

# Συντήρηση σκυροδέματος

## Τι είναι η συντήρηση σκυροδέματος;

Η συντήρηση είναι η διαδικασία κατά την οποία το νωπό σκυρόδεμα, αμέσως μετά τη χύτευση του, διατηρεί τη θερμοκρασία και την υγρασία σε κατάλληλα επίπεδα για την ανάπτυξη πολύ σημαντικών ιδιοτήτων του, όπως η θλιπτική αντοχή και η ανθεκτικότητα. Η συντήρηση ξεκινά αμέσως μετά τη διάστρωση και το επιφανειακό τελείωμα του σκυροδέματος και σύμφωνα με τον Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος 2016 (ΚΤΣ 2016) δεν επιτρέπεται να είναι μικρότερη των 7 ημερών.

Το σκυρόδεμα περιέχει αδρανή, τσιμέντο, νερό, χημικά πρόσμικτα και πιθανώς πρόσθετα τσιμεντοειδή υλικά σε συγκεκριμένες ποσότητες. Το νερό είναι απαραίτητο για τη χημική διεργασία της ενυδάτωσης του τσιμέντου και των τσιμεντοειδών υλικών. Ο βαθμός ολοκλήρωσης της ενυδάτωσης επηρεάζει σημαντικά τα κύρια χαρακτηριστικά του σκυροδέματος, δηλαδή την ποιότητα, την αντοχή και την ανθεκτικότητά του. Αμέσως μετά τη χύτευση του, ξεκινάει η απώλεια νερού από τη μάζα του σκυροδέματος, είτε λόγω εξάτμισης, είτε λόγω απορρόφησης από τον ξυλότυπο ή το έδαφος. Αυτή η απώλεια του νερού δεν επιτρέπει την ολοκλήρωση της ενυδάτωσης.

## Ο ρόλος της ενυδάτωσης στο σκυρόδεμα

Σύμφωνα με την ελληνική τεχνική προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-01-03-00 για τη συντήρηση του σκυροδέματος, τα μέτρα αυτά στοχεύουν στην απρόσκοπτη ενυδάτωση του τσιμέντου και των άλλων ενδεχομένως πρόσθετων τσιμεντοειδών υλικών, καθώς και στον έλεγχο των επιδράσεων που προκαλούν οι μεταβολές θερμοκρασίας του περιβάλλοντος στο σκυρόδεμα.

Πιο συγκεκριμένα:

- Η απώλεια υγρασίας από το νωπό ή νεαρής ηλικίας σκυρόδεμα προκαλεί, στη ζώνη που λαμβάνει χώρα, αναστολή της ενυδάτωσης ή/και συστολή συνοδευόμενη, ενδεχομένως, από ρωγμές, αν δεν ληφθούν κατάλληλα μέτρα προστασίας.
- Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος μπορεί επίσης να έχει σημαντικές επιπτώσεις στο νεαρό σκυρόδεμα, λόγω διαφορικών παραμορφώσεων μεταξύ των εξωτερικών και εσωτερικών στρωμάτων αυτού ή/και των συνοριακών συνθηκών.

## Συνέπειες ανεπαρκούς ενυδάτωσης και συντήρησης

Η απώλεια του βαθμού ενυδάτωσης έχει ως κύρια συνέπεια να προκύψει σκυρόδεμα με αυξημένο πορώδες, το οποίο σημαίνει:

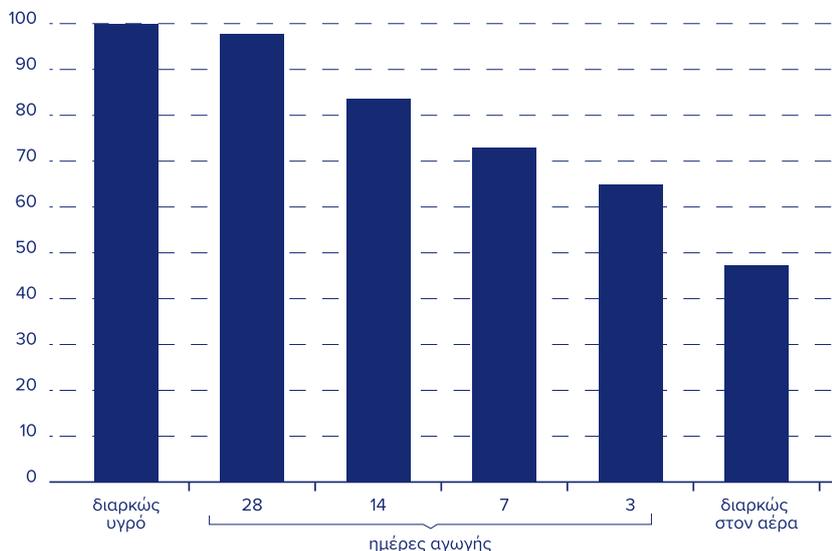
- Μείωση της ανθεκτικότητας του σκυροδέματος απέναντι σε περιβαλλοντικές επιδράσεις και σε διαβρωτικές ουσίες, όπως και της προστασίας που προσφέρει στον χαλύβδινο οπλισμό.
- Μείωση της θλιπτικής αντοχής και της αντίστασης σε τριβή-απότριψη.
- Αύξηση της διαπερατότητας σε υγρά και αέρια.

## Τα πλεονεκτήματα της σωστής συντήρησης σκυροδέματος

### 1 Προβλεπόμενη ανάπτυξη θλιπτικής αντοχής και μηχανικών χαρακτηριστικών:

Εργαστηριακές μελέτες έχουν αποδείξει ότι σκυρόδεμα σε ξηρό περιβάλλον, χωρίς συντήρηση, μπορεί να χάσει έως και το 50% της θλιπτικής αντοχής που θα ανέπτυξε εάν συντηρούταν κατάλληλα.

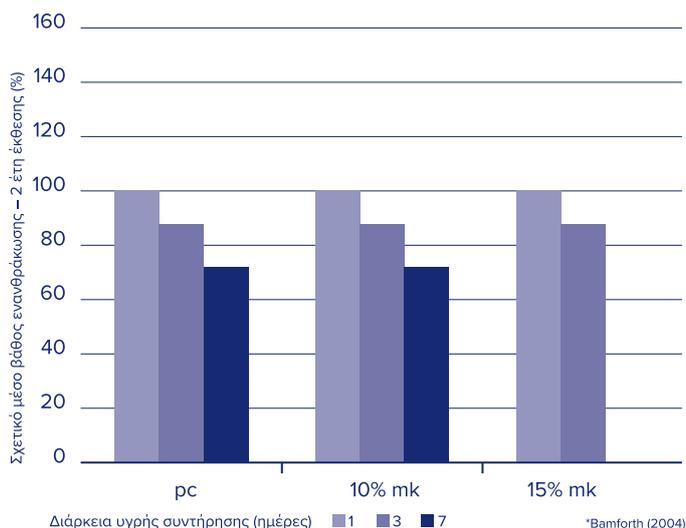
Θλιπτική αντοχή 180 ημερών ως % της αντοχής δοκιμίου που διατηρείται συνεχώς υγρό



### 2 Αύξηση ανθεκτικότητας:

Η σωστή συντήρηση μειώνει το τριχοειδές πορώδες, με αποτέλεσμα τη μείωση της διαπερατότητας και διάχυσης φθοροποιών παραγόντων που μπορούν να βλάψουν τόσο το σκυρόδεμα όσο και το χαλύβδινο οπλισμό. Με την ορθή συντήρηση παρατείνεται η διάρκεια ζωής της κατασκευής.

Σχετικό μέσο βάθος ενανθράκωσης για σκυρόδεμα με και χωρίς χρήση μετακαολίνη σε διαφορετικά σενάρια συντήρησης και έκθεση σε φυσική ενανθράκωση σε εσωτερικό χώρο\*



\*Bamforth (2004)

### 3 Διατήρηση αισθητικής και εμφάνισης:

Η σωστή συντήρηση μειώνει την πιθανότητα ρηγματώσεων λόγω συρρίκνωσης και θερμικών μεταβολών. Παράλληλα, δημιουργεί πυκνότερη και σκληρότερη επιφάνεια, μειώνοντας φαινόμενα απολέπισης και επιφανειακής αποκόλλησης.

## Διάρκεια συντήρησης σκυροδέματος

Σύμφωνα με τον ΚΤΣ 2016, το χρονικό διάστημα συντήρησης σκυροδέματος δεν πρέπει να είναι μικρότερο από επτά (7) ημέρες.

Εφόσον ληφθούν τουλάχιστον τρία δοκίμια έργου από τη σκυροδετούμενη παρτίδα, το απαιτούμενο διάστημα συντήρησης είναι αυτό που χρειάζεται ώστε η ελάχιστη θλιπτική αντοχή από αυτά να υπερβαίνει το 50% της χαρακτηριστικής αντοχής του σκυροδέματος της συγκεκριμένης παρτίδας, το οποίο όμως δεν θα είναι μικρότερο από τρεις (3) ημέρες από την έναρξη της συντήρησης. Ο έλεγχος αυτός, σε οποιαδήποτε χρονική φάση συντήρησης και αν διενεργείται, αφορά πάντοτε μια ανεξάρτητη τριάδα δοκιμών.

Στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 13670 προβλέπονται τέσσερις κατηγορίες διάρκειας συντήρησης.

Οι απαιτήσεις του ΚΤΣ 2016 για συντήρηση του σκυροδέματος αντιστοιχούν στην κατηγορία 3 του προτύπου.

### Πίνακας κατηγοριών συντήρησης (ΕΛΟΤ EN 13670)

Κατηγορία συντήρησης	Κατηγορία 1	Κατηγορία 2	Κατηγορία 3	Κατηγορία 4
Περίοδος (ώρες)	12 <sup>α</sup>	ΔΕ	ΔΕ	ΔΕ
Ποσοστό της προδιαγεγραμμένης χαρακτηριστικής αντοχής 28 ημερών	Δεν εφαρμόζεται (ΔΕ)	35%	50%	70%

α Υπό την προϋπόθεση ότι η διάρκεια πήξης του σκυροδέματος δεν ξεπερνά τις 5 ώρες και η θερμοκρασία της επιφάνειάς του είναι ίση ή μεγαλύτερη των 5°C.

## Ποιες είναι οι διαθέσιμοι μέθοδοι συντήρησης;

Οι μέθοδοι συντήρησης του σκυροδέματος διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

### 1 Ελαχιστοποίηση της απώλειας υγρασίας μέσω επικάλυψης του σκυροδέματος με αδιαπέραστη μεμβράνη

Πλαστικά φύλλα ή συναφή υλικά δημιουργούν αποτελεσματικό φραγμό στην απώλεια νερού, εφόσον τοποθετηθούν στην εκτεθειμένη επιφάνεια του σκυροδέματος αμέσως μετά τη διάστρωση και την επεξεργασία της (φινίρισμα). Η μέθοδος εφαρμόζεται σε οριζόντια και κάθετα στοιχεία της κατασκευής, με τα κατακόρυφα να περιτυλίσσονται.

Τα φύλλα πρέπει να έχουν πάχος τουλάχιστον 0.10 mm, να μη σχίζονται, ενώ όταν έχουν ανοιχτή απόχρωση αντανακλούν καλύτερα την ηλιακή ακτινοβολία και βοηθούν στη διατήρηση χαμηλότερης θερμοκρασίας σκυροδέματος στις ζεστές ημέρες.

### 2 Παρεμπόδιση απώλειας υγρασίας με διαρκή ύγρανση της εκτεθειμένης επιφάνειας σκυροδέματος

Η μέθοδος βασίζεται στη διοχέτευση νερού στην επιφάνεια του σκυροδέματος, ώστε να παραμένει συνεχώς υγρή. Κατά την εφαρμογή της μεθόδου έχουν ιδιαίτερη σημασία τα εξής:

→ Η θερμοκρασία του νερού να μην είναι χαμηλότερη κατά 5°C από τη θερμοκρασία της επιφάνειας του σκυροδέματος, καθώς ενδέχεται να προκαλέσει ή να επιτείνει την εμφάνιση ρηγματώσεων.

→ Πρέπει να αποφεύγεται η εναλλαγή ύγρανσης και ξήρανσης του σκυροδέματος, η οποία οδηγεί σε μεταβολές του όγκου του στοιχείου της κατασκευής, συντελώντας στην εμφάνιση ρηγματώσεων.

Επίπεδες επιφάνειες μπορούν να συντηρηθούν εύκολα με τη δημιουργία ενός φράγματος στην περίμετρο της πλάκας και τη διοχέτευση νερού.

Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν εκτοξεύσεις σταγονιδίων νερού (fog curing) ή και υγρές επικαλύψεις όπως βρεγμένα υφάσματα, ή λινάτσες, ειδικά για τα κατακόρυφα στοιχεία.

### 3 Ψεκασμός με μεμβράνες συντήρησης

Οι μεμβράνες συντήρησης είναι ειδικά υγρά που ψεκάζονται απευθείας στην επιφάνεια του σκυροδέματος μετά το φινίρισμά της, όταν πλέον έχει φύγει η επιφανειακή γυαλάδα. Συνήθως οι μεμβράνες συντήρησης αποτελούνται από γαλακτώματα κεριού ή συνθετικές ρητίνες.

Η αποτελεσματικότητά τους εξαρτάται από το τύπο του υλικού, την περιεκτικότητα του διαλύματος και τα καιρικά φαινόμενα, όπως ο αέρας, που μπορεί να διασπείρουν το υλικό κατά την εφαρμογή του. Τυπικά απαιτούνται 20 λίτρα μεμβράνης για το ψεκασμό 100 τετραγωνικών μέτρων επιφάνειας. Η εφαρμογή γίνεται με ψεκαστήρα χειρός, ενώ προτιμώνται έγχρωμες μεμβράνες, ώστε να διευκολύνεται ο ομοιόμορφος ψεκασμός της επιφάνειας.

Σημειώνεται ότι μεμβράνες συντήρησης που βασίζονται σε διαλύτες απαιτούν καλό αερισμό του χώρου και τήρηση των μέτρων ασφαλείας που προβλέπει ο παραγωγός, ενώ άλλες μπορεί να έχουν επιπτώσεις στην πρόσφυση μεταξύ του σκυροδέματος και των επικείμενων στρώσεων, όπως για παράδειγμα στις εργασίες πλήρωσης των δαπέδων. Πρέπει λοιπόν να δίνεται ιδιαίτερη σημασία στη συμβατότητα της μεμβράνης με τα επικείμενα υλικά.

Τέλος, ιδιαίτερα σημαντικός είναι ο έλεγχος της θερμοκρασίας του σκυροδέματος. Τον χειμώνα, δεν επιτρέπεται το σκυρόδεμα να ψύχεται με ρυθμό μεγαλύτερο των 3°C ανά ώρα για το πρώτο 24ωρο από τη διάστρωση, ενώ πρέπει να προστατεύεται με χρήση μονωτικών υλικών από την παγωνιά, έως ότου να φθάσει αντοχή 4 MPa. Μέθοδοι συντήρησης που διατηρούν την υγρασία και όχι υγρός ψεκασμός πρέπει να επιλέγονται σε συνθήκες παγοπληξίας. Το καλοκαίρι, υψηλές θερμοκρασίες σκυροδέματος κατά τη συντήρηση οδηγούν σε γρήγορη απώλεια υγρασίας και σε ρηγματώσεις λόγω συρρίκνωσης. Η διατήρηση αυξημένης επιφανειακής θερμοκρασίας βοηθά στην επίτευξη χαμηλότερων θερμοκρασιών σκυροδέματος κατά τη συντήρηση.

## Βιβλιογραφία

Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών (2016) *Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος – ΚΤΣ 2016*. Αθήνα: ΥΠΥΜΕ.

ΕΛΟΤ (2010) ΕΛΟΤ EN 13670: *Κατασκευή έργων από σκυρόδεμα (Execution of concrete structures)*. Αθήνα: Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης.

ΕΛΟΤ (2009) ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-01-03-00: *Συντήρηση σκυροδέματος*. Αθήνα: Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης.