

Δειγματοληψία σκυροδέματος στο έργο

Τι είναι η δειγματοληψία σκυροδέματος και ποιος είναι ο σκοπός της;

Στην επιστήμη της στατιστικής η δειγματοληψία ορίζεται ως η λήψη ενός τμήματος από κάποιο ευρύτερο σύνολο. Μια δειγματοληψία θεωρείται επιτυχημένη όταν τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματά της μπορούν να γενικευθούν με αξιοπιστία για ολόκληρο τον πληθυσμό. Στην πράξη, για το σκυρόδεμα, αυτό σημαίνει ότι ελέγχουμε επιλεγμένα δείγματα για να διασφαλίσουμε ότι το σύνολο της παραγγελίας πληροί τις προδιαγραφές.

Σύμφωνα με τον Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος 2016 (ΚΤΣ 2016), κάθε παρτίδα σκυροδέματος πρέπει να ελέγχεται κατά την παραλαβή. Για κάθε κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα, η δειγματοληψία είναι υποχρεωτική και γίνεται βάσει του προτύπου ΕΛΟΤ EN 12350-1. Στόχος της δειγματοληψίας είναι να ελέγξουμε τη θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος στις 28 ημέρες, σύμφωνα με τις οδηγίες του ΕΛΟΤ EN 12390-3.

Όπως προβλέπει η παράγραφος Γ1.3 του ΚΤΣ 2016, για εργοστασιακό σκυρόδεμα χωρίς πιστοποιημένο έλεγχο παραγωγής, το σύνολο του σκυροδέματος που διαστρώνεται μέσα σε μία ημέρα θεωρείται μία παρτίδα και πρέπει να ελέγχεται με μία δειγματοληψία, που περιλαμβάνει έξι (6) δοκίμια από ισάριθμα δείγματα. Αν η ποσότητα σκυροδέματος ξεπερνά τα 150 m³, τότε η συνολική παρτίδα χωρίζεται σε ισομεγέθεις παρτίδες, όχι μεγαλύτερες των 150 m³ έκαστη, και κάθε μία έχει ξεχωριστή δειγματοληψία έξι (6) δοκιμών.

Από κάθε τυχαίο φορτίο λαμβάνεται το πολύ ένα δείγμα για τον έλεγχο συμμόρφωσης, όπου κάθε δείγμα αντιπροσωπεύεται από ένα δοκίμιο. Στην περίπτωση που η σκυροδέτηση ολοκληρώνεται με λιγότερα από έξι (6) φορτία, επιτρέπεται να ληφθούν περισσότερα δείγματα από το ίδιο φορτίο, ώστε να συμπληρωθεί ο συνολικός αριθμός των έξι (6) δειγμάτων, αλλά κάθε φορά η λήψη γίνεται αφού πρώτα έχει εκφορτωθεί περίπου 1 m³ σκυροδέματος μετά το προηγούμενο δείγμα.

Κριτήρια αποδοχής σκυροδέματος

Οι αντοχές 28 ημερών κάθε δειγματοληψίας έξι (6) δειγμάτων πρέπει να ικανοποιούν και τα δύο κριτήρια 3 και 4 του Πίνακα Γ1-3 του ΚΤΣ 2016.

Πίνακας Γ1-3 Κριτήρια συμμόρφωσης εξωτερικού ελέγχου για θλιπτική αντοχή για το εργοστασιακό σκυρόδεμα χωρίς πιστοποίηση ελέγχου παραγωγής

Πλήθος δειγμάτων “n” από τον συγκεκριμένο όγκο σκυροδέματος	Κριτήριο 3	Κριτήριο 4
6	Μέση τιμή αντοχής σε θλίψη 6 δειγμάτων (\bar{f}_6) σε MPa	Αντοχή σε θλίψη κάθε δείγματος (f_i) σε MPa
	$\bar{f}_6 \geq f_{ck} + 1,60 s_6$	$f_i \geq f_{ck} - 2$

Όπου: s_6 = Η τυπική απόκλιση της δειγματοληψίας (MPa) των 6 δοκιμών, η οποία προκύπτει από τη σχέση:

$$s_6 = \sqrt{[(\sum_{i=1}^6 (f_i - \bar{f}_6)^2) / 5]}$$

Σημείωση: Αν η τιμή της τυπικής απόκλισης s_6 είναι μικρότερη από 1,5 MPa, τότε στο Κριτήριο 3 πρέπει να εισαχθεί η τιμή $s_6 = 1,5$ MPa.

Αν το κριτήριο 4 δεν ικανοποιείται από ένα μόνο δείγμα, τότε η αντοχή του φορτίου από το οποίο προήλθε το δείγμα αμφισβητείται. Το ίδιο ισχύει αν ένα ή και τα δύο κριτήρια δεν καλύπτονται συνολικά: η αντοχή της ελεγχόμενης παρτίδας τίθεται υπό αμφισβήτηση

Τι είναι τα δοκίμια σκυροδέματος και γιατί φτιάχνονται;

Ο ΚΤΣ 2016 προβλέπει ότι το σκυρόδεμα ελέγχεται με «συμβατικά δοκίμια» είτε κυβικά (150 mm ακμή) είτε κυλινδρικά (150 mm διάμετρος, 300 mm ύψος). Αν πρόκειται για εργοταξιακό σκυρόδεμα, τα δοκίμια λαμβάνονται στη θέση διάστρωσης, ενώ για εργοστασιακό σκυρόδεμα, στη θέση παράδοσης.

Συμβατικό δοκίμιο ορίζεται εκείνο που έχει τις διαστάσεις και μορφή που προβλέπει ο ΚΤΣ 2016 και το οποίο παρασκευάζεται και συντηρείται σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 12390-2, από δείγμα που έχει ληφθεί βάσει του ΕΛΟΤ EN 12350-1. Ο έλεγχος της θλιπτικής αντοχής γίνεται κατά ΕΛΟΤ EN 12390-3, και η τιμή που προκύπτει στις 28 ημέρες ονομάζεται συμβατική θλιπτική αντοχή (f_{28}).

Η σημασία της ορθής δειγματοληψίας

Η σωστή λήψη και συντήρηση των δοκιμών είναι ζωτικής σημασίας, καθώς οποιαδήποτε παρέκκλιση ενδέχεται να αλλοιώσει τη μέτρηση της αντοχής. Αν προκύψουν χαμηλές τιμές αντοχής, αυτό οδηγεί σε καθυστερήσεις, δυσπιστία στο έργο και αυξημένα κόστη για όλους τα εμπλεκόμενα μέρη.

Οι μήτρες των δοκιμών πρέπει να είναι μεταλλικές (χυτοσιδηρές ή χαλύβδινες), λόγω των αυστηρών ανοχών σχήματος. Ενδεικτικά, η ανοχή επιπεδότητας των επιφανειών που θα φορτιστούν είναι μόλις 0,0006 d (mm), όπου d η ακμή του κύβου, σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 12390-1.

Πριν τη χύτευση, οι μήτρες επαλείφονται με χημικά αδρανές αντικαλουπωτικό, ώστε να μην κολλήσει το σκυρόδεμα στα τοιχώματα. Το σκυρόδεμα χυτεύεται σε δύο στρώσεις· κάθε στρώση συμπακνώνεται συνήθως με 25 χτυπήματα μιας ράβδου Φ16 (μήκους 60 cm και με στρογγυλεμένα άκρα). Στην κατώτερη στρώση η ράβδος φτάνει ως τον πυθμένα, ενώ στην ανώτερη εισχωρεί λίγα εκατοστά στην κατώτερη. Συνήθως στο τέλος γίνονται ελαφρά χτυπήματα στα εξωτερικά τοιχώματα της μήτρας με σφυρί για να απομακρυνθούν οι φυσαλίδες αέρα.

Μετά, η ελεύθερη επιφάνεια του σκυροδέματος επιπεδώνεται με μυστρί. Το κάθε δοκίμιο φέρει διακριτική σήμανση, η οποία τοποθετείται με προσοχή για να αποφευχθούν φθορές.

Τα δοκίμια μένουν στις μήτρες για 20–32 ώρες, αποθηκευμένα σε χώρο με ελεγχόμενες συνθήκες: προστασία από παγωνιά τον χειμώνα, προστασία από θερμικό σοκ ή ταχεία εξάτμιση το καλοκαίρι. Συνήθως καλύπτονται με υγρή λινάτσα ή νάιλον και τοποθετούνται σε ειδικά κοντέινερ.

Στη συνέχεια, αφαιρούνται από τις μήτρες και μεταφέρονται σε διαπιστευμένο εργαστήριο ελέγχου ποιότητας (κατά ISO 17025), όπου θα συντηρηθούν υπό εργαστηριακές συνθήκες: είτε σε θάλαμο με σχετική υγρασία $\geq 95\%$ και θερμοκρασία $20 \pm 2^\circ\text{C}$, είτε σε δεξαμενή νερού με 100% σχετική υγρασία και ίδια θερμοκρασία.

Κανονιστικό πλαίσιο και τεχνικά πρότυπα

Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος 2016 (ΦΕΚ 1561/02.06.2016)

ΕΛΟΤ EN 12350-1: Δοκιμές νωπού σκυροδέματος – Μέρος 1:
Δειγματοληψία και ελάχιστος εξοπλισμός

ΕΛΟΤ EN 12390-1: Δοκιμές σκληρυμένου σκυροδέματος – Μέρος 1:
Σχήμα, διαστάσεις και απαιτήσεις για δοκίμια και μήτρες

ΕΛΟΤ EN 12390-2: Δοκιμές σκληρυμένου σκυροδέματος – Μέρος 2:
Παρασκευή και συντήρηση δοκιμίων για δοκιμές αντοχής

ΕΛΟΤ EN 12390-3: Δοκιμές σκληρυμένου σκυροδέματος – Μέρος 3:
Αντοχή σε θλίψη δοκιμίων