

## ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

Στο σχεδιασμό νέων κατασκευών, όπως είναι γνωστό, η πιθανότητα μεταβολής της αντοχής των υλικών κατά την παραγωγή τους και στην εξέλιξη του χρόνου λαμβάνεται υπόψη συντηρητικά. Είναι προφανές ότι δεν θα μπορούσε να γίνει διαφορετικά, αφού η μελέτη προηγείται της κατασκευής του έργου και βασίζεται σε προβλεπόμενες αντοχές.

Έτσι η θλιπτική αντοχή σχεδιασμού του σκυροδέματος  $f_{cd}$  προκύπτει από τη χαρακτηριστική αντοχή  $f_{ck}$  διαιρεμένη με ένα συντελεστή ασφαλείας, που στον Ελληνικό Κανονισμό Ωπλισμένου Σκυροδέματος (Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ., 2000) είναι 1,50, ενώ η εφελκυστική αντοχή αγνοείται στον έλεγχο κάμψης. Επιπρόσθετα αγνοείται η αύξηση της αντοχής του σκυροδέματος με το χρόνο γιατί στην πράξη δεν είναι εύκολο να προσδιοριστεί η χρονική στιγμή περάτωσης της κατασκευής ή πλήρους εφαρμογής των φορτίων. Επίσης σχεδόν πάντα αγνοείται η αύξηση της αντοχής του σκυροδέματος σε καλά περισιγμένες περιοχές της κατασκευής.

Στο χάλυβα επιλέγεται από τους κανονισμούς ένας μικρότερος συντελεστής ασφαλείας (στον Κανονισμό Σκυροδέματος (Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ., 2000) λαμβάνεται 1,15) λόγω της βιομηχανοποίησης του. Όμως, όπως έχει προκύψει από σχετικές δειγματοληπτικές έρευνες στο εξωτερικό και στην Ελλάδα, το πραγματικό όριο διαρροής μπορεί να είναι σημαντικά μεγαλύτερο, μέχρι και 40%, ενώ πάντα στο σχεδιασμό αγνοείται η επιπλέον αύξηση της αντοχής λόγω κράτυνσης. Εξάλλου είναι γνωστό ότι πολλές φορές στην πράξη τοποθετείται οπλισμός περισσότερος από ό,τι απαιτείται στους υπολογισμούς.

Στην αντίθετη πλευρά θα πρέπει να σημειωθεί ότι στην πράξη το σκυρόδεμα συχνά δεν έχει την αντοχή που προδιαγράφεται ενώ συχνά δεν απουσιάζουν κατασκευαστικά σφάλματα στις διαστάσεις των στοιχείων και την τοποθέτηση του οπλισμού.

Είναι λοιπόν προφανές, ότι εάν σε μία υφιστάμενη κατασκευή μετρηθούν οι τελικές διαστάσεις των στοιχείων και προσδιοριστούν οι θέσεις και οι διατομές των οπλισμών και οι αντοχές των υλικών, μπορούν να εκτιμηθούν οι πραγματικές αντοχές των μελών που κατά πάσα πιθανότητα -με εξαίρεση χονδροειδή κατασκευαστικά σφάλματα- θα προκύπτουν αρκετά μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες του αρχικού σχεδιασμού. Σε ένα πρόγραμμα στην Αγγλία εκτιμήθηκαν πραγματικές αντοχές δομικών στοιχείων μέχρι και 100% μεγαλύτερες από αυτές του σχεδιασμού ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό παρουσίασε μία μέση αύξηση από 30% έως 60%.

Σύμφωνα με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ. (2017) §4.5.3 για υφιστάμενα υλικά, οι συντελεστές ασφαλείας εξαρτώνται από τη **στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων (ΣΑΔ)** και από το εάν η αντιπροσωπευτική τιμή που

χρησιμοποιείται στους υπολογισμούς είναι η μέση τιμή (όταν ελέγχονται παραμορφώσεις) ή μία “οιονεί χαρακτηριστική” τιμή που λαμβάνεται ίση με τη μέση τιμή μείον μία τυπική απόκλιση (όταν ελέγχονται δυνάμεις). Συγκριμένα (ΚΑΝ.ΕΠΕ. §4.5.3.1, §4.5.3.3):

Όταν η αντιπροσωπευτική είναι ίση με τη μέση τιμή:

- $\gamma_m=1,20$  για «ανεκτή» ΣΑΔ
- $\gamma_m=1,10$  για «Ικανοποιητική» ΣΑΔ
- $\gamma_m=1,00$  για «υψηλή» ΣΑΔ

Όταν η αντιπροσωπευτική είναι ίση με τη μέση τιμή μείον μία τυπική απόκλιση:

- $\gamma_c=1,45, \gamma_s=1,25$  για «ανεκτή» ΣΑΔ
- $\gamma_c=1,30, \gamma_s=1,15$  για «Ικανοποιητική» ΣΑΔ
- $\gamma_c=1,15, \gamma_s=1,05$  για «υψηλή» ΣΑΔ

Ειδικώς, για υφιστάμενες (άοπλες) τοιχοπληρώσεις (που λαμβάνονται δηλαδή στην αποτίμηση ή τον ανασχεδιασμό) οι τιμές  $\gamma_m$  διαμορφώνονται ανάλογα με τη στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων, ως εξής:

- $\gamma_m=1,70$  για «ανεκτή» ΣΑΔ
- $\gamma_m=1,50$  για «Ικανοποιητική» ΣΑΔ
- $\gamma_m=1,30$  για «υψηλή» ΣΑΔ

Για τα **νέα υλικά** που προστίθενται με τις επεμβάσεις, στους κανονισμούς, εν γένει προτείνονται αυξημένοι συντελεστές ασφαλείας, σε σύγκριση με αυτούς που προβλέπονται για τις νέες κατασκευές, επειδή η αβεβαιότητα επιτυχίας των επιδιωκόμενων αντοχών είναι μεγαλύτερη. Η αβεβαιότητα αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι οι εργασίες των επισκευών και των ενισχύσεων γίνονται συχνά κάτω από δύσκολες συνθήκες πρόσβασης, ποιοτικού ελέγχου και επίβλεψης.

**Για τα προστιθέμενα υλικά**, οι συντελεστές ασφαλείας εξαρτώνται από το εάν καλύπτονται από ισχύοντες κανονισμούς ή όχι, και από το εάν η αντιπροσωπευτική τιμή που χρησιμοποιείται στους υπολογισμούς είναι ίση με τη μέση τιμή (όταν ελέγχονται παραμορφώσεις) ή ίση με τη χαρακτηριστική τιμή (όταν ελέγχονται δυνάμεις). Συγκριμένα (ΚΑΝ.ΕΠΕ. (2017) §4.5.3.2, §4.5.3.3):

Όταν η αντιπροσωπευτική είναι ίση με τη μέση τιμή:

- $\gamma_m= 1,15$  για συνήθη διατομή και προσπελασιμότητα
- $\gamma_m= 1,25$  για μειωμένη διατομή ή προσπελασιμότητα ανεξαρτήτως του αν τα υλικά καλύπτονται ή όχι από Κανονισμούς.

Όταν η αντιπροσωπευτική είναι ίση με τη χαρακτηριστική τιμή.

- και τα προστιθέμενα υλικά καλύπτονται από ισχύοντες Κανονισμούς:  
 $\gamma_m = 1,05 \cdot \gamma_m$  για συνήθη διατομή προστιθέμενων υλικών ή / και προσπελασιμότητα της θέσης επέμβασης

$\gamma_m' = 1,20 \cdot \gamma_m$  για μειωμένη διατομή προστιθέμενων υλικών ή / και προσπελασιμότητα της θέσης επέμβασης  
όπου  $\gamma_m$  είναι οι καθιερωμένες τιμές των συντελεστών ασφαλείας για τον σχεδιασμό των νέων κατασκευών

- και τα προστιθέμενα υλικά δε καλύπτονται από ισχύοντες Κανονισμούς, οι συντελεστές ασφαλείας λαμβάνονται γενικώς αυξημένοι κατά την κρίση του μηχανικού, αξιολογώντας τις αβεβαιότητες που προκύπτουν από τα δεδομένα του προμηθευτή καθώς και τις ειδικότερες συστάσεις που προβλέπονται στον Κανονισμό ή τις ΕΤΕΠ για την εφαρμογή της συγκεκριμένης τεχνικής

Ειδικώς, για προστιθέμενες νέες τοιχοπληρώσεις (άοπλες έως και με διάσπαρτο οπλισμό ή ελαφρούς μανδύες) οι τιμές  $\gamma_m$  λαμβάνουν τιμές από  $\gamma_m=1,70$  έως  $3,00$  , ανάλογα της κατηγορίας ποιότητας της κατασκευής αλλά και του ελέγχου του εργοστασίου παραγωγής (βλ. και *EK6*).

## Συνοπτικοί Πίνακες Συντελεστών Ασφαλείας Υλικών

Υφιστάμενα Υλικά						
Στάθμη Αξιοπιστίας Δεδομένων	Οιονεί Χαρακτηριστική (=μέση τιμή μείον μία τυπική απόκλιση)			Μέση Τιμή		
	Ανεκτή	Ικανοποιητική	Υψηλή	Ανεκτή	Ικανοποιητική	Υψηλή
Σκυρόδεμα	$\gamma_c=1,45$	$\gamma_c=1,30$	$\gamma_c=1,15$	$\gamma_m=1,20$	$\gamma_m=1,10$	$\gamma_m=1,00$
Χάλυβας Οπλισμών	$\gamma_s=1,25$	$\gamma_s=1,15$	$\gamma_s=1,05$			
Τοιχο-πληρώσεις	$\gamma_m=1,70$	$\gamma_m=1,50$	$\gamma_m=1,30$			

Προστιθέμενα Υλικά				
Διατομή και Προσπελασιμότητα	Χαρακτηριστική Τιμή		Μέση Τιμή	
	Κανονικές (Συνήθειες)	Μειωμένες	Κανονικές (Συνήθειες)	Μειωμένες
Σκυρόδεμα	$\gamma_m = 1,05 \cdot \gamma_c = 1,05 \cdot 1,50$ → $\gamma_m = 1,57$	$\gamma_m = 1,20 \cdot \gamma_c = 1,20 \cdot 1,50$ → $\gamma_m = 1,80$	$\gamma_m = 1,15$	$\gamma_m = 1,25$
Χάλυβας Οπλισμών	$\gamma_m = 1,05 \cdot \gamma_s = 1,05 \cdot 1,15$ → $\gamma_m = 1,21$	$\gamma_m = 1,20 \cdot \gamma_s = 1,20 \cdot 1,15$ → $\gamma_m = 1,38$		
Χαλύβδινα Στοιχεία <i>(επί της εγγυημένης τιμής)</i>	$\gamma_m = 1,05 \cdot 1$ → $\gamma_m = 1,05$	$\gamma_m = 1,20 \cdot 1$ → $\gamma_m = 1,20$		
ΙΟΠ	$\gamma_m = 1,05 \cdot \gamma_{\text{ΙΟΠ}} = 1,05 \cdot 1,20$ → $\gamma_m = 1,26$	$\gamma_m = 1,20 \cdot \gamma_{\text{ΙΟΠ}} = 1,20 \cdot 1,20$ → $\gamma_m = 1,44$		
Τοιχο-πληρώσεις	$\gamma_m = 1,70$ έως $\gamma_m = 3,00$			