

ΑΙΤΙΑ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΦΘΟΡΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

ΜΑΘΗΜΑ 7



4^ο εξάμηνο (Εαρινό)

Ανώτατη Εκκλησιαστική Ακαδημία Αθηνών
Πρόγραμμα Διαχείρισης Εκκλησιαστικών Κειμηλίων

*Τα ψηφιδωτά στην παρούσα διαφάνεια και στην ταπετσαρία της παρουσίασης είναι έργα του κ. Αντωνίου Απέργη, τον οποίο ευχαριστούμε για την άδεια παραχώρησης χρήσης τους.

Βιβλιογραφία κυρίως αυτά κι άλλα

Δ.Π.Μ.Σ. «Προστασία Μνημείων»

ntua ACADEMIC OPEN COURSES

Περιβαλλοντικά αίτια - Φαινόμενα και μηχανισμοί της φθοράς - Σχέση φθοράς και παθολογίας

Καθ. ΕΜΤ Αντωνία Μοροπούλου

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

ΕΣΠΑ 2007-2013
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ (Κονίες, Ιστορικά Κονιάματα)

Σχολή Χημικών Μηχανικών
9^ο Εξαμ. Χ-Μ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

ntua ACADEMIC OPEN COURSES

Καθ. Α. Μοροπούλου



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ



ΕΣΠΑ 2007-2013
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Συντήρηση Έργων Τέχνης

ΤΟΜΕΑΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

Θ. Ν. ΣΚΟΥΛΙΚΙΔΗΣ

Διάβρωση και συντήρηση των δομικών υλικών των μνημείων

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

ΘΑ ΑΣΧΟΛΗΘΟΥΜΕ ΜΕ ΤΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ-ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥΣ ΦΘΟΡΑΣ:

- Χαρτιού
- Υφάσματος
- Ξύλου, ξυλόγλυπτου
- Φορητής Εικόνας
- Ελαιογραφίας
- Τοιχογραφίας
- Ψηφιδωτού
- Μετάλλου
- Κεραμικού
- Πέτρας

ΠΕΡΙ ΨΗΦΙΔΩΤΟΥ

ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (1)

- **Ψηφιδωτό** ονομάζεται μία αρχιτεκτονική επιφάνεια, δάπεδο, τοίχος, οροφή που καλύπτεται από ένα διακοσμητικό στρώμα αποτελούμενο από ψηφίδες.
- Οι ψηφίδες μπορεί να είναι φυσικά υλικά (πέτρες, μαρμαράκια, φίλντισι, κοράλλι, ημιπολύτιμοι λίθοι, κόκκαλο, κοχύλια κ.ά.) ή από κατασκευασμένα υλικά (κεραμικό, υαλόμαζα χρωματισμένη κ.ά.).
- Οι ψηφίδες στερεώνονται στην επιφάνεια με μία λάσπη-κονίαμα.
- Εναλλακτικός όρος για το ψηφιδωτό είναι το **μωσαϊκό** ή το **λιθόστρωτο** (αν αφορά ψηφιδωτό δαπέδου) και ο κατασκευαστής ονομάζεται ψηφοθέτης ή κυβευτής.



Ψηφιδωτό δαπέδου, Κυνήγι ελαφιού-Πέλλα, περίπου 320π.Χ



Ψηφιδωτό Μέγας Αλέξανδρος, Πομπηΐα, περίπου 100π.Χ.

ΠΕΡΙ ΨΗΦΙΔΩΤΟΥ

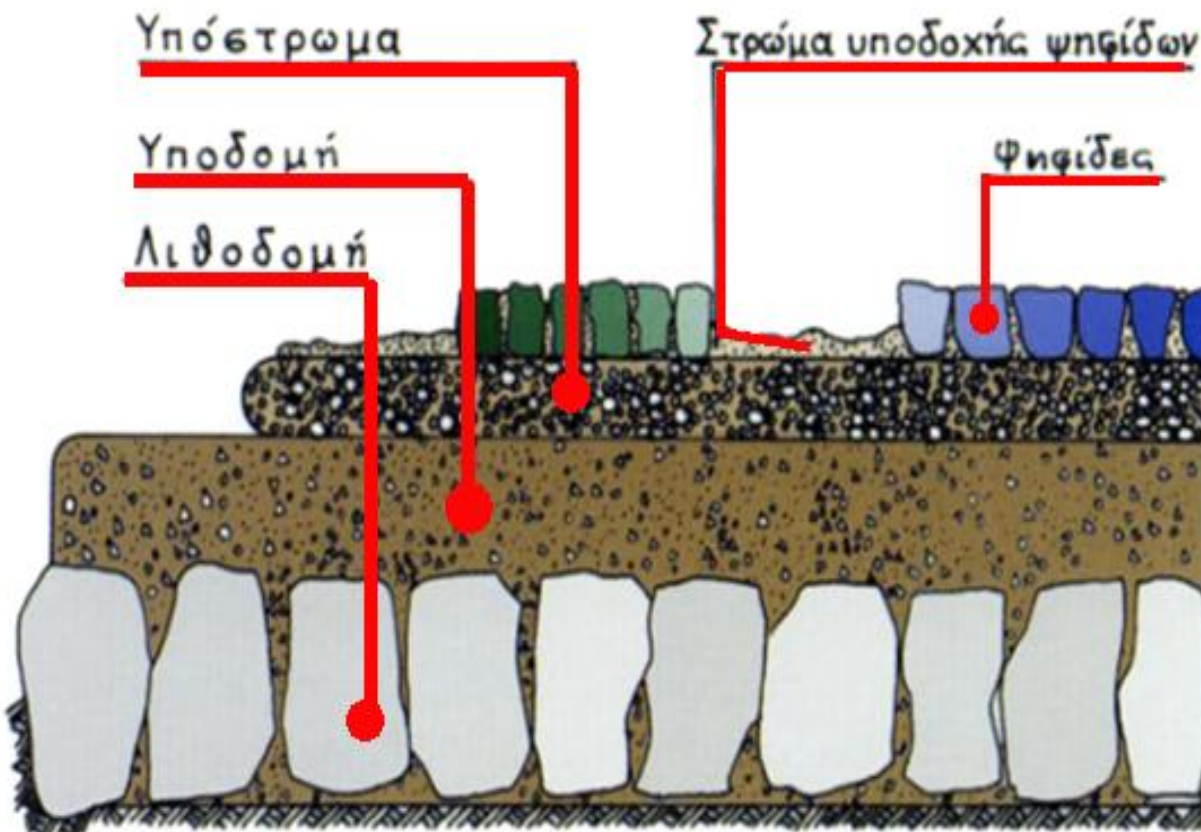
ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (2)

- Το ψηφιδωτό είναι τεχνική με ρίζες βαθειά μέσα στο χρόνο. Λόγω της ανθεκτικότητάς του έχουν σωθεί αρκετά ψηφιδωτά.
- Η τεχνική αυτή εικάζεται ότι προέρχεται από τη Μεσοποταμία ή την Αρχαία Ελλάδα.
- Πρώιμη μορφή ψηφιδωτού συναντάται στην Αρχαία Αίγυπτο, στην προανακτορική εποχή στην Κρήτη, στη Σαντορίνη, στην Αρχαία Ελλάδα, στους Ρωμαϊκούς χρόνους, ιδιαίτερα στη Βυζαντινή Αυτοκρατορία, αλλά και στην Ευρώπη μέχρι και σήμερα.

ΠΕΡΙ ΨΗΦΙΔΩΤΟΥ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ-ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ (1)



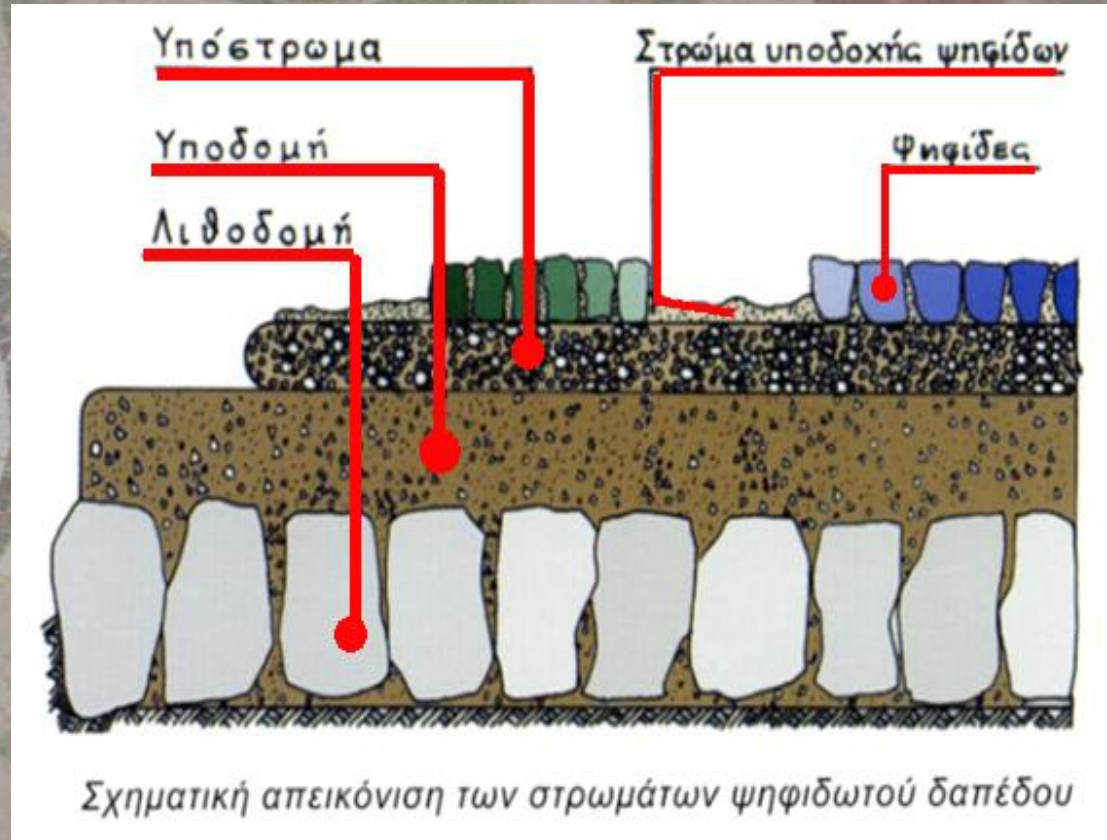
Σχηματική απεικόνιση των στρωμάτων ψηφιδωτού δαπέδου

- Εκτιμούμε ότι τα πρώτα ψηφιδωτά κατασκευάστηκαν ως **μωσαϊκά δάπεδου** (σχετικές περιγραφές υπάρχουν στον Βιτρούβιο και στον Πλίνιο τον Πρεσβύτερο).
- Η διαδικασία για τα μωσαϊκά δαπέδου ήταν: Σκάψιμο του εδάφους από 0,5 έως 1 m, το έβρεχαν και το χτύπαγαν για να γίνει στερεό, να «κάτσει» όπως λέγεται και κατόπιν το αλάδιαζαν, δηλαδή το ίσιωναν- οριζόντια

ΠΕΡΙ ΨΗΦΙΔΩΤΟΥ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ-ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ (2)

- 1) Τοποθέτηση της **λιθοδομής** (μεγάλες πέτρες ή βότσαλα).
 - 2) Κατασκευή της **υποδομής** (στρώμα από σπασμένο κεραμίδι και θηραϊκή γη πάχους 7-8 cm).
 - 3) Κατασκευή του **υποστρώματος** (στρώμα από σβησμένο ασβέστη, μαρμαρόσκονη, θηραϊκή γη και κεραμιδόσκονη πάχους 2-5 cm).
 - 4) Κατασκευή στρώματος υποδοχής των ψηφίδων (στρώμα από λεπτή άμμο, ασβέστη, μαρμαρόσκονη πάχους 2-3 cm) και σε αυτό τοποθετούνταν οι ψηφίδες.
- (Μπορεί να συναντήσετε περιγραφές και για άλλο στρώμα ανάμεσα στα προηγούμενα περιγραφέντα 3^ο και 4^ο στρώμα).



ΠΕΡΙ ΨΗΦΙΔΩΤΟΥ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ-ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ (3)

Η διαδικασία για τα επιτοιχία ψηφιδωτά διαφέρει από αυτή για τα επιδαπέδια στα ακόλουθα:

- Τα στρώματα υποδομής είχαν μικρότερο πάχος.
- Τα υλικά ήσαν πιο λεπτόκοκκα από αυτά των επιδαπέδιων.
- Δεν υπάρχει απόλυτα καθορισμένος τύπος κονιάματος .

Μία τυπική διαδικασία κατασκευής υποστρώματος επιτοιχιών ψηφιδωτών ήταν:

- 1) Πάνω στην πέτρα ή στους πλίνθους-τούβλα του τοίχου κάρφωναν μεγάλα καρφιά για να συγκρατήσουν τα στρώματα κονιάματος που θα ακολουθούσαν.
- 2) Το πρώτο στρώμα κονιάματος, το οποίο κάλυπτε τις τυχόν ανωμαλίες του τοίχου, έπεφτε κατευθείαν πάνω στον τοίχο, ισιώνοντάς τον (περιείχε χοντρή άμμο, ασβέστη, κεραμιδόσκονη).
- 3) Το επόμενο στρώμα έπεφτε αφού στέγνωνε το προηγούμενο και περιείχε τα ίδια υλικά αλλά με λεπτότερη κοκκομετρία.

ΠΕΡΙ ΨΗΦΙΔΩΤΟΥ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ-ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ (4)

- 4) Το τελικό στρώμα είχε πάχος περίπου 0,5 cm μόνο (από ασβέστη, λεπτόκοκκη μαρμαρόσκονη και κεραμιδόσκονη κι ενδεχομένως κολλές-φυσικής ή ζωϊκής προέλευσης καθώς κι αυγό).
- 5) Οι ψηφίδες βρισκόταν με την καλή τους όψη κολλημένες σε χαρτί ή σε ύφασμα με υδατοδιαλυτή κόλλα. Το έργο το ακουμπούσαν πάνω στο τελευταίο λεπτότατο στρώμα του κονιάματος όσο ήταν ακόμα νωπό, κάνοντας κατάλληλες κινήσεις ώστε να εισχωρήσουν οι ψηφίδες σε αυτό. Εννοείται ότι οι ψηφίδες βυθίζονταν στο κονίαμα από την πίσω τους πλευρά, όχι την «καλή», δηλαδή από τη μεριά που δεν ήταν κολλημένες στο χαρτί.
- 6) Όταν το έργο είχε στερεωθεί πάνω στο κονίαμα, το έβρεχαν ώστε να ξεκολλήσουν οι ψηφίδες από το χαρτί ή το ύφασμα.

Ενδέχεται από εποχή σε εποχή και από τόπο σε τόπο να υπάρχουν παραλλαγές.

ΠΕΡΙ ΨΗΦΙΔΩΤΟΥ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ-ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΨΗΦΙΔΩΤΟΥ (1)

Πρωταρχικό βήμα είναι η εύρεση του σχεδίου.

ΓΙΑ ΤΟ ΔΑΠΕΔΟ

- 1) Σχεδιασμός πάνω σε χαρτόνι, όπου παράλληλα σημειώνονταν και τα χρώματα.
- 2) Αποτύπωση του σχεδίου πάνω στην τελική νωπή επιφάνεια.
- 3) Απόθεση των ψηφίδων στην κατάλληλη θέση.

ΠΕΡΙ ΨΗΦΙΔΩΤΟΥ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ-ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΨΗΦΙΔΩΤΟΥ (2)

Πρωταρχικό βήμα είναι η εύρεση του σχεδίου.

ΓΙΑ ΤΟΝ ΤΟΙΧΟ

Η εργασία αρχικά εκτελείται στο εργαστήριο

- 1) Σχεδιασμός πάνω σε χαρτόνι ή σε ύφασμα της ανεστραμμένης εικόνας.
- 2) Κόλλημα των ψηφίδων με μικρή απόσταση η κάθε μία από τη γειτονική της, με την κανονική τους όψη κολλημένη στο χαρτί και τη μη κολλημένη όψη να είναι αυτή που θα διεισδύσει στο νωπό κονίαμα.
- 3) Ακολούθως στον τελικό τόπο που θα καταλήξει το έργο, περνιέται το τελικό νωπό στρώμα κι απάνω του με κατάλληλες κινήσεις βυθίζεται το έργο που συγκρατείται από το χαρτί.
- 4) Αφού διεισδύσουν οι ψηφίδες και πάρουν την τελική τους θέση στο νωπό κονίαμα, με νερό αφαιρείται το χαρτί.

ΠΕΡΙ ΦΘΟΡΑΣ ΤΟΥ ΨΗΦΙΔΩΤΟΥ

Το ψηφιδωτό ίσως είναι η μακροβιότερη τεχνική ζωγραφικής, παρά ταύτα υπάρχουν παράγοντες που τη φθείρουν.



ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΦΘΟΡΑΣ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΓΡΑΦΙΑΣ (ΝΩΠΟΓΡΑΦΙΑΣ Ή ΞΗΡΟΓΡΑΦΙΑΣ):

υγρασία,
κρυστάλλωση διαλυτών αλάτων,
ρύποι της ατμόσφαιρας,
ρωγμές,
βιολογικοί παράγοντες,
ανθρώπινος παράγοντας

ΠΕΡΙ ΦΘΟΡΑΣ ΤΟΥ ΨΗΦΙΔΩΤΟΥ

με πράσινο χρώμα η υγρασία

ΒΡΟΧΗ σε
εξωτερικό
τοίχο



Υγρασία από διήθηση

Υγρασία κι άλατα (1)

Η υγρασία είναι υπεύθυνη για τις περισσότερες και σοβαρότερες φθορές στο κονίαμα και στις ψηφίδες.

Βασικές πηγές αιτίες υγρασίας στο κτήριο είναι:

- Η διαρροή και διήθηση του νερού της βροχής μέσω των φθορών της στέγης, των παραθύρων, των τοίχων.
 - Η ανερχόμενη υγρασία μέσω της τριχοειδούς αναρρίχησης από τα θεμέλια της τοικοποιΐας.

Η συμπύκνωση των υδρατμών στο εσωτερικό και στην επιφάνεια των ψηφιδωτών.

Το νερό απορροφάται από τα υλικά στερέωσης (το ανθρακικό ασβέστιο του σοβά, την άργιλο του κεραμάλευρου κ.ά.) και σιγά σιγά αδυνατίζει τους δεσμούς μεταξύ του υλικού της προετοιμασίας, και τους δεσμούς ανάμεσα στη επιφάνεια του τοίχου και των ψηφίδων.

ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΡΓΩΝ ΤΕΧΝΗΣ

(Λαμπρόπουλου, Νταλούκα κ.ά., ΤΟΜΕΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ, ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ)

ΠΕΡΙ ΦΘΟΡΑΣ ΤΟΥ ΨΗΦΙΔΩΤΟΥ

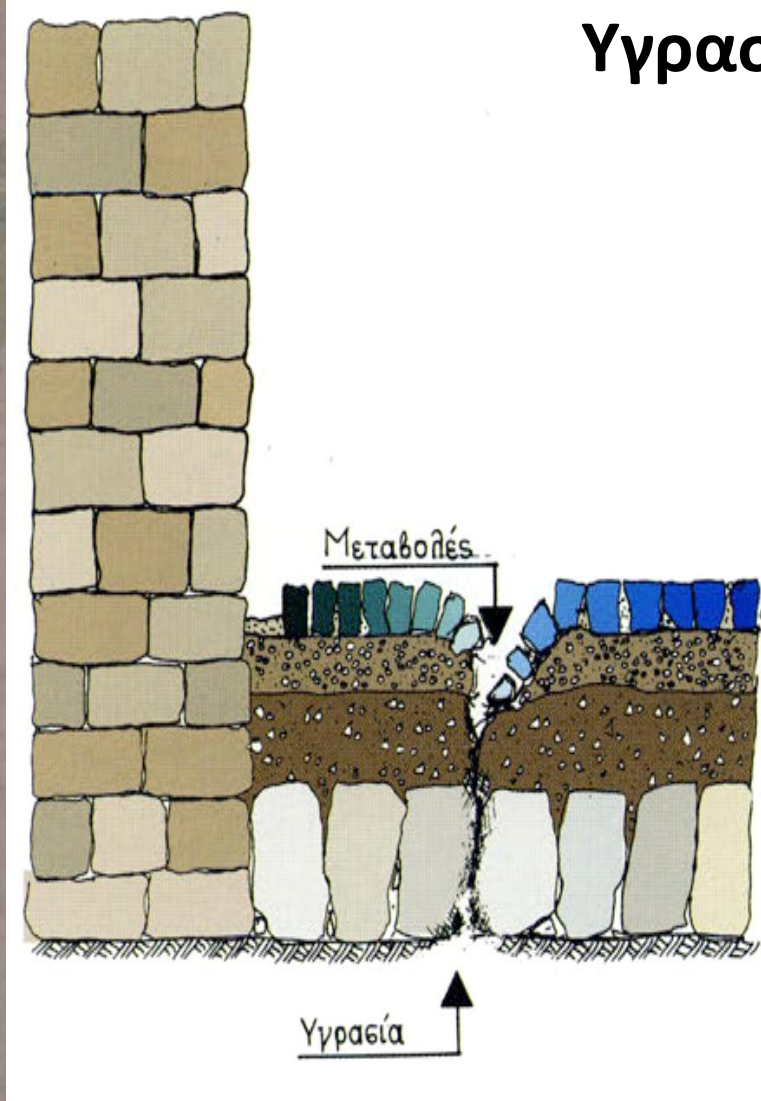
Υγρασία κι άλατα (2)



- Το νερό εισχωρεί στο εσωτερικό των κονιαμάτων, μεταφέρει διαλυτά άλατα ή συμπαρασύρει αδιάλυτα άλατα (ανθρακικά, θειϊκά, χλωριούχα) από την ατμόσφαιρα και το έδαφος μέσω των πόρων του κονιάματος.
- Κάποια άλατα μένουν μέσα στο κονίαμα κι άλλα οδεύουν προς την επιφάνεια του ψηφιδωτού συμπαρασυρόμενα από το νερό που οδεύει προς έξοδο από το έργο. Εκεί το νερό εξατμίζεται κι αποτίθενται τα άλατα στην επιφάνεια του έργου.

ΠΕΡΙ ΦΘΟΡΑΣ ΤΟΥ ΨΗΦΙΔΩΤΟΥ

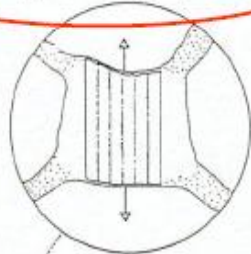
Υγρασία κι άλατα (3)



- Τα άλατα είτε έχουν απομείνει στο εσωτερικό του έργου, είτε βρίσκονται στην επιφανειά του, όταν κρυσταλλωθούν προκαλούν φθορά στο έργο με τις δυνάμεις που ασκούν κατά τη διαστολή τους.
- Το νερό επιπλέον διαλύει κάποια συστατικά του κονιάματος, το αποσαθρώνει, το κάνει ψαθυρό κι εύθρυπτο.
- Επιπλέον όταν το υπάρχον νερό μέσα στους πόρους «τύχει» σε παγετό, τότε παγώνει και διαστέλλεται ο όγκος τους. Η διαστολή αυτή στο εσωτερικό τους ξηρού κονιάματος προκαλεί ρωγμές κι αποκολλήσεις ψηφίδων.

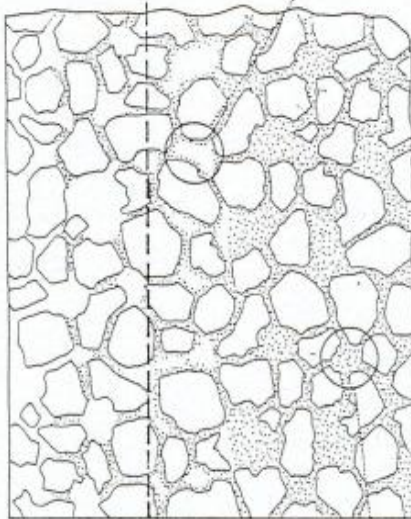
Μία απεικόνιση-μοντέλο της κρυστάλλωσης αλάτων

Κινοειδής ανάπτυξη κρυστάλλων



Κρίσιμο επίπεδο υγρασίας

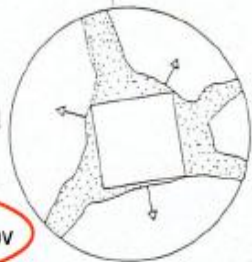
Εξωτερική επιφάνεια



Βρόχινο νερό

Ανερχόμενη υγρασία

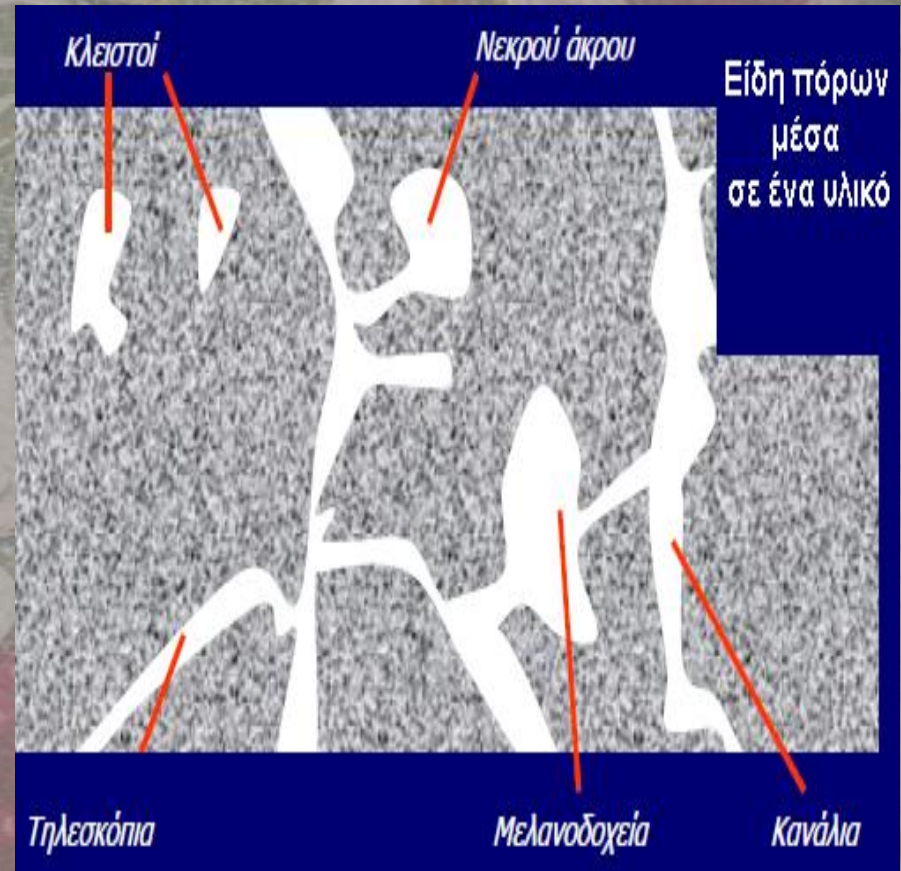
Εδραφος



Ισομετρική ανάπτυξη κρυστάλλων

ΠΕΡΙ ΦΘΟΡΑΣ ΤΟΥ ΨΗΦΙΔΩΤΟΥ

Υγρασία κι άλατα (4)



ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΑΙΤΙΑ-ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΦΘΟΡΑΣ-ΣΧΕΣΗ ΦΘΟΡΑΣ ΚΑΙ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ, (ΜΟΡΟΠΟΥΛΟΥ, ΜΑΘΗΜΑΤΑ OPEN COURSES, ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ, ΕΜΠ)

ΠΕΡΙ ΦΘΟΡΑΣ ΤΟΥ ΨΗΦΙΔΩΤΟΥ

Ατμοσφαιρικοί ρύποι (1)

- Οι συνηθισμένοι ατμοσφαιρικοί ρύποι είναι (πινακάκι δεξιά):
- Τα οξείδια του αζώτου και του θείου με την επίδραση νερού μετατρέπονται σε οξέα.
- Ακολουθώς τα οξέα δρουν στα υλικά στερέωσης-κονιάματος του ψηφιδωτού και τα μετατρέπουν σε άλλα υλικά. Π.χ. το θειϊκό οξύ που σχηματίζεται (από τα οξείδια του θείου και το νερό) επιδρά σε ανθρακικές ενώσεις (στο ανθρακικό ασβέστιο του σοβά και στη μαρμαρόσκονη), ή σε πυριτικές ή αργιλικές ενώσεις (που περιέχονται στο κεραμάλευρο) και τα μετατρέπει σε ευδιάλυτες ενώσεις που παρασύρονται από το νερό που διέρχεται μέσα από την τοιχοποιία. Ενδεικτικά η επίδραση του θειϊκού οξέος σε αρχικά αδιάλυτο σοβά τον μετατρέπει σιγά σιγά σε γύψο:

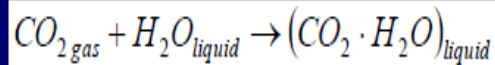
CO_2
CO
CH_4
N_2O
NO_2 (NO_x)
O_3
SO_2
NH_3



ΠΕΡΙ ΦΘΟΡΑΣ ΤΟΥ ΨΗΦΙΔΩΤΟΥ

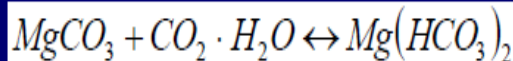
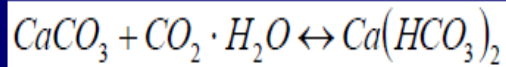
Ατμοσφαιρικοί ρύποι (2)

Το CO_2 διαλύεται στο βρόχινο νερό σύμφωνα με την αντίδραση:



το ανθρακικό οξύ, $CO_2 \cdot H_2O$ (φυσικά διαλυμένο CO_2)

Το ασθενές όξινο διάλυμα που παράγεται από την διάλυση του CO_2 στο βρόχινο νερό διαλύει το ανθρακικό ασβέστιο και ανθρακικό μαγνήσιο που βρίσκονται στους ασβεστόλιθους, το δολομιτικό μάρμαρο, τα ασβεστοκονιάματα και επιχρίσματα με ασβέστη, καθώς παράγονται ευδιάλυτες όξινες ανθρακικές ενώσεις



Το διοξείδιο του άνθρακα της ρυττασμένης και όχι μόνο ατμόσφαιρας, διαλυόμενο στο βρόχινο νερό, σχηματίζει ασθενές ανθρακικό οξύ, το οποίο επιδρά στην τοιχοποιΐα του ψηφιδωτού δημιουργώντας ευδιάλυτες ανθρακικές ενώσεις. Αυτές συμπαρασύρονται με το νερό.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΑΙΤΙΑ-ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΦΘΟΡΑΣ-ΣΧΕΣΗ ΦΘΟΡΑΣ ΚΑΙ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ,
(ΜΟΡΟΠΟΥΛΟΥ, ΜΑΘΗΜΑΤΑ OPEN COURSES, ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ, ΕΜΠ)

&

ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΡΓΩΝ ΤΕΧΝΗΣ (Λαμπρόπουλου, Νταλούκα κ.ά., ΤΟΜΕΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ,
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ)

ΠΕΡΙ ΦΘΟΡΑΣ ΤΟΥ ΨΗΦΙΔΩΤΟΥ

Βιολογικοί παράγοντες (1)

ΙΙΙ-ΣΤ. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Οι επιπτώσεις της βιολογικής διάβρωσης στις ορυκτές φάσεις:

Αισθητική παρουσία του υλικού

Χημικές διεργασίες στην επιφάνεια των υλικών

Φυσικές διεργασίες στην επιφάνεια των υλικών

Είδη

Βακτηρία, άλγη, μύκητες - ακτινομύκητες, λειχήνες, δέντρα και φυτά, πουλιά

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΑΙΤΙΑ-ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΦΘΟΡΑΣ-ΣΧΕΣΗ ΦΘΟΡΑΣ ΚΑΙ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ, (ΜΟΡΟΠΟΥΛΟΥ, ΜΑΘΗΜΑΤΑ OPEN COURSES, ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ, ΕΜΠ)

&

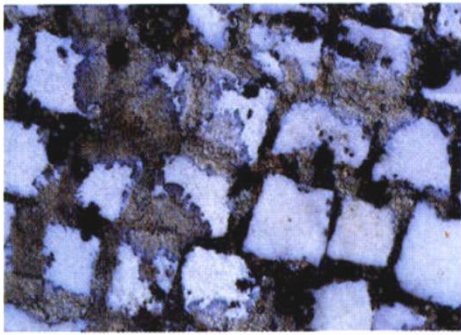
ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΡΓΩΝ ΤΕΧΝΗΣ (Λαμπρόπουλου, Νταλούκα κ.ά., ΤΟΜΕΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ, ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ)

ΠΕΡΙ ΦΘΟΡΑΣ ΤΟΥ ΨΗΦΙΔΩΤΟΥ

Βιολογικοί παράγοντες (2)

Οι μικροοργανισμοί εκκρίνουν ως προϊόντα του μεταβολισμού τους οξέα ή αλκάλια. Αυτές οι ουσίες-εκκρίσεις συνδυαστικά με τους άλλους παράγοντες φθοράς, καθιστούν :

- Ευδιάλυτα τα υλικά των κονιαμάτων στερέωσης
- Προκαλούν αύξηση του πορώδους.
- Διάβρωση και αποσάθρωση των υλικών κατασκευής.
- Λεκέδες στην επιφάνεια των ψηφιδωτών.
- Οι ρίζες των φυτών που τρυπώνουν ανάμεσα στις ψηφίδες, ασκούν πιέσεις που οδηγούν σε ρωγμές.
- Η απρόσεκτη προσπάθεια ξεριζώματος των φυτών από το ψηφιδωτό, μπορεί να αποβεί μοιραία για το έργο κ.ά.



Τμήμα ψηφιδωτού όπου οι ψηφίδες και το κονίαμα έχουν καλυφθεί με λειχήνες.



Διάβρωση των ψηφιδωτών από βρύα.



Η ανάπτυξη φυτών ανάμεσα στις ψηφίδες του ψηφιδωτού.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΑΙΤΙΑ-ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΦΘΟΡΑΣ-ΣΧΕΣΗ ΦΘΟΡΑΣ ΚΑΙ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ, (ΜΟΡΟΠΟΥΛΟΥ, ΜΑΘΗΜΑΤΑ OPEN COURSES, ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ, ΕΜΠ)

&

ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΡΓΩΝ ΤΕΧΝΗΣ (Λαμπρόπουλου, Νταλούκα κ.ά., ΤΟΜΕΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ, ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ)