσεως.

Παράρτημα C ιδιότητες χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος.
Προβλέπονται τρεις κατηγορίες ολκιμότητας των χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος: A, B και C. Ωστόσο στην Ελλάδα με βάση τον Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΚΤΧ2008) επιτρέπεται μόνο η χρήση του χάλυβα C, ο χάλυβας A προορίζεται για την κατασκευή πλεγμάτων, ενώ απαγορεύεται τελείως η χρήση του χάλυβα B.

Παράρτημα D Απώλειες προεντάσεως λόγω χαλαρώσεως.

Παράρτημα Ε Ανηγμένες παραμορφώσεις από ερπυσμό και συστολή ξηράνσεως

Προτείνονται ελάχιστες κατηγορίες σκυροδέματος έστω να εξασφαλίζεται επαρκής ανθεκτικότητα (τόσο για την διάβρωση του χάλυβα όσο και για την προσβολή του σκυροδέματος) ανάλογα με τις συνθήκες περιβάλλοντος

	Κατηγορίες συνθηκών περιβάλλοντος σύμφωνα με τον Πίνακα 4.1									
Διάβρωση χάλυβα										
	Διάβρωση οφειλόμενη σε εναανθράκωση				Διάβρωση οφειλόμενη σε χλωριόντα			Διάβρωση οφειλόμενη σε χλωριόντα από θαλάσσιο νερό		
	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XS1	XS2	XS3
Ενδεικτική κατηγορία αντοχής	C20/25	C25/30	C30/37		C30/37		C35/45	C30/37	C35/45	
Βλάβες στο σκυρόδεμα										
	Κανένας κίνδυνος	Προσβολή από παγετό					Χημική προσβολή			
	X0	XF1	XF2		XF3		XA1	XA2	XA3	
Ενδεικτική κατηγορία αντοχής	C12/15	C30/37	C25/30		C30/37		C30/37		C35/45	

Παράρτημα F Σχέσεις για τον υπολογισμό του οπλισμού σε συνθήκες επίπεδης έντασης

Δίνονται σχέσεις για τον υπολογισμό του απαιτούμενου οπλισμού όταν δίνονται οι τάσεις σ_{Edx}, σ_{Edy} και τ_{Edxy}.

Παράρτημα G Αλληλεπίδραση εδάφους-ανωδομής

Δίνονται στοιχεία για να ληφθεί υπόψη η αλληλεπίδραση εδάφους και ανωδομής συναρτήσει της σχετικής δυσκαμψίας της ανωδομής και της θεμελιώσεως (τόσο για αβαθείς θεμελιώσεις όσο και για θεμελιώσεις σε πασσάλους).

Παράρτημα Η Φαινόμενα 2ας τάξεως στο σύνολο του φορέα

Δίνονται τόσο απαλλακτικά κριτήρια όσο και οδηγίες για τον αναλυτικό υπολογισμό των φαινομένων 2ας τάξεως στο σύνολο του φορέα

Παράρτημα Ι Ανάλυση πλακών χωρίς δοκούς και τοιχίων

Για τις πλάκες χωρίς δοκούς δίνονται οδηγίες για την εφαρμογή της μεθόδου των ισοδυνάμων πλαισίων.

Για τα τοιχία δίνονται οδηγίες για την κατανομή της οριζόντιας δυνάμεως στα επιμέρους τοιχία.

Παράρτημα J Κατασκευαστικές λεπτομέρειες για ειδικές περιπτώσεις

Δίνονται οδηγίες για:

•Επιδερμικό οπλισμό

•Κόμβους πλαισίων

•Βραχείς προβόλους