

στοιχεία

ΒΙΟΔΙΑΒΡΩΣΗΣ

στα έργα τέχνης

Η παρούσα παρουσίαση δεν είναι αυτοδύναμη, αλλά προϋποθέτει τη μελέτη του συνόλου των παρουσιάσεων που δόθηκαν και κυρίως της παρουσίασης: BIOLOGIA_19 και 26 και 27 και 28 και 31 -ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ.pdf

Βιβλιογραφία

Δωρεάν διανομή:
kallipos

Ηλίας Β. Βουλγαρίδης
Καθηγητής ΑΠΘ

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ



Ελληνικό Διαθεσιμότητα Ηλεκτρονικό Σύστημα και Στοιχεία
www.healink.gr

HEALINK
Εθνικός Οργανισμός Αειφόρου Ξυλουργείου

ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΑΙ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΡΑΤΟΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΛΙΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Ε.Μ.Π.
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΥΣΙΟΧΗΜΕΙΑΣ & ΕΦ. ΗΛΕΚΤΡΟΧΗΜΕΙΑΣ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ. Θ. Ν. Σκουλικίδης
ΔΙΑΒΡΩΣΗ & ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ
ΤΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΜΠΕΤΟΝ - ΑΡΜΕ
ΜΕΣΑ ΣΕ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟ ΝΕΡΟ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
ΔΗΜΗΤΡΗ Ι. ΜΑΡΙΝΑΚΗ
ΧΗΜΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ Ε.Μ.Π.
αθήνα 1983

Π. ΘΕΟΥΛΑΚΗΣ

Ο ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΣΤΗ
ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΤΩΝ ΛΙΘΩΝ

E-class ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ



ΑΝΩΤΑΤΗ
ΕΚΚΛΗΣΙΑΣΤΙΚΗ
ΑΚΑΔΗΜΙΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

2017-2018

ΑΙΤΙΑ & ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΦΘΟΡΑΣ

ΔΙΔΑΣΚΟΥΣΑ: ΒΕΝΕΤΙΑ Δ. ΝΙΚΗΤΑ

[Μικροβιολογικά επηρεασμένη διάβρωση](#)

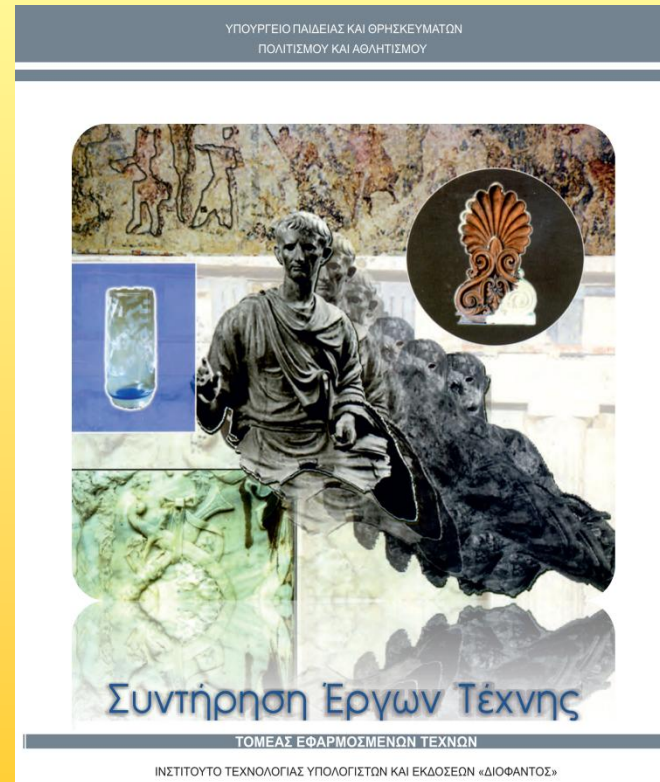
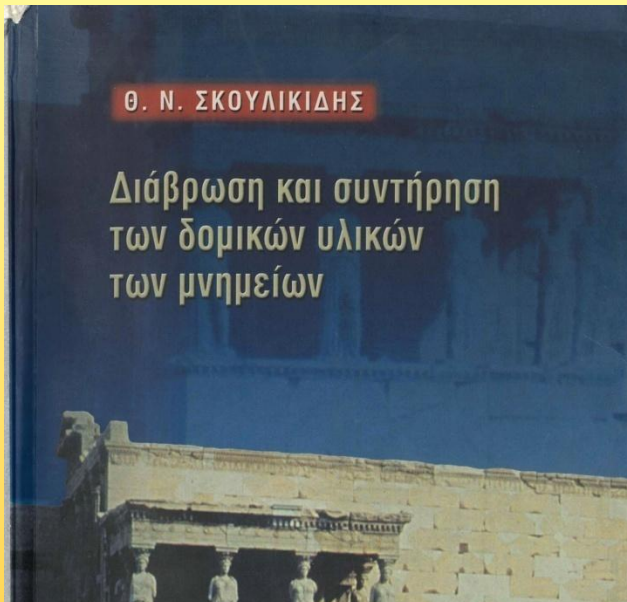
Ε.Μ.Π., ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

[Δέσποινα Μπρασινίκα και Μυρτώ-Σωτηρία Παπαμεντζελοπούλου, 5^ο Εξ. Χ.Μ.](#)

[ΓΕΝΙΚΑ](#)

Η μικροβιολογικά επηρεασμένη διάβρωση προκαλείται από βιολογικούς οργανισμούς (μικρόβια). Η MIC θα προσβάλει ενεργά ή παθητικά στο μέταλλο π.χ. σε ένα σύστημα ψεκαστήρων αυτόματης πυρόσβεσης. Η ενεργή MIC θα δημιουργήσει νέες περιοχές διάβρωσης. Ορισμένοι παράγοντες που συμβάλλουν στην ανάπτυξη της διάβρωσης

Βιβλιογραφία



Εθνική Μετσόβια Πολυτεχνική Σχολή

Δ.Π.Μ.Σ. «Προστασία Μνημείων»

ntua ACADEMIC OPEN COURSES

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

Καθ. ΕΜΤΠ Αντωνία Μοροπούλου

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
ένδυνάση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

ΕΣΠΑ 2007-2013
Πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΜΑΘΗΜΑ : ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΚΑΙ
ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕΤΑΛΛΩΝ
ΕΞΑΜΗΝΟ 5^ο
ΜΠΡΑΒΟΥ ΣΤΕΦΑΝΙΑ**

τα **ΒΑΣΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΕΡΓΩΝ ΤΕΧΝΗΣ** είναι:

- Χαρτί
- Ύφασμα
 - Ξύλο
 - Έλαια
 - Κερί
 - Αυγό
 - Πέτρα
- Κεραμικό
- Κονιάματα
 - Μέταλλο
 - Γυαλί
- Πλαστικά, πολυμερή
 - κ.ά.

«Διάβρωση είναι κάθε αυθόρμητη, ακόμη και εκβιασμένη, χημικής, ηλεκτροχημικής, φυσικής, μηχανικής, βιολογικής φύσης διεργασία αλλοίωσης της επιφάνειας [εξωτερικής και εσωτερικής (πόροι)] των υλικών, που οδηγεί σε απώλεια υλικού»¹⁸.

Σκουλικίδης

Ειδικότερα ως **βιοδιάβρωση** ορίζεται η υποβάθμιση ενός υλικού εξαιτίας οποιονδήποτε **βιογενών** παραγόντων.

Οι βιολογικές οντότητες που συνήθως προκαλούν βλάβη στα έργα τέχνης είναι: βακτήρια (μεταξύ των οποίων τα κυανο-βακτήρια), αρχαία, πρώτιστα (μεταξύ των οποίων τα φύκη, οι αμοιβάδες), μύκητες (μεταξύ των οποίων οι μούχλες, τα μανιτάρια), λειχήνες, φυτά και βρυόφυτα, έντομα, τρωκτικά κ.ά.

Οι ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά των περισσότερων από τους παραπάνω έμβιους οργανισμούς παρουσιάστηκαν συνοπτικά στο αρχείο:

«BIOLOGIA_19 και 26 και 27 και 28 και 31-ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ.pdf».

Είναι αναγκαία η επιμελής μελέτη της παραπάνω παρουσίασης η οποία δίνει σημαντικά στοιχεία ταυτότητας για τους βιοδιαβρωτικούς οργανισμούς.

Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι κάθεμία κατηγορία οργανισμών π.χ. μύκητες αποτελείται πολύ μεγάλο πλήθος μορφών και ιδιοτήτων άρα η παρουσίαση αυτή είναι πολύ γενική.

ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΔΙΑΒΡΩΣΗΣ (1)

Κάποιοι παράγοντες που **ελέγχουν την ανάπτυξη μικροοργανισμών** είναι: η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, η έλλειψη καθαριότητας, οι οργανικές ύλες εντός του χώρου του έργου, οι ρύποι, το φως, οι θρεπτικές ουσίες για την επιβίωση των μικροοργανισμών κ.ά.

Οι **βασικοί μηχανισμοί βιοδιάβρωσης** είναι είτε **φυσικού** χαρακτήρα (θραύσεις, ρηγματώσεις, μηχανικές καταπονήσεις κ.ά.), είτε **χημικού** χαρακτήρα (παραγωγή από τους βιοδιαβρωτικούς οργανισμούς οργανικών κι ανόργανων οξέων, παραγωγή ουσιών με αλκαλική δράση, ιοντοανταλλαγή-μεταφορά φορτίων, παραγωγή ενζύμων κι επίδραση τους, χρωματισμοί κ.ά.)

Η βιοδιάβρωση που λαμβάνει χώρα εξαρτάται από τη **φύση του έργου τέχνης** (τα υλικά κατασκευής του) και τα **είδη των βιοδιαβρωτικών οργανισμών** που εμπλέκονται.

Τα **οργανικά υλικά των έργων τέχνης (χαρτί, ύφασμα, ξύλο κ.ά.)** προσβάλλονται γενικά πιο εύκολα από **ετερότροφους οργανισμούς**.

Τα **ανόργανα υλικά (πέτρα, κονιάματα, κεραμικά κ.ά.)** προσβάλλονται γενικά πιο εύκολα από **αυτότροφους οργανισμούς**. Όμως η κατοπινή δημιουργία με οποιοδήποτε τρόπο πάνω στην επιφάνεια τους ανόργανου υλικού, κάποιων οργανικών ουσιών, συνεπάγεται δευτερογενώς και την ανάπτυξη ετερότροφων μικροοργανισμών, επιπροσθέτως των αρχικά δημιουργηθέντων αυτότροφων (βλέπε στην επόμενη διαφάνεια την υπενθύμιση των όρων).

Γενικά για τη θρέψη των προκαρυωτικών κι ευκαρυωτικών οργανισμών

Πίνακας 27.1 Κύριοι τρόποι θρέψης

| Τρόπος θρέψης | Πηγή ενέργειας | Πηγή άνθρακα | Τύποι οργανισμών |
|--------------------|--------------------------|-------------------|--|
| Αυτότροφος | | | |
| Φωτοαυτότροφος | Φως | CO ₂ | Φωτοσυνθετικοί προκαρυώτες (π.χ. κυανοβακτήρια), φυτά, ορισμένα πρώτιστα (π.χ. φύκη) |
| Χημειοαυτότροφος | Ανόργανες χημικές ουσίες | CO ₂ | Ορισμένοι προκαρυώτες (π.χ. <i>Sulfolobus</i>) |
| Ετερότροφος | | | |
| Φωτοετερότροφος | Φως | Οργανικές ενώσεις | Ορισμένοι προκαρυώτες (π.χ. <i>Rhodobacter</i> , <i>Chloroflexus</i>) |
| Χημειοετερότροφος | Οργανικές ενώσεις | Οργανικές ενώσεις | Πολλοί προκαρυώτες (π.χ. <i>Clostridium</i>), πρώτιστα, μύκητες, ζώα, ορισμένα φυτά |

ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΔΙΑΒΡΩΣΗΣ (2)

οι συνήθεις «ύποπτοι» της βιοδιάβρωσης, αλλά όχι οι μοναδικοί είναι:

Τα βακτήρια

Γενικά αναπτύσσονται σε αλκαλικό (βασικό) περιβάλλον (pH 8-8,5). Κάποια από αυτά παράγουν ως προϊόν του μεταβολισμού τους θειικό οξύ, νιτρικό οξύ ή οργανικά οξέα. Τα οξέα φθείρουν τα υλικά των έργων τέχνης. Άλλα βακτήρια αποσυνθέτουν οργανικές ουσίες παράγοντας **αμμωνία** (που λειτουργεί ως βάση) η οποία επηρεάζει κάποια υλικά. Υπάρχουν βακτήρια **θειοαναγωγικά** (ανάγουν τις οξειδωμένες μορφές του στοιχείου θείο-S) και μπορεί να παράξουν υδρόθειο (H₂S), θειούχο σιδήρο (FeS) και με αυτά να διαβρώσουν κάποια έργα τέχνης π.χ. τα μεταλλικά. Αν υπάρχουν **θειοξειδωτικά** βακτηρίδια, με παρουσία οξυγόνου, αυτά δημιουργούν οξέα, που διαβρώνουν τα έργα τέχνης π.χ. το μέταλλο.

Οι μύκητες

Γενικά (αλλά όχι καθολικά) αναπτύσσονται σε όξινο περιβάλλον (pH 5-5,5). Τρέφονται με πολύ λίγο οργανικό υλικό, ευνοούνται ιδιαίτερα από την υγρασία κι αντέχουν στην έλλειψη ηλιακού φωτός. Ειδικά οι στρεπτομύκητες μπορεί υπό προϋποθέσεις να παράγουν θειικό οξύ, οξαλικό ή κιτρικό οξύ που φθείρουν κυρίως τις ανθρακικές προσμίξεις των κονιαμάτων και των κεραμικών.

ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΔΙΑΒΡΩΣΗΣ (3)

οι συνήθεις «ύποπτοι» της βιοδιάβρωσης, αλλά όχι οι μοναδικοί είναι:

Οι λειχήνες

Κατακρατούν υγρασία λόγω της σπογγώδους υφής τους προκαλώντας βλάβες λόγω του νερού και των διαλυμένων σε αυτό αλάτων, εκκρίνουν οξέα κ.ά.

Φύκη

Αναπτύσσονται σε όξινο ή βασικό περιβάλλον (pH 3,5-9). Ευνοούνται από την υγρασία, ζέστη και φως. Προκαλούν διάλυση των ανθρακικών προσμίξεων και απομακρυνσή τους από το σώμα των κονιαμάτων και της πέτρας.

κ.ά.

Λίγο πιο αναλυτικά ανά κατηγορία:

ΒΙΟΔΙΑΒΡΩΣΗ ΧΑΡΤΙΟΥ

Τα **ετερότροφα βακτήρια και οι μύκητες** αντλούν την τροφή τους από οργανικά υλικά (όπως το χαρτί). Πολλαπλασιάζονται γρήγορα αν η θερμοκρασία είναι 24-30° C για τους μύκητες και 30-40° C για τα βακτήρια κι όταν η σχετική υγρασία είναι 70% για τους μύκητες και 50-70% για τα βακτήρια.

Προκαλούν επιφανειακή ζημιά στο χαρτί καθώς δημιουργούν αποικίες ως βλάστηση, της οποίας οι χρωστικές βιάφουν το χαρτί.

Κάποιοι μύκητες παράγουν ένζυμα και οξέα που καταστρέφουν την κυτταρίνη του χαρτιού.

Έντομα: Εισέρχονται στο χώρο φύλαξης των χάρτινων έργων μέσω του αέρα που μεταφέρει τα αυγά τους, μέσω των ανθρώπων επισκεπτών και μέσω ήδη προσβεβλημένων αντικειμένων που μεταφέρονται στο χώρο φύλαξης του χαρτιού. Τέτοια είναι το ψαράκι, η κατσαρίδα, η ψείρα, το σαραάκι κ.ά. Τρέφονται με το οργανικό υλικό των έργων καταστρέφοντας το.

Τρωκτικά: Τα ποντίκια προκαλούν σημαντικές ζημιές στα χάρτινα έργα καθώς το χαρτί αποτελεί υλικό για το χτίσιμο της φωλιάς τους.

ΒΙΟΔΙΑΒΡΩΣΗ ΥΦΑΣΜΑΤΟΣ

Οι βιοδιαβρωτικοί οργανισμοί για το ύφασμα είναι παρόμοιοι με του χαρτιού καθώς το κύριο συστατικό του υφάσματος είναι η κυτταρίνη.

Ενδεικτικά οι μύκητες και τα βακτήρια προκαλούν αποχρωματισμό του υφάσματος, δυσάρεστη οσμή, αποδυνάμωση του υλικού. Ειδικά οι μύκητες, παράγουν οξέα, στα οποία είναι ευαίσθητες οι φυτικής προέλευσης ίνες από κυτταρίνη (βαμβάκι και λινό) .

Τα τρωκτικά και τα έντομα (κυρίως ο σκώρος) προκαλούν απώλεια υλικού, δημιουργία οπών, διαμελισμό του υφάσματος.



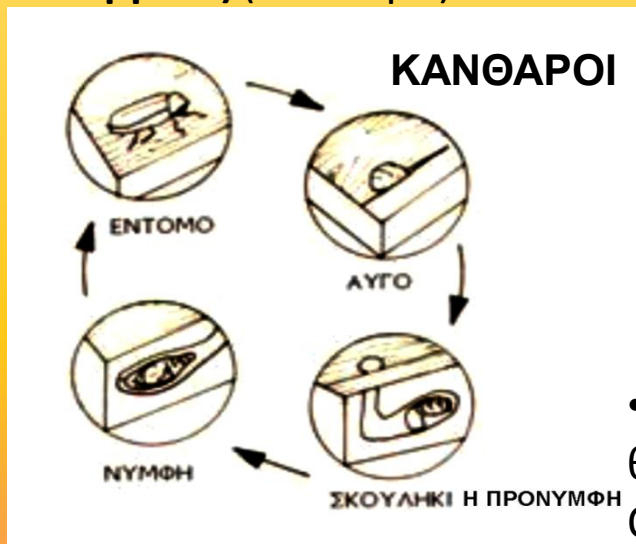
ΒΙΟΔΙΑΒΡΩΣΗ ΞΥΛΟΥ

Οι βιοδιαβρωτικοί οργανισμοί για το ξύλο είναι παρόμοιοι με του χαρτιού και του υφάσματος καθώς το κύριο συστατικό του ξύλου είναι η κυτταρίνη. Οι μύκητες (τα είδη τους ξεπερνούν τις 100.000) τρέφονται από το οργανικό υλικό των ξύλων (και συγκεκριμένα την κυτταρίνη και τη λιγνίνη) ή προκαλούν ανεξίτηλους χρωματισμούς λόγω των μεταβολικών τους εκκρίσεων. Η δράση τους προκαλεί την κοινώς αποκαλούμενη μούχλα, η οποία προκαλεί διαφόρων ειδών χρωματισμούς στο ξύλο.

Ειδικά για τη δράση των εντόμων στα ξύλα αναφέρονται τα ακόλουθα:

Τα **έντομα** που προσβάλλουν το ξύλο χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- **Κάνθαροι**, τα γνωστά μας σαράκια (κολεόπτερα)
- **Τερμίτες** (ισόπτερα)



• Περίπου 20.000 είδη κολεόπτερων προσβάλλουν δέντρα και θάμνους, ενώ 1.000 περίπου είδη προσβάλλουν κομμένα ξύλα. Οι **κάνθαροι** έχουν 4 στάδια ζωής (βλέπε σχήμα). Το αυγό και η νύμφη δεν χρειάζονται τροφή. Το σκουλήκι (προνύμφη) και το έντομο όμως χρησιμοποιούν το ξύλο ως τροφή. Ο χρόνος ζωής τους είναι από μερικούς μήνες ως 30 έτη.

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ,

Βουλγαρίδη, ΚΑΛΛΙΠΟΣ

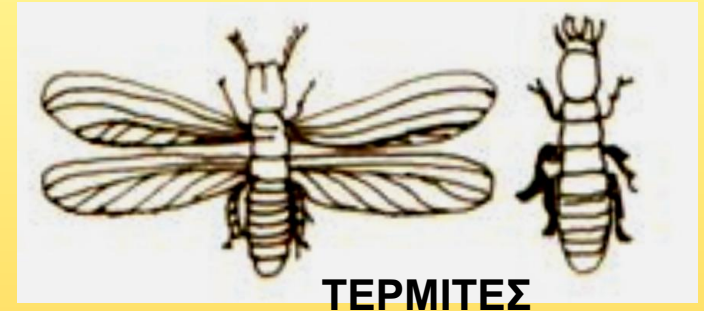
&

ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΡΓΩΝ ΤΕΧΝΗΣ (Λαμπρόπουλου,

Νταλούκα κ.ά.)

ΒΙΟΔΙΑΒΡΩΣΗ ΞΥΛΟΥ (2)

•Οι κάνθαροι χωρίζονται σε δύο οικογένειες, την Cerambycidae (που προσβάλλουν κυρίως δέντρα κι όχι κομμένα ξύλα) και την Anobiidae (που προκαλεί φθορές στα έτοιμα ξύλινα αντικείμενα).



•Οι **τερμίτες** χωρίζονται σε δύο οικογένειες, την Kalotermitidae και την Rhinotermitidae.

•Προτιμούν ζεστά κλίματα με υψηλή θερμοκρασία. Είναι φωτόφοβα έντομα κι έτσι ζουν στο εσωτερικό του ξύλου. Καταστρέφουν εσωτερικά ένα ξύλο, ενώ εξωτερικά μπορεί να φαίνεται ανέπαφο κι υγιές.

•Καταστρέφουν το ξύλο κατά μήκος των ινών του.

•Επίσης δρουν και θαλάσσιοι οργανισμοί και οι κατσαρίδες.

ΒΙΟΔΙΑΒΡΩΣΗ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ

Βακτήρια

Κάποια από αυτά παράγουν ως προϊόν του μεταβολισμού τους θειικό οξύ, νιτρικό οξύ ή οργανικά οξέα. Τα οξέα φθείρουν τα κεραμικά ειδικά αν περιλαμβάνουν ανθρακικές προσμίξεις. Άλλα βακτήρια αποσυνθέτουν οργανικές ουσίες παράγοντας αμμωνία (που λειτουργεί ως βάση) η οποία επηρεάζει τα κεραμικά.

Μύκητες

Κάποιοι μύκητες μπορεί υπό προϋποθέσεις να παράγουν θειικό οξύ, οξαλικό ή κιτρικό οξύ που ειπώθηκε ότι φθείρουν κυρίως τις ανθρακικές προσμίξεις των κεραμικών.

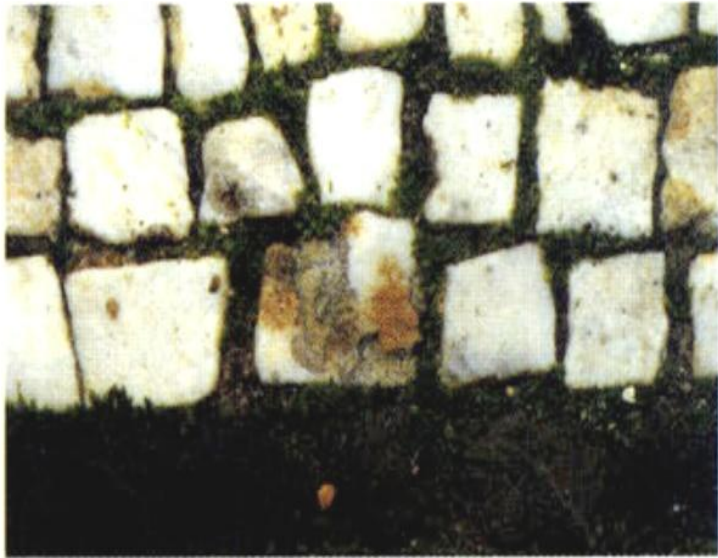
Φύκη

Ευνοούνται από την υγρασία, ζέστη και φως. Προκαλούν διάλυση των ανθρακικών προσμίξεων και απομακρυνσή τους από το σώμα του κεραμικού .

Λειχήνες

Αναπτύσσονται σε ασβεστολιθικά και αργιλοπυριτικά υλικά (τα δεύτερα είναι τα κεραμικά). Παράγουν κι αυτές οξέα

ΒΙΟΔΙΑΒΡΩΣΗ ΠΕΤΡΑΣ, ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ, ΤΟΙΧΟΓΡΑΦΙΑΣ, ΨΗΦΙΔΩΤΟΥ



Διάβρωση των ψηφιδωτών από βρύα.

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)

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

- Ευδιάλυτη την πέτρα ή τα υλικά των κονιαμάτων.
- Προκαλούν αύξηση του πορώδους.
- Διάβρωση και αποσάθρωση των υλικών κατασκευής.
- Προκαλούν επιφανειακούς λεκέδες.
- Οι ρίζες των φυτών που τρυπώνουν ανάμεσα στους πόρους και τις ρωγμές, ασκούν πιέσεις που οδηγούν σε φθορές.
- Η απρόσεκτη προσπάθεια ξεριζώματος των φυτών μπορεί να αποβεί μοιραία για το έργο κ.ά.

ΒΙΟΔΙΑΒΡΩΣΗ ΠΕΤΡΑΣ, ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ, ΤΟΙΧΟΓΡΑΦΙΑΣ, ΨΗΦΙΔΩΤΟΥ



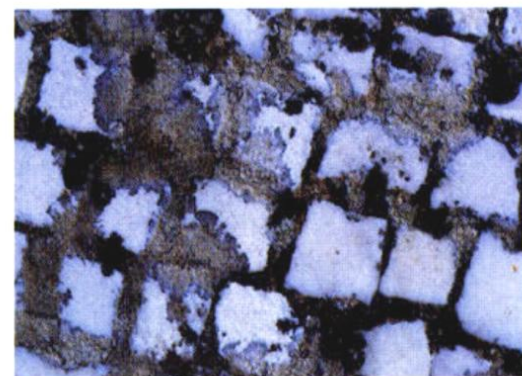
Βιολογικές επικαθίσεις. Αρχαιολογικός χώρος Νεμέας.



Βιολογικές επικαθίσεις. Αρχαιολογικός χώρος Επιδαύρου.



Η ανάπτυξη φυτών ανάμεσα στις ψηφίδες του ψηφιδωτού.



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

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)

ΒΙΟΔΙΑΒΡΩΣΗ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΔΙΑΒΡΩΣΗ

Ειδικά για το σίδηρο: αν υπάρχουν θειοαναγωγικά βακτηρίδια (ανάγουν τις οξειδωμένες μορφές του στοιχείου θείο-S), απουσία οξυγόνου, αυτά προωθούν την ένωση του χημικού στοιχείου θείο (S) με τα κατιόντα του μετάλλου, τη δημιουργία θειούχου σιδήρου (FeS) και συνεπώς τη διάβρωση της μεταλλικής επιφάνειας.

ΑΕΡΟΒΙΑ ΔΙΑΒΡΩΣΗ

Για το σίδηρο: αν υπάρχουν θειοοξειδωτικά βακτηρίδια, με παρουσία οξυγόνου, αυτά δημιουργούν οξέα, που διαβρώνουν το μέταλλο.