

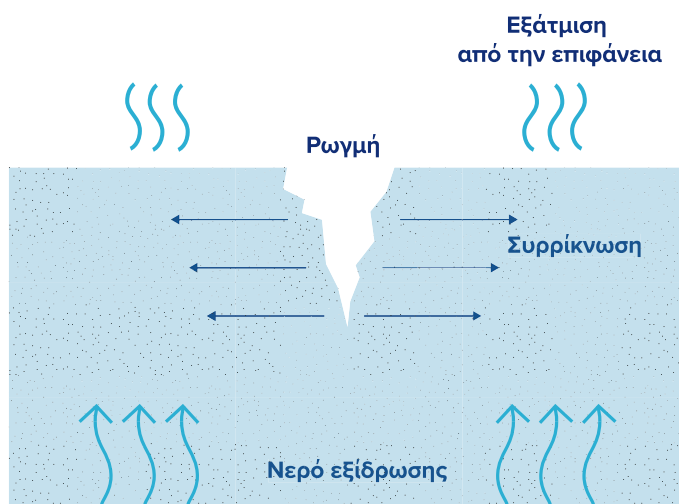
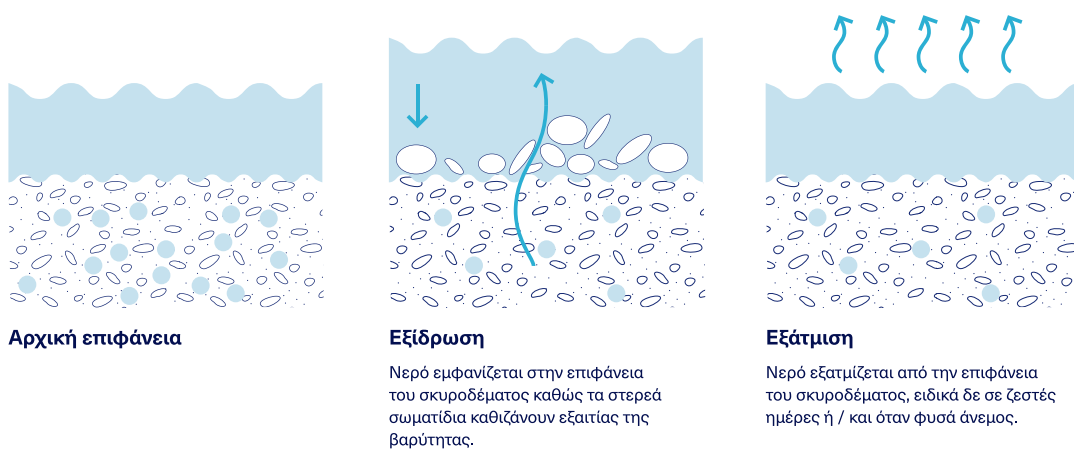
Ρηγμάτωση πλαστικής συρρίκνωσης (ή πλαστικής συστολής)

Τι είναι η ρηγμάτωση πλαστικής συρρίκνωσης;

Οι ρωγμές πλαστικής συρρίκνωσης παρατηρούνται στην επιφάνεια του σκυροδέματος αμέσως μετά τη διάστρωση, όσο αυτό παραμένει σε πλαστική φάση. Εμφανίζονται σε διάστημα έως και ~ 6-8 ώρες μετά τη σκυροδέτηση και εντοπίζονται κυρίως σε οριζόντια επιφανειακά δομικά στοιχεία (π.χ. πλάκες). Συνήθως σχηματίζουν συγκεκριμένο μοτίβο, όπου είναι παράλληλες, διατεταγμένες σε απόσταση 0,30 – 0,90 m και δεν εκτείνονται έως την περίμετρο της πλάκας. Το εύρος τους σπάνια υπερβαίνει τα 0,30 mm (1/8 της ίντσας) και θεωρούνται «ρηχές» ως προς το βάθος τους – περιορίζεται συνήθως στα όρια της επικάλυψης και είναι κατά προσέγγιση όσο η διάσταση του μεγίστου αδρανούς του σκυροδέματος.

Οι ρωγμές αυτές δεν μειώνουν τη θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος, όμως ενδέχεται να επηρεάσουν αρνητικά την ανθεκτικότητά του, καθώς διευκολύνουν την είσοδο φθοροποιών παραγόντων.

Η πιθανότητα ανάπτυξης αυτών των ρωγμών μπορεί να μειωθεί αν ληφθούν τα κατάλληλα προληπτικά μέτρα πριν και κατά τη διάρκεια της διάστρωσης και του φινιρίσματος του σκυροδέματος.



Ρηγμάτωση Πλαστικής Συρρίκνωσης: Αίτια, Χαρακτηριστικά και Πρόληψη

Τι προκαλεί ρωγμές

Οι ρωγμές πλαστικής συρρίκνωσης προκαλούνται από την εξάτμιση νερού από την επιφάνεια του σκυροδέματος αμέσως μετά τη διάστρωση, πριν αυτό προλάβει να σκληρύνει. Η κρίσιμη συνθήκη για τη ρηγμάτωση συμβαίνει όταν ο ρυθμός εξάτμισης του νερού υπερβαίνει τον ρυθμό εξίδρωσης, δηλαδή την ανάδυσση νερού από τη μάζα του σκυροδέματος προς την επιφάνεια. Το αναδύομενο νερό δεν προλαβαίνει να αναπληρώσει το εξατμιζόμενο, με αποτέλεσμα να «ξεραίνεται» η επιφάνειά του.

Το νερό που βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια του σκυροδέματος δημιουργεί μίνισκους μεταξύ των εξαιρετικά λεπτών σωματιδίων τσιμέντου και αδρανών, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη εφελκυστικών τάσεων στα επιφανειακά στρώματα. Αν η επιφάνεια του σκυροδέματος έχει σκληρύνει τόσο ώστε να έχει αναπτύξει ικανοποιητική εφελκυστική αντοχή, που να μπορεί να αναλάβει τις επιφανειακές τάσεις, δεν παρατηρούνται ρωγμές.

Σε αντίθετη περίπτωση δημιουργούνται επιφανειακές μικρορηγματώσεις στο σκυρόδεμα λόγω πλαστικής συρρίκνωσης. Η προσθήκη συνθετικών ινών στη μάζα του σκυροδέματος μπορεί να βοηθήσει ώστε οι ρωγμές λόγω πλαστικής συρρίκνωσης να μην είναι ορατές στην επιφάνεια του σκυροδέματος.

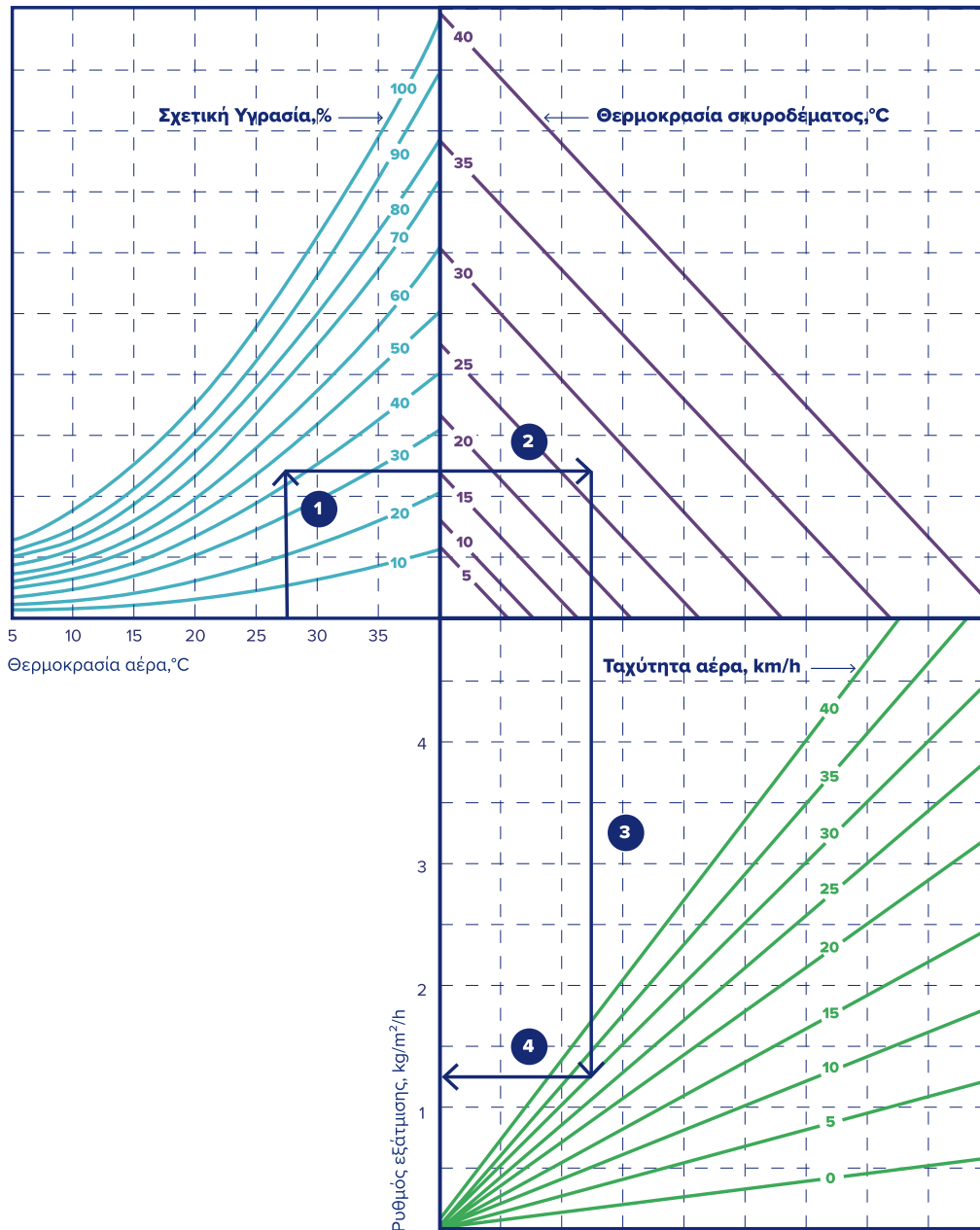
Οι συνθήκες που προκαλούν υψηλούς ρυθμούς εξάτμισης από την επιφάνεια του σκυροδέματος και, κατά συνέπεια, αυξάνουν την πιθανότητα εμφάνισης ρωγμών πλαστικής συρρίκνωσης είναι:

- Ταχύτητα ανέμου μεγαλύτερη των 8 χιλιομέτρων ανά ώρα.
- Χαμηλή σχετική υγρασία περιβάλλοντος.
- Υψηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος.
- Υψηλή θερμοκρασία σκυροδέματος.

Μικρές αλλαγές στις προαναφερθείσες συνθήκες μπορεί να μεταβάλουν σημαντικά τον ρυθμό εξάτμισης του νερού. Το ακόλουθο νομογράφημα βοηθά στην εκτίμηση του ρυθμού εξάτμισης, για τον οποίο απαιτείται να ληφθούν ειδικά μέτρα προστασίας της επιφάνειας του σκυροδέματος.

Συνθέσεις σκυροδέματος με χαμηλή εξίδρωση ή μικρό ρυθμό εξίδρωσης είναι επιρρεπείς σε ρωγμές πλαστικής συρρίκνωσης, ακόμα και αν ο ρυθμός εξάτμισης είναι χαμηλός. Παράγοντες που μειώνουν τον ρυθμό ή την ποσότητα του νερού εξίδρωσης είναι η υψηλή περιεκτικότητα σε τσιμέντο ή τσιμεντοειδή υλικά, η υψηλή περιεκτικότητα σε λεπτόκοκκα, η μειωμένη περιεκτικότητα νερού ανάμιξης, η σκόπιμη εισαγωγή αέρα από αερακτικό πρόσμικτο, η υψηλή θερμοκρασία σκυροδέματος και οι μικρού πάχους διατομές δομικών μελών.

Επιπλέον, κάθε παράγοντας που επιβραδύνει τη σκλήρυνση του σκυροδέματος αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισης ρωγμών πλαστικής συρρίκνωσης. Τέτοιοι παράγοντες που καθυστερούν την πήξη του σκυροδέματος μπορεί να, μεμονωμένα ή σε συνδυασμό, ο ψυχρός καιρός, το ψυχρό υπόστρωμα, η υψηλή περιεκτικότητα νερού, η χαμηλή περιεκτικότητα τσιμέντου, τα επιβραδυντικά πρόσμικτα, μερικοί μειωτές νερού και πρόσθετα τσιμεντοειδή υλικά.



Για να χρησιμοποιήσετε το νομογράφημα

- 1 Ξεκινήστε από την θερμοκρασία περιβάλλοντος (π.χ.27°C), κινούμενοι κατακόρυφα έως την σχετική υγρασία
- 2 Μετακινηθείτε δεξιά στην θερμοκρασία σκυροδέματος (2)
- 3 Κατεβείτε κάτω προς την ταχύτητα του ανέμου (3)
- 4 Βρείτε που τέμνει η οριζόντια γραμμή τον ρυθμό εξάτμισης (4)

Προτεινόμενες πρακτικές

Είναι σημαντικό να αναγνωρίζονται πριν από τη σκυροδέτηση οι καιρικές συνθήκες που ευνοούν την εμφάνιση ρωγμών από πλαστική ξήρανση, ώστε να ληφθούν μέτρα προστασίας όπως:

- 1** Για παράδειγμα, η ανέγερση προσωρινών πετασμάτων για προστασία της επιφάνειας σκυροδέματος από τον άνεμο ή η χρήση σκιάστρων για αποφυγή έκθεσης στον ήλιο και επακόλουθα την άνοδο της θερμοκρασίας του σκυροδέματος. Αν οι συνθήκες είναι εξαιρετικά δυσμενείς, πρέπει να αλλάξει η ώρα σκυροδέτησης σε απογευματινές ώρες. Σε αρκετά υψηλές θερμοκρασίες, η σκυροδέτηση σε πρωινές ώρες αυξάνει την πιθανότητα επιτυχίας.
- 2** Σε πολύ ζεστές και ξηρές συνθήκες συνίσταται υδρονέφωση, αντίθετα με τον άνεμο και πάνω από την επιφάνεια του σκυροδέματος. Η υδρονέφωση μειώνει την ταχύτητα εξάτμισης του νερού του σκυροδέματος από την επιφάνειά του.
- 3** Εξασφαλίζεται η άμεση διάστρωση και το φινίρισμα του σκυροδέματος μέσω επαρκούς οργάνωσης του συνεργείου και διαθεσιμότητας εξοπλισμού. Σε περίπτωση καθυστερήσεων, η επιφάνεια του σκυροδέματος καλύπτεται με βρεγμένες λινάτσες ή μεμβράνη πολυαιθυλενίου. Σε θερμές και ξηρές συνθήκες μπορεί να εφαρμοστεί ψεκασμός της επιφάνειας με επιβραδυντή εξάτμισης μετά το φινίρισμα, ώστε να επιτευχθεί ομαλή στερεοποίηση (πήξη).
- 4** Η συντήρηση της επιφάνειας του σκυροδέματος πρέπει να αρχίζει το ταχύτερο δυνατό. Μπορεί να γίνει με ψεκασμό ή με τοποθέτηση συνθετικών μεμβρανών, ή με κάλυψη της επιφάνειας με βρεγμένες λινάτσες που διατηρούνται υγρές για τουλάχιστον τρεις ημέρες.
- 5** Η χρήση συνθετικών ινών συμβάλλει στην αύξηση της αντοχής του σκυροδέματος έναντι ρηγματώσεων.
- 6** Συνιστάται η επιτάχυνση της πήξης του σκυροδέματος και η αποφυγή μεγάλων θερμοκρασιακών διαφορών μεταξύ σκυροδέματος και περιβάλλοντος.
- 7** Σε περίπτωση εμφάνισης ρωγμών πλαστικής ξήρανσης κατά τη διάρκεια του φινιρίσματος, είναι δυνατή η αποκατάστασή τους με επαναληπτικό φινίρισμα. Απαραίτητη παραμένει η λήψη πρόσθετων προστατευτικών μέτρων, όπως αναφέρονται παραπάνω, ώστε να αποτραπεί η επανεμφάνιση ρωγμών.
- 8** Η θερμοκρασία του σκυροδέματος πρέπει να μειώνεται σε θερμές συνθήκες, ενώ σε ψυχρές συνθήκες πρέπει να αποφεύγονται υπερβολικά χαμηλές θερμοκρασίες σκυροδέματος.
- 9** Όταν το σκυρόδεμα διαστρώνεται πάνω σε στεγνό και απορροφητικό υπόστρωμα υπό πολύ θερμές και ξηρές περιβαλλοντικές συνθήκες, το υπόστρωμα πρέπει να διαβρέχεται μέχρι κορεσμού, χωρίς να λιμνάζει νερό. Διαβροχή εφαρμόζεται επίσης στα καλούπια και στον εγκατεστημένο χαλύβδινο οπλισμό.

Βιβλιογραφία-παραπομπές

Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΚΤΣ). (2016)
Υπουργείο Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων (2016)
Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος 2016 (ΚΤΣ 2016).
Αθήνα: ΥΠΟΜΕΔΙ.

Τεχνική Οδηγία 2 ΣΠΜΕ – Σκυροδέτηση με υψηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος Σύλλογος Πολιτικών Μηχανικών Ελλάδος, Τεχνική Οδηγία 2: Σκυροδέτηση με υψηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος. Αθήνα: ΣΠΜΕ.

ACI 305R-20 *American Concrete Institute* (2020) ACI 305R-20: Guide to Hot Weather Concreting. Farmington Hills, MI: ACI.