

**ΔΕΔΟΜΕΝΑ  
ΓΙΑ ΤΟ  
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ**

# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2**

## 2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Για θέματα τεχνολογίας του σκυροδέματος βλέπε Κ.Τ.Σ. και σχετικά Πρότυπα.

Η πραγματική συμπεριφορά του σκυροδέματος στην κατασκευή ενδέχεται να είναι διαφορετική από αυτήν που προσδιορίζεται μέσω τυποποιημένων δοκιμών, δεδομένου ότι το σκυρόδεμα σε μία κατασκευή αφενός μεν δεν καταπονείται με τον ίδιο τρόπο όπως στις τυποποιημένες δοκιμές, αφετέρου δε διαφέρει και από άποψη ποιότητας, διαστάσεων, σχήματος, ηλικίας, συντηρήσεως κ.α.

Σχετικώς βλέπε και παρ. 21.4.2.

## 2.2 ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ

Στους υπολογισμούς μπορεί να ληφθεί το φαινόμενο βάρος άοπλου σκυροδέματος ίσο με  $24 \text{ kN/m}^3$  και το φαινόμενο βάρος οπλισμένου ή προεντεταμένου σκυροδέματος ίσο με  $25 \text{ kN/m}^3$ , σε περίπτωση συνήθων ποσοστών οπλισμού.

### 2.3.1 Χαρακτηριστική αντοχή

Σε ειδικές περιπτώσεις και υπό την προϋπόθεση πλήρους αιτιολόγησης είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν δοκίμια ηλικίας διάφορης των 28 ημερών.

Σε ορισμένους υπολογισμούς, π.χ. εκτίμηση του μέτρου ελαστικότητας (παρ. 2.5.2), χρησιμοποιείται η μέση θλιπτική αντοχή η οποία μπορεί να προκύψει από τη χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή, μέσω της σχέσης:

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 \text{ (MPa)} \dots\dots\dots (\Sigma 2.1)$$

Εκτός από σπάνιες περιπτώσεις, η πραγματική τιμή της χαρακτηριστικής αντοχής δεν μπορεί να προσδιορισθεί γιατί ο αριθμός των δοκιμών που απαιτούνται για αυτόν τον σκοπό είναι μεγάλος.

### 2.3.2 Κατηγορίες σκυροδέματος

Βλέπε: Κ.Τ.Σ. παρ. 2.2.

Ο κανονισμός αυτός δεν ισχύει για ειδικά σκυροδέματα κατηγορίας υψηλότερης από C50/60.

## 2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η αντοχή και τα άλλα δεδομένα για το σκυρόδεμα καθορίζονται βάσει τυποποιημένων δοκιμών.

## 2.2 ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ

Το φαινόμενο βάρος θα προσδιορίζεται μέσω δοκιμών ή θα εκτιμάται με βάση τις γνωστές τιμές φαινομένων βαρών των συστατικών του σκυροδέματος.

## 2.3 ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ

### 2.3.1 Χαρακτηριστική αντοχή

Ο Κανονισμός αυτός βασίζεται σε θλιπτική αντοχή σκυροδέματος που μετράται στις 28 ημέρες σε κυλινδρικά δοκίμια διαμέτρου 150 mm και ύψους 300 mm ή κυβικά δοκίμια ακμής 150 mm, σύμφωνα με τις διατάξεις του Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος (Κ.Τ.Σ.).

Χαρακτηριστική αντοχή κυλινδρικού δοκιμίου  $f_{ck}$  ή κυβικού δοκιμίου  $f_{ck,cube}$  θεωρείται εκείνη η τιμή αντοχής κάτω της οποίας υπάρχει 5% πιθανότητα να βρεθεί η τιμή αντοχής ενός τυχαίου δοκιμίου.

Στην πράξη το σκυρόδεμα θεωρείται ότι ανήκει στην κατηγορία που προδιαγράφεται στην μελέτη, αν τα αποτελέσματα των δοκιμών συμφωνούν με τα κριτήρια συμμόρφωσης του Κ.Τ.Σ.

### 2.3.2 Κατηγορίες σκυροδέματος

Η διαστασιολόγηση πρέπει να βασίζεται σε κατηγορία σκυροδέματος που αντιστοιχεί σε καθορισμένη τιμή χαρακτηριστικής αντοχής.

Οι κατηγορίες σκυροδέματος είναι οι ακόλουθες:

C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

όπου ο πρώτος αριθμός κάθε κατηγορίας ορίζει την χαρακτηριστική αντοχή

Στους τρεις ορόφους συμπεριλαμβάνεται και τυχόν υπάρχον υπόγειο.

## 2.4 ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ

Οι τιμές του Πίνακα 2.1 προκύπτουν από την σχέση

$$f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{2/3} \dots\dots\dots (\Sigma 2.2)$$

( $f_{ctm}, f_{ck}$  σε MPa)

Το εύρος της διακύμανσης της  $f_{ct}$  είναι από  $0.70 f_{ctm}$  μέχρι  $1.30 f_{ctm}$ .

Η εκλογή της τιμής  $f_{ct}$  που θα εισαχθεί στους υπολογισμούς εξαρτάται από το είδος του εξεταζόμενου προβλήματος.

κυλίνδρου ( $f_{ck}$ ), ενώ ο δεύτερος ορίζει την χαρακτηριστική αντοχή κύβου ( $f_{ck,cube}$ ) σε MPa, στις 28 ημέρες.

Η χρήση της κατηγορίας C12/15 σε οπλισμένο σκυρόδεμα επιτρέπεται μόνο για κτίρια χωρίς αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (βλ. παρ. 6.1.3) με τρεις το πολύ ορόφους.

Η χρήση της κατηγορίας C16/20 σε οπλισμένο σκυρόδεμα επιτρέπεται μόνο:

- για κτίρια χωρίς αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, ανεξαρτήτως του αριθμού των ορόφων.
- Για κτίρια με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, με τρεις το πολύ ορόφους.

Για προεντεταμένο σκυρόδεμα δεν επιτρέπονται οι κατηγορίες C12/15, C16/20 και C20/25.

## 2.4 ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ

Στον Κανονισμό αυτό και εφόσον δεν υπάρχει άλλη ένδειξη, ο όρος “εφελκυστική αντοχή” αναφέρεται σε καθαρό αξονικό εφελκυσμό, όπως έχει οριστεί από τον Κ.Τ.Σ.

Η εφελκυστική αντοχή του σκυροδέματος  $f_{ct}$  μπορεί να εκτιμηθεί βάσει της χαρακτηριστικής αντοχής του σκυροδέματος από τον Πίνακα 2.1.

Πίνακας 2.1: Εφελκυστική αντοχή σε MPa

$f_{ck}$	12	16	20	25	30	35	40	45	50
$f_{ctk0.05}$	1.10	1.30	1.50	1.80	2.00	2.20	2.50	2.70	2.90
$f_{ctm}$	1.60	1.90	2.20	2.60	2.90	3.20	3.50	3.80	4.10
$f_{ctk0.95}$	2.00	2.50	2.90	3.30	3.80	4.20	4.60	4.90	5.30

Η εφελκυστική αντοχή του σκυροδέματος ( $f_{ct}$ ) μπορεί να εκτιμηθεί από τις αντίστοιχες αντοχές εφελκυσμού από κάμψη ( $f_{ct,fl}$ ) ή από διάρρηξη ( $f_{ct,sp}$ ) από τις ακόλουθες σχέσεις:

$$f_{ct} = 0.50 \cdot f_{ct,fl} \dots\dots\dots (2.1a)$$

$$f_{ct} = 0.90 \cdot f_{ct,sp} \dots\dots\dots (2.1\beta)$$

### 2.5.1 Διαγράμματα τάσεων - παραμορφώσεων

Ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των συστατικών του σκυροδέματος και την ταχύτητα επιβολής των παραμορφώσεων, για συνήθεις περιπτώσεις, η τετμημένη της κορυφής του διαγράμματος κυμαίνεται μεταξύ -0.2% και -0.25%, η συμβατική παραμόρφωση θραύσης μεταξύ -0.35% και -0.7% και η τάση θραύσης μεταξύ  $0.75 f_c$  και  $1.25 f_c$ .

Σχετικώς, υπενθυμίζεται ότι η κρίσιμη ανηγμένη παραμόρφωση του σκυροδέματος υπό εφελκυσμό έχει τιμή +0.02 έως +0.04%, δηλαδή περίπου ίση με την ελάχιστη τιμή της συστολής ξήρανσης (βλ. Πίνακα 2.3). Έτσι, και μόνο η συστολή ξήρανσης θα μπορούσε να οδηγήσει σε ρηγμάτωση (ακόμη και έντονη ή εκτεταμένη).

### 2.5.2 Μέτρο ελαστικότητας

Το επιβατικό μέτρο ελαστικότητας  $E_{cm}$  είναι η κλίση της ευθείας του διαγράμματος σ-ε που οδηγεί στο 40% της θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος (βλ. Σχ. 2.1). Οι τιμές του Πίνακα 2.2 έχουν προκύψει βάσει της σχέσης:

$$E_{cm} = 9.50(f_{ck} + 8)^{1/3} \dots\dots\dots (\Sigma 2.3)$$

( $E_{cm}$  σε GPa,  $f_{ck}$  σε MPa)

Ο Πίνακας δίνει μέσες τιμές του επιβατικού μέτρου ελαστικότητας σε ηλικία 28 ημερών, δεδομένου ότι η  $f_{ck}$  δίνεται για ηλικία 28 ημερών.

Η σχέση (Σ 2.3) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση του μέσου επιβατικού μέτρου ελαστικότητας σε ηλικία  $t$  αν η αντοχή  $f_{ck}$  αναχθεί στην ηλικία  $t$ .

Οι τιμές του Πίνακα αντιστοιχούν σε περιπτώσεις κατά τις οποίες  $\sigma_c \cong 0.40 f_{ck}$ .



Σε περιπτώσεις κατά τις οποίες  $\sigma_c \cong 0.10 f_{ck}$  οι τιμές του Πίνακα μπορούν να αυξηθούν κατά 10%.

Το διάστημα εμπιστοσύνης του  $E_{cm}$  είναι πρακτικώς από  $0.70 E_{cm}$  μέχρι και  $1.30 E_{cm}$ .

### 2.5.3 Λόγος Poisson

Στην περιοχή ελαστικών παραμορφώσεων ο λόγος του Poisson λαμβάνεται ίσος με 0.20. Μπορεί να ληφθεί μηδέν (0) όταν επιτρέπεται η ρηγμάτωση του εφελκυσμένου σκυροδέματος.

### 2.5.4 Ερπυσμός και συστολή ξήρανσης

Οι τιμές του Πίνακα 2.3 ισχύουν για συνήθη σκυροδέματα (με συνήθη αδρανή και με μέση συνεκτικότητα ) υπό θερμοκρασία περιβάλλοντος +10 έως +20°C.

Οι τιμές  $\varphi$  και  $\varepsilon_{cs}$  ισχύουν και για εποχιακές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας (-10 έως +40°C ) και της σχετικής υγρασίας (π.χ. +20°C).



### 2.5.3 Λόγος Poisson

Για το λόγο του Poisson μπορεί να ληφθεί μία τιμή μεταξύ 0.00 και 0.20.

### 2.5.4 Ερπυσμός και συστολή ξήρανσης

Για οικοδομικά έργα μπορούν να ληφθούν για τον τελικό συντελεστή ερπυσμού και την τελική συστολή ξήρανσης ( $t=\infty$ ), ως αντιπροσωπευτικές οι τιμές του πίνακα 2.3 εφόσον η τάση του σκυροδέματος δεν υπερβαίνει την τιμή  $0.50 \cdot f_{ck}$ .

Πίνακας 2.3: Τελικές τιμές του συντελεστή ερπυσμού  $\varphi(t_{\infty}, t_0)$  και της συστολής ξήρανσης  $\varepsilon_{cs}(t_{\infty}, t_0)$  σκυροδέματος

$\varphi(t_{\infty}, t_0)$						
Ηλικία $t_0$ τη στιγμή της φόρτισης (ημέρες)	Ιδεατό μέγεθος $2 \cdot A_c / u$ σε mm					
	50	150	600	50	150	600
	Ξηρές ατμοσφαιρικές συνθήκες εσωτερικού χώρου (RH=50%)			Υγρές ατμοσφαιρικές συνθήκες υπαίθρου (RH=80%)		
1	5.50	4.60	3.70	3.60	3.20	2.90
7	3.90	3.10	2.60	2.60	2.30	2.00
28	3.00	2.50	2.00	1.90	1.70	1.50
90	2.40	2.00	1.60	1.50	1.40	1.20
365	1.80	1.50	1.20	1.10	1.00	1.00

$\varepsilon_{cs}(t_{\infty}, t_0) \cdot 10^3$			
Θέση του στοιχείου	Σχετική υγρασία (%)	Ιδεατό μέγεθος $2 \cdot A_c / u$ σε mm	
		$\leq 150$	$\geq 600$
Εσωτερικός χώρος	50	-0.60	-0.50
Υπαίθριος	80	-0.33	-0.28

RH = σχετική υγρασία.

$A_c$  είναι το εμβαδόν της διατομής του στοιχείου και  $u$  είναι η περίμετρος της διατομής σε επαφή με την ατμόσφαιρα.

Στην περίπτωση κιβωτοειδούς διατομής ή διατομής με διάκενα της οποίας το εσωτερικό συγκοινωνεί με την ελεύθερη ατμόσφαιρα, το  $u$  θα περιλαμβάνει και την εσωτερική περίμετρο.

Για ενδιάμεσα μεγέθη, μεταξύ 150 και 600 mm, μπορεί να γίνεται γραμμική παρεμβολή στις τιμές του Πίνακα.

Αυτή η παραδοχή οδηγεί στη σχέση:

$$\varepsilon_{cc}(t, t_0) = \frac{\sigma_{c0}}{E_{c28}} \varphi(t, t_0) \dots\dots\dots (\Sigma 2.4)$$

όπου:

$t_0$	ηλικία του σκυροδέματος τη στιγμή έναρξης της φόρτισης
$\varepsilon_{cc}(t, t_0)$	ερπυστική παραμόρφωση τη στιγμή $t (> t_0)$
$\sigma_{c0}$	σταθερή τάση που εφαρμόζεται τη στιγμή $t_0$
$E_{c28}$	μέση τιμή του μέτρου ελαστικότητας του σκυροδέματος σε ηλικία 28 ημερών (Πίνακας 2.2)
$\varphi(t, t_0)$	συντελεστής ερπυσμού τη στιγμή $t (> t_0)$ .

Σημαντικές αποκλίσεις από την παραδοχή αυτή παρατηρούνται όταν οι μεταβολές της τάσης συνοδεύονται από μείωση παραμορφώσεων (π.χ. σε περίπτωση αποφόρτισης).

Για τάσεις  $\sigma_c < 0.50 \cdot f_{ck}$ , γίνονται οι εξής παραδοχές:

- Οι ερπυστικές παραμορφώσεις συνδέονται γραμμικά με τις τάσεις.

**2**

- Όταν η επιβαλλόμενη τάση μεταβάλλεται κατά διαστήματα, οι ερπυστικές παραμορφώσεις που αντιστοιχούν στο διάστημα επιβολής κάθε τιμής της τάσης προστίθενται.

#### **2.5.5 Συντελεστής θερμικής διαστολής**

Ο συντελεστής θερμικής διαστολής του σκυροδέματος μπορεί να λαμβάνεται ίσος με  $10 \cdot 10^{-6}$  ανά °C.

