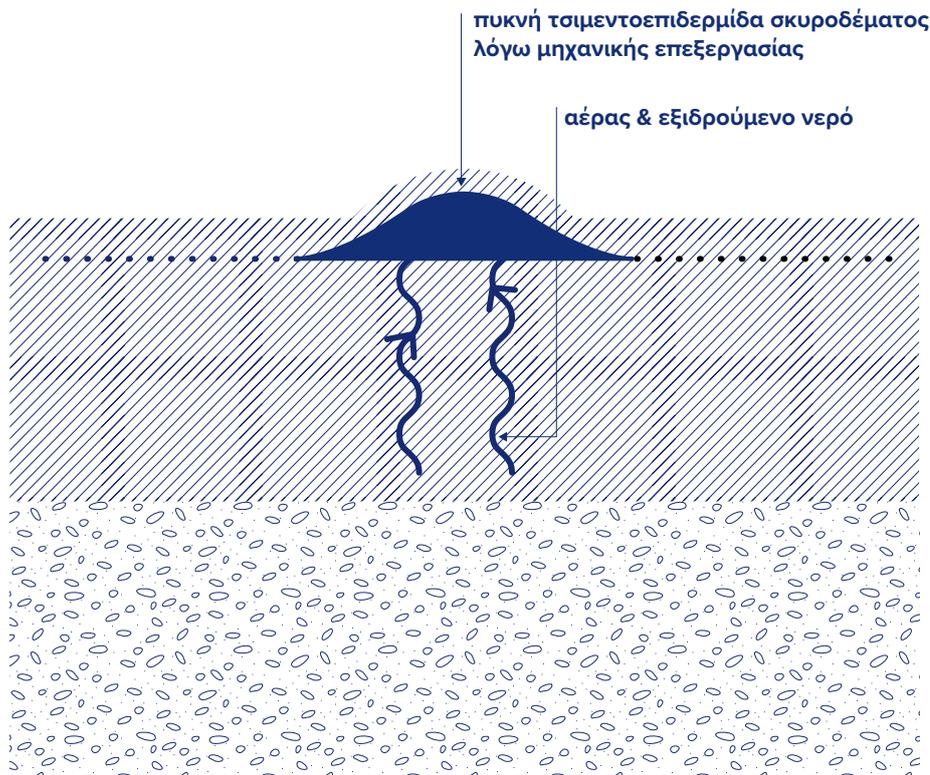


Φυσαλιδώδη εξανθήματα επιφάνειας σκυροδέματος

Τι είναι τα φυσαλιδώδη εξανθήματα επιφάνειας σκυροδέματος;

Τα φυσαλιδώδη εξανθήματα που εμφανίζονται στην επιφάνεια σκυροδέματος είναι μικρά εξογκώματα-φουσκώματα (ή κοινώς «φουσκάλες») διαμέτρου 12-100 mm με πυκνή επιδερμίδα τσιμεντόπαστας πάχους περίπου 3 mm καλύπτοντας κενά αέρος.

Η πυκνή αυτή επιδερμίδα τσιμεντόπαστας εμφανίζεται λόγω λείανσης και επεξεργασίας της επιφάνειας του σκυροδέματος με μηχανικά μέσα (όπως με «ελικόπτερο») και ιδιαίτερα όταν η επιφάνεια λειάνεται πρόωρα ή όταν στερεοποιείται ταχύτερα από τα ενδότερα στρώματα του σκυροδέματος. Το φαινόμενο μπορεί να εμφανιστεί σύντομα μετά την ολοκλήρωση των εργασιών λείανσης και επεξεργασίας της επιφάνειας του σκυροδέματος. Επιπλέον, τα φυσαλιδώδη εξανθήματα διακρίνονται δύσκολα σε περιοχές με ανεπαρκή φυσικό φωτισμό, μέχρι να σπάσουν λόγω κυκλοφορίας.



Γιατί σχηματίζονται;

Τα φυσαλιδώδη εξανθήματα σχηματίζονται κυρίως στην επιφάνεια του νωπού σκυροδέματος όταν ο εγκλωβισμένος αέρας ή το εξιδρούμενο νερό μετακινούνται προς αυτή, η οποία έχει επεξεργασθεί πρόωρα ή εκτενώς με μηχανικά μέσα σε σημείο που γίνεται σχεδόν αεροστεγανή, με αποτέλεσμα να εγκλωβίζονται εκεί, δημιουργώντας τοπικά ωσμωτικές πιέσεις. Η επιδιόρθωση των εξογκωμάτων αυτών είναι εξαιρετικά δύσκολη μετά τη σκλήρυνση του σκυροδέματος. Οι αιτίες δημιουργίας του φαινομένου είναι:

- 1 Η συμπύκνωση του σκυροδέματος δεν είναι αρκετή ή όταν ξεπερνά τα προβλεπόμενα όρια. Στην πρώτη περίπτωση ο εγκλωβισμένος αέρας στο νωπό σκυροδέμα δεν προλαβαίνει να απομακρυνθεί από τη μάζα του σκυροδέματος και αναδύεται προς την επιφάνεια. Στη δεύτερη περίπτωση η παρατεταμένη δόνηση, ειδικά σε υψηλής κάθισης μίγματα, μετακινεί μεγαλύτερης διάστασης αδρανή προς τα κάτω, αυξάνοντας επιφανειακά το πάχος της τσιμεντόπαστας του σκυροδέματος.

- 2** Δεν χρησιμοποιείται κατάλληλο εργαλείο φινιρίσματος της επιφάνειας του σκυροδέματος ή το φινίρισμα γίνεται με λάθος τρόπο. Η επιφάνεια του νωπού σκυροδέματος πρέπει να ελέγχεται ώστε προσδιορίζεται ο κατάλληλος τύπος επεξεργασίας φινιρίσματος, είτε με ξύλινη ή μεταλλική πήχη, που να μη «σφραγίζει» την επιφάνεια του σκυροδέματος. Η επιπεδότητα του εργαλείου φινιρίσματος πρέπει να διασφαλίζεται όσο το δυνατό καλύτερα.
- 3** Όταν οι συνθήκες ευνοούν την υπερβολική εξάτμιση του εξιδρούμενου νερού, τότε φαίνεται ψευδώς ότι η επιφάνεια του σκυροδέματος είναι έτοιμη για τελική επεξεργασία, ενώ στην πραγματικότητα συνεχίζεται η ανάδυση του εξιδρούμενου νερού και του εγκλωβισμένου αέρα από τη μάζα προς την επιφάνεια. Ο ρυθμός εξάτμισης σχετίζεται με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος και σκυροδέματος, τη σχετική υγρασία καθώς και την ταχύτητα του ανέμου.
- 4** Όταν το υπόστρωμα-έδαφος είναι ψυχρότερο από το σκυρόδεμα και τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, τότε η επιφάνεια του σκυροδέματος ωριμάζει ταχύτερα από τα κατώτερα στρώματα, δίνοντας πρόωρα την εντύπωση ότι είναι έτοιμη για τελική επεξεργασία.
- 5** Όταν χρησιμοποιείται σκόπιμα εισηγμένος αέρας με χρήση κάποιου αερακτικού προσμίκτη στο μίγμα, τότε μειώνεται ο ρυθμός εξίδρωσης και η ποσότητα του εξιδρούμενου νερού, δίνοντας την εσφαλμένη εντύπωση ότι η επιφάνεια είναι έτοιμη για τελική επεξεργασία.
- 6** Σε πλάκες μεγάλου πάχους απαιτείται περισσότερος χρόνος για να ανέλθει στην επιφάνεια το εξιδρούμενο νερό και ο εγκλωβισμένος αέρας.
- 7** Όταν το μίγμα σκυροδέματος παρουσιάζει αυξημένη συνεκτικότητα λόγω μεγαλύτερης περιεκτικότητάς σε τσιμέντο ή τσιμεντοειδή προϊόντα, μεγαλύτερων ποσοστών άμμου ή αυξημένων προσμίξεων σε λεπτόκοκκα κλάσματα αδρανών (π.χ. παιπάλη άμμου), τότε μειώνεται η ποσότητα και ο ρυθμός του εξιδρούμενου νερού. Μίγματα με λιγότερα ποσοστά άμμου ή λεπτόκοκκων κλασμάτων αποβάλλουν τον περισσότερο εγκλωβισμένο αέρα με συνήθη δόνηση.
- 8** Η επίπαση σκληρυντών σε δάπεδα σκυροδέματος πραγματοποιείται πρόωρα και ειδικά σε μίγματα σκυροδέματος με αερακτικό πρόσμικτο για προστασία από τις χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος.
- 9** Το δάπεδο έχει διαστρωθεί απευθείας επάνω σε μεμβράνη υδρατμών ή σε μη πορώδη, μη διαπερατή επιφάνεια που αποτρέπει την απορρόφηση της εξίδρωσης του σκυροδέματος από την υπόβαση.

Μέτρα πρόληψης φυσαλιδωδών εξανθημάτων επιφάνειας

Το συνεργείο που διαστρώνει και φινίρει το σκυρόδεμα πρέπει να είναι πάντοτε επιφυλακτικό όταν η επιφάνεια του δαπέδου δείχνει «πρόωρα» έτοιμη για φινίρισμα. Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή κατά τη χύτευση του δαπέδου ώστε η διάστρωση, συμπίκνωση, επιπέδωση και το φινίρισμα να ολοκληρώνονται πριν σχηματιστεί στρώμα τσιμεντόπαστας στην επιφάνεια του δαπέδου.

Κατά το αρχικό στάδιο της επιφανειακής επεξεργασίας του σκυροδέματος, τα πτερύγια της μηχανής λείανσης («ελικόπτερο») θα πρέπει να είναι σε οριζόντια επίπεδη θέση, ώστε να αποφευχθεί η πρόωρη σκλήρυνση της επιφάνειας.

Η τελική επεξεργασία της επιφάνειας του σκυροδέματος πρέπει να καθυστερεί έως ότου ολοκληρωθεί η εξίδρωση και το σκυρόδεμα αρχίσει να πήζει. Ως αρχική πήξη ορίζεται εμπειρικά όταν το αποτύπωμα του παπουτσιού ενός εργάτη στην πλάκα σκυροδέματος είναι περίπου 6 mm.

Σε υψηλούς ρυθμούς εξάτμισης η πλάκα σκυροδέματος πρέπει να καλυφθεί με πλαστικά φύλλα ή βρεγμένες λινάτσες ή να πραγματοποιηθεί ψεκασμός με εκνέφωση νερού ή ψεκασμός αντιεξατμιστικών μεμβρανών ωρίμανσης. Σε χαμηλές θερμοκρασίες το υπόστρωμα θα πρέπει να θερμαίνεται, η θερμοκρασία του σκυροδέματος να είναι μεγαλύτερη των 10°C και το μίγμα να περιέχει πρόσμικτο επιτάχυνσης πήξης.

Σε πλάκες εσωτερικών χώρων πρέπει να αποφεύγεται το αερακτικό πρόσμικτο και η επεξεργασία με μεταλλική μύστρα σε συμβατικό σκυρόδεμα με αερακτικό πρόσμικτο. Επίσης, τα μίγματα δεν πρέπει να περιέχουν υψηλά ποσοστά νερού, υψηλή περιεκτικότητα τσιμέντου και η κάθιση θα πρέπει να βρίσκεται ανάμεσα στα όρια 75-125 mm.

Στην περίπτωση που παρατηρηθεί σχηματισμός εξογκωμάτων, τότε πρέπει άμεσα να οριζοντιωθούν τα πτερύγια του ελικοπέδου και με τη χρήση ξύλινου πήχη-μύστρας να περαστεί η επιφάνεια του δαπέδου ώστε να σπασούν τα εξογκώματα, καθυστερώντας για όσο χρόνο απαιτηθεί το τελικό φινίρισμα.

Γενικοί κανόνες για την αποφυγή εξογκωμάτων στην επιφάνεια του δαπέδου:

- 1** Να μη φινίρεται η επιφάνεια του δαπέδου προτού φύγει ο αέρας και σταματήσει η εξίδρωση.
- 2** Να αποφεύγεται η επίταση σκληρυντών στην επιφάνεια του σκυροδέματος με υψηλά ποσοστά περιεχόμενου αέρα.
- 3** Να χρησιμοποιείται επιταχυντής ή ζεστό νερό στην παρασκευή σκυροδέματος ώστε να επιταχύνεται η ομοιόμορφη πήξη σε όλο το πάχος του δαπέδου, σε ψυχρές συνθήκες περιβάλλοντος.
- 4** Να μη διαστρώνεται σκυρόδεμα απευθείας επάνω σε φράγματα υδρατμών, μεμβράνες χαμηλής διαπνοής και κορεσμένα μη απορροφητικά υποστρώματα.
- 5** Η επιφάνεια πρέπει να προφυλάσσεται από πρόωρη ξήρανση και εξάτμιση.
- 6** Να αποφεύγεται η χρήση δονητικής πήχης όταν η κάθιση του σκυροδέματος είναι μεγαλύτερη από 12 εκατοστά (S3).
- 7** Να αποφεύγεται η βιομηχανική λείανση σκυροδεμάτων με υψηλά ποσοστά αέρα (>4%) και εφόσον δεν είναι εφικτό να δίνεται μεγάλη προσοχή στον σωστό χρόνο έναρξης του φινιρίσματος.
- 8** Να μην γίνεται επεξεργασία της επιφάνειας σε εκτενή βαθμό, εγκλωβίζοντας τον αέρα ή το εξιδρούμενο νερό ενώ το σκυρόδεμα είναι ακόμα σε πλαστική κατάσταση.



Φωτογραφικό υλικό από duomit.com

Βιβλιογραφία

National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA). (n.d.)
CIP 13: Blisters on Concrete Slabs. Silver Spring, MD: NRMCA.

National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA). (n.d.)
CIP 14: Finishing Concrete Flatwork. Silver Spring, MD: NRMCA.

National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA). (n.d.)
CIP 20: Delamination of Troweled Concrete Surfaces. Silver Spring, MD: NRMCA.

American Concrete Institute (ACI). (2017) *ACI 302.1R: Guide for Concrete Floor and Slab Construction.* Farmington Hills, MI: ACI.