

Τασούλα Αβρ. Γεωργιάδου

ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΥΜΕ ΤΗΝ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗ ΜΑΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑ Ι

Philosophia Ancilla / Academica III





Η **Αναστασία (Τασούλα) Γεωργιάδου** γεννήθηκε στην Καβάλα το 1956. Σπούδασε Χημεία στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Έκανε μεταπτυχιακές σπουδές στην «Προστασία Μνημείων» MSc στο ΕΜΠ, στις Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας MEd στο ΕΚΠΑ και πήρε διδακτορικό δίπλωμα στη «Διδακτική της Χημείας» από το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων. Υπηρέτησε στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, το μεγαλύτερο διάστημα στα ιστορικά Πρότυπα Πειραματικά Σχολεία της Ιωνιδείου και των Αναβρύτων ως καθηγήτρια φυσικών επιστημών. Ανέλαβε θέσεις

ευθύνης ως προϊσταμένη της ομάδας Επιμόρφωσης, Πληροφόρησης και Ενημέρωσης του επιχειρησιακού προγράμματος «Κοινωνία της Πληροφορίας ΚτΠ» στο Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, ως μέλος του Επιστημονικού Εποπτικού Συμβουλίου του ΠΠ ΓΕΛ Αναβρύτων και από το 2007 ως Σχολική Σύμβουλος ΠΕ04 στη ΔΔΕ Β' Αθήνας.

Από το 1998 διδάσκει σε μεταπτυχιακό επίπεδο στο ΔΠΜΣ «Διδακτική της Χημείας και Νέες Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες (ΔιΧηNET)», «Διδακτική φυσικών επιστημών και χημείας» στα Τμήματα Χημείας των ΕΚΠΑ και ΑΠΘ, «Πληροφορική στην εκπαίδευση και ανάπτυξη εκπαιδευτικού Λογισμικού» στο ΕΚΠΑ, καθώς και «Παιδαγωγικά Ι» στο 2ο εξάμηνο των προπτυχιακών Χημ. Μηχανικών. Από το 1995 είναι επιστημονική συνεργάτης του εργαστηρίου Γενικής Χημείας της Σχολής Χημικών Μηχανικών έχοντας συμμετοχή σε είκοσι ερευνητικά προγράμματα της Επιτροπής Ερευνών του ΕΜΠ. Παράλληλα επέβλεψε δέκα διπλωματικές εργασίες ειδίκευσης μεταπτυχιακών φοιτητών ως μέλος της σχετικής τριμελούς επιτροπής για διδακτορικά διπλώματα.

Αποτελεί μέλος της συγγραφικής ομάδας των διδακτικών πακέτων Χημείας Γυμνασίου που εισήγαγαν τόσο την διερευνητική-εργαστηριακή πρακτική, όσο και την ομαδοσυνεργατική διδασκαλία με υποστήριξη Η/Υ στο Γυμνάσιο. Τα ερευνητικά της ενδιαφέροντα διαμοιράζονται στα πεδία της Διδακτικής των ΦΕ, των νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση ΤΠΕ-Ε, της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης ΠΕ και της προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Έχει δημοσιεύσει περί τις ογδόντα εργασίες σε έγκριτα επιστημονικά περιοδικά και πρακτικά διεθνών και ελληνικών συνεδρίων στις παραπάνω επιστημονικές περιοχές. Γνωρίζει άριστα Γαλλικά, πολύ καλά Αγγλικά και Ιταλικά, ενώ επικοινωνεί στοιχειωδώς και στα Τούρκικα.

Το συγγραφικό της έργο σε συλλογικά έργα έχει ως εξής. *Πανεπιστημιακά*: Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Διδακτική της Χημείας - Σημειώσεις σε μεταπτυχιακό επίπεδο (2000), Σημειώσεις Παιδαγωγικής και Οργάνωσης της Διδασκαλίας (2004). *Μελέτες*: Καθορισμός προδιαγραφών για τη συγγραφή και παραγωγή σχολικών βιβλίων (1998), Μελέτη Εκπαιδευτικού Λογισμικού Πολυμέσων για τη Β/θμια Εκπαίδευση (1998), Ατμοσφαιρική Ρύπανση Εσωτερικών Χώρων -«Άρρωστα Κτήρια» (2001). *Διδακτικά πακέτα** της Β/θμιας: Χημεία Β' γυμνασίου(1997), Χημεία Γ' γυμνασίου(1998) *[βιβλία μαθητή, εργαστηριακοί οδηγοί, τετράδια εργαστηριακών ασκήσεων, βιβλία καθηγητή, σειρές διαφανειών], Εποπτικό υλικό υποστήριξης και οδηγοί αξιοποίησης του μαθήματος της Χημείας Β' και Γ' γυμνασίου (2000) του Οργανισμού Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων ΟΕΒΔ. *Ψηφιακό διδακτικό υλικό*: ΧΗ.ΠΟ.ΛΟ (1999), Μια πρώτη γνωριμία (2002), Χημικοί Υπολογισμοί Α (2009), Άνθρακας Α (2009).

Από το 2014 που αφυπηρέτησε παραμένει κοντά στους εκπαιδευτικούς δραστηριοποιούμενη στο πρόγραμμα «Αειφόρο Ελληνικό Σχολείο» της Ελληνικής Εταιρείας Περιβάλλοντος και Πολιτισμού ΕΛΛΕΤ και την Πανελλήνια Παιδαγωγική Εταιρεία Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης ΠΑ.Π.Ε.Δ.Ε, διατηρεί την συνεργασία της με το ΕΜΠ για τις επιστημονικές της αναζητήσεις, συνεχίζει τα επιμορφωτικά προγράμματα στα ψυχοπαιδαγωγικά και τις ΤΠΕ, διαχειρίζεται το ιστολόγιο «Αειφόροι Δάσκαλοι» και παλεύει με τον συνδυασμό των λέξεων γράφοντας διηγήματα και ποιήματα. Είναι παντρεμένη με τον δρ. Βασίλη Αγγελόπουλο και έχουν δύο παιδιά.

ΤΑΣΟΥΛΑ ΑΒΡ. ΓΕΩΡΓΙΑΔΟΥ

Προστατεύουμε την Πολιτιστική μας Κληρονομιά Ι



Τασούλα Γεωργιάδου, Προστατεύουμε την Πολιτιστική μας Κληρονομιά

ISBN: 978-618-5147-75-4

Ιανουάριος 2016

Την ευθύνη για την επιμέλεια και τη σελιδοποίηση του κειμένου φέρει η συγγραφέας.

Σειρά: Philosophia Ancilla/ Academica

Επιστημονικός υπεύθυνος σειράς:

Κωνσταντίνος Ιω. Γεωργιάδης, <http://kigeorgiad.wix.com/forumphilipporum>

Η σειρά αυτή δημιουργήθηκε από κοινού με τον Σύλλογο Αρχαίας Ελληνικής Φιλοσοφίας «ΣΥΝ ΑΘΗΝΑ» <https://synathena.wordpress.com/>

Μακέτα εξωφύλλου: ελαιογραφία του Μελέτη Λούκου

Εκδόσεις Σαΐτα

Αθανασίου Διάκου 42, 652 01, Καβάλα

T.: 2510 831856

K.: 6977 070729

e-mail: info@saitapublications.gr

website: www.saitapublications.gr



Άδεια Creative Commons

Αναφορά Δημιουργού – Μη Εμπορική χρήση

Όχι Παράγωγα έργα 3.0 Ελλάδα

Επιτρέπεται σε οποιονδήποτε αναγνώστη η αναπαραγωγή του έργου (ολική, μερική ή περιληπτική, με οποιονδήποτε τρόπο, μηχανικό, ηλεκτρονικό, φωτοτυπικό, ηχογράφησης ή άλλο), η διανομή και η παρουσίαση στο κοινό υπό τις ακόλουθες προϋποθέσεις: αναφορά της πηγής προέλευσης, μη εμπορική χρήση του έργου. Επίσης, δεν μπορείτε να αλλοιώσετε, να τροποποιήσετε ή να δημιουργήσετε πάνω στο έργο αυτό.

Αναλυτικές πληροφορίες για τη συγκεκριμένη άδεια cc, μπορείτε να διαβάσετε στην ηλεκτρονική διεύθυνση:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/gr/>

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	11
1. ΠΕΡΙ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ	12
1.1 Εισαγωγικό Έναυσμα	17
1.2 Περί Πολιτισμού και Κουλτούρας	17
1.2.1 Πολιτισμός	18
1.2.2 Κουλτούρα	19
1.2.3 Πολιτισμικός και πολιτιστικός.....	20
1.3 Πολιτιστική κληρονομιά	21
1.3.1 Ποια στοιχεία απαρτίζουν την πολιτιστική κληρονομιά	21
1.3.2 Φορέας προστασίας της Εθνικής Πολιτιστικής Κληρονομιάς	23
1.3.3 Φορέας προστασίας της Παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς	24
1.3.4 Άνιση κατανομή των πολιτιστικών αγαθών	26
1.4 Οι αξίες των μνημείων και των πολιτισμικών αγαθών	26
2. ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	29
2.1 Γενικά.....	29
2.1.1 Επιστήμη και τεχνολογία υλικών	29
2.1.2 Επίπεδα της δομής της ύλης	30
2.1.3. Καταστάσεις της ύλης.....	31
2.1.4 Διάκριση των ιδιοτήτων των υλικών	31
2.1.5 Κατεργασία υλικών και μεταβολή ιδιοτήτων τους	32
2.1.6 Ταξινόμηση των υλικών	32
2.1.7 Η δομή των στερεών υλικών.....	33
2.1.8 Κρυσταλλικά συστήματα.....	34
2.1.9 Ατέλειες των κρυστάλλων	35
Α. Σημειακές ατέλειες.....	36

Β. Οι προσμίξεις στα στερεά υλικά	36
Γ. Γραμμικές ατέλειες	37
Δ. Διεπιφανειακές ατέλειες.....	37
Ε. Χωρικές ατέλειες	38
2.2 Ιδιότητες των Στερεών Υλικών	38
2.2.1 Γενικά	38
2.2.2 Μηχανικές Ιδιότητες	38
Α. Ελαστική – Πλαστική Παραμόρφωση.....	38
Β. Κυριότερες μορφές καταπόνησης των υλικών.....	38
Γ. Τα μεγέθη που υπεισέρχονται στις καταπονήσεις	39
Δ. Διάτμηση	42
Ε. Κάμψη τριών σημείων	42
Στ. Σκληρότητα	42
Ζ. Δυσθραυστότητα	43
Η. Ερπυσμός.....	43
Θ. Εσωτερική τριβή στερεού.....	43
2.2.3 Θερμικές ιδιότητες ενός υλικού	43
Α. Θερμοχωρητικότητα	44
Β. Θερμική Διαστολή	44
Γ. Θερμική αγωγιμότητα	44
Δ. Λανθάνουσα θερμότητα τήξης και βρασμού	45
Ε. Θερμοηλεκτρικό Ζεύγος	45
2.3 Ιδιότητες των Υγρών	45
2.3.1 Συνοχή και συνάφεια	45
2.3.2 Πτητικότητα.....	45
2.3.3 Επιφανειακή τάση.....	46
2.3.4 Διαβροχή	46
2.3.5 Ιξώδες	46
2.3.6 Τριχοειδή φαινόμενα	46

3 ΑΠΟ ΤΙ ΚΙΝΔΥΝΕΥΟΥΝ ΤΑ ΜΝΗΜΕΙΑ	48
3.1 Γενικά	48
3.1.1 Η έννοια της Φθοράς.....	48
3.1.2 Η φθορά των υλικών	48
3.1.3 Φθορές και Βλάβες	48
3.2 Κυριότερα Είδη Φθοράς των Υλικών	49
3.2.1 Η διάβρωση των υλικών	49
3.2.2 Κόπωση των Υλικών	49
3.2.3 Τριβή των Υλικών	50
3.2.4 Ο ερπυσμός	50
3.3 Αίτια της φθοράς	50
3.3.1 Ενδογενείς παράγοντες.....	52
3.3.2 Εξωγενείς παράγοντες	55
3.4 Ανάλυση των Κυριότερων Παραγόντων Φθοράς των Υλικών.....	62
3.4.1 Επίδραση της Θερμοκρασίας	62
3.4.2 Επίδραση των Ακτινοβολιών	62
3.4.3 Επίδραση της Υγρασίας	62
3.4.4 Επίδραση των διαλυτών αλάτων	63
3.4.5 Επίδραση των ατμοσφαιρικών σωματιδίων.....	64
3.4.6 Επίδραση αερολύματων	65
3.4.7 Επίδραση ζώντων οργανισμών.....	66
3.5 Μελέτη της Φθοράς - Οι συνηθέστερες μορφές που εμφανίζονται στα Μνημεία	67
3.5.1 Προβλήματα Στις Επιφάνειες Των Μνημείων	68
Α. Από γυψοποίηση	68
Β. Από σχηματισμό όξινης ανθρακικής κρούστας.....	69
3.5.2 Κρυστάλλωση διαλυτών αλάτων.....	69
Α. Κυψέλωση	70
Β. Εξάνθηση	70

Γ. Κρυπτοεξάνθηση	71
3.5.3 Αποσάθρωση Κονιαμάτων	71
3.5.4 Ασυμβατότητα υλικών	71
3.5.5 Ρηγμάτωση - Φθορά από μηχανικά αίτια	73
Α. Παγετός	73
Β. Σεισμικές δονήσεις	73
Γ. Πλημμύρες.....	73
Δ. Αιολική δράση ή εκτριβή επιφανειών	73
Ε. Έντονες θερμοκρασιακές μεταβολές	75
Στ. Διάρρηξη δομικού υλικού από διόγκωση μεταλλικών συνδέσμων.....	75
3.5.6 Βιολογική φθορά	76
3.5.7 Επικαθήσεις και διαβρώσεις από τη ρύπανση της ατμόσφαιρας-Κρούστες	77
Α. Μαύρες κρούστες	77
Β. Λευκές κρούστες	78
Γ. Γκρίζες κρούστες	79
Δ. Χρυσές πάτινες	80
3.5.8 Ζαχαροειδής φθορά.....	80
3.5.9 Ρύπανση επιφανειών από Graffiti	81
4. ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΤΗΣ ΦΘΟΡΑΣ	82
4.1 Γενικά	82
4.2 Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα.....	82
4.3 Διαγνωστική Μελέτη	83
4.4 Οι μέθοδοι διάγνωσης της φθοράς των υλικών	86
4.4.1 Επί τόπου μη καταστρεπτικές μέθοδοι.....	86
4.4.2 Εργαστηριακές ενόργανες μέθοδοι	91
5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	99
5.1 Επιλογή και αποτίμηση υλικών και επεμβάσεων	99

15.2 Ολοκληρωμένο σχέδιο προστασίας μνημείων.....	100
5.2.1 Στάδιο 1 ^ο : Διαγνωστική Μελέτη	100
5.2.2 Στάδιο 2 ^ο : Συντήρηση - Επέμβαση στα υλικά.....	101
Α. Προστερέωση	101
Β. Καθαρισμός	104
Γ. Στερέωση	108
Δ. Παρασκευή συμβατών κονιαμάτων αποκατάστασης	108
Ε. Αντιμετώπιση της ανερχόμενης (ή αναρριχόμενης) υγρασίας	109
Στ. Ολοκλήρωση της επέμβασης	110
5.2.3 Στάδιο 3 ^ο : Αποκατάσταση του φορέα.....	110
5.2.4 Στάδιο 4 ^ο : Αναστήλωση του μνημείου	111
5.3 Αρχιτεκτονικές Επεμβάσεις.....	111
5.3.1 Ενδεδειγμένες εργασίες Προστασίας.....	114
5.3.2 Παράδειγμα συντήρησης μνημείου υπό εξέλιξη:	
Μεσαιωνικού Υδραγωγείου της Καβάλας (Καμάρες)	116
 6.ΠΩΣ ΘΑ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΣΟΥΜΕ ΤΑ ΜΝΗΜΕΙΑ	117
6.1 Χάρτης της Βενετίας	117
6.2 Επέκταση και εμπλουτισμός των αρχών του Χάρτη της Βενετίας	126
6.3 Ευρωπαϊκός Χάρτης της Αρχιτεκτονικής Κληρονομιάς.....	127
6.3.1 Παραδοσιακοί οικισμοί και Ιστορικά Κέντρα πόλεων	129
6.3.2 Η σημασία της Σύμβασης της Γρανάδας.....	131
6.4 Το ΥΠΠΟ, αρμόδιος φορέας μέριμνας	133
6.6 Διαχείριση της Πολιτιστικής Κληρονομιάς	134
6.6.1 Βιώσιμη Ανάπτυξη και Πολιτιστική Κληρονομιά	135
6.6.2 Η σχέση Πολιτισμού-Ανάπτυξης	136
6.7 Αρχαιολογικά Πάρκα	139
6.7.1 Τι αποτελεί Αρχαιολογικό Πάρκο.....	139
6.7.2 Η περίπτωση του Αρχαιολογικού Πάρκου στην Κάτω Πάφο της Κύπρου.....	141

6.7.3 Διαδρομές Πολιτιστικού Τουρισμού στη Πάφο	144
Βιβλιογραφία.....	147

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν πόνημα πραγματεύεται την εκπαιδευτική προσέγγιση του θεματικού πεδίου της προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς, στοχεύοντας στην ανάδειξη της σπουδαιότητας της διατήρησης και προστασίας των μνημείων, αλλά και στην ουσιαστική ευαισθητοποίηση των πολιτών στα θέματα αυτά.

Η προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς αποτελεί έναν σύνθετο επιστημονικό κλάδο, που η ολοκληρωμένη προσέγγισή του προϋποθέτει διεπιστημονικότητα και συνεκτίμηση ποικίλων παραγόντων. Στο πλαίσιο αυτό, το πρώτο τεύχος περιλαμβάνει τις βασικές έννοιες για την εισαγωγή του αναγνώστη στο θέμα της προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς, όπως την έννοια της πολιτιστικής κληρονομιάς, τους βασικούς φορείς προστασίας, τη μελέτη της δομής και των υλικών, τα αίτια και τους μηχανισμούς της φθοράς, τις μεθόδους διάγνωσης της φθοράς, την εφαρμογή των επεμβάσεων συντήρησης, την ολοκληρωμένη διαχείριση των μνημείων. Στο δεύτερο τεύχος πραγματοποιείται η διδακτική προσέγγιση του πεδίου της προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς με την παροχή προτεινόμενου εκπαιδευτικού υλικού για την υλοποίηση ολοκληρωμένων σχεδίων εργασίας (projects) με αποδέκτες τους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, αλλά και δράσεων των δήμων στο πλαίσιο πολιτιστικών δραστηριοτήτων - λαϊκού πανεπιστημίου με αποδέκτες ενήλικες πολίτες.

Η έκδοση στόχο έχει να αποτελέσει κίνητρο για τη γνωριμία του μη εξειδικευμένου κοινού με τον πολιτιστικό πλούτο και τις πολλαπλές αξίες που αυτός φέρει, καθώς και την ενδυνάμωση της πολιτιστικής συνείδησης των πολιτών, αλλά και την πιθανή ενασχόληση των μαθητών στο μέλλον με το συγκεκριμένο επιστημονικό πεδίο.

Η συγγραφέας, διαθέτοντας το απαιτούμενο γνωστικό υπόβαθρο, μετά και την επιτυχή ολοκλήρωση των σπουδών της στη Β' Κατεύθυνση «Υλικά και Επεμβάσεις Συντήρησης» του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών του ΕΜΠ «Προστασία Μνημείων», αλλά και την παιδαγωγική επάρκεια σε συνέχεια της πολυετούς διδακτικής της εμπειρίας, δίνει το έναυσμα στους πολίτες να ευαισθητοποιηθούν και να ανταποκριθούν στα κρίσιμα θέματα διατήρησης και προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς. Το παρόν έργο αποτελεί μέτρο της γνώσης, ευαισθησίας και εμπειρίας που χαρακτηρίζει την ίδια και έχει το χαρακτήρα σημαντικής πρωτοβουλίας με ιδιαίτερη σημασία στις μέρες μας, χαρακτηρίζοντας τους ενεργούς πολίτες αρωγούς στη σημερινή εποχή για την αντιμετώπιση της πολυ-επίπεδης κρίσης.

Αντωνία Μοροπούλου

Καθηγήτρια Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου

Διευθύντρια Σπουδών Β' Κατεύθυνσης «Υλικά και Επεμβάσεις Συντήρησης» - ΔΠΜΣ ΕΜΠ

«Προστασία Μνημείων»

Αντιπρόεδρος Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς είναι υπόθεση όλων των πολιτών ενός κράτους. Παράλληλα, υπάρχουν και πολιτιστικά στοιχεία που αφορούν όλους τους πολίτες του κόσμου. Σήμερα επικαλούνται όλοι την Παγκόσμια Πολιτιστική κληρονομιά ως κτήμα και περιουσία της ανθρωπότητας. Η προστασία των μνημείων ως καθήκον της πολιτείας, των τοπικών κοινωνιών και των πολιτών, λίγο έως πολύ γίνεται γνωστό από την παράδοση, τα κείμενα που διδάσκονται στο σχολείο, τις ξεναγήσεις μικρών και μεγάλων στις αξιοθέατες τοποθεσίες, τα μουσεία, τους αρχαιολογικούς χώρους κτλ.

Στο Σύνταγμα της Ελλάδας, όπως αναθεωρήθηκε με το Ψήφισμα της 6^{ης} Απριλίου 2001 της Ζ' Αναθεωρητικής Βουλής, στο Β' μέρος που αφορά τα *Ατομικά και Κοινωνικά Δικαιώματα*, το 24^ο άρθρο αφιερώνεται στην προστασία του περιβάλλοντος. Η δε έκτη παράγραφος (§ 6) ειδικεύει στο **πολιτιστικό περιβάλλον** «Τα μνημεία, οι παραδοσιακές περιοχές και τα παραδοσιακά στοιχεία προστατεύονται από το Κράτος. Νόμος θα ορίσει τα αναγκαία για την πραγματοποίηση της προστασίας αυτής περιοριστικά μέτρα της ιδιοκτησίας, ...» (Βουλή των Ελλήνων, 2005).

Η νομοθέτηση των όρων προστασίας καθορίζει τις αρμοδιότητες, τις υποχρεώσεις και το καθήκον των φορέων της πολιτείας. Στον νόμο 3028/2002 του υπουργείου Πολιτισμού «**Για την προστασία των Αρχαιοτήτων και εν γένει της Πολιτιστικής Κληρονομιάς**», στο άρθρο 3 «**Περιεχόμενο της προστασίας**» καθορίζεται με σαφήνεια ότι η προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς της χώρας συνίσταται:

- α) στον εντοπισμό, την έρευνα, την καταγραφή, την τεκμηρίωση και τη μελέτη των στοιχείων της,
- β) στη διατήρηση και στην αποτροπή της καταστροφής, της αλλοίωσης και γενικά κάθε άμεσης ή έμμεσης βλάβης της,
- γ) στην αποτροπή της παράνομης ανασκαφής, της κλοπής και της παράνομης εξαγωγής,
- δ) στη συντήρηση και την κατά περίπτωση αναγκαία αποκατάστασή της,
- ε) στη διευκόλυνση της πρόσβασης και της επικοινωνίας του κοινού με αυτήν,
- στ) στην ανάδειξη και την ένταξή της στη σύγχρονη κοινωνική ζωή και
- ζ) στην παιδεία, την αισθητική αγωγή και την ευαισθητοποίηση των πολιτών για την πολιτιστική κληρονομιά.

Όπως είναι φανερό δίνεται μεγάλη σημασία στο πλαίσιο της προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς και στην ευαισθητοποίηση των πολιτών μέσω της κατάλληλης εκπαίδευσης και αγωγής. Η παγκοσμιοποιημένη κοινωνία των πολιτών του κόσμου ενδιαφέρεται, πέραν της εθνικής πολιτιστικής κληρονομιάς, και για την παγκόσμια. Στον Ευρωπαϊκό Χάρτη της Αρχιτεκτονικής Κληρονομιάς (European Charter of the Architectural Heritage, 1975) υπογραμμίζεται η αναγκαιότητα της εκπαίδευσης των πολιτών:

5. Η αρχιτεκτονική κληρονομιά έχει να παίξει έναν σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση.

Η αρχιτεκτονική κληρονομιά παρέχει έναν πλούτο υλικού για την εξήγηση και τη σύγκριση μορφών και φορμών και των εφαρμογών τους. Σήμερα, όταν η οπτική εκτίμηση και η από πρώτο χέρι εμπειρία διαδραματίζουν έναν αποφασιστικό ρόλο μέσα η εκπαίδευση, αυτό είναι ουσιαστικό στο να κρατήσει ζωντανά τα στοιχεία των διαφορετικών περιόδων και των επιτευγμάτων τους.

Η επιβίωση αυτών των στοιχείων θα βεβαιωθεί μόνο εάν η ανάγκη να προστατευτεί αυτή γίνεται

κατανοητή από το μέγιστο αριθμό ατόμων, ιδιαίτερα από τη νεότερη γενεά που θα είναι οι

μελλοντικοί φύλακές της.

9. Η ολοκληρωμένη συντήρηση δεν μπορεί να πετύχει χωρίς τη συνεργασία όλων.

Αν και η αρχιτεκτονική κληρονομιά ανήκει στον καθένα, κάθε ένα από τα μέρη της είναι εντούτοις στο έλεος του κάθε ατόμου. Το κοινό πρέπει να ενημερωθεί κατάλληλα επειδή οι πολίτες έχουν δικαίωμα για να συμμετέχουν στις αποφάσεις που έχουν επιπτώσεις στο περιβάλλον τους. Κάθε γενιά έχει ένα μοναδικό ενδιαφέρον ζωής για αυτήν την κληρονομιά και είναι αρμόδια για τη μεταβίβασή του στις μελλοντικές γενεές.

Εξάλλου, στον Ν 2039/92 που κυρώνει τη Διεθνή Σύμβαση της Γρανάδας το 1985, για την προστασία της Αρχιτεκτονικής Κληρονομιάς, υπάρχει διακριτό πεδίο, με δύο άρθρα, που υποχρεώνει στην Πληροφόρηση και Εκπαίδευση:

Άρθρο 15

Κάθε συμβαλλόμενος υποχρεώνεται:

1. να ενημερώνει την κοινή γνώμη για την αξία της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς ως στοιχείου πολιτιστικής ταυτότητας, αλλά και ως πηγής έμπνευσης και δημιουργικότητας για τις σύγχρονες και μελλοντικές γενιές.

2. να προωθήσει, γι' αυτόν το σκοπό, πολιτική πληροφόρησης και ευαισθητοποίησης, με τη βοήθεια κυρίως των σύγχρονων μέσων επικοινωνίας και διαφήμισης, σκοπεύοντας ιδιαίτερα:

α. στην αφύπνιση ή στην αύξηση της ευαισθητοποίησης του κοινού, από τη σχολική ηλικία, στα θέματα προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς, στην ποιότητα δομημένου περιβάλλοντος και της αρχιτεκτονικής έκφρασης.

β. στο να καταστήσει εμφανή την ενότητα της πολιτιστικής κληρονομιάς και τους δεσμούς που υπάρχουν ανάμεσα στην αρχιτεκτονική, τις τέχνες, τις λαϊκές παραδόσεις και τους τρόπους ζωής, είτε αυτά είναι σε επίπεδο ευρωπαϊκό, είτε σε εθνικό ή περιφερειακό.

Άρθρο 16

Κάθε συμβαλλόμενος υποχρεώνεται να προωθήσει τη δημιουργία διαφόρων επαγγελματικών κλάδων και τεχνιτών, που θα επεμβαίνουν στη συντήρηση της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς.

Οι σχεδόν καθημερινές περιβαλλοντικές εμπειρίες εδραίωσαν την πεποίθηση πως ο ρόλος του ανθρώπου και πιο συγκεκριμένα του πολίτη, είναι καθοριστικός, τόσο για τη δημιουργία πολλών προβλημάτων όσο και για την επίλυση τους, και πως η σχέση του ανθρώπου με τον γύρω του ανθρωπογενή χώρο είναι ζωτικής σημασίας για την προστασία του περιβάλλοντος. Οι σχέσεις αυτές επιβάλλεται να τεθούν σε σύγχρονο και αποτελεσματικό επίπεδο ανάλυσης και αναδύεται η αναγκαιότητα μιας νέας εκπαιδευτικής προσέγγισης που θα επηρεάζει την κοινή γνώμη για το περιβάλλον της, μια προσέγγιση που θα είναι σχεδιασμένη έτσι, ώστε να ενημερώνει, να ευαισθητοποιεί και να εκπαιδεύει τους πολίτες όλων των ηλικιών.

Η ευαισθητοποίηση των πολιτών επιχειρείται, αλλά όχι αρκετά συστηματικά, κατά τη διάρκεια της σχολικής ζωής. Περί προστασίας των μνημείων και γενικότερα της πολιτιστικής κληρονομιάς γίνονται, βεβαίως, σημαντικές αναφορές. Η επαφή με τον πολιτισμό – όπως τον ορίζει ο Κοραΐς (Δημαράς 1977) – επιδιώκεται μέσα από τα μαθήματα ανθρωπιστικών επιστημών. Εξ ορισμού στο μάθημα της Ιστορίας και της Ιστορίας της Τέχνης, στο μάθημα της Λογοτεχνίας με τη μελέτη κατάλληλων κειμένων όπου διατυπώνονται παραινέσεις των διανοουμένων που αναλύονται και σχολιάζονται, με την ευκαιρία προβληματισμού σε συναφή θέματα στην Έκφραση - Έκθεση κτλ. Κυρίως αποτελεί στόχο των εκπαιδευτικών επισκέψεις σε μουσεία και ιστορικές τοποθεσίες. Αρκετοί μαθητές συγκινούνται και θεμελιώνουν στάσεις και αξίες σ' αυτήν την κατεύθυνση. Αυτό γίνεται φανερό από τις εκθέσεις ή τις εργασίες που τους ανατίθενται. Πολλοί, όμως, το αντιμετωπίζουν ως μαθητική υποχρέωση, δυσανασχετούν στις παραινέσεις και αδιαφορούν κατά τη διάρκεια των ξεναγήσεων.

Η ανάπτυξη αξιών και αρχών που πρέπει να εμπνεύσει το σχολείο στους μαθητές αποτελεί διδακτικό στόχο του συναισθηματικού τομέα κατά Bloom (Bloom κ.ά. 1986). Δυστυχώς, τουλάχιστον στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, η επίτευξη του διδακτικού αυτού στόχου σπάνια αξιολογείται κατά τη διάρκεια των σπουδών των παιδιών. Παραμένει ευσεβής πόθος που εκφράζεται ως παιδαγωγική πρόθεση της πολιτείας και διατυπώνεται απλώς στους σκοπούς της εκπαίδευσης έτσι όπως τους θέτει το υπουργείο Παιδείας.

Στη ζωή των ενήλικων οι εκδρομές και τα ταξίδια περιλαμβάνουν σχεδόν υποχρεωτικά ξεναγήσεις σε χώρους με ιστορικό ενδιαφέρον, σε αρχιτεκτονικά μνημεία (συνήθως ναούς και παλάτια), αρχαιολογικούς χώρους, μουσεία (Dufresne-Tesse & Lefebvre 1994) κτλ. Από την άλλη, σε διάφορα έντυπα προβάλλονται σχετικά θέματα που φθάνουν ως ανάγνωσμα στους πολίτες. Από παντού υπογραμμίζεται η αξία της διατήρησης της πολιτιστικής κληρονομιάς, χωρίς όμως να υποδεικνύεται κάποιος τρόπος εμπλοκής των πολιτών ώστε να παίξουν ένα ενεργό ρόλο, πέραν του να σέβονται και να μη καταστρέφουν τα μνημεία και να μαθαίνουν στοιχεία για τους παρελθόντες πολιτισμούς.

Η συναίσθηση της κοινωνικής ευθύνης όλων, ο επιστημονικά αρθρωμένος προβληματισμός και η ταχύτατα διαδιδόμενη οικολογική σκέψη, έχουν πείσει τους αρμοδίους πως οποιαδήποτε προσπάθεια για την καταπολέμηση της συνεχώς οξυνόμενης κρίσης έπρεπε να απλώνει τις ρίζες της βαθιά μέσα στις εκπαιδευτικές διαδικασίες. Και ακόμα, πως μέσα από το εκπαιδευτικό σύστημα, οι ρίζες αυτές πρέπει να φτάνουν ως τη συνείδηση του κάθε ανθρώπου.

Το πρόβλημα είναι «πώς προστατεύονται σωστά» τα μνημεία και πώς οι πολίτες μπορούν να δραστηριοποιηθούν προς αυτήν την κατεύθυνση, έτσι ώστε να μη γίνονται λάθη, που συχνά αποβαίνουν ανεπανόρθωτα - πολλές φορές από το ζήλο των τοπικών κοινωνιών να αναδείξουν τα μνημεία της περιοχής τους για διάφορους λόγους - και «ποιες είναι ενδεικνυόμενες διαδικασίες». Σε ποιο βαθμό μπορούν οι πολίτες και οι τοπικές κοινωνίες να ενεργοποιηθούν και να βοηθήσουν στην προστασία της πολιτισμικής ή όπως επικράτησε (Αλεξάκης 2005) της πολιτιστικής κληρονομιάς;

Τα τελευταία πενήντα χρόνια παρατηρείται μια έντονη δραστηριότητα: και στις πιο απομακρυσμένες περιοχές της πατρίδας μας ιδρύονται πολιτιστικοί σύλλογοι φιλοπροόδων με αποστολή την προστασία του περιβάλλοντος ή/και τη διάσωση των παραδόσεων, (εθίμων, τραγουδιών, χορών, θεατρικών έργων, παραδοσιακών γάμων, τοπικής κουζίνας, κτλ.). Σε όλους τους δήμους και τις κοινότητες υπάρχει τομέας με υπεύθυνο για τα πολιτιστικά δρώμενα για την οργάνωση μουσικών και χορευτικών εκδηλώσεων, ανέβασμα θεατρικών παραστάσεων, για κύκλους εκμάθησης παραδοσιακών ασχολιών, για περιβαλλοντικές ομάδες κτλ. Όλο και περισσότεροι πολίτες αναζητώντας διεξόδους,

κοινωνική συναναστροφή και ενδιαφέροντα, εντάσσονται σ' αυτούς τους συλλόγους. Υπάρχει μια έντονη διάθεση ενασχόλησης πολιτών κάθε ηλικίας με αυτές τις αξίες της προστασίας του περιβάλλοντος και της πολιτιστικής παράδοσης, σε αντίθεση με την αλλοτρίωση και την ετοιμοπαράδοτη, οικονομική και προσιτή σε όλους ψυχαγωγία που προσφέρεται από την ιδιωτική, κυρίως, τηλεόραση. Αυτό αποδεικνύει μια αυθόρμητη διάθεση του ανθρώπου να αντιστέκεται στην εμπορευματοποίηση και την δρομολογημένη καθοδήγηση στη φθηνία.

Ο Mezirow στο έργο του (Κόκκος 2005) επιμένει στην άποψη ότι με την πάροδο της ηλικίας αυξάνεται η ικανότητα του ατόμου να αναπτύσσει βαθύτερες κρίσεις και να μετασχηματίζει τη δομή της προσωπικότητάς του: *Στο βαθμό που το επιτρέπει η κουλτούρα μας, τείνουμε γα προχωρούμε στην ενήλικη ζωή κατά μήκος μιας κλίσης ωριμότητας [. . .]. Προχωρούμε με διαδοχικούς μετασχηματισμούς προς μια ανάλυση των καταστάσεων μέσα από μια προοπτική όλο και πιο απομακρυσμένη από την προσωπική ή τοπική οπτική μας γωνία.* (Mezirow, 1977). Και σε νεότερα κείμενα υπογραμμίζει πως οι μετασχηματισμοί προς βαθμιαία πιο προχωρημένες απόψεις και νοήματα συνήθως συμβαίνουν μετά την ηλικία των τριάντα. Οι μεγαλύτερης ηλικίας ενήλικοι συχνά κινούνται προς ένα ωριμότερο επίπεδο αντιληπτικής διαφοροποίησης που περιέχει μεγαλύτερη επίγνωση του πλαισίου (ιδιαίτερα επίγνωση των ψυχολογικών παραγόντων και των ατομικών και συλλογικών στόχων), βαθύτερη ανάλυση των παραδοχών, καθώς και ολοκλήρωση της λογικής και των συναισθημάτων (Mezirow, 1991).

Προσφέρονται, λοιπόν, και οι ωριμότερες ηλικίες - περισσότερο ίσως και από αυτές της εφηβείας και μετεφηβείας τις οποίες διατρέχουν οι μαθητές σχολικής ηλικίας ή οι φοιτητές - για ενασχόληση με θέματα διαμόρφωσης στάσεων και ανάληψης δράσεων όσον αφορά την «Προστασία της Πολιτισμικής Κληρονομιάς». Η ανάγκη να γίνουν δημιουργικοί τόσο οι νέοι άνθρωποι, όσο και όσοι βρίσκονται σε ωριμότερη ηλικία, η ανάγκη να οξυνθεί στους πολίτες η τάση για έρευνα είναι θέματα που έχουν αναγνωρισθεί ομόφωνα από τους επιστήμονες της εκπαίδευσης ανηλίκων και ενηλίκων.

1. ΠΕΡΙ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΕΝΑΥΣΜΑ

«Είχα δυο αγάλματα περίφημα, μια γυναίκα κι ένα βασιλόπουλο, ατόφια - φαίνονταν οι φλέβες, τόση εντέλειαν είχαν. Όταν χάλασαν τον Πόρο, τ'άχαν πάρει κάτι στρατιώτες, και στ' Άργος θα τα πουλούσαν κάτι Ευρωπαίων· χίλια τάλαρα γύρευαν [...]. Πήρα τους στρατιώτες, τους μίλησα: Αυτά, και δέκα χιλιάδες τάλαρα να σας δώσουνε, να μην το καταδεχτείτε να βγουν από την πατρίδα μας. Γι' αυτά πολεμήσαμε!»

Απομνημονεύματα Μακρυγιάννη (Β' 303)

«Γι' αυτά τα μάρμαρα πολεμήσαμε δηλώνει ο λαϊκός αγωνιστής του 1821 στρατηγός Μακρυγιάννης που έμαθε γράμματα στα γεράματά του, όπως ο ίδιος μαρτυρά, για να εξιστορήσει τα όσα διαδραματίστηκαν κατά την επανάσταση όπως τα έζησε με τους συντρόφους του και απολογείται για το «απελέκητο» γράψιμό του. Είναι προφανής η ένταση της σημασία των λόγων του, μια και δεν πρόκειται για διανοούμενο, για πεφωτισμένο, δεν μιλά ο λογιότατος, μήτε ο αρχαιολόγος. Δεν πρόκειται για το συνειδητοποιημένο του Διαφωτισμού Αδαμάντιο Κοραή ή το Λόρδο Βύρωνα· οι δηλώσεις είναι ενός πρώην τσοπανόπουλου της Ρούμελης με μπαρουτοκαπνισμένα ρούχα και ένα σώμα γεμάτο σημάδια από τις πληγές των μαχών. Δεκαπέντε χρυσοποίκιλτες Ακαδημίες δεν αξίζουν την κουβέντα αυτού του ανθρώπου. Γιατί μόνο σε τέτοια αισθήματα πραγματικά και όχι σε αφηρημένες έννοιες περί του κάλλους των αρχαίων ημών προγόνων ή σε καρδιές αποστεγνωμένες που έχουν πάθει ακαταληψία από το φόβο του χύδην όχλου» σχολιάζει ο νομπελίστας ποιητής Οδυσσέας Ελύτης.

1.2 ΠΕΡΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΚΟΥΛΤΟΥΡΑΣ

Ο άνθρωπος με μόχθο και συνεχή προσπάθεια έβαλε τα θεμέλια του πολιτισμού, στην προσπάθειά του να απαντήσει στην πρόκληση να δαμάσει τα στοιχεία της φύσης και να ερμηνεύσει τα φαινόμενα της τα οποία δεν ελέγχει.

Ο πολιτισμός διαδίδεται εύκολα από τόπο σε τόπο, αρκεί να υπάρχει επικοινωνία. Στην έλλειψη επικοινωνίας που συχνά οφείλεται στη μη ανάπτυξη της ανάλογης τεχνολογίας π.χ. κατασκευής καραβιών για απομάκρυνση από την ξηρά, αποδίδει ο Όμηρος στην Οδύσσεια το πρωτόγονο του νησιού των Κυκλάδων, χωρίς κατοικίες και ναούς:

ΟΜΗΡΟΥ ΟΔΥΣΣΕΙΑ	ραψωδία ι, στίχοι 109-130
αλλά τά γ' ασπαρτα καί ανήροτα πάντα φύονται, πυροί καί κριθαί ηδ' αμπελοι, αι τε φέρουσιν οίνον έριστάφυλον, καί σφιν Διός ομβρος αέξει. τοισιν δ' ουτ' αγοραί βουληφόροι ουτε θέμιστες, αλλ' οι γ' ύψηλων ορέων ναίουσι κάρηνα έν σπέεσι γλαφυροισι,(115) ουτ' αρα ποίμνησι ν κατάσχεται ουτ' αρότοισιν , αλλ' η γ' ασπαρτος και ανήροτος ηματα πάντα ανδρών χηρεύει, βόσκει δέ τε μηκάδας αίγας. ου γαρ Κυκλώπεσι νέες πάρα μιλοπάρηι, ουδ' ανδρες νηων ενι τέκτονες, οι κε κάμοιεν νηας έυσέλμους, αι κεν τελείοιεν εκαστα αστε' έπ' ανθρώπων ίκνεύμεναι, οιά τε πολλά ανδρες έπ' αλλήλους νηυσίν περώσι θάλασσαν οι κε σφιν και νησον εύκτιμένην εκάμοντο.	...φυτό στη γη δε φύτειψαν μήτε όργωσαν χωράφι, μόν' όλα βγαίνουν ασπαρτα κι ανόργωτα φυτρώνουν, στάρια, κριθάρια, κλήματα που το κρασί τους κάνουν, από μεγαλοστάφυλα καθώς τα φέρνει ο Δίας. Δεν έχουν προεστών βουλές μήτε νόμους ξέρουν, και κακοικούνε στων βουνών κατάκορφα τις ράχες, μέσα σε βαθουλές σπηλιές (115) Κοπάδια απάνω στο νησί δεν έχει ούτε χωράφια, μον' άσπαρτο κι ανόργωτο χρόνο καιρό είναι κι έρμο και μόνο θρέφει στις βοσκές βελαζολάδες γίδες. Δεν έχουν κοκκινόπλωρα ο Κύκλωπες καράβια Μήτε τεχνίτες καραβιών πλεούμενα να φτάσουν σε κάθε χρήσιμη δουλειά, να πάνε σ' άλλους τόπους, όπως συχνά τις θάλασσες περνώντας τρέχουν άλλοι, να φέρουν στ' αφοχώματο νησί να τους δουλέψουν. (130)

μετάφραση Ζήσιμου Σιδέρη

Τι όμως ορίζεται ως πολιτισμός; Δεν είναι τόσο εύκολο να περιχαρακώσουμε την έννοια όπως θα ορίζαμε λ.χ. στη Χημεία τι είναι χημικό στοιχείο και τι χημική ένωση, ή στη γεωμετρία τι είναι διχοτόμος γωνίας ή μεσοκάθετος. Αυτό δεν σημαίνει ότι τα πάντα είναι αβέβαια, ωστόσο στη γλώσσα (ή καλύτερα στις γλώσσες) οι περισσότεροι όροι όχι μόνο δεν είναι οριστικοί και αμετάκλητοι, αλλά εξελίσσονται συνεχώς.

Κατά τον Λεβι-Στρώς «Οι λέξεις είναι εργαλεία, και ο καθένας μας μπορεί να τις χρησιμοποιεί όπως νομίζει, φτάνει, προηγουμένως, να εξηγεί τις προθέσεις του». Στους διάφορους επιστημονικούς τομείς που αναπτύσσει ο άνθρωπος, όπως και στον τομέα της φιλοσοφίας, και οι απλούστερες λέξεις έχουν συχνά πολλαπλές σημασίες ανάλογα με αυτόν που τις εκφράζει και τις χρησιμοποιεί.

1.2.1 Πολιτισμός

Η έννοια του πολιτισμού διερευνάται διεξοδικά στα λεξιλόγια των βασικών ευρωπαϊκών γλωσσών στο έργο του Fernand Braudel «Γραμματική των Πολιτισμών». Στην Ελλάδα η λέξη **πολιτισμός** έχει αρχαία προέλευση, προέρχεται από τη λέξη **πολίτης** και ή χρήση της ήταν σπάνια. Σήμαινε τα πολιτικά πράγματα, τη διακυβέρνηση του κράτους (Liddell-ScoLt και Bailly). Ως νεοελληνική λέξη, με τη σύγχρονή της σημασία, γεννήθηκε στη Γαλλία την εποχή του Διαφωτισμού, χάρη στον 'Αδαμάντιο Κοραή (1748-1833). Το 1804 ο Κοραής για να αποδώσει στα ελληνικά τον όρο civilisation, προτείνει τη λέξη "πολιτισμός"» (Κ, Θ, Δημαράς, Νεοελληνικός Διαφωτισμός, Αθήνα 1977, σσ 10 και 74).

Στη γαλλική γλώσσα για τη λέξη πολιτισμό χρησιμοποιείται ο όρος civilisation, που μέχρι το 1732, χρησιμοποιούνταν στη νομική ορολογία, ως κάποια δικαστική πράξη ή ως δικαστική απόφαση που μετατρέπει μια ποινική δίκη σε αστική. Ο όρος προήλθε από το ρήμα «civiliser» και τη μετοχή του «civilisé» που υπήρχαν στη γλώσσα από παλιά και χρησιμοποιούνταν και το 16ο αιώνα. Προήλθαν με τη σειρά τους από το επίθετο «civil», που

σημαίνει ακόμη και σήμερα αυτός που αναφέρεται στον πολίτη, αστικός π.χ. *code civil*: ο αστικός κώδικας, *droits civils*: τα πολιτικά δικαιώματα. Η σημερινή σημασία αρχικά χρησιμοποιήθηκε με την έννοια της μετάβασης στον πολιτισμό, δηλαδή ως εκπολιτισμός. Η επίσημη είσοδος της λέξης σε τυπωμένο κείμενο χρονολογείται πιθανότατα από το 1756, από τον Μιραμπώ τον πατέρα του γνωστού ρήτορα της Γαλλικής Έπανάστασης. Αυτός δημοσίευσε το έργο του «Πραγματεία περί πληθυσμού» (*Traite de la population*) όπου αναφέρονται «ressorts de la civilisation» (κίνητρα για τον εκπολιτισμό) και «luxue d' une fausse civilisation» (πολυτέλεια ενός ψεύτικου πολιτισμού).

Την ίδια εποχή ο Βολταίρος, αν και ο πρώτος που συνέλαβε την έννοια του πολιτισμού στο έργο του «Δοκίμιο για τα ήθη και για το πνεύμα των εθνών» (*Essai sur les mœurs et sur l'esprit des nations* 1756) και από την άλλη έγραψε περί Ιστορίας του πολιτισμού, δεν χρησιμοποιεί τον όρο *civilisation* σχολιάζει ο Γ. Χουζίνγκα.

Στα μέσα του 18^{ου} αιώνα, τέλη της βασιλείας του Λουδοβίκου ΙΕ', η γαλλική κοινωνία βλέπει με αυταρέσκεια σ' αυτήν την καινούρια λέξη να καθρεφτίζεται ή δική της εικόνα. Την εικόνα του πολιτισμένου λαού, σε αντιδιαστολή με τη βαρβαρότητα των άγριων, πρωτόγονων λαών. Μέχρι τότε τα επίθετα «*poli*», «*police*», «*civil*», «*civilisé*», που αναφέρονται σ' αυτόν που έχει καλούς τρόπους και κοινωνική αγωγή, δεν είχαν αντίστοιχο ουσιαστικό. Η λέξη *civilisation* συνοδεύεται από τον όρο *culture*, που έχει τη σημασία της παιδείας, της καλλιέργειας (κουλτούρα).

Στην Αγγλία, η έννοια πολιτισμός εμφανίζεται με τη μορφή *civilization*, και προέρχεται από την ομόηχη γαλλική γύρω στα 1772 ή και πιο νωρίς και επικαλύπτει την προγενέστερη *civility*.

Στη Γερμανία εισχωρεί ως *Zivilisation* και χρησιμοποιείται μαζί με την παλιά λέξη *Bildung*. Αντίθετα, στην Ολλανδία υπάρχει ήδη στο ουσιαστικό *beschaving*, που προέρχεται από το ρήμα *beschaven* (εκλεπτύνω, εξευγενίζω, εκπολιτίζω) και καλύπτει την έννοια του πολιτισμού. Έτσι ο όρος *beschaving* θα συμπεριλάβει και την καινούρια αυτή έννοια στις σημασίες της και θα αντισταθεί στην καινούρια λέξη ή οποία, παρόλα αυτά, θα εμφανιστεί ως *civilisatie*.

Στην ιταλική γλώσσα υφίσταται από τα κείμενα του Δάντη η λέξη *civiltà*. Η λέξη αυτή, *civiltà*, που έχει βαθιές ρίζες στη γλώσσα δεν θα αργήσει να εκφράσει και την έννοια του πολιτισμού και προβάλλει σθεναρή αντίσταση την είσοδο του όρου *civilisation*. Γύρω της, όμως, ξεσηκώθηκαν θυελλώδεις συζητήσεις. Το 1835, ο Ρομανιόζι υποστήριζε χωρίς επιτυχία να εισαγάγει τη λέξη *incivilimento* που δεν σήμαινε μόνο εκπολιτισμός αλλά και πολιτισμός, κατά τη γνώμη του.

1.2.2 Κουλτούρα

Για μεγάλο χρονικό διάστημα, η λέξη *culture* δεν θα είναι τίποτε άλλο από ένα συνώνυμο της *civilisation*. Στο πανεπιστήμιο του Βερολίνου, για παράδειγμα, το 1830, ο Χέγκελ τις χρησιμοποιεί και τις δύο χωρίς διάκριση. Κάποια στιγμή όμως γίνεται αισθητή η ανάγκη να υπάρξει αυτή η διάκριση ανάμεσα στη μία και στην άλλη. Η λέξη *culture* είναι αρχαία λατινική, τη συναντάμε στον Κικέρωνα «*Cultura animi philosophia est*». Στη φιλοσοφία η έννοια του πολιτισμού έχει διπλό περιεχόμενο και περιλαμβάνει τουλάχιστον

δύο επίπεδα. Το πρώτο αφορά σε ηθικές και το δεύτερο σε υλικές αξίες. Γι' αυτό ορισμένοι φιλόλογοι αισθανθήκαν την ανάγκη να κάνουν τη διάκριση ανάμεσα στις λέξεις *culture* και *civilisation*. Η πρώτη επωμίζεται τις εγγενείς πνευματικές αξίες και η άλλη τις υποδεέστερες, τις υλικές. Αν δεν μπόρεσαν οι γλωσσολόγοι δεν κατάφεραν ποτέ να συμφωνήσουν ποιο θα ήταν τελικά το περιεχόμενο της μιας λέξης και ποιο της άλλης. Έτσι, λοιπόν, το περιεχόμενο των δύο λέξεων ποικίλλει από χώρα σε χώρα, ή ακόμη και μέσα στην ίδια χώρα, ανάλογα με τις εποχές και με τους συγγραφείς.

Στην ελληνική γλώσσα το θέμα τακτοποιήθηκε κάνοντας τη διάκριση ανάμεσα στον πνευματικό πολιτισμό και υλικό πολιτισμό (Νεώτερο Εγκυκλοπαιδικόν Λεξικόν του Ηλίου: πολιτισμός). Η γαλλική λέξη «*culture*», η οποία στην Ελλάδα χρησιμοποιείται ως ξένο δάνειο «*κουλτούρα*», έχει τρία σημασιολογικά περιεχόμενα, στα οποία αντιστοιχούν τρεις διαφορετικοί ελληνικοί όροι α) πνευματικός πολιτισμός, β) καλλιέργεια, παιδεία, γ) *κουλτούρα* (των πρωτόγονων κοινωνιών). Εξάλλου στη γλώσσα μας ή λέξη «*κουλτούρα*» και τα παράγωγά της χρησιμοποιούνται και καταφρονητικά αντί για «*καλλιέργεια*», «*παιδεία*». Γι' αυτή την καταφρονητική σημασία, ίσως, δεν ευθύνονται μόνον οι χρηστές της λέξης.

Και στη Γαλλία έχουμε ζυμώσεις γύρω από τη διάκριση των όρων. Εδώ, όπως και στην Αγγλία και στις Ηνωμένες Πολιτείες, την πρώτη θέση κατέχει ή λέξη *civilization*. Κατά το Σαρλ Σενιομπός «*Πολιτισμός* θα πει δρόμοι, λιμάνια και προβλήτες», εννοώντας ότι δεν θα πει μόνο πνεύμα. Ενώ ο Μαρσέλ Μωσ υποστηρίζει ότι «Είναι τα επιτεύγματα όλης της ανθρωπότητας». Η λέξη *culture* διατηρεί τη δύναμή της μόνον όταν εκφράζει «κάθε προσωπική μορφή της πνευματικής ζωής» (Ανρί Μαρού), όταν σημαίνει δηλαδή παιδεία, καλλιέργεια. Μιλώντας για ένα άτομο θα αναφερθούμε στην παιδεία του ή στην καλλιέργειά του, ποτέ στον πολιτισμό του. Η λέξη *πολιτισμός* χρησιμοποιείται κατά προτίμηση για πιο συλλογικές αξίες.

Και στη Γερμανία η λέξη *Kultur* αναδεικνύεται, ενώ η *Zivilisation* συνειδητά υποβαθμίζεται. Σύμφωνα με τον Φ. Τέννις (1922) και τον Άλφρεντ Βέμπερ (1935), ο «*πολιτισμός*» δεν είναι παρά ένα σύνολο τεχνικών, πρακτικών γνώσεων και δεξιοτήτων, που επιτρέπουν στον άνθρωπο να δρα επάνω στη φύση. Ενώ «*κουλτούρα*» είναι οι κανονιστικές αρχές, οι αξίες, τα ιδεώδη, με αλλά λόγια το πνεύμα. Ο Γερμανός ιστορικός Βίλχελμ Μόμσεν έγραφε στα 1951: «Σήμερα ο άνθρωπος οφείλει να εμποδίσει τον πολιτισμό να καταστρέψει την *κουλτούρα* και την τεχνική να εκμηδενίσει την ανθρωπότητα». Η Πολωνία και η Ρωσία υιοθέτησαν τις γερμανικές σημασίες με προβάδισμα στη λέξη *Kultur*.

1.2.3 Πολιτισμικός και πολιτιστικός

Το επίθετο «*πολιτισμικός*» προήλθε από τη λέξη *πολιτισμός* και καλύπτει και τους δύο όρους, του *πολιτισμού* και της *κουλτούρας*.

Από την άλλη στη γλώσσα μας εκτός του «*πολιτισμικός*», υφίσταται και το επίθετο «*πολιτιστικός*», που είναι πιο εύχρηστο επειδή συνοδεύει συνήθως έννοιες που δεν έχουν ούτε το εύρος ούτε τη βαρύτητα των *πολιτισμικών*. Λέμε λ.χ. «*πολιτιστικές εκδηλώσεις*», «*πολιτιστικοί σύλλογοι*», αλλά «*πολιτισμικά φαινόμενα*». Ως πιο εύχρηστο, το επίθετο «*πολιτιστικός*» τείνει να γενικευθεί: «*πολιτιστική κληρονομιά*» αντί για «*πολιτισμική*».

Το πολιτισμικός με τη διττή έννοια στις ευρωπαϊκές γλώσσες εμφανίζεται ως *culturel*. Στα γαλλικά λένε αναφερόμενοι σε έναν πολιτισμό (ή σε μια κουλτούρα), *biens culturels* για τα πολιτισμικά αγαθά, *aire culturelle* για μια γεωπολιτισμική ενότητα, *histoire culturelle* για την πολιτισμική ιστορία. Επίσης *emprunts culturels* για τα δάνεια μεταξύ πολιτισμών (πολιτισμικά δάνεια), ή για τη μεταφορά πολιτισμικών στοιχείων τη φράση *transferts culturels*, εννοώντας βέβαια και τα υλικά και τα πνευματικά.

1.3. Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ

Η πολιτιστική μας κληρονομιά είναι το κληροδότημα που δεχτήκαμε από το παρελθόν, αυτή με την οποία ζούμε σήμερα, και αυτή που περνάμε προς τις μελλοντικές γενεές. Η πολιτιστική και φυσική κληρονομιά μας είναι και αναντικατάστατες πηγές ζωής και έμπνευσης. Διακρίνεται σε **τοπική, εθνική και παγκόσμια**.

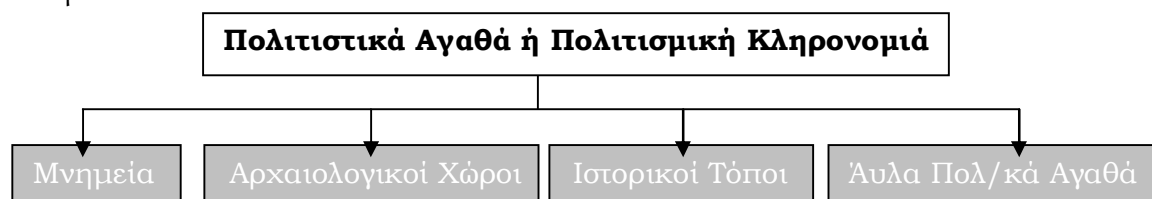
Μοναδικές τοποθεσίες αν και τόσο διαφορετικές όσο η Ακρόπολη των Αθηνών, οι πυραμίδες της Αιγύπτου, ο μεγάλος σκόπελος εμποδίων στην Αυστραλία και οι μπαρόκ καθεδρικοί ναοί της λατινικής Αμερικής αποτελούν την κληρονομιά του κόσμου μας.

Αυτό που καθιστά την έννοια της παγκόσμιας κληρονομιάς εξαιρετική είναι η καθολική εφαρμογή της. Οι περιοχές παγκόσμιας κληρονομιάς ανήκουν σε όλους τους λαούς του κόσμου, ανεξάρτητα από το έδαφος στο οποίο βρίσκονται. Η κοινοκτημοσύνη της ανθρωπότητας στα προϊόντα του πολιτισμού είναι προφανής.

1.3.1 Ποια στοιχεία απαρτίζουν την Πολιτιστική Κληρονομιά

Τα μουσεία μας βοηθούν να μετακινηθούμε μέσα στο χρόνο και να εισχωρήσουμε λίγο πολύ μέσα σε πολιτισμούς που έχουν ολοκληρώσει τον κύκλο της ζωής τους. Στα μουσεία φυλάσσεται ό,τι θέλουμε να διασωθεί στο χρόνο ως πολύτιμη πολιτιστική κληρονομιά. Δεν αρκούν, όμως, μόνο οι μουσειακές συλλογές που συγκεντρώνονται από τα υπουργεία πολιτισμού και τους φιλότεχνους.

Ας δούμε τι ορίζονται ως πολιτιστικά, ή καλύτερα πολιτισμικά, αγαθά και σε τι διακρίνονται.



Στην ελληνική νομοθεσία περιχαράκωνονται οι όροι ως εξής:

Ως **πολιτιστικό αγαθό** νοούνται οι μαρτυρίες της ύπαρξης και της ατομικής και συλλογικής δραστηριότητας του ανθρώπου.

1. Ως **μνημεία** νοούνται τα πολιτιστικά αγαθά που αποτελούν **υλικές μαρτυρίες** και ανήκουν στην πολιτιστική κληρονομιά της χώρας και των οποίων επιβάλλεται η ειδικότερη προστασία. Τα μνημεία διακρίνονται:

α) Σε **αρχαία μνημεία**: Αρχαία νοούνται όλα τα πολιτιστικά αγαθά που ανάγονται στους προϊστορικούς, αρχαίους, βυζαντινούς και μεταβυζαντινούς χρόνους και χρονολογούνται έως και το 1830, με την επιφύλαξη των διατάξεων του άρθρου 20. Σύμφωνα με το Ν. 5351/1932 «Περί Αρχαιοτήτων» αρχαιότητες λογίζονται όλα ανεξαιρέτως τα έργα της Αρχιτεκτονικής, Γλυπτικής, Γραφικής και κάθε άλλης καλής Τέχνης, οίον δηλαδή οικοδομήματα και αρχιτεκτονικά μνημεία, λίθοι με κάποια ανάγλυφα σχήματα που προέρχονται από τα μνημεία, αλλά και βάθρα, υδραγωγεία, οδοί, τείχη, τάφοι, λαξεύματα, αγάλματα, ανάγλυφα, ειδώλια, επιγραφές, ζωγραφιές, ψηφοθετήματα, αγγεία, όπλα, κοσμήματα και άλλα εξ οιασδήποτε ύλης έργα και σκεύη, δακτυλιόλιθοι και νομίσματα. Στα αρχαία μνημεία συμπεριλαμβάνονται σπήλαια και παλαιοντολογικό κατάλοιπα, για τα οποία υπάρχουν ενδείξεις ότι συνδέονται με την ανθρώπινη ύπαρξη.

β) Σε **νεότερα μνημεία**: Νεότερα νοούνται τα πολιτιστικά αγαθά που είναι μεταγενέστερα του 1830 και των οποίων η προστασία επιβάλλεται λόγω της ιστορικής, καλλιτεχνικής ή επιστημονικής σημασίας τους.

γ) Σε **ακίνητα μνημεία**: Ακίνητα είναι τα μνημεία που υπήρξαν συνδεδεμένα με το έδαφος και παραμένουν σε αυτό ή στο βυθό της θάλασσας (είτε στον πυθμένα λιμνών, ποταμών), καθώς και τα μνημεία που βρίσκονται στο έδαφος ή στο βυθό της θάλασσας (είτε στον πυθμένα λιμνών, ποταμών) και δεν είναι δυνατόν να μετακινηθούν χωρίς βλάβη της αξίας τους ως μαρτυρίες. Στα ακίνητα μνημεία συμπεριλαμβάνονται οι εγκαταστάσεις, οι κατασκευές και τα διακοσμητικά και λοιπά στοιχεία που αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα τους, καθώς και το άμεσο περιβάλλον τους.

δ) Σε **κινητά μνημεία**: Είναι όλα τα υπόλοιπα μνημεία που δεν θεωρούνται ακίνητα.

2. Αρχαιολογικούς χώρους θεωρούμε τις εκτάσεις στη ξηρά, στη θάλασσα, στις λίμνες ή τα ποτάμια που περιέχουν (ή ακόμη υπάρχουν ενδείξεις ότι περιέχουν) αρχαία μνημεία, αποτέλεσαν μνημειακά, οικιστικά ή ταφικά σύνολα από τους αρχαιότερους χρόνους ως και το 1830. Στους αρχαιολογικούς χώρους συμπεριλαμβάνονται και το απαραίτητο ελεύθερο περιβάλλον που επιτρέπει στα σωζόμενα μνημεία να συντίθενται σε ιστορική, αισθητική και λειτουργική ενότητα.

3. Πολιτισμική κληρονομιά αποτελούν και οι **ιστορικοί τόποι**. Ως ιστορικοί τόποι νοούνται είτε εκτάσεις στην ξηρά ή σε υδάτινους σχηματισμούς (θάλασσα, λίμνες, ποταμούς) που αποτέλεσαν, ή που υπάρχουν ενδείξεις ότι αποτέλεσαν, το χώρο εξαιρετων ιστορικών ή μυθικών γεγονότων. Ακόμη εκτάσεις που περιέχουν ή στις οποίες υπάρχουν ενδείξεις ότι περιέχονται μνημεία, είτε σύνθετα έργο του ανθρώπου και της φύσης μεταγενέστερα του 1830, τα οποία συνιστούν χαρακτηριστικούς και ομοιογενείς χώρους που είναι δυνατόν να οριοθετηθούν τοπογραφικά και των οποίων επιβάλλεται η προστασία

λόγω της λαογραφικής, εθνολογικής, κοινωνικής, τεχνικής, αρχιτεκτονικής, βιομηχανικής, εν γένει ιστορικής, καλλιτεχνικής ή επιστημονικής σημασίας.

4. Τέλος με τον όρο **άυλα πολιτιστικά αγαθά** νοούνται εκφράσεις, δραστηριότητες, γνώσεις και πληροφορίες όπως: μύθοι, έθιμα, προφορικές παραδόσεις, χοροί, δρώμενα, μουσική, τραγούδια, δεξιότητες ή τεχνικές που αποτελούν μαρτυρίες του παραδοσιακού, λαϊκού και λόγιου πολιτισμού.

Από τις διεθνείς συμβάσεις προκύπτουν και άλλοι ορισμοί, όπως για παράδειγμα από τη Σύμβαση Γρανάδας 1985 που προέκυψε ο νόμος Ν. 2039/1992 όπου στη φράση Αρχιτεκτονική Κληρονομιά περιλαμβάνονται τα ακίνητα αγαθά:

1. Τα **μνημεία**: κάθε κατασκευή ιδιαίτερα σημαντική λόγω του ιστορικού, αρχαιολογικού, καλλιτεχνικού, επιστημονικού, κοινωνικού ή τεχνικού της ενδιαφέροντος, συμπεριλαμβανομένων των εγκαταστάσεων ή διακοσμητικών στοιχείων που αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα τους.
2. Τα **αρχαιολογικά σύνολα**: ομοιογενή σύνολα αστικών ή αγροτικών κατασκευών που είναι σημαντικά λόγω του ιστορικού, αρχαιολογικού, καλλιτεχνικού, επιστημονικού, κοινωνικού ή τεχνικού της ενδιαφέροντος και βρίσκονται σε τέτοια συνάφεια μεταξύ τους έτσι, ώστε να σχηματίζουν ενότητες που να μπορούν να οριοθετηθούν τοπογραφικά.
3. Οι **τόποι**: σύνθετα έργα του ανθρώπου και της φύσης, εν μέρει κτισμένα, τα οποία αποτελούν εκτάσεις τόσο χαρακτηριστικές και ομοιογενείς, ώστε να μπορούν να οριοθετηθούν τοπογραφικά και τα οποία είναι σημαντικά λόγω του ιστορικού, αρχαιολογικού, καλλιτεχνικού, επιστημονικού, κοινωνικού ή τεχνικού της ενδιαφέροντος.

1.3.2 Φορέας προστασίας της εθνικής Πολιτιστικής Κληρονομιάς

Το δικαίωμα και η φροντίδα σχετικά με την αναζήτηση και τη διάσωση όλων των στοιχείων που απαρτίζουν την εθνική πολιτιστική κληρονομιά ανήκει στο κράτος, του οποίου αποτελούν **ιδιοκτησία**. Η μέριμνα ασκείται από τα οικεία υπουργεία Πολιτισμού που συντάσσει τα ανάλογα νομοσχέδια που αφού ψηφιστούν από τη κοινοβουλευτική ομάδα αποκτούν την ισχύ νόμου. Στους νόμους αποσαφηνίζονται όλοι οι επιτρεπτοί τρόποι διαχείρισης των μνημείων, οι επισκευές και οι παρεμβάσεις συντήρησης, αποκατάστασης κ.ά, αλλά και η διαχείριση των ιδιοκτησιών των πολιτών που γειτνιάζουν με αρχιτεκτονικά πολιτιστικά αγαθά, όπως τους αρχαιολογικούς χώρους, τα ιστορικά κέντρα των πόλεων, παραδοσιακούς οικισμούς, τα διατηρητέα κτίρια κτλ. Στα υπουργεία Πολιτισμού (ΥΠΠΟ) εδράζονται Συμβούλια ως γνωμοδοτικά συλλογικά όργανα που αποφαινόμενα για την αναγκαιότητα των παρεμβάσεων και γνωμοδοτούν σχετικά με τις υποβαλλόμενες μελέτες

των μηχανικών. Ανάλογα με τη χρονική κατασκευή των μνημείων για τη διαχείρισή τους, αλλά και ό,τι αφορά στη γειτνίαση ιδιοκτησιών πολιτών, αρμόδιες είναι οι εφορείες των υπουργείων πολιτισμού. Για παράδειγμα στην Ελλάδα διακρίνονται σε Εφορείες Αρχαιοτήτων, Εφορείες Βυζαντινών Μεσαιωνικών Μνημείων και Εφορείες Νεωτέρων Μνημείων

1.3.3 Φορέας προστασίας της παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς



Η εκπαιδευτική, επιστημονική και πολιτιστική οργάνωση του Οργανισμού των Ηνωμένων Εθνών UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation), με έδρα το Παρίσι, είναι η ειδική υπηρεσία του ΟΗΕ που

ιδρύθηκε το 1946 με σκοπό τη συμβολή στην παγκόσμια ειρήνη μέσω της προώθησης της διεθνούς συνεργασίας στους τομείς της εκπαίδευσης, της επιστήμης και του πολιτισμού. Οι δραστηριότητές της έχουν κυρίως το χαρακτήρα της παροχής διευκολύνσεων, όπως στις προσπάθειες των κρατών μελών για εξάλειψη του αναλφαριθμητισμού, εξάπλωση της δωρεάν παιδείας, ανταλλαγή ιδεών και γνώσεων μεταξύ των λαών, καθώς και προώθηση προγραμμάτων εκπαιδευτικής και επιστημονικής ανάπτυξης.



Η υπηρεσία Patrimoine Mondial UNESCO



ή World Heritage UNESCO

είναι ο φορέας προστασίας της παγκόσμιας Πολιτιστικής κληρονομιάς και επιδιώκει να ενθαρρύνει τον προσδιορισμό, την προστασία και τη συντήρηση της πολιτιστικής και φυσικής κληρονομιάς σε όλο τον κόσμο που θεωρείται σημαντικής αξίας στην ανθρωπότητα. Αυτό ενσωματώνεται σε μια διεθνή συνθήκη αποκαλούμενη **Συνθήκη σχετικά με την προστασία της παγκόσμιας πολιτιστικής και φυσικής κληρονομιάς**, που υιοθετήθηκε από την UNESCO το 1972. Η φύση και ο Πολιτισμός αποτελούν αδιάσπαστη ενότητα. Αυτήν την έννοια εκφράζει το λογότυπο σήματος: ο περιφερειακός κύκλος αντιπροσωπεύει τη φύση ενώ το εσωτερικό σχήμα με το ρόμβο το ανθρωπογενές περιβάλλον.

Η διατήρηση της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς άρχισε ως συντήρηση των ξεχωριστών μνημείων εθνικής και παγκόσμιας σπουδαιότητας.

Ιδιαίτερα αφορούσε τη προστασία της αρχαιολογικής και αρχιτεκτονικής κληρονομιάς. Στη συνέχεια συμπεριλήφθηκαν και οι ιστορικές τοποθεσίες, οι τοποθεσίες ιδιαίτερου κάλλους ως προς το φυσικό και τεχνοδομημένο περιβάλλον.

Έπειτα η προστασία ήρθε να αγκαλιάσει όλα τα είδη επέμβασης στις αρχαιολογικές περιοχές, τα ιστορικά μνημεία, τις παραδοσιακές τοποθεσίες, την τοπική βιομηχανική και τεχνολογική εξέλιξη, καθώς και κάθε μορφή χειροτεχνίας, οικοτεχνίας ή βιοτεχνίας που θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως μάρτυρες της ανθρώπινης ζωής και των πολιτιστικών εκδηλώσεων της στα διάφορα μέρη του κόσμου.

Μέσω των υπουργείων πολιτισμού λαμβάνεται μεριμνά για την αποτύπωση σε γραπτή μορφή, όπως και σε υλικούς φορείς ήχου, εικόνας, ή ήχου και εικόνας, την καταγραφή και την τεκμηρίωση άυλων πολιτιστικών αγαθών του παραδοσιακού λαϊκού και λόγιου πολιτισμού που παρουσιάζουν ιδιαίτερη σημασία.

Ως άυλα πολιτιστικά αγαθά νοούνται εκφράσεις, δραστηριότητες, γνώσεις και πληροφορίες, όπως μύθοι, έθιμα, προφορικές παραδόσεις, χοροί, δρώμενα, μουσική, τραγούδια, δεξιότητες και τεχνικές που αποτελούν μαρτυρίες του παραδοσιακού, λαϊκού και λόγιου πολιτισμού.

Γενικά το αντικείμενο ενασχόλησης της υπηρεσίας της World Heritage UNESCO είναι **η διάσωση των μαρτυριών του παρελθόντος.**

Αποστολή της UNESCO για την παγκόσμια κληρονομιά είναι:

1. να ενθαρρύνει τα διάφορα κράτη να υπογράψουν τη Συνθήκη του 1972 και να εξασφαλίσουν την προστασία της φυσικής και πολιτιστικής κληρονομιάς τους.
2. να ενθαρρύνει τα κράτη – μέλη της Συνθήκης στο να προτείνουν περιοχές μέσα στην επικράτειά τους για να συμπεριληφθούν στον κατάλογο της Παγκόσμιας Κληρονομιάς.
3. να ενθαρρύνει τα κράτη – μέλη της Συνθήκης να δημιουργήσουν συστήματα ελέγχου, που θα αναφέρουν σε τακτική βάση την κατάσταση στην οποία βρίσκεται η προστασία των χωρών της Παγκόσμιας Κληρονομιάς της επικράτειάς τους.
4. να βοηθήσει τα κράτη – μέλη να προστατεύσουν τις χώρες της Παγκόσμιας Κληρονομιάς, παρέχοντας τεχνική βοήθεια και επαγγελματική εκπαίδευση.
5. να παρέχει τη βοήθεια έκτακτης ανάγκης για περιοχές παγκόσμιας κληρονομιάς που βρίσκονται σε άμεσο κίνδυνο
6. να υποστηρίξει τις δημόσιες δραστηριότητες συνειδητοποίηση-οικοδόμησης των κρατικών συμβαλλόμενων μερών για τη συντήρηση παγκόσμιας κληρονομιάς

7. να ενθαρρύνει τη συμμετοχή του τοπικού πληθυσμού στη συντήρηση της πολιτιστικής και φυσικής κληρονομιάς τους
8. να ενθαρρύνει τη διεθνή συνεργασία για τη διαφύλαξη της πολιτιστικής και φυσικής κληρονομιάς του κόσμου μας .

Ένα από τα έργα της υπηρεσίας είναι η κατάρτιση καταλόγου της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς, η σημερινή λίστα περιλαμβάνει περί τα 1030 μνημεία. Επιδίωξη και στρατηγικός στόχος είναι να συνεχιστεί η αποτελεσματική προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς, η αναγνώριση της πολιτιστικής διάστασης και ανάπτυξης, η επιβεβαίωση και εμπλουτισμός των πολιτιστικών ταυτοτήτων, η διεύρυνση.

Η δεκαετία 1987-97 θεωρήθηκε παγκόσμια δεκαετία πολιτιστικής ανάπτυξης.

1.3.4 Άνιση κατανομή των πολιτιστικών αγαθών



Οι κουκίδες αντιπροσωπεύουν μνημεία της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς προστατευόμενα από την UNESCO

Τα πολιτιστικά αγαθά που προστατεύονται αφού έχουν καταγραφεί όπως είναι εμφανές δεν ισοκατανέμονται στον κόσμο μας. Ο παλιός κόσμος, η Ευρώπη, συγκεντρώνει την πλειονότητα. Δικαίως λοιπόν η προσωινυμία Γηραιά Ήπειρος των πολιτισμών.

1.4 ΟΙ ΑΞΙΕΣ ΤΩΝ ΜΝΗΜΕΙΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΠΟΛΙΤΙΣΜΙΚΩΝ ΑΓΑΘΩΝ

Το σύστημα αξιών για τα μνημεία απασχόλησε τους επιστήμονες του χώρου, αρχιτέκτονες και συντηρητές έργων τέχνης πολύ νωρίς από το 3ο Συνέδριο Μηχανικών και Αρχιτεκτόνων (1883). Αλλά ενώ η σκέψη της ανάλυσης των αξιών είναι γενικώς αποδεκτή, τα συστήματα

αξιών παρουσιάζουν διαφορές όχι μόνον όταν (και επειδή) προτείνονται από διαφορετικούς ειδικούς, αλλά και όταν προτείνονται σε διαφορετικές χρονικές στιγμές από τον ίδιο μελετητή, με διαφορετική ιεράρχηση και προσθήκη νέων αξιών.

Θα παραθέσουμε τη «Συστηματική Ανάλυση Αξιών» όπως προτείνεται από τον καθηγητή Μ. Κορρέ (1989).

Αισθητική αξία: εξαρτάται από την καλλιτεχνική αξία ως εκτιμάται σήμερα, από την κατάσταση του υλικού και από το περιβάλλον του μνημείου συμπεριλαμβανομένων φωτός και καιρού.

Καλλιτεχνική αξία: εξαρτάται μόνον από τη μορφή και το στυλ ως εκτιμώνται σήμερα και ομοίως από τα φυσικά χαρακτηριστικά του υλικού.

Ιστορική αξία: εξαρτάται μόνον από τις υφιστάμενες ιστορικές μαρτυρίες αναφορικά προς το αντικείμενο ή από παρόμοιας αξίας αρχαιολογικές μαρτυρίες.

Αρχαιολογική αξία: Εξαρτάται μόνον από τις αναγνωριζόμενες υλικές μαρτυρίες)

Αξία τεκμηρίου: ως προς την Ιστορία της Τέχνης την Ιστορία της Τεχνικής, την Ιστορία της Επιστήμης, κτλ., ή ως προς οιονδήποτε συνδυασμό αυτών.

Αξία μνήμης: Ατομικής ή συλλογικής.

Αξία συμβολισμού: Ατομική ή συλλογή με πνευματικό, εθνικό, κοινωνικό, πολιτικό, ιστορικό ή θρησκευτικό νόημα.

Αξία τοποσήμου¹: Εξαρτάται από την ορατότητα, την ατομικότητα και την απόσταση από άλλα τοπόσημα.

Αξία σπανιότητας:

(1) Γνήσια ή απόλυτη αξία σπανιότητας γνώρισμα εξαιρετικών επιτευγμάτων. Τα αντικείμενα αυτά είναι σπάνια όχι εξ αιτίας τυχαίας εξαφάνισης ή μη ανακάλυψης άλλων του αυτού είδους, ούτε εξ αιτίας μη αναγνώρισης (για λόγους ιδεολογικών προτιμήσεων π.χ.) άλλων παρόμοιων ως ισαξίων, αλλά μόνον επειδή προϋποθέτουν υψίστη ανθρώπινη δεξιότητα, είτε τεχνογνωσία, είτε εξόχως δυσεύρετη ύλη, είτε αμύθητη δαπάνη, είτε- κατά μείζονα λόγο - εάν προϋποθέτουν συνδυασμό των προηγούμενων.

(2) Συμπωματική ή τυχαία αξία σπανιότητας ανήκει σε αντικείμενα τα οποία δεν είναι μεν σπουδαία (δύνανται μάλιστα να είναι και ευτελή), υφίστανται όμως σε ελάχιστο αριθμό, είτε εξ αρχής, είτε κατόπιν συμπωματικής εξαφάνισης όλων των άλλων του είδους των, όσον πολυπληθές και αν υπήρξε αυτό κάποτε.

(3) Σχετική αξία σπανιότητας αποτέλεσμα σύγκρισης της σπανιότητας ενός αντικειμένου προς τη σπανιότητα ενός άλλου ή άλλων αντικειμένων .

Υλική αυθεντικότητα: εξαρτάται από το ποσοστό αυθεντικού υλικού από συγκινησιακής απόψεως ή επί τη βάσει αναγνωρίσιμων εκδηλώσεων ηλικίας.

Χρηστική αξία: εξαρτάται από την λειτουργική καταλληλότητα και την κατάσταση διατηρήσεως.

Συγκινησιακή αξία: εξαρτάται από το νόημα, τη σπουδαιότητα, την υλική αυθεντικότητα, την ηλικία, τη φήμη και από τις άλλες αξίες χωριστά ή σε συνδυασμό.

¹ Τοπόσημο: αγαθό που αντιπροσωπεύει μια τοποθεσία, π.χ. ο πύργος του Άιφελ σηματοδοτεί για όλους αποκλειστικά το Παρίσι.

Ένας άλλος τρόπος ταξινόμησης που αφορά στο μεταβιβάσιμο ή μη των αξιών και αναφέρονται, κυρίως, τη σχέση αυθεντικού- αντιγράφου είναι ο ακόλουθος:

Μεταβιβαστές αξίες

Αξία αισθητική, καλλιτεχνική, χρηστική και τοποσήμου μπορεί να έχει τόσο το αυθεντικό μνημείο, όσο και τα αντίγραφα του.

Μη μεταβιβαστές αξίες

Αξία ιστορική, αρχαιολογική, τεκμηρίου, σπανιότητας έχει μόνο το αυθεντικό πολιτισμικό αγαθό.

Υλική αυθεντικότητα

Ενώ αποτελούν μεταβιβαστές ή μη μεταβιβαστές αξίες, αναλόγως προς τις συνθήκες

Η αξία μνήμης, η αξία συμβολισμού και η συγκινησιακή αξία.

2. ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ



Στόουνχεντζ (Αγγλία). Οι μεγάλοι με πιθανό χρόνο ζωής από το 2000 π.Χ.

Ο άνθρωπος από τα πρώτα χρόνια της ύπαρξής του, προκειμένου να εξυπηρετήσει τις ανάγκες του χρησιμοποίησε τα υλικά που βρέθηκαν γύρω του. Στην αρχή χρησιμοποίησε λίθους και ξύλο για να αναγείρει τα πρώτα δομήματα, κυρίως για χρήση κατοικίας και να κατασκευάσει τα πρώτα εργαλεία. Προϊόντος του χρόνου, πέτυχε να επεξεργασθεί τις πρώτες ύλες που υπήρχαν γύρω του και να παρασκευάσει υλικά με πολύ καλύτερες ιδιότητες. Ιστορικά, η ανάπτυξη και η πρόοδος της ανθρώπινης κοινωνίας συνδέθηκε με την δυνατότητα επεξεργασίας των πρώτων υλών και την παρασκευή υλικών υψηλών προδιαγραφών, με στόχο τη βελτίωση της ποιότητας της ζωής.

Οι ιστορικές περίοδοι χαρακτηρίστηκαν από τα κυρίαρχα υλικά που παρήχθησαν και χρησιμοποιήθηκαν από τον άνθρωπο. Έτσι ονομάστηκαν αντίστοιχα εποχή του **λίθου**, εποχή του **χαλκού** και του **ορείχαλκου**, εποχή του **σιδήρου**. Η σημερινή εποχή, της υψηλής τεχνολογίας, χαρακτηρίζεται από πλήθος νέων εξειδικευμένων υλικών όπως: ειδικά μέταλλα και κράματα, πλαστικά, κεραμικά, γυαλιά, κ.ά.

Με την ανάπτυξη της επιστήμης των υλικών τα τελευταία χρόνια, αποκτήθηκαν πολύτιμες γνώσεις για τον τρόπο με τον οποίο συνδέεται η δομή με τις ιδιότητες των υλικών. Αυτό επέτρεψε την παραγωγή πολλών νέων υλικών, με ειδικά χαρακτηριστικά και ιδιότητες, τέτοια που να ικανοποιούν τις ανάγκες της σύγχρονης τεχνολογίας.

Σήμερα τα «νέα» υλικά, που σχεδιάζονται και παράγονται, οφείλουν να είναι, ταυτόχρονα, οικονομικώς προσιτά και φιλικά προς το περιβάλλον (ανακυκλώσιμα και βιοαποικοδομήσιμα) έτσι, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν από ευρύτερες κοινωνικές ομάδες και παράλληλα να μην προκαλούν προβλήματα ρύπανσης στο περιβάλλον.

2.1.1 Επιστήμη και τεχνολογία υλικών

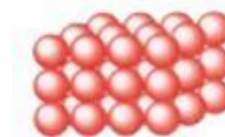
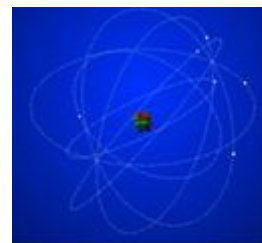
Η επιστήμη των υλικών, αξιοποιώντας τις επιστήμες βάσης - φυσική, χημεία, βιολογία και μαθηματικά - ασχολείται με τη μελέτη της δομής, των ιδιοτήτων και της κατεργασίας των υλικών. Η τεχνολογία, όμως, των υλικών σχετίζεται περισσότερο με τις εφαρμοσμένες επιστήμες (μεταλλουργία, κεραμική, ηλεκτρονική, κ.ά.) και ασχολείται με την εφαρμογή των θεμελιωδών γνώσεων της επιστήμης στην πράξη, με σκοπό την παραγωγή υλικών με προκαθορισμένες ιδιότητες.

Ο κατασκευαστής και ο κάθε τεχνικός είναι δύσκολο να γνωρίζει λεπτομερώς τις ιδιότητες όλων των νέων υλικών, ώστε να είναι σε θέση να επιλέξει το πιο κατάλληλο υλικό για τις διάφορες εφαρμογές. Από τη μια, η επιστήμη των υλικών μπορεί να προβλέψει τις ιδιότητες των υλικών, και από την άλλη η τεχνολογία μπορεί να προτείνει την κατάλληλη μέθοδο παραγωγής και κατεργασίας του προϊόντος για την βελτιστοποίηση των ιδιοτήτων του. Οι ιδιότητες των υλικών είναι συνάρτηση της δομής τους, των συνθηκών κάτω από τις οποίες λειτουργούν και αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τις δυνατότητες χρήσης ενός υλικού.

2.1.2 Επίπεδα της δομής της ύλης

Ο τρόπος διάταξης των επιμέρους στοιχειωδών συστατικών της ύλης ορίζεται ως **δομή της ύλης**. Η δομή διακρίνεται σε επίπεδα ανάλυσης ως εξής:

- **ατομικό επίπεδο** που αφορά στη διάταξη των ηλεκτρονίων γύρω από τον πυρήνα των ατόμων. Η διάταξη αυτή καθορίζει την ηλεκτρική, τη θερμική και την οπτική συμπεριφορά του υλικού. Η διάταξη των ηλεκτρονίων καθορίζει επίσης και το είδος των δεσμών που δημιουργούνται μεταξύ των ατόμων.
- Η **κρυσταλλική δομή** αφορά στη διάταξη των δομικών σωματιδίων της ύλης στο χώρο. Τα δομικά σωματίδια μπορεί να είναι άτομα, ιόντα ή μόρια.
- Πολλά στερεά αποτελούνται από κρυστάλλους και ονομάζονται κρυσταλλικά στερεά. Με γυμνό μάτι μπορούμε να παρατηρήσουμε μόνο τη μακροσκοπική δομή των υλικών. Με τη βοήθεια μικροσκοπίου μπορούμε όμως να παρατηρήσουμε τη **μικροδομή** των υλικών, δηλαδή τον τρόπο συσσωμάτωσης.



Ας δούμε ένα οικείο παράδειγμα. Σε μια οριζόντια τομή του μπετόν, μακροσκοπικά, διακρίνουμε ένα μίγμα άμμου, τσιμέντου και χαλίκιων. Τα χαλίκια αποτελούνται από κρυστάλλους ανθρακικού ασβεστίου (μικροδομή), όπου κάθε κρύσταλλος αποτελείται από κατιόντα ασβεστίου (Ca^{+2}) και ανθρακικά ανιόντα (CO_3^{-2}), τοποθετημένα σε καθορισμένες θέσεις στο χώρο (κρυσταλλική δομή). Οι δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ τόσο των ιόντων, όσο και μεταξύ των κρυστάλλων καθορίζουν τις ιδιότητες που έχουν τα χαλίκια.

2.1.3 Καταστάσεις της ύλης



Αέρια	Υγρή	Στερεή
➤ Πλήρης αταξία, ➤ πολύς κενός χώρος, ➤ τα σωματίδια έχουν πλήρη ελευθερία κίνησης ➤ Ασθενείς δεσμοί μεταξύ των δομικών μονάδων	➤ Αταξία, ➤ Τα σωματίδια έχουν σχετική ελευθερία κίνησης, ➤ Τα σωματίδια πιο κοντά μεταξύ τους ➤ Διαμοριακοί δεσμοί μεταξύ των δομικών μονάδων	➤ Πλήρης τάξη, ➤ Τα δομικά σωματίδια κάνουν εξαιρετικά περιορισμένες κινήσεις γύρω από θέση ισορροπίας, ➤ Τα δ.σ. πολύ κοντά μεταξύ τους ➤ Ισχυροί δεσμοί μεταξύ δομικών μονάδων

2.1.4 Διάκριση των ιδιοτήτων των υλικών

Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα που περιγράφουν ένα υλικό και το διακρίνουν από τα άλλα υλικά, αποτελούν τις ιδιότητες του. Ο προσδιορισμός των ιδιοτήτων ενός υλικού είναι απαραίτητος για τον καθορισμό των τομέων όπου μπορεί να βρει εφαρμογές. Διακρίνονται σε:

Φυσικές ιδιότητες των υλικών είναι αυτές που μπορούν να προσδιοριστούν ή να μετρηθούν χωρίς να μεταβληθεί η χημική τους σύσταση. Μερικές από τις ιδιότητες αυτές περιγράφουν πώς ένα υλικό συμπεριφέρεται υπό την επίδραση διαφόρων μορφών ενέργειας, όπως μηχανικής, και ηλεκτρικής, θερμικής, κτλ. Τέτοιες ιδιότητες των υλικών είναι το χρώμα, η τραχύτητα, η ευκαμψία, η θερμοχωρητικότητα, τα σημεία βρασμού και τήξης, κ.ά. Στις φυσικές ιδιότητες εντάσσονται οι **μηχανικές**, οι **θερμικές**, οι **ηλεκτρικές**, οι **μαγνητικές** και οι **οπτικές** ιδιότητες του υλικού.

Μηχανικές ιδιότητες είναι αυτές που δείχνουν πόσο εύκολα ένα υλικό μπορεί να παραμορφωθεί υπό την επίδραση δυνάμεων. Αυτές καθορίζουν την καταλληλότητα των υλικών για **μηχανικές εφαρμογές**. Τέτοιες ιδιότητες - είναι η σκληρότητα, η αντοχή στον εφελκυσμό και τη θλίψη, η ελατότητα, η ολκιμότητα, κ.ά.

Οι **χημικές** ιδιότητες συνδέονται με τη δυνατότητα ενός υλικού να μετατρέπεται σε άλλα, κάτω από ορισμένες συνθήκες περιβάλλοντος, με διαφορετική χημική σύσταση, δηλαδή να σχηματίζει νέες χημικές ουσίες. Τέτοιες ιδιότητες είναι η αντοχή σε οξειδωτικές συνθήκες, η αντοχή στη διάβρωση, κ.ά.

2.1.5 Κατεργασία υλικών και μεταβολή ιδιοτήτων τους

Πριν χρησιμοποιηθούν πολλά υλικά υφίστανται κατάλληλες κατεργασίες. Τα μεταλλικά υλικά π.χ. μορφοποιούνται: με χύτευση σε καλούπια, με σφυρηλάτηση, με συγκόλληση, με έλαση και με άλλες μηχανικές διεργασίες. Η επιλογή της κατάλληλης κατεργασίας του υλικού εξαρτάται από τις επιθυμητές ιδιότητες του τελικού προϊόντος. Με τη σφυρηλάτηση των μετάλλων επιτυγχάνεται συνήθως αύξηση της σκληρότητας του υλικού.

Πολλές φορές οι κατεργασίες αυτές είναι δυνατόν να υποβαθμίσουν την ποιότητα του υλικού. Για παράδειγμα, η συγκόλληση μετάλλων, σε υψηλές θερμοκρασίες, προκαλεί μεταβολή της δομής του με αποτέλεσμα τη μείωση της μηχανικής αντοχής του. Επίσης στις υψηλές θερμοκρασίες συγκόλλησης, το μέταλλο αντιδρά με το οξυγόνο, το υδρογόνο και άλλα αέρια, οπότε η διεργασία συγκόλλησης θα πρέπει να πραγματοποιείται με την ελάχιστη απαιτούμενη θερμότητα και με προστασία του μετάλλου από τον ατμοσφαιρικό αέρα. Γι' αυτό και γίνεται σε περιβάλλον αδρανών αερίων ή ακόμα και σε κενό.

Ο τεχνικός, κατά την επιλογή ενός υλικού για συγκεκριμένη χρήση θα πρέπει να έχει πάντα υπόψη του την αλληλεξάρτηση των ιδιοτήτων, της δομής και της κατεργασίας που έχει υποστεί το υλικό. Αν σε ένα υλικό μεταβληθεί μια από τις παραπάνω παραμέτρους, τότε μια από τις άλλες δύο ή και οι δύο μεταβάλλονται. Αν κατά την κατεργασία ενός υλικού μεταβληθούν οι ιδιότητές του, αυτό σημαίνει ότι έχει αλλάξει και η δομή του.

2.1.6 Ταξινόμηση των υλικών

Ο διαχωρισμός αυτός βασίζεται στις διαφορές της δομής και των ιδιοτήτων των υλικών. Τα υλικά μπορούν να ταξινομηθούν στις παρακάτω βασικές κατηγορίες:

1. Φυσικά υλικά

Είναι τα πρώτα που χρησιμοποιήθηκαν όπως βρέθηκαν αυτοφυή στη φύση. Τέτοια είναι οι διάφοροι τύποι λίθων και ξύλου.

2. Μεταλλικά υλικά.

Τα μέταλλα και τα κράματα των μετάλλων παρουσιάζουν μεγάλη ηλεκτρική και θερμική αγωγιμότητα, είναι σκληρά, είναι ελατά και όλκιμα. Τέτοια υλικά είναι ο σίδηρος, ο χαλκός, το τιτάνιο, ο χάλυβας, κ.ά.

3. Κεραμικά υλικά και ύαλοι

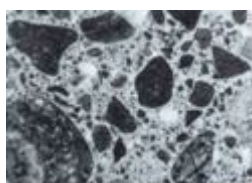
Τα υλικά αυτά είναι κυρίως ενώσεις των στοιχείων με οξυγόνο, άζωτο και άνθρακα. Εδώ ανήκουν οι πηλοί, τα γυαλιά, τα πυράντοχα κεραμικά μαγνησίας, το τσιμέντο και τα μίγματά του, τα κονιάματα. Τα κεραμικά είναι σκληρά μεν, εύθραυστα δε. Σήμερα οι περισσότερες εφαρμογές των κεραμικών έχουν να κάνουν με τις μονωτικές τους θερμικές ή ηλεκτρικές ιδιότητες.

4. Πολυμερή υλικά

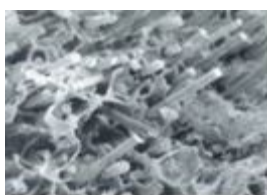
Τα πολυμερή είναι κυρίως μακρομοριακές οργανικές ενώσεις που αποτελούνται από άνθρακα, υδρογόνο και άλλα αμέταλλα στοιχεία. Τα πολυμερή περιλαμβάνουν τα πλαστικά και τα ελαστικά. Παρουσιάζουν χαμηλή ηλεκτρική και θερμική αγωγιμότητα και μεγάλη ελαστικότητα όπως τα πλαστικά, οι ρητίνες, το πολυαιθυλένιο, το πολυβινυλοχλωρίδιο, τα ελαστικά, η πολυουρεθάνη, κ.ά.

5. Σύνθετα υλικά

Σχηματίζονται από ανάμειξη διαφορετικών ειδών υλικών. Παρουσιάζουν ιδιότητες που συνάγονται ως συνδυασμό των ιδιοτήτων των επί μέρους συστατικών τους. Ένα πολυμερές (πλαστικό) ενισχυμένο με υαλοβάμβακα εμφανίζει ελαστικότητα που οφείλεται στο πολυμερές και την αντοχή του γυαλιού. Σύνθετα υλικά είναι το μπετόν, τα σύγχρονα μωσαϊκά δαπέδου, πολυμερές ενισχυμένο με υαλόνημα - fiberglass κ.ά.



μπετό



fiberglass



ξύλο

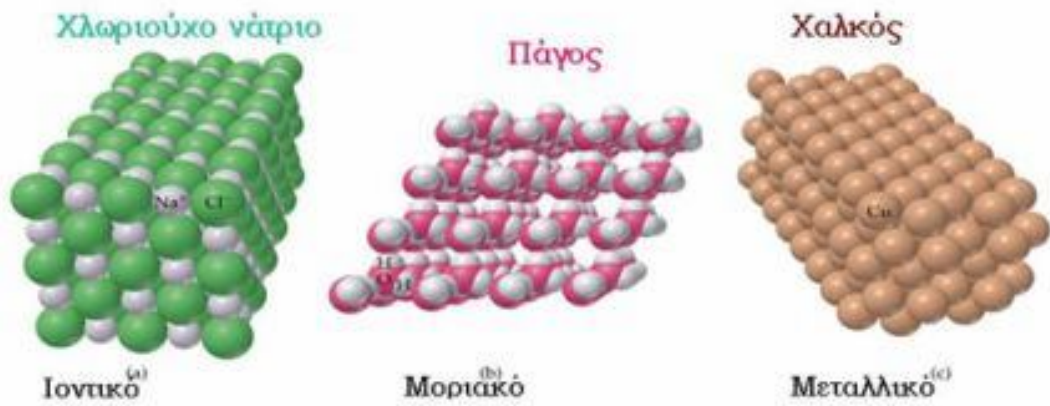
Τομή ξύλου. Το ξύλο είναι μεν φυσικό υλικό αλλά και σύνθετο.

2.1.7 Η δομή των στερεών υλικών

Τα στερεά υλικά τα διακρίνουμε σε **κρυσταλλικά** και **άμορφα**. Η διάκριση αυτή στηρίζεται στον τρόπο με τον οποίο οι δομικές μονάδες των στερεών είναι διατεταγμένες στο χώρο. Οι δομικές μονάδες των στερεών μπορεί να είναι **άτομα, ιόντα ή μόρια**. Στα κρυσταλλικά στερεά οι δομικές μονάδες διατάσσονται στο χώρο με περιοδικά επαναλαμβανόμενη τάξη και εμφανίζουν υψηλό βαθμό συμμετρίας.

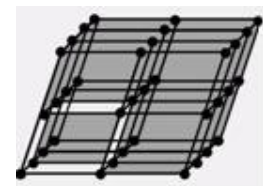
Όλα τα μέταλλα, μερικά κεραμικά και ορισμένα πολυμερή, όταν στερεοποιηθούν σε κανονικές συνθήκες, εμφανίζουν κρυσταλλική δομή. Αντιθέτως, τα γυαλιά και τα περισσότερα πολυμερή είναι άμορφα υλικά, δηλαδή οι δομικές μονάδες τους είναι τυχαία διατεταγμένες. Τα άμορφα υλικά παρασκευάζονται συνήθως με ταχεία ψύξη των αντίστοιχων υγρών, με αποτέλεσμα οι δομικές μονάδες να «παγώνουν» στις τυχαίες θέσεις που καταλαμβάνουν στην υγρή φάση.

Μερικές από τις φυσικές και χημικές ιδιότητες των κρυσταλλικών στερεών εξαρτώνται από την κρυσταλλική τους δομή, δηλαδή από τον τρόπο με τον οποίο τα άτομα, τα ιόντα ή τα μόρια είναι διατεταγμένα στο χώρο και από τον τρόπο που συνδέονται μεταξύ τους.

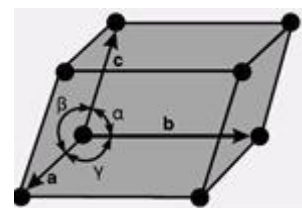


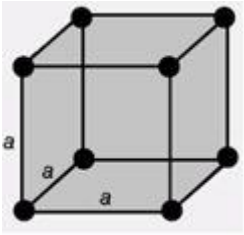
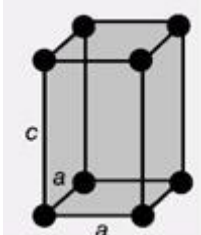
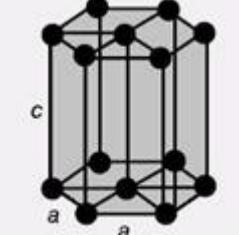
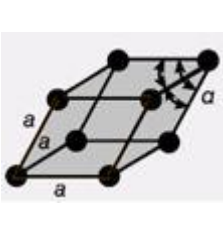
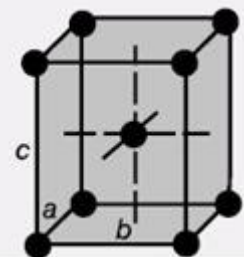
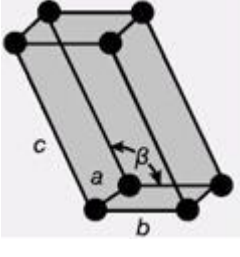
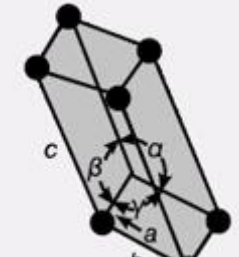
2.1.8 Τα κρυσταλλικά συστήματα

Στα κρυσταλλικά στερεά οι δομικές μονάδες διατάσσονται με τάξη, η οποία εκδηλώνεται με την επανάληψη ενός τρισδιάστατου πρότυπου, το οποίο περιέχει ένα μικρό αριθμό δομικών μονάδων. Το πρότυπο αυτό ονομάζεται **στοιχειώδης κυψελίδα** και η επανάληψή του οδηγεί στο σχηματισμό του κρυσταλλικού πλέγματος. Επομένως, το κρυσταλλικό πλέγμα είναι το επαναλαμβανόμενο τρισδιάστατο πρότυπο, στο οποίο βρίσκονται διατεταγμένα τα σωματίδια που συμμετέχουν στον κρύσταλλο.



Η στοιχειώδης κυψελίδα καθορίζεται αν είναι γνωστές οι σταθερές του πλέγματος, δηλαδή οι τρεις **διαστάσεις** (ακμές) **a, b, c** και οι τρεις **γωνίες** **α, β** και **γ**. Οι κρύσταλλοι εμφανίζουν την ίδια συμμετρία με τις στοιχειώδεις κυψελίδες. Έτσι, τα κρυσταλλικά σώματα με βάση τις σχετικές διαστάσεις (a, b, c) και τις γωνίες (α, β, γ) κατατάσσονται σε 7 κρυσταλλικά συστήματα: **κυβικό, τετραγωνικό, εξαγωνικό, ρομβοεδρικό, ορθορομβικό, μονοκλινές και τρικλινές**.



			
Κυβικό	τετραγωνικό	εξαγωνικό	ρομβοεδρικό
			
ορθορομβικό	μονοκλινές	τρικλινές	

Στη γραφική απεικόνιση των κρυσταλλικών δομών, το δομικά στοιχεία (άτομα, ιόντα) εμφανίζονται ως συμπαγείς-σφαίρες με καθορισμένες διαμέτρους.

Η δομή των κρυσταλλικών στερεών προσδιορίζεται με τη βοήθεια της περίθλασης των ακτίνων Χ. Οι ακτίνες Χ χρησιμοποιούνται γιατί το μήκος κύματος ακτινοβολίας τους είναι συγκρίσιμο με τις αποστάσεις των δομικών μονάδων στον κρύσταλλο ($\sim 1 \text{ \AA}$).

2.1.9 Ατέλειες των κρυστάλλων

Τα κρυσταλλικά στερεά δεν διαθέτουν ιδανικά πλέγματα. Όλοι οι κρύσταλλοι περιέχουν σημαντικό αριθμό σφαλμάτων, ελαττωμάτων, αταξιών ή ατελειών. Πολλές από τις ιδιότητες των υλικών - κυρίως οι μηχανικές - επηρεάζονται σημαντικά από τις ατέλειες της κρυσταλλικής τους δομής. Πρέπει, όμως, να τονιστεί ότι πολλές φορές η **παρουσία των ατελειών αυτών βελτιώνει τις ιδιότητες** των υλικών και για το λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεί ειδικές τεχνικές που επιτρέπουν τη δημιουργία ελεγχόμενου αριθμού ατελειών στα κρυσταλλικά στερεά.

Οι ατέλειες των κρυσταλλικών στερεών μπορούν να καταταγούν με βάση τα γεωμετρικά τους χαρακτηριστικά σε **σημειακές, γραμμικές, διεπιφανειακές και χωρικές** ατέλειες.

A. Σημειακές ατέλειες

Οι σημειακές ατέλειες αναφέρονται σε **τοπικά σφάλματα** του κρυσταλλικού πλέγματος, και αφορούν μία ή δύο δομικές μονάδες. Οι ατέλειες αυτές συνήθως δημιουργούνται κατά την θέρμανση και κατεργασία των υλικών, όπου οι προσμίξεις είναι τυχαίες ή και επιθυμητές, όπως στην παρασκευή πολλών μεταλλικών κραμάτων και στη σύνθεση κεραμικών και ημιαγωγών. Οι σημειακές ατέλειες κενής θέσης αυξάνονται σημαντικά όταν αυξάνεται η θερμοκρασία. Γι' αυτό και δημιουργούνται κατά τις διεργασίες μορφοποίησης των υλικών όπως είναι η χύτευση των μετάλλων.

B. Οι προσμίξεις στα στερεά υλικά

Τα στερεά είναι απόλυτα καθαρά υλικά πολύ σπάνια. Σχεδόν πάντοτε, περιέχουν «ξένες» προσμίξεις, μερικές από τις οποίες, είναι ενταγμένες στο κρυσταλλικό τους πλέγμα. Οι προσμίξεις αυτές, όπως ήδη αναφέρθηκε, θεωρούνται σημειακές ατέλειες της δομής τους. Για παράδειγμα, τα καθαρά μέταλλα αποτελούνται από ένα μόνο είδος ατόμων. Οποιαδήποτε επεξεργασία και αν υποστεί ένα μέταλλο, είναι πολύ δύσκολο να εμφανίζει καθαρότητα μεγαλύτερη από 99.9999 %.

Στην πράξη μόνο για εξειδικευμένες εφαρμογές χρησιμοποιούνται μέταλλα υψηλής καθαρότητας. Πολύ συνηθέστερα χρησιμοποιούνται τα μεταλλικά κράματα στα οποία έχουν προστεθεί ειδικές προσμίξεις προκειμένου να βελτιώσουν τις ιδιότητές τους. Για παράδειγμα, ο καθαρός άργυρος είναι πολύ μαλακός, γι' αυτό συνήθως προστίθεται 7,5% χαλκός προκειμένου να βελτιωθούν οι μηχανικές ιδιότητες του αργύρου. Το κράμα αυτό είναι ένα **στερεό διάλυμα**, στο οποίο **διαλύτης** είναι το μέταλλο με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση, δηλαδή ο άργυρος, και **διαλυμένη ουσία** το μέταλλο με τη μικρότερη συγκέντρωση, δηλαδή ο χαλκός. Πολλά κράματα είναι **στερεά διαλύματα**. Στα κράματα μετάλλων ή στα στερεά διαλύματα η συγκέντρωση των μετάλλων συνήθως εκφράζεται ως επί τοις εκατό κατά βάρος % κ.β. (w/w) σύσταση.

Τα άτομα του διαλυμένου μετάλλου μπορούν να τοποθετούνται είτε σε πλεγματικές θέσεις, οπότε τα κράματα ονομάζονται **κράματα υποκαταστάσεως**, είτε σε διαπλεγματικές θέσεις (σε θέση ξένη από τη γεωμετρία του κρυσταλλικού πλέγματος), οπότε τα κράματα ονομάζονται **κράματα παρεμβολής**. Για παράδειγμα Ο χάλυβας είναι ένα στερεό διάλυμα παρεμβολής σιδήρου - άνθρακα.

Η ποσότητα του μετάλλου που μπορεί να διαλυθεί στο βασικό μεταλλικό συστατικό, εξαρτάται από διάφορες παραμέτρους, όπως:

- η αναλογία των ακτίνων των δύο ατόμων
- η κρυσταλλική δομή του κάθε μετάλλου

- η ηλεκτραρνητικότητα του κάθε μετάλλου, δηλαδή η ικανότητα του ατόμου ενός μετάλλου να έλκει ηλεκτρόνια
- το σθένος των μετάλλων

Γ. Γραμμικές ατέλειες

Οι γραμμικές ατέλειες ονομάζονται **ολισθήσεις ή μετατοπίσεις** (dislocations). Οφείλονται σε διαταραχές του κρυσταλλικού πλέγματος κατά μία διάσταση, δηλαδή κατά το μήκος μιας γραμμής. Οι ατέλειες αυτές εμφανίζονται είτε κατά την στερεοποίηση του υλικού, είτε όταν το υλικό παραμορφώνεται.

Δ. Διεπιφανειακές ατέλειες

Τα στερεά υλικά σχεδόν πάντοτε αποτελούνται από μεγάλο αριθμό μικροσκοπικών κρυστάλλων οι οποίοι είναι ορατοί στο μικροσκόπιο, δηλαδή είναι πολυκρυσταλλικά. Οι μικροσκοπικοί αυτοί κρύσταλλοι ονομάζονται **κρυσταλλίτες**². Για κάθε όμως κρυσταλλίτη ο προσανατολισμός των δομικών μονάδων του είναι διαφορετικός από τα αντίστοιχα γειτονικά του. Επομένως, στα διαχωριστικά όρια των κρυσταλλιτών οι δομικές μονάδες διατάσσονται κατ' ανάγκη σε μη τακτικές θέσεις του κρυσταλλικού πλέγματος. Τα όρια των κρυσταλλιτών αποτελούν διεπιφανειακές ατέλειες στην κρυσταλλική δομή.

Κατά τρόπο ανάλογο, θεωρούνται ως **διεπιφανειακές ατέλειες** δομής και οι εξωτερικές επιφάνειες των στερεών, όπου τα άτομα δεν συνδέονται με τον αριθμό των ατόμων που προβλέπεται από το κρυσταλλικό πλέγμα.

Στις διεπιφανειακές ατέλειες οφείλεται το γεγονός ότι πολλές χημικές αντιδράσεις, στις οποίες συμμετέχουν στερεά, εκδηλώνονται αρχικά στα διαχωριστικά όρια των κρυσταλλιτών, όπως π.χ. η διάβρωση των μετάλλων. Επίσης, η αύξηση της μηχανικής αντοχής των υλικών συνδέεται με τις διεπιφανειακές ατέλειες των κρυσταλλιτών. Συγκεκριμένα, οι ολισθήσεις των γραμμικών ατελειών παγιδεύονται στα όρια των κρυσταλλιτών, οπότε η αντοχή του υλικού αυξάνεται με αύξηση του αριθμού των κρυσταλλιτών ή με μείωση του μεγέθους τους.

Η μηχανική αντοχή ενός υλικού αυξάνεται με την παρουσία σημειακών ατελειών, καθώς και με την παραγωγή πολυκρυσταλλικών στερεών με μικρούς κρυσταλλίτες.

² Κρύσταλλος ή κρυσταλλίτης είναι το τμήμα του στερεού υλικού, το οποίο σε όλη του την έκταση έχει την ίδια συνεχή κρυσταλλική δομή.

Ε. Χωρικές ατέλειες

Σε όλα τα στερεά υπάρχουν και άλλες ατέλειες οι οποίες είναι μεγαλύτερων διαστάσεων από αυτές που αναφέρθηκαν μέχρι τώρα. Τέτοιου είδους ατέλειες δημιουργούνται συνήθως στα στάδια παραγωγής και κατεργασίας των υλικών. Τέτοιες ατέλειες δομής μπορούν να θεωρηθούν οι **πόροι**, οι **χαραγές** και οι **ξένες ουσίες** που περιέχονται στα στερεά.

2.2 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

2.2.1 Γενικά

Οι ιδιότητες των υλικών είναι συνάρτηση της δομής τους. Μεγάλη σημασία έχουν το είδος και η ισχύς των χημικών δεσμών που αναπτύσσονται μεταξύ των δομικών λίθων τους και ο τρόπος που οι δομικοί λίθοι είναι διατεταγμένοι στο χώρο. Πολλές ιδιότητες εξαρτώνται επίσης και από άλλα χαρακτηριστικά της δομής των υλικών, όπως το μέγεθος των κρυσταλλιτών, οι ατέλειες της δομής τους, οι προσμίξεις κ.ά.

2.2.2 Μηχανικές Ιδιότητες

Τα περισσότερα υλικά μιας κατασκευής, στο κύκλο της ζωής τους, βρίσκονται υπό την επίδραση διαφόρων δυνάμεων, κάτω από την επίδραση των οποίων τα υλικά είναι δυνατόν να παραμορφωθούν ή να αστοχήσουν III.

Οι μηχανικές ιδιότητες ενός υλικού χαρακτηρίζουν τη συμπεριφορά του όταν βρίσκεται υπό την επίδραση δυνάμεων.

Οι σημαντικότερες μηχανικές ιδιότητες των υλικών είναι: η **ελαστικότητα**, η **διάτμηση**, η **σκληρότητα**, η **δυσθραυστότητα**, ο **ερυσμός** και η **εσωτερική τριβή** των υλικών.

Α. Ελαστική – Πλαστική Παραμόρφωση

Όταν σε ένα σώμα ασκείται μία δύναμη, η οποία αυξάνεται συνεχώς, τότε το σώμα αρχικά παραμορφώνεται. Μετά τη σταδιακή αποφόρτιση, το σώμα επανέρχεται μερικώς ή ολικώς στις αρχικές του διαστάσεις. Η ιδιότητα των υλικών να επανέρχονται στην αρχική τους μορφή, μετά την απομάκρυνση της δύναμης που προκάλεσε την παραμόρφωσή τους, ονομάζεται **ελαστικότητα**. Οι παραμορφώσεις αυτής της μορφής ονομάζονται ελαστικές.

Αν η δύναμη η οποία ασκείται συνεχίσει να αυξάνεται, τότε τα υλικά δεν επανέρχονται πλήρως στις αρχικές τους διαστάσεις μετά την αποφόρτισή τους. Η παραμένουσα παραμόρφωση στο υλικό ονομάζεται **μόνιμη** ή **πλαστική**.

Τα υλικά που υφίστανται ελαστικές παραμορφώσεις κάτω από την επίδραση ακόμα και μεγάλων σχετικά δυνάμεων, ονομάζονται **ελαστικά**. Ενώ τα υλικά που υφίστανται πλαστικές παραμορφώσεις, ακόμα και υπό την επίδραση ασθενών σχετικά δυνάμεων, ονομάζονται **ελαστοπλαστικά**.

Τα δομικά υλικά είναι κυρίως **ελαστοπλαστικά** και το επιθυμητό είναι η καταπόνησή τους να οδηγεί σε ελαστικές παραμορφώσεις, δηλαδή οι παραμορφώσεις να μην υπερβαίνουν κάποιο όριο που ονομάζεται **όριο ελαστικότητας**. Εάν η ασκούμενη δύναμη ξεπεράσει ένα ορισμένο όριο, το υλικό αστοχεί, δηλαδή υφίσταται θραύση. Το όριο αυτό ονομάζεται **όριο θραύσης** και είναι χαρακτηριστικό για κάθε υλικό.

Τα υλικά που μπορούν να υποστούν σημαντικές παραμορφώσεις (μπορούν να γίνουν ελάσματα ή σύρματα) μέχρι τη θραύση τους ονομάζονται **όλκιμα** και στην κατηγορία αυτή ανήκουν κυρίως τα μεταλλικά, όπως ο χαλκός, το αλουμίνιο, ο χάλυβας, κ.ά. Αντίθετα, υλικά που εμφανίζουν πολύ μικρές παραμορφώσεις μέχρι τη θραύση τους ονομάζονται **ψαθυρά** και στην κατηγορία αυτή ανήκουν το σκυρόδεμα, το μάρμαρο, ο χυτοσίδηρος (μαντέμι) κ.ά.

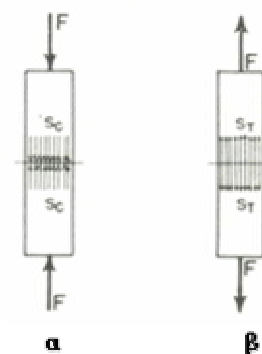
B. Κυριότερες μορφές καταπόνησης των υλικών

Ας δούμε τα κυριότερα είδη παραμορφώσεων που προκαλούνται από την επίδραση δυνάμεων όταν εφαρμόζονται σ' ένα υλικό σώμα με διαφορετικές κατευθύνσεις σε σχέση με τις διαστάσεις του.

Έστω μία συμπαγής ράβδος με μήκος l_0 και εμβαδόν διατομής A_0 . Κατά μήκος του άξονα της ράβδου ασκείται δύναμη F .

Ανάλογα με τη φορά της δύναμης, η ράβδος μπορεί να παραμορφωθεί κατά δύο τρόπους:

- α) να ελαττωθεί το μήκος της, οπότε η δύναμη ονομάζεται **θλιπτική** (σχήμα α), ή
- β) να αυξηθεί το μήκος της, οπότε η δύναμη ονομάζεται **εφελκυστική** (σχήμα β).



Γ. Τα μεγέθη που υπεισέρχονται στις καταπονήσεις

Εφελκυστική ή θλιπτική τάση³ $[\sigma]$ ονομάζεται το πηλίκο της εφελκυστικής ή θλιπτικής δύναμης F προς το εμβαδόν A_0 της διατομής της ράβδου. Δηλαδή:

³ Όταν σ' ένα σώμα επιδράσει μια εξωτερική δύναμη, δημιουργείται μέσα στη μάζα του μια ανάλογη αντίδραση που καλείται τάση. Αυτή είναι που προκαλεί παραμόρφωση του σώματος, λόγω της διαταραχής μεσομοριακών ή μεσατομικών αποστάσεων του υλικού.

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad (\text{N/m}^2)$$

Ανηγγμένη παραμόρφωση [ε] ονομάζεται η παραμόρφωση που επιφέρει η εφελκυστική ή θλιπτική τάση στη ράβδο και ορίζεται ως το πηλίκο της μεταβολής $l-l_0$ του μήκους της ράβδου προς το αρχικό της μήκος. Δηλαδή:

$$\varepsilon = \frac{l - l_0}{l_0}$$

Ο Νόμος του Hooke περιγράφει την εξάρτηση της ελαστικής παραμόρφωσης από την τάση που υφίσταται ένα υλικό και δίνεται από τη σχέση:

$$\sigma = \varepsilon \cdot E$$

Το E είναι μια σταθερά που ονομάζεται **μέτρο Young** ή **μέτρο ελαστικότητας** του υλικού. Όσο μικρότερη είναι η τιμή του E , τόσο πιο όλκιμο είναι το υλικό.

Προσοχή! Κατά την εφαρμογή μιας τάσης, εκτός από την παραμόρφωση που υφίσταται η ράβδος **κατά μήκος**, παραμορφώνεται και **εγκάρσια**, δηλαδή μεταβάλλεται το εμβαδόν της διατομής της.

Η μεταβολή αυτή ονομάζεται **εγκάρσια παραμόρφωση** ε_α και ορίζεται ως το πηλίκο της μεταβολής $A-A_0$ της διατομής του υλικού προς την αρχική διατομή A_0 . Δηλαδή:

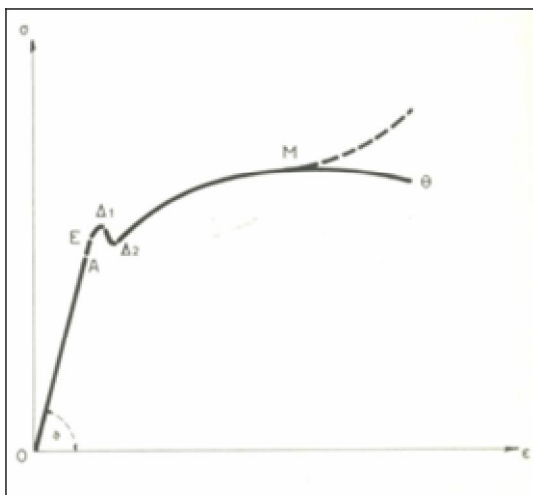
$$\varepsilon_\alpha = \frac{A - A_0}{A_0}$$

Στην περιοχή των ελαστικών παραμορφώσεων, όπου ισχύει ο νόμος του Hooke, οι παραμορφώσεις ε και ε_α συνδέονται μεταξύ τους με τη σχέση:

$$\varepsilon_\alpha = -\nu \cdot \varepsilon$$

Η σταθερά ν ονομάζεται **σταθερά** ή **συντελεστής Poisson** και δεν μπορεί να πάρει τιμές μεγαλύτερες από 0,5.

Τα διαγράμματα «τάσεων (σ) – ανηγμένων παραμορφώσεων (ε)» [stress-strain diagrams] περιγράφουν σχηματικά τη συμπεριφορά των υλικών κατά την επιμήκυνση ή θλίψη τους.



Στο τυπικό παράδειγμα ενός διαγράμματος τάσεων - ανηγμένων παραμορφώσεων που παρουσιάζεται στο διπλανό σχήμα, διακρίνονται τα χαρακτηριστικά όρια και οι περιοχές παραμορφώσεων, για μια ράβδο από όλκιμο υλικό που υφίσταται εφελκυσμό.

Στην περιοχή OA του **σχήματος** ισχύει ο νόμος του Hooke και οι παραμορφώσεις είναι ελαστικές. Εάν η αποφόρτιση της ράβδου γίνει πριν η τάση υπερβεί την οριακή τιμή στο σημείο A, η ράβδος επανέρχεται στις αρχικές διαστάσεις της. Η τάση στο σημείο A ονομάζεται τάση **ορίου αναλογίας** (σ_A) του υλικού.

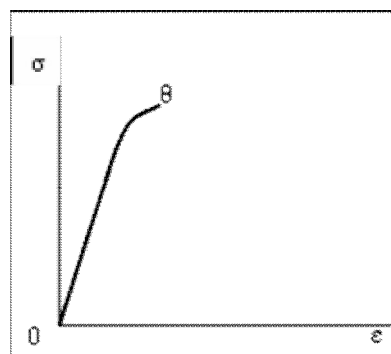
Πέρα από το σημείο A και μέχρι το σημείο E, το υλικό συνεχίζει να παραμορφώνεται ελαστικά, δεν ισχύει όμως ο νόμος του Hooke. Η τάση στο σημείο E ονομάζεται τάση **ορίου ελαστικότητας** (σ_E) του υλικού. Αυτό σημαίνει ότι, για τάσεις μεγαλύτερες της τάσης σ_E , κατά την αποφόρτιση του υλικού παραμένουν πλαστικές παραμορφώσεις σε αυτό.

Εάν η φόρτιση της ράβδου συνεχιστεί μετά το σημείο Δ_1 , παρατηρείται συνεχής και σημαντική παραμόρφωση της ράβδου, ενώ η τάση παραμένει σχεδόν σταθερή. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **διαρροή** και η τάση στο σημείο Δ_1 ονομάζεται τάση **ορίου διαρροής** (σ_{Δ}) του υλικού.

Παραπάνω αύξηση της φόρτισης της ράβδου προκαλεί ακόμα μεγαλύτερη παραμόρφωση, μέχρι το Θ, όπου η τάση παρουσιάζει τη μέγιστη τιμή, η οποία ονομάζεται **τάση θραύσης** (σ_{θ}). Όμως, η ράβδος δεν θραύεται στο σημείο Θ. Παρατηρείται ότι, μετά το σημείο Θ αυξάνεται η επιμήκυνση της ράβδου και σχηματίζεται ο **λαιμός θραύσης**. Η ρήξη της ράβδου επέρχεται μετά το σχηματισμό του λαιμού θραύσης και για τάση σ_{Λ} μικρότερη της τάσης θραύσης σ_{θ} .

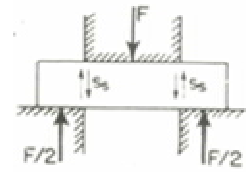
Τα διαγράμματα (σ, ϵ) για τον έλεγχο όλκιμων υλικών σε θλίψη, για μικρές παραμορφώσεις, είναι πρακτικώς όμοια με εκείνα κατά τον εφελκυσμό τους, μόνο που κατά τη θλίψη τους τελικά δεν θραύονται, αλλά συμπιέζονται.

Τα διαγράμματα (σ, ϵ) για τον έλεγχο **ψαθυρών** υλικών σε εφελκυσμό και θλίψη έχουν τη μορφή του διπλανού σχήματος. Γενικά, τα ψαθυρά υλικά παρουσιάζουν μικρή περιοχή ελαστικότητας. Η θραύση τους κατά τον εφελκυσμό, επέρχεται απότομα και χωρίς το σχηματισμό λαιμού, ενώ κατά τη θλίψη επέρχεται συμπίεση και τελικά θραύση.



Δ. Διάτμηση

Έστω μία συμπαγής ράβδος εμβαδού διατομής A . Κάθετα στον άξονα της ράβδου ασκείται μία δύναμη F , όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.



Διατμητική τάση ή **διάτμηση** τ ονομάζεται το πηλίκο της διατμητικής δύναμης F προς το εμβαδόν A της διατομής της ράβδου. Δηλαδή:

$$\tau = \frac{F}{A}$$

Για την περιοχή των ελαστικών παραμορφώσεων, ισχύει η σχέση:

$$\tau = G \cdot \gamma$$

όπου γ η **διατμητική παραμόρφωση**, η οποία εκφράζει τη **γωνία ολίσθησης** της επιφάνειας και G μία σταθερά του υλικού η οποία ονομάζεται **μέτρο ολίσθησης** ή **διάτμησης**.

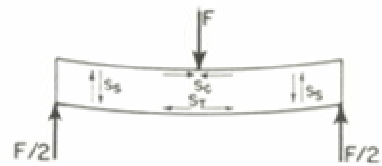
Σημειώνεται ότι το μέτρο διάτμησης (G), το μέτρο ελαστικότητας (E) και ο λόγος Poisson (ν) συνδέονται μεταξύ τους με τη σχέση:

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 - \nu)}$$

Από την προηγούμενη σχέση, προκύπτει ότι το μέτρο διάτμησης (G) και το μέτρο ελαστικότητας (E) είναι μεταξύ τους ποσά ανάλογα, ενώ ο λόγος Poisson (ν) είναι αντίστροφα ανάλογος με αυτά.

Ε. Κάμψη τριών σημείων

Κατά την κάμψη λαμβάνει χώρα ταυτόχρονα εφελκυσμός και θλίψη. Τα στοιχειώδη σωματίδια του υλικού στο σημείο S_t υφίστανται εφελκυσμό – επιμήκυνση, ενώ στο σημείο S_c συνθλίβονται – συγκλίνουν.



ΣΤ. Σκληρότητα

Η αντίσταση του υλικού στη χάραξη της επιφάνειάς του από ένα αιχμηρό αντικείμενο ονομάζεται **σκληρότητα** (hardness) ενός υλικού. Η σκληρότητα μπορεί να μετρηθεί με ένα αιχμηρό αντικείμενο καθορισμένου σχήματος και διαστάσεων διεισδύει στην επιφάνεια του προς μέτρηση υλικού, με την εφαρμογή μιας ορισμένης δύναμης. Μετράται το μήκος, το πλάτος ή το βάθος του ίχνους της παραμόρφωσης που προκαλείται.

Ζ. Δυσθραυστότητα

Η **δυσθραυστότητα** εκφράζει την ευαισθησία του υλικού στην **ψαθυρή** θραύση. Δηλαδή, όσο πιο όλκιμα συμπεριφέρεται ένα υλικό, τόσο πιο δύσθραυστο είναι.

Η. Ερπυσμός

Ο **ερπυσμός** (creep) αφορά στην ευαισθησία ενός υλικού σε παραμορφώσεις κάτω από την επίδραση σταθερής τάσης. Η μελέτη του φαινομένου του ερπυσμού σε υψηλές θερμοκρασίες και μεγάλες εφαρμοζόμενες τάσεις είναι χρήσιμη για τον προσδιορισμό του χρόνου ζωής κατά τη λειτουργία των υλικών. Ο ερπυσμός εμφανίζεται στα μέταλλα και τα πολυμερή, ενώ είναι ασήμαντος στα κεραμικά, με εξαίρεση το γυαλί.

Θ. Εσωτερική τριβή στερεού

Όταν ένα υλικό εξαναγκάζεται σε ταλάντωση υπό την επίδραση μιας παροδικής δύναμης, παρατηρείται ότι το πλάτος της ταλάντωσης μικραίνει συνεχώς έως την τελική απόσβεσή της. Η απόσβεση της ταλάντωσης οφείλεται στην ύπαρξη **τριβής**.

Η **τριβή** μπορεί να είναι **εξωτερική**, δηλαδή να οφείλεται στην αλληλεπίδραση του υλικού με το περιβάλλον του, αλλά και **εσωτερική**, δηλαδή να οφείλεται στην δομή του υλικού.

Ο προσδιορισμός του **συντελεστή εσωτερικής τριβής α** των υλικών είναι πολύτιμος, κυρίως στις μεγάλες κατασκευές κτιρίων, γεφυρών, κτλ., διότι οι κατασκευές αυτές μπορούν ακόμα και να καταστραφούν από μη ελεγχόμενες ταλαντώσεις.

2.2.3 Θερμικές ιδιότητες ενός υλικού

Οι **θερμικές ιδιότητες** ενός υλικού χαρακτηρίζουν τη συμπεριφορά του κατά τη μεταβολή της θερμοκρασίας του και οι σημαντικότερες από αυτές είναι οι εξής:

- ♦ η θερμοχωρητικότητα,
- ♦ η θερμική διαστολή,
- ♦ η θερμική αγωγιμότητα,
- ♦ η λανθάνουσα θερμότητα τήξης και βρασμού, και
- ♦ η εμφάνιση του θερμοηλεκτρικού φαινομένου

Κατά τη θέρμανση ενός υλικού, απορροφάται ενέργεια με τη μορφή θερμότητας και η θερμοκρασία του υλικού αυξάνεται. Αντίθετα, όταν ένα υλικό ψυχθεί, εκλύεται θερμότητα και η θερμοκρασία του υλικού μειώνεται. Κατά τη μεταβολή της θερμοκρασίας ενός υλικού μεταβάλλονται και οι διαστάσεις του.

Α. Θερμοχωρητικότητα

Η **θερμοχωρητικότητα** ενός υλικού είναι η ποσότητα της θερμότητας που απαιτείται, έτσι ώστε να αυξηθεί η θερμοκρασία της μονάδας μάζας του υλικού κατά ένα 1°C . Η θερμοχωρητικότητα ενός υλικού υπολογίζεται από τη σχέση:

$$C = \frac{Q}{T_2 - T_1}$$

όπου Q το ποσό της θερμότητας που απαιτείται για αύξηση της θερμοκρασίας ορισμένης μάζας του υλικού από T_1 σε T_2 .

Β. Θερμική Διαστολή

Τα περισσότερα στερεά υλικά, όταν θερμανθούν διαστέλλονται, δηλαδή οι διαστάσεις τους αυξάνονται, ενώ όταν ψυχθούν συστέλλονται, δηλαδή οι διαστάσεις τους μειώνονται. Η ιδιότητα αυτή να αυξάνονται ή να μειώνονται οι διαστάσεις των υλικών με τη μεταβολή της θερμοκρασίας ονομάζεται **θερμική διαστολή** ή **θερμική συστολή**, αντίστοιχα.

Σε μικροσκοπικό επίπεδο, η θερμική διαστολή είναι αποτέλεσμα της αύξησης της απόστασης μεταξύ των δομικών μονάδων του υλικού. Για σώματα στα οποία το εμβαδόν της διατομής τους είναι αρκετά μικρό ώστε να θεωρείται αμελητέο (π.χ. ράβδοι, σύρματα, νήματα κ.ά.), στην πράξη εμφανίζεται μεταβολή μόνο του μήκους τους. Στην περίπτωση αυτή αναφερόμαστε στη **γραμμική θερμική διαστολή**. Όταν και οι τρεις διαστάσεις των στερεών σωμάτων είναι σημαντικές, τότε κατά τη μεταβολή της θερμοκρασίας αλλάζει ο συνολικός όγκος του σώματος.

Στις οικοδομές, ανάμεσα στις πλάκες του μπετόν, αφήνονται **«αρμοί διαστολής»**, προκειμένου να μπορεί το μπετόν να διαστέλλεται και να συστέλλεται, χωρίς να κινδυνεύει το οικοδόμημα.

Γ. Θερμική αγωγιμότητα

Η αγωγή (μετάδοση) της θερμότητας δεν γίνεται το ίδιο εύκολα σε όλα τα υλικά. Η ευκολία με την οποία διαδίδεται η θερμότητα μέσα από ένα υλικό εκφράζεται από τη **θερμική αγωγιμότητα**.

Δ. Λανθάνουσα θερμότητα τήξης και βρασμού

Καθ' όλη τη διάρκεια της υγροποίησης του πάγου, απορροφάται θερμότητα χωρίς να αυξάνεται η θερμοκρασία του. Η θερμότητα αυτή ονομάζεται **λανθάνουσα θερμότητα τήξης**.

Στη θερμοκρασία του σημείου βρασμού, το υγρό απορροφά θερμότητα, για να μπορέσει να εξατμιστεί, χωρίς να αυξάνει η θερμοκρασία του. Η θερμότητα αυτή ονομάζεται **λανθάνουσα θερμότητα βρασμού**.

Τόσο η λανθάνουσα θερμότητα τήξης όσο και η λανθάνουσα θερμότητα βρασμού είναι διαφορετικές για κάθε υλικό.

Ε. Θερμοηλεκτρικό Ζεύγος

Θερμοηλεκτρικό ζεύγος (thermocouple) ονομάζεται η διάταξη που αποτελείται από δύο διαφορετικά υλικά, τα οποία ενώνονται στα δύο άκρα τους. Η δημιουργία θερμοηλεκτρικού ζεύγους μπορεί να εμφανίσει τα ακόλουθα φαινόμενα:

Φαινόμενο Seebeck

Όταν τα δύο άκρα των ενώσεων ενός θερμοηλεκτρικού ζεύγους έχουν διαφορετική θερμοκρασία, τότε μεταξύ τους αναπτύσσεται διαφορά δυναμικού V .

Φαινόμενο Peltier

Όταν συνδέσουμε ένα θερμοηλεκτρικό ζεύγος με μια πηγή ρεύματος η μία άκρη του θα θερμαίνεται και η άλλη θα ψύχεται.

2.3 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ

2.3.1 Συνοχή και συνάφεια

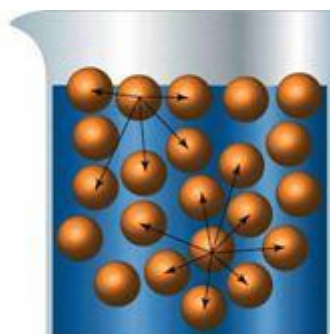
Μεταξύ των στοιχειωδών σωματιδίων δύο όμοιων υλικών, όταν αυτά έρθουν σε επαφή αναπτύσσονται δυνάμεις **συνοχής**, ενώ μεταξύ δύο διαφορετικών υλικών που βρίσκονται σε επαφή αναπτύσσονται δυνάμεις **συνάφειας**.

2.3.2 Πτητικότητα

Χαρακτηρίζει τη σχετική ευκολία με την οποία εξατμίζεται το υγρό. Η τάση των μορίων του υγρού να εξαερωθούν από την επιφάνεια του (εξάτμιση) εκφράζεται από την τάση ατμών του υγρού.

2.3.3 Επιφανειακή τάση

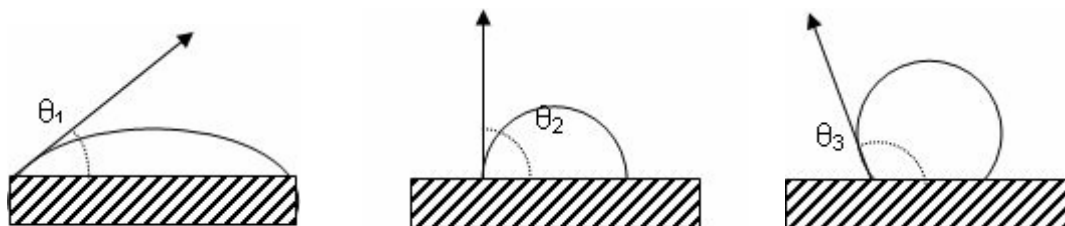
Τα μόρια στο εσωτερικό ενός υγρού δέχονται ελκτικές δυνάμεις από άλλα γειτονικά μόρια από όλες τις κατευθύνσεις. Η συνισταμένη των δυνάμεων αυτών είναι μηδέν. Αντίθετα τα επιφανειακά μόρια δέχονται ελκτικές δυνάμεις μόνο προς το εσωτερικό της μάζας του υγρού, με αποτέλεσμα να τείνει πάντα να μειώνεται η επιφάνεια του υγρού παίρνοντας σχήμα καμπύλης. Η εσωτερική αυτή τάση (συνισταμένη των δυνάμεων), η οποία λέγεται **επιφανειακή τάση** (surface tension), δείχνει το μέτρο της συνοχής των μορίων του υγρού και δρα στην επιφάνεια των υγρών ως ελαστική



μεμβάνη. Λόγω της επιφανειακής τάσης α) οι σταγόνες υγρού παίρνουν πάντα σφαιρικό σχήμα, αυτό δηλαδή, που παρουσιάζει τη μικρότερη δυνατή επιφάνεια για έναν ορισμένο όγκο υγρού, β) τα έντομα περπατούν στην επιφάνεια του υγρού χωρίς να βυθίζονται.

2.3.4 Διαβροχή

Με τον όρο διαβροχή (wetting) εννοούμε το φαινόμενο της εξάπλωσης ενός υγρού επάνω στην επιφάνεια ενός στερεού υλικού. Υγρά με ισχυρές δυνάμεις συνοχής δε διαβρέχουν τις στερεές λείες επιφάνειες π.χ. ο υδράργυρος. Όταν όμως οι δυνάμεις συναφείας που αναπτύσσονται μεταξύ των στοιχειωδών σωματιδίων του υγρού και της στερεής επιφάνειας είναι μεγαλύτερες από τις δυνάμεις συνοχής, το υγρό εξαπλώνεται στην επιφάνεια χάνοντας το σφαιρικό σχήμα. Και στις δύο περιπτώσεις, μεταξύ των σημείων επαφής της επιφάνειας της σταγόνας και της επιφάνειας πρόσφυσης, σχηματίζεται γωνία που ονομάζεται γωνία επαφής. Όσο μικρότερη είναι η γωνία επαφής, τόσο καλύτερη είναι η ικανότητα διαβροχής του υγρού. Αν η γωνία πλησιάζει τις 0 μοίρες, η διαβροχή θεωρείται πλήρης.



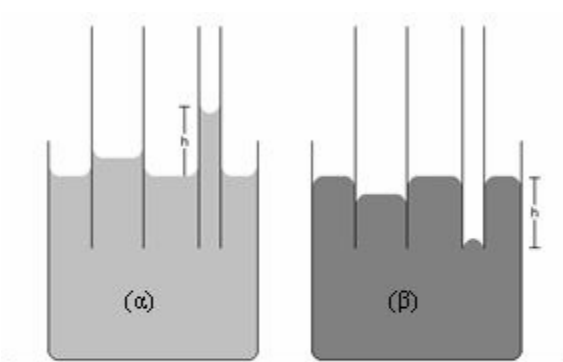
Σχηματική απεικόνιση της γωνίας επαφής θ , που σχηματίζεται μεταξύ σταγόνας υγρού και στερεής επιφάνειας: $\theta_1 < 90^\circ$ για υγρό με μεγάλη, $\theta_2 = 90^\circ$ για μέτρια και $\theta_3 > 90^\circ$ για μικρή ικανότητα διαβροχής.

2.3.5 Ιξώδες

Η αντίσταση ενός υγρού στη ροή ονομάζεται **ιξώδες** (γλοιότητα). Όσο μεγαλύτερες είναι οι δυνάμεις συνοχής μεταξύ των στοιχειωδών σωματιδίων ενός υγρού τόσο μεγαλύτερο ιξώδες έχει π.χ. το μέλι, το λάδι έχουν μεγαλύτερο ιξώδες από το νερό ή το ονόπνευμα.

2.3.6 Τριχοειδή φαινόμενα

Όταν ένα υγρό έρχεται σε επαφή με την επιφάνεια ενός στερεού παρατηρείται ότι η



(α) Αναρρίχηση υγρού που **διαβρέχει** τα τοιχώματα του στερεού

(β) Υποχώρηση της επιφάνειας υγρού που **δεν διαβρέχει** τα τοιχώματα του στερεού σε

επιφάνεια του υγρού στα σημεία της επαφής του με το στερεό είναι κυρτή αν το υγρό δεν διαβρέχει το στερεό ή κοίλη αν το υγρό τη διαβρέχει. Το φαινόμενο είναι πιο ευδιάκριτο σε σωλήνες μικρής διαμέτρου (τριχοειδείς) γι' αυτό πήρε και το όνομα τριχοειδές φαινόμενο. Σε τριχοειδείς σωλήνες που βυθίζονται σε μη διαβρέχον υγρό η επιφάνεια του υγρού μέσα στο σωλήνα είναι κάτω από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού, ενώ σε διαβρέχον υγρό η επιφάνεια μέσα στον

τριχοειδή είναι υψηλότερα της ελεύθερης επιφάνειας του υγρού. Η ανύψωση ή η ταπείνωση της επιφάνειας του υγρού είναι αντιστρόφως ανάλογη της διαμέτρου του σωλήνα.

3 ΑΠΟ ΤΙ ΚΙΝΔΥΝΕΥΟΥΝ ΤΑ ΜΝΗΜΕΙΑ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Με τον όρο **φθορά** εννοούμε την **εξασθένιση της έντασης** των ιδιοτήτων των υλικών, την **αλλοίωση** των χαρακτηριστικών, της συνοχής, των διαστάσεων και την **υποβάθμιση** της αισθητικής των υλικών με την πάροδο του χρόνου.

3.1.1 Η φθορά των υλικών

Δεν υπάρχουν άφθαρτα υλικά, άλλα σε μεγαλύτερο και άλλα σε μικρότερο βαθμό, είναι επιρρεπή σε φθορά η οποία προκαλείται από το περιβάλλον λειτουργίας τους. Έτσι, κατά την επιλογή των υλικών και το σχεδιασμό των διαφόρων κατασκευών πρέπει, καταρχήν, να λαμβάνεται υπόψη το περιβάλλον μέσα στο οποίο θα λειτουργήσουν. Αν και η φθορά των υλικών δεν οδηγεί πάντα στην πλήρη καταστροφή τους, τα υλικά θεωρούνται φθαρμένα όταν δεν είναι πλέον ικανά να εκπληρώσουν τους σκοπούς για τους οποίους σχεδιάστηκαν.

Τα φαινόμενα φθοράς, μειώνουν το χρόνο ζωής των υλικών. Έτσι, όσο πιο εύκολα φθείρονται τα υλικά, τόσο μικρότερος είναι ο χρόνος ζωής των προϊόντων. Κατά συνέπεια, πρέπει να αποφεύγεται η χρήση υλικών που φθείρονται εύκολα στις συνθήκες λειτουργίας των τελικών προϊόντων.

Τα φαινόμενα φθοράς εκδηλώνονται στις διεπιφάνειες, δηλαδή στη διαχωριστική επιφάνεια μεταξύ περιβάλλοντος και υλικού, ή μεταξύ των επιφανειών δύο υλικών που εφάπτονται.

Φθορά έχουμε τόσο σε μη μορφοποιημένα υλικά, όσο και σε μορφοποιημένες κατασκευές ή δομήματα που αφορά στη διαρκή υποβάθμισή τους. Όταν με ένα τυχαίο γεγονός όπως π.χ. ένα σεισμό, ξεπεραστεί το μέτρο ελαστικότητας της κατασκευής, αυτή δεν επιστρέφει στην αρχική της κατάσταση – τη θέση και τις αρχικές αντοχές – μετά την αποφόρτιση των τάσεων που επέδρασαν. Άρα, πέραν των ιδιοτήτων των υλικών, πρέπει να εξετάζεται και η προϊστορία της κατασκευής έτσι, ώστε να λαμβάνονται υπόψη οι χαμηλότερες αντοχές που οφείλονται σε προηγούμενες καταπονήσεις.

3.1.2 Φθορές και Βλάβες

Πρέπει να διακρίνουμε τη **φθορά** από τη **βλάβη**. Οι βλάβες αφορούν μεταβολές γεωμετρικών μεγεθών, όπως: μετατόπιση στοιχείων της κατασκευής, ρηγμάτωση, απόκλιση (κτίσμα που γέρνει), αποκόλληση, αποφλοίωση, απολέπιση, μείωση διατομής, τοπική κατάρρευση, κ.ά. Θα λέγαμε ότι στις βλάβες δεν έχουμε δημιουργία νέων ουσιών με

διαφορετικές ιδιότητες, αποτελούν φυσικά φαινόμενα. Οι φθορές, όμως, συγκαταλέγονται τόσο στα μηχανικά, όσο και στα χημικά και βιοχημικά φαινόμενα, όπου σχηματίζονται νέες ουσίες με άλλη χημική σύνθεση. Τέτοιοι μετασχηματισμοί επιτυγχάνονται από διάφορες αιτίες όπως π.χ. αλλοιώσεις από υψηλές θερμοκρασίες ή ακτινοβολίες, διάβρωση επιφανειακή ή σε βάθος, γυψοποίηση (μετατροπή ανθρακικών αλάτων του ασβεστίου σε θειικά άλατα), η ενανθράκωση με την πρόσληψη διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) από τον περιβάλλοντα αέρα και τη δημιουργία ανθρακικών αλάτων, η βιολογική προσβολή από ζωικούς ή φυτικούς οργανισμούς.

3.2 ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΕΙΔΗ ΦΘΟΡΑΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Οι κυριότερες μορφές φθοράς των υλικών είναι η διάβρωση, η κόπωση, η τριβή, ο ερπυσμός κ. ά.

3.2.1 Η διάβρωση των υλικών

Η διάβρωση είναι το φαινόμενο κατά το οποίο φθείρεται η επιφάνεια των υλικών. Η διάβρωση παρουσιάζεται εντονότερα στα μεταλλικά υλικά και πολύ λιγότερο στα κεραμικά ή στα πολυμερή.

Η διάβρωση προκαλείται κυρίως με έκθεση των μεταλλικών αντικειμένων στον αέρα, στο νερό ή σε όξινο περιβάλλον. Όμως, μπορεί να προκληθεί και από επιφανειακές ανωμαλίες των υλικών, από ανομοιογένεια στη σύστασή τους ή από τη μηχανική καταπόνησή τους.

Η διάβρωση των μετάλλων είναι κυρίως η ηλεκτροχημική οξείδωσή τους και η μετατροπή τους στα αντίστοιχα κατιόντα. Δηλαδή, τα μέταλλα κατά την **οξείδωσή** τους αποβάλλουν ηλεκτρόνια. Για να πραγματοποιηθεί, όμως, η οξείδωση πρέπει να υπάρχει ένα άλλο στοιχείο που να προσλαμβάνει τα ηλεκτρόνια που αποβάλλει το μέταλλο. Συνήθως το στοιχείο αυτό είναι το οξυγόνο που βρίσκεται στον ατμοσφαιρικό αέρα ή στο νερό.

Η καταστροφή των μεταλλικών κατασκευών από διάβρωση μπορεί να αποφευχθεί ή να ελαττωθεί με τους εξής τρόπους:

- επιφανειακή προστασία με επικάλυψη ή παθητικοποίηση
- καθοδική προστασία

3.2.2 Κόπωση των υλικών

Κόπωση ονομάζεται η φθορά των υλικών που οφείλεται στην κυκλική φόρτισή τους. Κυκλική είναι η εφελκυστική, θλιπτική ή διατμητική φόρτιση των υλικών που επαναλαμβάνεται περιοδικά. Η φθορά των υλικών λόγω κόπωσης ξεκινά συνήθως από την

επιφάνειά τους, σε σημεία που έχουν εμφανιστεί μικρορωγμές (από εγκοπές, οπές ή αποκόλληση υλικού). Κάθε φορά που ασκείται μια νέα τάση στο υλικό, οι μικρορωγμές επεκτείνονται, μέχρι που το υλικό δεν μπορεί πλέον να δεχθεί την τάση φόρτισης και θραύεται.

3.2.3 Τριβή των υλικών

Η **τριβή** (ή **εκτριβή**) μπορεί να οριστεί ως η απομάκρυνση τμημάτων της επιφάνειας του υλικού, λόγω μηχανικής φόρτισής του.

Φαινόμενα τριβής μπορούν να εμφανιστούν όταν δύο υλικά με λείες επιφάνειες ολισθαίνουν το ένα πάνω στο άλλο, οπότε αποκολλούνται μικρά τμήματα της επιφάνειας του ενός και προσκολλούνται στην επιφάνεια του άλλου. Εμφανίζονται επίσης, όταν ένα υλικό με τραχιά επιφάνεια ολισθαίνει επάνω σε ένα άλλο υλικό με λεία επιφάνεια, οπότε στη λεία επιφάνεια σχηματίζονται ρωγμές.

Ο συντελεστής τριβής είναι ένας συντελεστής που εξαρτάται από τη φύση του υλικού και εκφράζει την τάση του υλικού να εμφανίζει φαινόμενα τριβής. Όσο μικρότερη είναι η τιμή του, τόσο πιο λείο είναι το υλικό και τόσο ασθενέστερα είναι τα αποτελέσματα της τριβής στην επιφάνειά του.

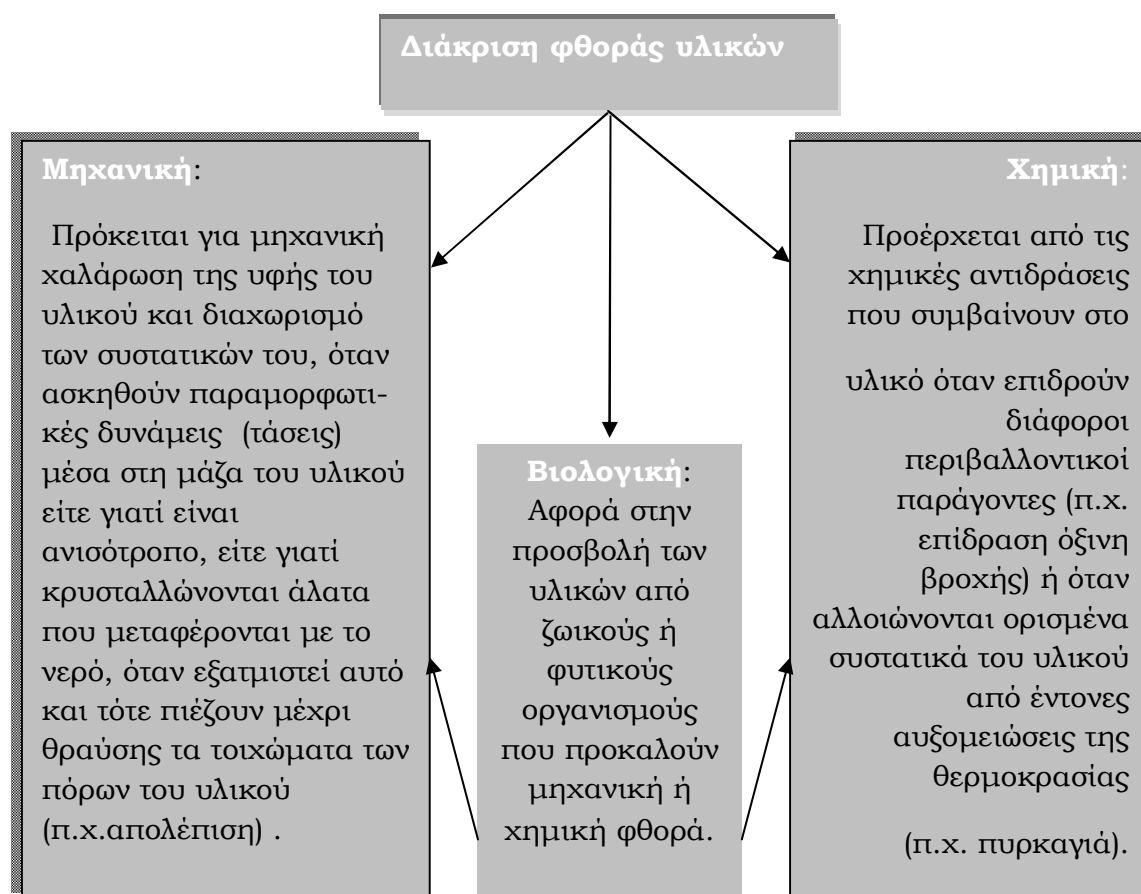
3.2.4 Ο ερπυσμός

Πρόκειται για το είδος της φθοράς κατά την οποία όταν ένα υλικό βρίσκεται υπό την επίδραση σταθερής τάσης, κάτω από υψηλή θερμοκρασία, υφίσταται πλαστική παραμόρφωση. Το υλικό σώμα κατά τον **ερπυσμό** μπορεί αρχικά να επιμηκυνθεί και τελικά να αστοχήσει, παρόλο που εφαρμοζόμενη τάση είναι μικρότερη από την αντοχή στην παραμόρφωση στη δεδομένη θερμοκρασία

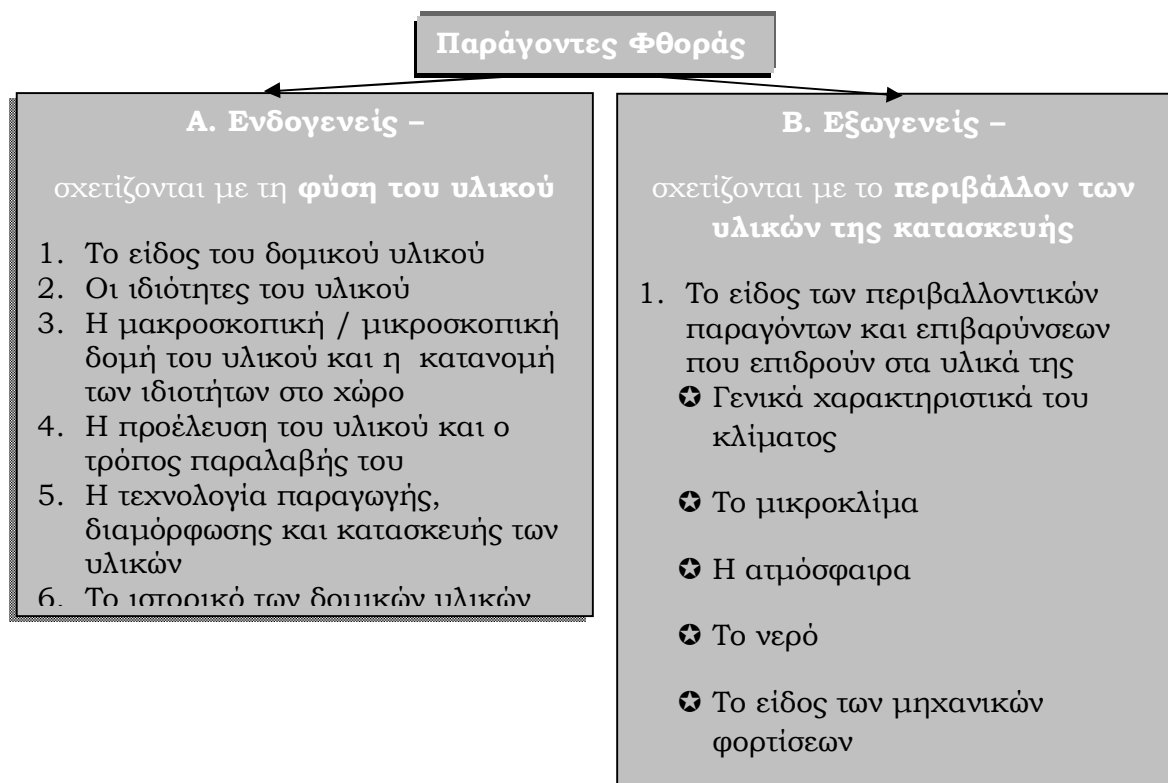
3.3 ΑΙΤΙΑ ΤΗΣ ΦΘΟΡΑΣ

Τα αίτια της φθοράς είναι άλλοτε **εξωγενή** (που προέρχονται από το περιβάλλον) και άλλοτε **ενδογενή** (που οφείλονται στη φύση των υλικών της κατασκευής και τη συμβατότητά τους όταν αυτά συνδυάζονται).

Τα εξωγενή αίτια μπορεί να προκαλέσουν μηχανικές μεταβολές από φορτία, εδαφική παραμόρφωση, παγετό κτλ. ή φυσικοχημικές μεταβολές από έντονες διακυμάνσεις θερμοκρασίας, υψηλή θερμότητας και υγρασίας, όπως επίσης προσβολή από περιβαλλοντικούς ρυπαντές. Κυριότερες μάλιστα αιτίες ανεπιθύμητων μεταβολών αποτελούν οι σεισμοί και οι πυρκαγιές. Συνέπεια των ανεπιθύμητων αυτών παραγόντων είναι οι βλάβες και οι φθορές των κατασκευών.



Η φθορά είναι συνάρτηση της αλληλεπίδρασης του υλικού με το περιβάλλον



3.3.1 A: Ενδογενείς παράγοντες

Είναι οι παράγοντες που σχετίζονται με τη **φύση του υλικού**:

A1) Το είδος του δομικού υλικού της κατασκευής.

Τα κυριότερα οικοδομικά υλικά που χρησιμοποιήθηκαν σε παλαιές κατασκευές, αλλά χρησιμοποιούνται και στις μέρες μας στις σύγχρονες είναι τα **μέταλλα** (όπως χάλυβες, μαντέμι, λευκοσίδηρος, χαλκός, μολύβι κ.ά.), οι διάφορες ποικιλίες **λίθων** (όπως ο πωρόλιθος, το μάρμαρο, ο σχιστόλιθος, ο γρανίτης κ.ά.), τα είδη **ξύλου** (όπως των κωνοφόρων, της δρυός, της λεύκας, κ.ά.), τα **κονιάματα** (οικοδομική λάσπη, σοβάδες, κ.ά.) και το **σκυρόδεμα** (μπετόν), τα **κεραμικά** (όπως οι πλίνθοι και τα κεραμίδια), διάφορα είδη **γυαλιού** (από τα καλλιτεχνικά βιτρώ μέχρι τα απλά τζάμια), και τα **σύνθετα - προηγμένα υλικά** (ρητίνες, πολυεστερικά ενισχυμένα με ίνες όπως το fiberglass και τα μεταλλοκεραμικά).

Είναι προφανές πως κάθε υλικό συμπεριφέρεται με το δικό του τρόπο στις φορτίσεις που υφίστανται από το περιβάλλον και έχει διαφορετικές παραμέτρους αντοχής. Η μελέτη της στερεάς κατάστασης είναι πιο προχωρημένη για τα μέταλλα. Έτσι γνωρίζοντας

περισσότερα για τη ομοιογένεια⁴ της δομής τους και τις ιδιότητές τους μπορούμε να προβλέψουμε με μεγαλύτερη ακρίβεια πότε και πώς θα αστοχήσουν⁵. Τα μέταλλα υφίστανται, κυρίως, μηχανική (π.χ. τριβή) και χημική φθορά (οξειδωση, διάβρωση). Αντιθέτως τα ετερογενή⁶ υλικά όπως οι λίθοι, τα κονιάματα, τα κεραμικά, προσβάλλονται περισσότερο από την όξινη βροχή και τις έντονες αυξομειώσεις της υγρασίας και θερμοκρασίας.

A2) Οι ιδιότητες των δομικών υλικών

Πρόκειται για τις Ορυκτολογικές (κρυσταλλογραφικό σύστημα, υφή κ.ά.) τις φυσικές, τις φυσικοχημικές, τις χημικές και τις μηχανικές ιδιότητες οι οποίες επηρεάζονται ποικιλοτρόπως από εξωγενείς παράγοντες. Για παράδειγμα αν ένα μεταλλικό υλικό υποστεί μηχανική φόρτιση κατά διαστήματα θα επηρεαστεί η αντοχή του στον εφελκυσμό, όχι όμως και η δυνατότητά του να η επιμηκύνεται κατά Δl αν αυξηθεί η θερμοκρασία κατά Δθ. Αν, όμως, αυξηθεί το πορώδες⁷ σ' ένα κονίαμα με τη δημιουργία συστήματος μικρορωγμών και απομάκρυνσης των κόκκων μεταξύ τους π.χ. από σεισμό, θα επηρεαστεί και η θερμική συμπεριφορά του υλικού, πέραν της μείωσης της αντοχής του σε μηχανικές καταπονήσεις.

A3) Η μάκρο⁸ και μίκρο⁹ δομή του υλικού

Η εξάπλωση της φθοράς στο υλικό έχει άμεση σχέση με τη μικροδομή του υλικού μια και παίζει καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση των φυσικο/μηχανικών ιδιοτήτων του. Π.χ. στα κεραμικά τόσο το μέγεθος των κόκκων όσο και η κατανομή τους αποτελούν καθοριστικό παράγοντα για τις μηχανικές ιδιότητες τους. Όσο πιο μικροί και ομοιογενείς σε κατανομή είναι γενικά οι κόκκοι τόσο μεγαλύτερη μηχανική αντοχή και αντίσταση στην κόπωση παρουσιάζουν.

A4) Η προέλευση του υλικού και ο τρόπος παραλαβής του

⁴ Ομογενές υλικό: διακρίνεται ένα μόνο συστατικό (φάση) με γυμνό μάτι ή ακόμη και με υπερμικροσκόπιο, - μέση διάμετρος δομικών λίθων $<10^{-7}$ cm

⁵ Αστοχία υλικού: θραύση

⁶ Ετερογενές υλικό: διακρίνονται περισσότερα του ενός συστατικά με γυμνό μάτι ή τουλάχιστον με μικροσκόπιο - μέση διάμετρος δομικών λίθων $>10^{-5}$ cm

⁷ Πορώδες: το δίκτυο των ανοικτών και κλειστών πόρων που περιέχουν αέρα ανάμεσα στους κόκκους του υλικού.

⁸ Η μικροδομή αντιστοιχεί σε κλίμακα της τάξης των μερικών μm για τις μηχανικές ιδιότητες

⁹ Η μακροδομή αντιστοιχεί σε κλίμακα μεγαλύτερη των μm .

Η προέλευση του υλικού είναι συνάρτηση της σύστασης και της μικροδομής του. Τα παραδοσιακά δομικά υλικά όπως είναι η πέτρα και τα διάφορα είδη μαρμάρου διαφοροποιούνται σημαντικά ανάλογα με την προέλευσή τους και τον τρόπο εξόρυξης ακόμη και αν προέρχονται από γειτονικά λατομεία (π.χ. μάρμαρο Πεντέλης και Διονύσου) και έχουν την ίδιο γεωλογικό ιστορικό σχηματισμού. Η προέλευση είναι ακόμη πιο καθοριστική στη διαμόρφωση της μικροδομής του υλικού στα σύνθετα υλικά όπως το τσιμέντο και τα κονιάματα, μια και οι πρώτες ύλες παρασκευής έχουν μεγαλύτερες πιθανότητες μικροδιαφορών στην αρχική σύσταση. Ας δούμε για παράδειγμα το κοινό τσιμέντο που είναι γνωστό στην αγορά ως τσιμέντο τύπου Πόρτλαντ Ι (Ordinary Portland Cement Type I). Αφορά σε μεγάλη γκάμα ασβεστο-πυριτικο-αργιλικών ενώσεων με παρόμοια χαρακτηριστικά και δομή. Ακόμα και σήμερα η σύσταση και μικροδομή των ενώσεων αυτών δεν είναι επακριβώς καθορισμένη. Έτσι, τσιμέντα από διαφορετική τσιμεντοβιομηχανία που χρησιμοποιεί παρεμφερείς πρώτες ύλες (ασβεστόλιθο, αργιλοπυριτικά, γύψος, πρόσθετα) έχουν διαφορετική σύσταση και αντίστοιχα διαφορετικές ιδιότητες (π.χ. μηχανική αντοχή, αντοχή σε χημικά, κτλ.)

Η γνώση της προέλευσης του υλικού και ο τρόπος παραλαβής του βοηθά τους ειδικούς στην αποτίμηση της φθοράς και την αποκατάστασή του υλικού.

A5) Η τεχνολογία παραγωγής, διαμόρφωσης και κατασκευής των δομικών υλικών

Η μικροδομή και οι ιδιότητες των δομικών υλικών σχετίζονται στενά με την τεχνολογία παραγωγής. Προφανώς η τεχνολογία παραγωγής αποτελεί μέρος της "ιστορίας" του υλικού και πρέπει να λαμβάνεται υπόψη σε όλα τα στάδια της ζωής του. Σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως τα ιστορικά δομικά υλικά (κονιάματα) η τεχνολογία παραγωγής είναι άγνωστη και πρέπει να αποκαλυφθεί εξειδικευμένη διαδικασία¹⁰. Μεγαλύτερη σημασία παίζει η εφαρμογή της κατάλληλης τεχνολογίας παραγωγής για τα κονιάματα που θα χρησιμοποιηθούν για αποκατάσταση παλαιότερων δομημάτων έτσι, ώστε να εξασφαλιστεί κατά το δυνατόν η συμβατότητά τους με τα παλαιά κονιάματα που υφίστανται στην κατασκευή.

A6) Το ιστορικό των δομικών υλικών

Τα μνημεία κατασκευάστηκαν αρχικά από κάποια υλικά και στη συνέχεια συντηρήθηκαν ή ανακατασκευάστηκαν προϊόντος του χρόνου. Προφανώς, τα αρχικά με τα των επεμβάσεων δεν έχουν την ίδια σύσταση, ακόμη και αν είναι της ίδιας φύσης π.χ. μάρμαρο που διαφέρει η γεωλογική του ιστορία από λατομείο σε λατομείο. Ακόμη πιο διαφορετική είναι η σύνθεση των συνθέτων υλικών όπως τα κονιάματα.

¹⁰ Διαδικασία της "αντίστροφη μηχανική" (reverse engineering) στην ορολογία των μηχανικών.

A7) Η συμβατότητα μεταξύ των υλικών

Ο πλέον, ίσως, καθοριστικός παράγοντας φθοράς από τους ενδογενείς είναι η συμβατότητα μεταξύ τους των δομικών υλικών που χρησιμοποιούνται σε μια κατασκευή. Η συμβατότητα μπορεί να αφορά διάφορους παράγοντες όπως:

- η **χημική σύσταση**, π.χ. η χρήση ενισχυτικών ινών που αντέχουν σε υψηλό pH¹¹, όπως αυτό που αναπτύσσεται κατά την διάρκεια της πήξης του τσιμέντου,
- ο **συντελεστής θερμικής διαστολής** να έχει όσο το δυνατόν παρόμοιες τιμές, ώστε κατά την διάρκεια θερμικών κύκλων¹² να μη παρατηρείται ανομοιογένεια στην διαστολή και στην ανάπτυξη τάσεων που αυτό συνεπάγεται,



Μάρμαρο με συγκολλήσεις τσιμεντοκονάματα και μεταλλικά στοιχεία. Από τις επεμβάσεις αποκατάστασης της ομάδας Ν. Μπαλάνου στα Προπύλαια (Ακρόπολη Αθηνών)

- η **πυκνότητα** να έχει παρόμοιες τιμές ώστε να αποφεύγεται η καθίζηση κ.ά.

Η ασυμβατότητα των υλικών είναι δυνατό να οδηγήσει

α) στην **αστοχία** τους, β) στην **μείωση της διάρκειας ζωής** τους, ή

γ) στην **εκλεκτική φθορά** σε ένα από τα υλικά του δομικού συστήματος.

3.3.2 B: Εξωγενείς παράγοντες

Είναι οι παράγοντες που αφορούν στο περιβάλλον **υλικού**:

B1) Το είδος των περιβαλλοντικών παραγόντων και φορτίσεων

Το περιβάλλον μέσα στο οποίο λειτουργούν τα υλικά παίζει καθοριστικό ρόλο για την ένταση και το είδος της φθοράς που θα υποστούν. Άλλη φόρτιση υφίστανται αν υπάρχει κοντά βιομηχανική ζώνη που επιβαρύνει με ρύπανση (και διαφοροποιείται από το είδος της βιομηχανίας), άλλη αν γειτνιάζουν με θαλασσινή ατμόσφαιρα, και άλλη αν είναι σε αστικό

¹¹ Περιβάλλον ισχυρά αλκαλικό pH>8.

¹² Θερμικός κύκλος: οι διαδοχικές θερμοκρασίες που παρουσιάζονται με την εναλλαγή των εποχών περιοδικά μέσα στο έτος.

περιβάλλον με έντονο κυκλοφοριακό. Κάθε είδος ατμόσφαιρας και το πόσο έντονη είναι ευνοεί και διαφορετικούς μηχανισμούς φθοράς στα δομικά υλικά.

B1.1) Το κλίμα της περιοχής γενικά

Το κλίμα παίζει μεγάλο ρόλο στη υφιστάμενη κατάσταση των κατασκευών. Σε ξηρό κλίμα π.χ. η διατήρηση είναι καλύτερη. Δεν είναι τυχαίο που στην Γκίζα της Αιγύπτου διατηρήθηκε σε εξαιρετική κατάσταση το πλοίο του Χέοπα κατασκευασμένο μόνο από ξύλο και σχοινιά, χωρίς σημαντικές αλλοιώσεις από μύκητες, έντομα κτλ. μια και η έλλειψη υγρασίας δεν ευνοούσε τη διατήρηση των μορφών ζωής που καταστρέφουν την κυτταρίνη.

Όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση, η διάρκεια και η συχνότητα της επίδρασης των περιβαλλοντικών παραγόντων και φορτίσεων στα δομικά υλικά, είναι προφανές, πως θα προκαλεί και μεγαλύτερη φθορά. Αν και οι τρεις αυτοί εξωγενείς παράγοντες, δρουν συνήθως αθροιστικά, τα αποτελέσματά τους εξαρτώνται σημαντικά το είδος και η μικροδομή του υλικού.

B1.2) Το μικροκλίμα



Η τοιχοποιία από πωρόλιθο τραχείας επιφάνειας έχει υποστεί διαφορετικού τύπου φθορά στη βάση της που θεμελιώνεται μέσα στην τάφρο (υψηλή υδατοαπορρόφηση) και στο 1/3 του ύψους της (κυψέλωση από κρυστάλλωση αλάτων).

Το μικροκλίμα που διαμορφώνεται γύρω και μέσα στην κατασκευή, η ποσότητα της υγρασίας και το πώς κατανέμεται αυτή αποτελούν καθοριστικό παράγοντα φθοράς.

Ανάλογα με τη θέση του δομικού υλικού στην κατασκευή η ένταση των περιβαλλοντικών παραγόντων, ο τρόπος κατανομής τους και ο προσανατολισμός έκθεσης σ' αυτούς επηρεάζουν στην αστοχία και φθορά των υλικών. Είναι δυνατόν, π.χ. στον ίδιο τύπο λίθου μιας τοιχοποιίας να παρατηρούνται διαφορετικού τύπου φθορές ανάλογα με την θέση του στην κατασκευή, έτσι στα κατώτερα στρώματα της τοιχοποιίας παρατηρείται φθορά λόγω υγρασίας, και σε ανώτερα στρώματα φθορά εξαιτίας κρυστάλλωσης των αλάτων. Σημασία έχει η μορφή της επιφάνειας ακόμη και από το ίδιο υλικό. Η τραχεία επιφάνεια είναι πιο ευαίσθητη από τη λεία, για παράδειγμα στην προσβολή από τη βροχόπτωση.

Ακόμη το μέγεθος και το σχήμα του ίδιου δομικού υλικού, παίζει ρόλο. Άλλη ένταση φθοράς έχουν τα μεγάλα κομμάτια πωρόλιθου από ό, τι μικρότερα που συγκολλούνται με κονιάματα αρμών. Σημαντικό ρόλο παίζει και η συμβατότητα των υλικών μεταξύ τους.

B1.3) Η ατμόσφαιρα

Ο ατμοσφαιρικός αέρας στην τροπόσφαιρα αποτελείται κυρίως από N_2 (78% v/v), O_2 (21% v/v), CO_2 (0,03% v/v) και ευγενή αέρια (0,9% v/v). Ατμοσφαιρική ρύπανση είναι η αλλοίωση της παραπάνω σύστασης με βλαβερές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς, καθώς και στο υλικό και πολιτισμικό περιβάλλον.

Ατμοσφαιρικός αέρας με ρύπους από βιομηχανική ή αστική δραστηριότητα, όπως και αυτός που διαμορφώνεται σε παραθαλάσσιες περιοχές αποτελεί μόνιμη απειλή φθοράς των δομικών υλικών των δομημάτων και ιδιαίτερα των μνημείων.

Οι ρύποι¹³ του ατμοσφαιρικού αέρα είναι αυτοί που εκπέμπονται από φυσικές ή ανθρώπινες δραστηριότητες (πρωτογενείς) και αυτοί που προκύπτουν από αντίδραση των πρωτογενών ρυπαντών μεταξύ τους ή αντίδραση ρυπαντών με τα συστατικά του ατμοσφαιρικού αέρα (δευτερογενείς).

Η πρώτη μορφή ρύπανσης που παρατηρήθηκε στη βιομηχανική κοινωνία ήταν η **αιθαλομίχλη** ή καπνομίχλη. Το καύσιμο τότε ήταν ο άνθρακας (γαιάνθρακες) και το Λονδίνο ήταν η πρώτη μεγαλούπολη που υπέφερε από το σταχτί νέφος των καμινάδων. Ένα άλλο είδος ρύπανσης που εμφανίστηκε πολύ αργότερα, ιδιαίτερα στο Λος Άντζελες, είναι η φωτοχημική ρύπανση ή **φωτοχημικό νέφος**, το οποίο οφείλεται στα καυσαέρια των αυτοκινήτων. Οι ρυπαντές και στις δύο περιπτώσεις είναι αέριοι ή στερεοί. Αέριοι είναι τα οξείδια του άνθρακα CO_x , τα οξείδια του αζώτου NO_x , τα οξείδια του θείου SO_x , το όζον O_3 , οι υδρογονάνθρακες C_xH_y και υπεροξείδια (γνωστά με τον κωδικό PAN). Οι στερεοί ρυπαντές αιωρούνται στον αέρα σε μορφή μικροσκοπικών σωματιδίων και είναι η αιθάλη (καπνιά), οι ενώσεις μολύβδου, ο αμίαντος κ.ά.

Στις παραθαλάσσιες περιοχές ο ατμοσφαιρικός αέρας εμπλουτίζεται με σταγονίδια διαλύματος χλωριούχων αλάτων, κυρίως, διαλυμάτων $NaCl$. Τον εμπλουτισμένο αυτό με αλατονέφωση αέρα αποκαλούμε θαλασσινή ατμόσφαιρα. Όσο πιο κοντά στις ακτές η θαλασσινή ατμόσφαιρα είναι πιο πλούσια σε $NaCl$, αλλά εκτείνεται εξασθενούμενη μέχρι και μια απόσταση 500km προς τα ηπειρωτικά.

B1.4) Το νερό

Ο σημαντικότερος, ίσως, παράγοντας φθορά των υλικών είναι το νερό. Πώς όμως το νερό φτάνει στα δομικά υλικά;

¹³ Οι ουσίες που προκαλούν τη ρύπανση του αέρα ονομάζονται ρύποι ή ρυπαντές.

Α) Ένας τρόπος είναι από τα **υδάτινα μετέωρα** ως κατακρημνίσματα βροχής, χαλάζι, χιόνι. Αν η ποιότητα της ατμόσφαιρας είναι επιβαρυμένη, κυρίως σε βιομηχανική ή αστική περιοχή, η χημική σύσταση των κατακρημνισμάτων είναι όξινης αντίδρασης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το νερό της βροχής να παρουσιάζει διαβρωτική και διαλυτική δράση εξαιτίας των ιόντων της ρυπασμένης ατμόσφαιρας που διαλύονται σ' αυτό (όξινη βροχή). Ο τρόπος που εισχωρεί το νερό στα κτίρια εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της κατασκευής, την κατάσταση της επιφάνειας, την ένταση της βροχής και τη διεύθυνση και ένταση ανέμων κτλ.

Β) Άλλος συνήθης τρόπος είναι η **τριχοειδής αναρρίχηση υγρασίας** από το έδαφος. Σε εδάφη θεμελίωσης κατασκευών που υπάρχουν υπόγεια νερά, ή γειτονεύουν με επίγειους υδάτινους σχηματισμούς (ποτάμι, λίμνη, ή θάλασσα), το νερό ανέρχεται αυθόρμητα μέσα στα τριχοειδή στην περίπτωση που οι δυνάμεις συνάφειας προς τα τοιχώματά των τριχοειδών είναι ισχυρότερες από τις δυνάμεις συνοχής μεταξύ των μορίων του νερού. Η ένταση της αναρρόφησης εξαρτάται από τη φύση της επιφάνειας των τριχοειδών και τη διάμετρό τους. Όσο πιο λεπτά (μικρής διαμέτρου) είναι τα τριχοειδή, τόσο η τάση προς αναρρίχηση αυξάνει. Η τάση αυτή είναι συχνά αρκετά μεγάλη, ώστε να υπερβαίνει τη βαρύτητα και να προκαλεί άνοδο του νερού μέσα στο δίκτυο των τριχοειδών σωλήνων του λίθου.

Γ) Με τις απότομες θερμοκρασιακές μεταβολές και την προϋπόθεση η ατμόσφαιρα να περιέχει σχετικά μεγάλο ποσοστό υγρασίας, προκαλείται **συμπύκνωση της ατμοσφαιρικής υγρασίας**, με αποτέλεσμα την απόθεση σημαντικών ποσοτήτων νερού στην επιφάνεια και στο εσωτερικό των τοίχων. Το φαινόμενο αυτό εκδηλώνεται όταν η θερμοκρασία της επιφάνειας της πέτρας πέφτει κάτω από το σημείο δρόσου των ατμών, κοντά στην επιφάνεια.

Δ) Σε παραθαλάσσιες κατασκευές μεταφέρονται απευθείας **σταγονίδια από τη θάλασσα**, που μπορούν να φθάσουν στα διάφορα σημεία ενός κτιρίου. Αυτό επιτυγχάνεται άλλοτε άμεσα μέσω του αφρισμού και άλλοτε με τη βοήθεια του ανέμου σε απόσταση μερικών μέτρων, έως και χιλιομέτρων από τη θάλασσα. Εξαρτάται από τη διεύθυνση και ένταση των ανέμων καθώς και την γεωμορφολογία της περιοχής. Το χαρακτηριστικό του θαλασσινού νερού είναι η υψηλή περιεκτικότητά του σε άλατα. Εκτός αυτών περιέχεται διαλυμένο O_2 , H_2S , NH_3 και άλλες ενώσεις του αζώτου που προκύπτουν τον μεταβολισμό βακτηριδίων. Η διαλυτότητα των πετρωμάτων στο θαλασσινό νερό είναι διαφορετική από αυτή στο γλυκό (μέχρι 10% περισσότερο).

B1.5) Οι μηχανικές καταπονήσεις

Αν εφαρμόζονται εφελκυστικές, διατμητικές ή θλιπτικές τάσεις, αν λάβουν χώρα σεισμικές δονήσεις, αν παρουσιάζονται θερμοκρασιακές μεταβολές (διαστολές-συστολές), εκτριβή, διόγκωση υλικού εξαιτίας χημικής αντίδρασης (π.χ. διάβρωση μεταλλικών σύνδεσμων), κρυστάλλωση αλάτων και σχηματισμός πάγου, κ.ά. θα ευνοηθούν διαφορετικοί μηχανισμοί φθοράς των δομικών υλικών. Π.χ. όταν εφαρμοστούν σε μια τσιμεντένια κατασκευή εφελκυστικές τάσεις από υπερφόρτωση ή σεισμό, το τσιμεντοκονίαμα θα σπάσει δημιουργώντας μεγάλες ρωγμές. Αν από την άλλη, εξατμιστεί νερό από τους πόρους ενός δομικού υλικού, που μετέφερε διαλυτά άλατα, και αυτά με τη σειρά τους κρυσταλλωθούν θα προκαλέσουν διόγκωση των πόρων, θα ραγίσουν τα τοιχώματά τους και βαθμιαία θα αποσαθρώσουν το υλικό.

B1.6) Οι συνθήκες λειτουργίας του ίδιου δομικού υλικού

Τα ίδια δομικά υλικά έχουν συχνά διαφορετικές χρήσεις μέσα στην ίδια κατασκευή. Στις σύγχρονες κατασκευές χρησιμοποιείται τσιμέντο: σε κολώνες και δοκούς, σε εσωτερικές ή εξωτερικές τοιχοποιίες, σε δάπεδα κτλ. Έτσι το ίδιο υλικό θα υποστεί ποικιλία καταπονήσεων από περιβαλλοντικούς παράγοντες ανάλογα με τη θέση στο δόμημα και είναι φυσικό να εμφανιστούν άλλοι μηχανισμοί και ένταση φθοράς σε κάθε περίπτωση.

B1.7) Ορισμένοι βιολογικοί παράγοντες

Οι ζωντανοί οργανισμοί (φυτικοί, ζωικοί, μύκητες, βακτήρια) που αναπτύσσονται και ζουν μέσα και γύρω από την κατασκευή επηρεάζουν τα δομικά υλικά δημιουργώντας ξεχωριστούς μηχανισμούς τόσο φυσικοχημικής, όσο και μηχανικής φθοράς.

B2) Το γεωτεχνικό πλαίσιο θεμελίωση της κατασκευής

Η γεωλογική αστάθεια του εδάφους θεμελίωσης των κατασκευών είναι ο άλλος εξωγενής παράγοντας φθοράς. Μορφές γεωλογικής αστάθειας είναι:

B2.1) Οι κατολισθήσεις

Οι κατολισθήσεις είναι μια σύντομη και απότομη διεργασία διάβρωσης που οδηγεί σε αποκοπή πετρωμάτων από τις πλαγιές (πρανή¹⁴) των βουνών ή των κοιλάδων, ξεχωρίζοντάς τα από το υπόλοιπο σταθερό τμήμα με μια διακριτή επιφάνεια, με αποτέλεσμα να μεταβάλλει το γεωμορφολογικό ανάγλυφο μιας περιοχής.

¹⁴ Πρανές: το κατηφορικό έδαφος, αυτό που έχει κλίση προς τα κάτω, η πλαγιά λόφου ή όρους

Η ευστάθεια των φυσικών πρανών εξαρτάται από συνεκτικότητα των εδαφών, τη διογκωσιμότητά τους την ευκολία αποσάθρωσης και αποσύνθεσης τους, το πάχος και τη διάταξη των στρωμάτων, ο προσανατολισμός των ασυνεχειών σε σχέση με το πρανές, η ύπαρξη ζωνών διάρρηξης κτλ. Εξάλλου σημασία για την ευστάθεια έχουν η γεωμετρία των πρανών, το ύψος τους, η κλίση τους, το είδος της φυτοκάλυψης, το κλίμα, ο προσανατολισμός τους και η υγρασία.

Κατά τις κατολισθήσεις των πρανών εκδηλώνεται πάντα αστοχία του υλικού με διάτμηση. Τη διατμητική τάση επαυξάνουν

α. η ελάττωση της πλευρικής στήριξης που προέρχεται από διάβρωση του κάτω άκρου του πρανού από ροή ποταμών ή θαλάσσιου κύματος, από υπόγειες διαβρώσεις από διαλυτούς σχηματισμούς ή απόπλυσης των στρωμάτων άμμου, από σύνθλιψη υποκείμενων σχηματισμών, από εκδήλωση προηγούμενων καταπτώσεων, ολισθήσεων, καθιζήσεων ή μεγάλων ρηγματώσεων, από ανθρώπινες δραστηριότητες όπως εκσκαφή του άκρου, πτώση στάθμης τεχνητών λιμνών κ.ά.

β. η επιφόρτιση από βρόχινο νερό, χιόνι, συγκέντρωση και εναπόθεση κορημάτων¹⁵ πάνω στα πρανή, από βλάστηση κυρίως δένδρων, από υπόγειο νερό ή ανθρώπινες δραστηριότητες (επιχωματώσεις, κατασκευές κτιρίων, βάρος νερού και άλλων υγρών που μεταφέρονται με αγωγούς, κανάλια, κτλ.).

γ. η επίδραση σεισμών και τεχνητών δονήσεων από εκρήξεις, κυκλοφορία βαριών οχημάτων κτλ.

δ. η ανάπτυξη πλευρικών πιέσεων από υδροστατική πίεση σε ρωγμές και κοιλώματα, πάγωμα νερού ρωγμών, διόγκωση εξαιτίας ενυδάτωσης των αργίλων, ή από τάσεις τεκτονικών αιτίων.

B2.2) Οι καθιζήσεις

Με τον όρο καθίζηση εννοούμε την κατακόρυφη μετατόπιση της επιφάνειας του εδάφους που προέρχεται κυρίως από συμπίκνωση ή απώλεια υλικού σε μεγαλύτερο βάθος. Αυτό μπορεί να οφείλεται α) σε ανθρώπινα έργα όπως διάνοιξη μεταλλείων ή πηγαδιών, β) σε καρστικά¹⁶ φαινόμενα και διάλυση πετρωμάτων, γ) σε κατασκευή σιράγγων (κυρίως τοπικής σημασίας), δ) παγκόσμιες αλλαγές της επιφάνειας της γης που οφείλονται σε άλλα

¹⁵ Κορήματα: θραύσματα πετρωμάτων και γεώδη υλικά που προέρχονται από μηχανική αποσάθρωση πρανών.

¹⁶ Καρστικά φαινόμενα: Το επιφανειακό και υπόγειο νερό, με τη διαβρωτική και διαλυτική του δράση, προκαλεί το σχηματισμό χαρακτηριστικών (επιφανειακών ή υπόγειων) μορφών στις ορεινές ασβεστολιθικές περιοχές που συναντά στην πορεία του, όπως αυλάκια, κοιλώματα, πηγάδια, καταβόθρες, σπήλαια, κ.ά.

ευρύτερα γεωλογικά γεωδυναμικά φαινόμενα. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να γίνει πρόγνωση τέτοιων φαινομένων.

Σχετικά με τα μνημεία και τις ιστορικές θέσεις, καθίζηση μπορεί να συμβεί εξαιτίας της γενικότερης τάσης στην ευρύτερη περιοχή ή εξαιτίας μεταγενέστερης του μνημείου αλλαγής στην ισορροπία του γεωλογικού υλικού στη συγκεκριμένη θέση. Αυτή η αλλαγή μπορεί να είναι προοδευτική ή απότομη.

Οι τύποι καθίζησης διακρίνονται σε αύξηση της πυκνότητας [ρ] του εδάφους και υπεδάφους (συμπύκνωση), σε κατάρρευση υπόγειων κοιλοτήτων (σπηλαίων, μεταλλείων), σε αποστράγγιση οργανικών εδαφών και σε παραμόρφωση του στερεού φλοιού από ηφαίστεια, σεισμούς, παγετώδεις περιόδους.

Όσον αφορά στην καθίζηση δομημάτων, όπως είναι τα μνημεία, η καθίζηση μπορεί να είναι: η προοδευτική καθοδική κίνηση της κατασκευής εξαιτίας στερεοποίησης του εδάφους κάτω από τη θεμελίωση, η προοδευτική υποχώρηση υπερκείμενων στρωμάτων από υπόγειες εκμεταλλεύσεις για την εξαγωγή ορυκτού πλούτου ή νερού και υποχώρηση επιφανειακών στρώσεων από τη συμπύκνωση των υποκείμενων ιζημάτων.

B2.3) Οι σεισμοί

Σεισμός είναι η απότομη διατάραξη στο εσωτερικό του στερεού φλοιού της Γης που εκδηλώνεται στη επιφάνειά της ως κίνηση του εδάφους από αίτια όπως α) τη μετακίνηση των λιθοσφαιρικών πλακών, β) την επέκταση ρηγμάτων μεταξύ των λιθοσφαιρικών πλακών, γ) την ηφαιστειακή δραστηριότητα, δ) την κατακρήμνιση υπογείων σπηλαίων και ε) το συνδυασμό φυσικών αιτιών με ανθρώπινη δραστηριότητα π.χ. θεμελίωση υδατοφραγμάτων. Ο σεισμός υποβάλει σε ισχυρή δυναμική καταπόνηση κάθε είδους κατασκευές και δομήματα προκαλώντας πρωτογενώς βλάβες και δευτερογενώς φθορές αν συμπαραομαρτούν και άλλοι παράγοντες όπως πυρκαγιά (που συχνά ακολουθεί).

Η καταστρεπτικότητα της σεισμικής δόνησης είναι συνάρτηση της συχνότητας ταλάντωσης και της ταχύτητας μετάδοσης της. Οι συχνότητες καταπόνησης που κυμαίνονται μεταξύ 8-80 Hz προκαλούν σοβαρές βλάβες ανάλογα με τις μέγιστες ταχύτητες θα που παρουσιάσουν. Οι παλαιές κατασκευές, όπως τα μνημεία, με ιστορικό σε καταπονήσεις στο παρελθόν, αντέχουν οριακά ταχύτητες 2-5 mm/sec. Αντιθέτως ισχυρές κατασκευές μπορούν να αντέξουν ταχύτητες 10-40 mm/sec.

3.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΦΘΟΡΑΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

3.4.1 Επίδραση της θερμοκρασίας

Οι υψηλές θερμοκρασίες επιταχύνουν τα φαινόμενα διάβρωσης στην επιφάνεια των υλικών, ενώ παράλληλα ελαττώνουν την αντοχή τους, επειδή οδηγούν σε μεταβολές της μικροδομής τους. Επίσης επιτείνουν την εμφάνιση φαινομένων **ερπυσμού** στα υλικά (κυρίως στα μέταλλα και τα πολυμερή). Το γεγονός αυτό οδηγεί σε εμφάνιση προβλημάτων κατά τη λειτουργία, με αποτέλεσμα τη μείωση του χρόνου ζωής των υλικών.

Οι λίθοι, ως τεμάχια πετρωμάτων, συνίστανται από περισσότερα του ενός ορυκτά με καθορισμένη χημική σύσταση που διαφέρουν ως προς τις θερμικές ιδιότητες. Με τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας τα ορυκτά διαστέλλονται και συστέλλονται με διαφορετική ταχύτητα και σε διαφορετικό βαθμό. Αποτέλεσμα είναι να αναπτύσσονται, μηχανικές τάσεις μέσα στο λίθο. Ανάλογα φαινόμενα παρουσιάζονται σ' όλα τα σύνθετα δομικά υλικά, όπως και στα σύγχρονα τσιμεντοκονιάματα και σκυροδέματα.

Η ποσότητα της απορροφούμενης θερμικής ακτινοβολίας εξαρτάται και από το χρώμα των ορυκτών οδηγώντας σε διαφορετικά μεγέθη διαστολής μέσα στο ίδιο πέτρωμα.

3.4.2 Επίδραση των ακτινοβολιών

Η επίδραση ακτινοβολιών προκαλεί φθορά των υλικών μεταβάλλοντας την κρυσταλλική ή μοριακή δομή τους. Το φαινόμενο αυτό, που συχνά υποβοηθείται από την επίδραση του οξυγόνου, οδηγεί σε θρυμματισμό, ή σε εμφάνιση ρωγμών και σε ελάττωση της μηχανικής αντοχής του υλικού. Φαινόμενα φθοράς από ακτινοβολίες παρουσιάζονται εντονότερα στα πολυμερή. Ειδικότερα, η επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας ή άλλων ακτινοβολιών υψηλής ενέργειας στα πολυμερή έχει ως αποτέλεσμα τη διάσπαση των μακρομορίων τους (πολυανθρακικών αλυσίδων).

3.4.3 Επίδραση της υγρασίας

Το **νερό**, σε όλες του τις φυσικές καταστάσεις, αποτελεί το σπουδαιότερο παράγοντα φθοράς των δομικών υλικών.

Ως στερεό/πάγος: Όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι χαμηλότερη από 0° C, το νερό στερεοποιείται και μετατρέπεται σε πάγο. Η ίδια μάζα νερού παρουσιάζει μεγαλύτερο όγκο από αυτόν που καταλάμβανε ως υγρό (παράδοξο του νερού). Η διαστολή όταν συμβαίνει μέσα στο κλειστό δίκτυο των πόρων του υλικού (που το ίδιο, αντιθέτως, έχει υποστεί συστολή από την ταπείνωση της θερμοκρασίας) έχει ως αποτέλεσμα τη διάρρηξη των πόρων, όπως ακριβώς συμβαίνει με το δίκτυο ύδρευσης και τις σωληνώσεις του νερού

με τις παρατεταμένες χιονοπτώσεις και τον παγετό. Τέτοιου είδους καταστροφές εκδηλώνονται σε περιοχές όπου οι κλιματολογικές συνθήκες δημιουργούν συχνά θερμοκρασίες κάτω από το μηδέν. Οι δομικοί λίθοι επηρεάζονται από τον κύκλο πήξης / τήξης του νερού, ακόμη και όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος παραμένει σταθερή.

Η φθορά που προκαλεί ο παγετός στα δομικά υλικά είναι συνάρτηση της σύνθεσης του, του πορώδους του, της διαπερατότητάς του και της θέσης του και του προσανατολισμού του στην κατασκευή. Δομικοί λίθοι με μεγάλο πορώδες εμφανίζουν μικρότερη αντίσταση στον παγετό από ό, τι οι πιο συμπαγείς.

Η φθορά που εκδηλώνεται είναι διαφόρων μορφών όπως ρηγμάτωση, αποφλοιώση και αποκόλληση τεμαχίων.

Ως υγρό/νερό: Με τη μορφή ισχυρών καταιγίδων και χαλαζόπτωσης το νερό προκαλεί μηχανικές διαβρώσεις στις επιφάνειες που πέφτει, ιδιαίτερα σε ήδη εξασθενημένα από χημική διάβρωση σημεία του υλικού.

Ως αναγκαίος παράγοντας για την ανάπτυξη μορφών ζωής: Οι βιολογικές δράσεις, σχεδόν στο σύνολό τους, συμβαίνουν μόνο με παρουσία υγρασίας.

Ως μέσο μεταφοράς το νερό διακινεί:

- διαλυτά άλατα μέσα από το δίκτυο των πόρων των υλικών, τα οποία στις κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας κρυσταλλώνονται, ανακρυσταλλώνονται, ενυδατώνονται μέσα στο λίθο και ευθύνονται για την ανάπτυξη ισχυρών πιέσεων που προκαλούν διάρρηξη των πόρων και αποσάθρωση του υλικού.
- αέριους ρύπους είτε με τη μορφή βροχής, είτε δημιουργώντας με τη μορφή σταγονιδίων πυρήνες συμπύκνωσης. Οι ρύποι αυτοί παρουσιάζουν, κυρίως, όξινο χαρακτήρα και σχηματίζουν όξινα διαλύματα ιδιαίτερα επικίνδυνα, ειδικά για τους λίθους που αποτελούνται από ανόργανα ανθρακικά άλατα. Μια μεγάλη ποικιλία αντιδράσεων λαμβάνουν χώρα μόνο παρουσία νερού τόσο στην επιφάνεια όσο και στο εσωτερικό της πέτρας (ανταλλαγή ιόντων κατά τις μεταθετικές αντιδράσεις, διάσπαση αλάτων, κ.ά.).

3.4.4 Επίδραση των διαλυτών αλάτων

Ένα από τα κυριότερα αίτια φθοράς των δομικών υλικών αποτελούν τα διαλυτά άλατα, που κυκλοφορούν με μέσο μεταφοράς το νερό μέσα και πάνω στην επιφάνεια των λίθων. Το είδος των αλάτων, που εντοπίστηκαν στα μνημεία και δε διαφέρουν από αυτά που υπάρχουν και στα νεότερα κτίσματα είναι συνήθως θειικά, νιτρικά, ανθρακικά και χλωριούχα άλατα αλκάλιων και αλκαλικών γαιών και προέρχονται: α) από το θαλασσινό νερό που παρασύρεται από τον άνεμο, β) τα υπόγεια νερά που κινούνται ανάμεσα στα πετρώματα και διαλυτοποιούν ανόργανα άλατα, γ) τους αέριους ρύπους της ατμόσφαιρας με

όξινο χαρακτήρα που μεταφέρονται από τον αέρα και προσκολλώνται στις στερεές επιφάνειες (όπως τα οξείδια του θείου και του αζώτου) και γ) από άμεση επαφή με το τσιμέντο που είναι σημαντική πηγή διαλυτών αλάτων. Η κίνηση των διαλυτών αλάτων μέσα στην πέτρα γίνεται με ωσμωτικά¹⁷ φαινόμενα, διάχυση¹⁸, διαπίδυση¹⁹ και τριχοειδή αναρρίχηση.

3.4.5 Επίδραση των ατμοσφαιρικών σωματιδίων

Ατμοσφαιρικά σωματίδια αποκαλούμε τα μικρά κομμάτια της ύλης (σε στερεή ή υγρή μορφή) που αιωρούνται στην ατμόσφαιρα με τη μορφή σκόνης ή σταγονιδίων. Το μέγεθός τους είναι της τάξης των nm ($1\text{nm}=10^{-9}\text{ m}$). Ανάλογα από τη πηγή προέλευσης έχουν τόσο διαφορετικό μέγεθος όσο και χημική σύσταση. Προέρχονται από φυσικές ή ανθρωπογενείς δραστηριότητες.

- **Φυσικές πηγές** προέλευσης είναι: το έδαφος, οι πυρκαγιές, τα ηφαίστεια, η εξάτμιση του θαλασσινού νερού και η μεταφορά των υδρατμών από τον άνεμο και οι ακτές από τις οποίες σηκώνονται σταγονίδια νερού και άμμου.
- **Ανθρωπογενείς πηγές** αποτελούν: τα λατομεία, οι οικοδομικές εργασίες, διάφορες εστίες καύσης όπου σχηματίζεται στάχτη και καρβουνόσκηνη, μεταλλουργική βιομηχανία και βιοτεχνία που διοχετεύει στην ατμόσφαιρα οξείδια και άλατα μετάλλων, τα διυλιστήρια πετρελαίου, η αστική κυκλοφορία των οχημάτων, οι κεντρικές θερμάνσεις και οι τσιμεντοβιομηχανίες, κ.ά.

Ανάλογα με το χρόνο αιώρησής τους τα ατμοσφαιρικά σωματίδια διακρίνονται σε:

1. Ανάπιπτα²⁰ ή **σκόνη**: Θεωρούνται τα μεγάλου μεγέθους, μεγαλύτερα από 10 nm, στερεά αιωρούμενα σωματίδια, με μικρό χρόνο αιώρησης και σημαντική ταχύτητα καθίζησης. Τα ανάπιπτα, ποικίλουν ως προς την χημική τους σύσταση. Σε βιομηχανικές περιοχές η περιεκτικότητά τους είναι μεγαλύτερη σε Fe_2O_3 , CaO και SO_4^{2-} . Στις αστικές περιοχές, υπερτερούν τα SiO_2 , Cl^- .

2. Αιωρούμενα σωματίδια: Στερεά, υγρά ή μίγμα στερεών και υγρών σωματιδίων με μεγάλο χρόνο αιώρησης και μέγεθος από 1 έως 10 μm . Διακρίνονται σε **πρωτογενή**

¹⁷ Ωσμωση: μεταφορά μορίων διαλύτη, μέσω ημιπερατής μεμβράνης, από το αραιότερο προς το πυκνότερο διάλυμα, με τάση να εξισορροπηθεί η συγκέντρωση των διαλυμένων ουσιών στα διαλύματα εκατέρωθεν της μεμβράνης.

¹⁸ Διάχυση: η τάση διασποράς μίας ουσίας μέσα σε μία άλλη προς σχηματισμό ομογενούς μίγματος.

¹⁹ Διαπίδυση: διάχυση ουσιών μέσω πορώδους διαφράγματος.

²⁰ Ανάπιπτο σωματίδιο: (ανά + πίπτω), αφού αιωρηθεί ορισμένο χρονικό διάστημα ξαναπέφτει στο έδαφος λόγω βαρύτητας

(σωματίδια που εκπέμπονται απευθείας από την πηγή) ή **δευτερογενή** (που παράγονται από χημικές αντιδράσεις) αερίων φάσεων.

3. Καπνός: Κομμάτια άνθρακα σε κολλοειδή²¹ διασπορά και άλλων καμένων ή άκαυστων υπολειμμάτων καύσιμων υλών. Παρουσιάζει μαύρο χρώματος, μεταφέρονται με τον αέρα και προέρχονται από ατελείς καύσεις οργανικών ενώσεων.

3.4.6 Επίδραση αερολύματων

Αερόλυμα ή (όπως είναι περισσότερο γνωστό) αεροζόλ²² είναι σταθερό κολλοειδές σύστημα διασποράς στερεού σε αέριο Σ/Α και υγρού σε αέριο Υ/Α, δηλαδή αεροδιάλυμα. Κοινή αντίληψη αυτής της μορφής υλικού έχουμε από τα εκκνεφώματα των αφρών ή των σπρέι που εξέρχονται όταν πατηθεί η βαλβίδα και ελευθερωθεί το αεροζόλ που φυλάσσεται σε δοχείο υπό πίεση (αποσμητικά, εντομοκτόνα κτλ. όπου οι δραστικές στερεές ή υγρές ουσίες βρίσκονται σε λεπτή διασπορά μέσα στο προωθητικό αέριο).

Τα αερολύματα που προκαλούν φθορά στις κατασκευές, και κατ' επέκταση στα μνημεία, είναι:

α) φυσικής προέλευσης από θαλάσσιες και ηπειρωτικές πηγές. Το θαλάσσιο αερόλυμα περιέχει, κυρίως, σταγονίδια διαλύματος NaCl ή /και σκόνη από το έδαφος διασπαρμένα στον αέρα, ενώ το ηπειρωτικό περιέχει διάλυμα $(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)$.

β) ανθρωπογενούς δραστηριότητας από αερολύματα που δημιουργούνται ως απόβλητα βιομηχανικής δράσης και καύσεων σε διαφόρων μορφών καυστήρες.

²¹ Κολλοειδή ή μικροετερογενή συστήματα διασποράς (κατά τον W. Ostwald) είναι αυτά στα οποία η διάμετρος των σωματιδίων της ουσίας που διασπείρεται στο μέσο διασποράς κυμαίνεται από 10^{-7} - $5 \cdot 10^{-5}$ cm.

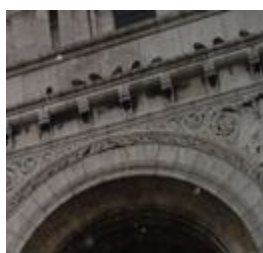
²² Αεροζόλ: από το γαλλικό *aérosol* = *aéro* + *sol*(ution)



Οι καμινάδες των εργοστασίων της βιομηχανικής ζώνης δίπλα στον αρχαιολογικό χώρο της Ελευσίνας

3.4.7 Επίδραση ζώντων οργανισμών

Πτηνά (εικ. α), φυτά (εικ. β) και μικροοργανισμοί (εικ. γ & δ), όπως τα βακτήρια και οι μύκητες, κάνουν αισθητή την παρουσία τους στα συνήθη κτίσματα χωρίς να παραλείπουν τα λίθινα ιστορικά μνημεία. Οι μικροοργανισμοί παίζουν σημαντικό ρόλο στο μετασχηματισμό των πετρωμάτων στο φυσικό περιβάλλον. Σ' αυτούς, κατά μεγάλο μέρος, οφείλεται ο σχηματισμός εδαφών²³ από πετρώματα, όπως και ο σχηματισμός των κύκλων διαφόρων στοιχείων στη φύση (κύκλοι N_2 , C και S). Η πολύπλοκη αλληλεπίδραση πολλών μικροοργανισμών σε μικροσκοπικό επίπεδο με το λίθινο υπόστρωμα μπορεί να φθάσει σε βάθος μέχρι και τρία εκατοστά 3cm, με τελική συνέπεια την αλλοίωση της μορφής του σε συνδυασμό με άλλους φυσικούς και χημικούς περιβαλλοντικούς παράγοντες γήρανσης.



εικ. α



εικ. β



εικ. γ



εικ. δ

Στους βιολογικούς παράγοντες φθοράς συμπεριλαμβάνονται πουλιά, δένδρα, φυτά, βακτήρια - βάκιλοι, άλγη, μύκητες - ακτινομύκητες, βρύα, λειχήνες, κ.ά.

²³ Έδαφος θεωρείται η επιδερμίδα του στερεού φλοιού της Γης με πάχος 1-1,5m. Αποτελείται από πηλό, άμμο, πέτρες, ζωικά και φυτικά υπολείμματα (χούμος), νερό και αέρα.



Βιολογική προσβολή αγάλματος
Αποστόλου στον προαύλιο χώρο
του καθεδρικού ναού του St.
Sauveur, Bruges-Βέλγιο

Οι μικροοργανισμοί αναπτύσσονται ως αποικίες μέσα στο λίθο και η μακροχρόνια παρουσία τους στην επιφάνεια των μνημείων δημιουργεί μια έγχρωμη **πάτινα**, η οποία σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να είναι προστατευτική για το μνημείο. Ορισμένοι, όμως, τύποι πάτινας μπορούν να προκαλέσουν καταστροφή με απόβρωση (φάγωμα), βελονοειδή βιοδιάβρωση και απολέπιση. Οι μηχανισμοί αλληλεπίδρασης μικροοργανισμών - λίθων διακρίνονται, γενικά, σε ανεπιθύμητες επιφανειακές αναπτύξεις (αισθητική), μηχανική ζημιά με δημιουργία βιολογικών μεμβρανών ή διείσδυση μυκήτων και διαβρωτικά φαινόμενα εξαιτίας του μεταβολισμού των μικροοργανισμών. Αυτότροφοι²⁴ οργανισμοί, όπως τα ανώτερα φυτά, οι λειχήνες και τα βρύα, τα φύκη (άλγες) και τα κυανοβακτήρια ή κυανοφύκη, υποβαθμίζουν την αισθητική των έργων τέχνη και των μνημείων. Η επίδραση των διαφόρων οργανισμών στις επιφάνειες των κατασκευών είναι παρόμοια με τις φυσικές και χημικές δράσεις που σχετίζονται με την ατμοσφαιρική ρύπανση. Έτσι, οι μικροοργανισμοί χρησιμοποιούν τους υδρογονάνθρακες που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα ως πηγή άνθρακα και παράγουν διαβρωτικά οργανικά οξέα. Είναι επίσης γνωστό, ότι η καύση ορυκτών καυσίμων και βιομάζας παράγει όξινα αέρια, όπως τα οξείδια αζώτου και το διοξείδιο του θείου που αποτελούν την κύρια αιτία επιταχυνόμενης καταστροφής των εκτεθειμένων μνημείων. Αυτά τα αέρια οξειδώνονται στον αέρα προς νιτρικό HNO_3 και θειικό οξύ H_2SO_4 , σχηματίζοντας όξινη βροχή που αντιδρά με το ανθρακικό ασβέστιο των λίθων, το μεν νιτρικό οξύ προς διαλυτά προϊόντα, το δε θειικό προς θειικό ασβέστιο $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (γύψο).

Εξάλλου η δράση των βακτηριδίων μπορεί να ευνοήσει τη διάβρωση του λίθου μέσα από την κατανάλωση συστατικών των ορυκτών της, απαραίτητων για τις οργανικές διεργασίες. Ακόμα μπορεί και να δώσει προϊόντα μεταβολισμού τα οποία δρουν ως καταλύτες στην εξέλιξη της φθοράς.

3.5 ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΦΘΟΡΑΣ – ΟΙ ΣΥΝΗΘΕΣΤΕΡΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΠΟΥ ΕΜΦΑΝΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΑ ΜΝΗΜΕΙΑ

Οι ειδικοί επιστήμονες που ασχολούνται με την προστασία των μνημείων μελετούν τη φθορά σε δύο επίπεδα. Ένα **μακροσκοπικό επίπεδο** που αφορά στη μορφολογία των φθαρμένων υλικών των κατασκευών και ένα **μικροσκοπικό** που αφορά στην ενδελεχή

²⁴ Αυτότροφος: οργανισμός που φωτοσυνθέτουν, φτιάχνουν γλυκόζη (οργανική ύλη) από CO_2 , H_2O και ηλιακή ενέργεια $E=h\nu$.

παρακολούθηση της ταχύτητας εξέλιξης του φαινομένου ανάλογα με τις συνθήκες και τη διατύπωση θεωριών για το μηχανισμό του.

Δράσεις	Αίτιον & διεργασία φθοράς	Εκδηλούμενη φθορά
Φυσικές	Κύκλοι ύγρυνσης-ξήρανσης Θερμικά σοκ Επίδραση ανέμου	Απόσπαση κόκκων, διάβρωση από τριβή (τύπου αμμοβολής), ρηγμάτωση, διάσπαση συνέχειας του υλικού
Φυσικο χημικές	Κρυστάλλωση αλάτων Ενυδάτωση Θείωση	Εκλεκτική αποσάθρωση υλικών, διάρρηξη συνδετικών υλικών
Χημικές/ βιοχημικές	Υδρόλυση Διάλυση Οξειδωση Θείωση Δημιουργία συμπλόκου	Χημική αποσύνθεση, αλλοίωση συνδετικών υλικών μέχρι και διάλυσή τους, σχηματισμός κρούστας, υποχώρηση μετώπου επιφάνειας.



Καρυάτιδα που σήμερα εκτίθεται στο Μουσείο Ακρόπολης προφυλαγμένη από τη ρυπασμένη ατμόσφαιρα. Έκδηλα τα φαινόμενα φθοράς από γυψοποίηση προκάλεσαν απώλεια των λεπτομερειών του γλυπτού

3.5.1 Προβλήματα στις επιφάνειες των μνημείων

Α. Γυψοποίηση

Το μάρμαρο και όλοι οι δομικοί λίθοι των μνημείων που αποτελούνται κυρίως από ανθρακικό ασβέστιο CaCO_3 όπως και το υπάρχον ελεύθερο υδροξείδιο του ασβεστίου Ca(OH)_2 σε λίθους και κονιάματα προσβάλλονται από το θειικό οξύ της όξινης βροχής και δίνουν γύψο $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Η γύψος, δυστυχώς, είναι υδατοδιαλυτή και παρασύρεται από τη βροχή αποκαλύπτοντας υγιές ανθρακικό ασβέστιο που με τη σειρά του εκτεθειμένο στην όξινη βροχή θα προσβληθεί και θα γίνει με τη σειρά του γύψος. Αποτέλεσμα έχουμε σιγά σιγά τη διάλυση του λίθου. Ειδικά αν πρόκειται για λίθο που έχει υποστεί γλυπτική κατεργασία θα απαλειφθούν οι καλλιτεχνικές λεπτομέρειες και θα χαθεί η

καλλιτεχνική μαζί με την αισθητική του αξία.

Μαρμάρινο γλυπτό από παράσταση της μετώπης του Παρθενώνα που έχει προσβληθεί από την όξινη βροχή και έχει υποστεί γυψοποίηση που κατάστρεψε τα χαρακτηριστικά του προσώπου.



Τοπική κατάρρευση του εξωτερικού μέρους της διπλής τοιχοποιίας του εντεκάκτινου αστεροειδούς Βενετσιάνικου τείχους 16^{ου} αιώνα της Λευκωσίας (Κύπρος).



B. Σχηματισμός όξινης ανθρακικής κρούστας

Άλλη χημική προσβολή που μπορεί να υποστεί ο ασβεστόλιθος είναι η μετατροπή του σε όξινο ανθρακικό ασβέστιο $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ με την πρόσληψη νερού. Όταν το νερό αυτό χαθεί π.χ. με εξάτμιση, θα κρυσταλλωθεί πάλι CaCO_3 όχι όμως της ίδιας δομής και συνοχής με το αρχικό του λίθου. Αποτέλεσμα να δημιουργηθεί ανθρακική κρούστα με διαχωριστική επιφάνεια. Όταν αυτό συμβαίνει στα σπήλαια από τη μεταφορά διαλυτού $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ που χάνοντας το νερό ανακρυσταλλώνεται CaCO_3 δημιουργούνται οι σταλακτίτες. Ως γεωφυσικό φαινόμενο αυτό μπορεί να δημιουργεί καλλιτεχνήματα της φύσης, όμως όταν τα διακριτά στρώματα όξινης ανθρακικής χαλαρής κρούστας σχηματίζονται στους αρμούς της λιθοδομής των κατασκευών αυτό είναι πιθανότερο να προκαλέσει τοπική κατάρρευση της τοιχοποιίας.

3.5.2 Κρυστάλλωση διαλυτών αλάτων

Όταν διαλυτά άλατα – κυρίως των αλκαλίων και αλκαλικών γαιών με ανιόντα SO_4^{2-} , NO_3^- , CO_3^{2-} Cl^- , μεταφερόμενα από το νερό μέσα από το δίκτυο των πόρων του υλικού, κατακρημνιστούν όταν το διάλυμα κορεσθεί και ανακρυσταλλωθούν θα συσσωρευθούν μέσα στους πόρους μετά από εξάτμιση του διαλύτη, δημιουργούν έντονη μηχανικές τάσεις στα τοιχώματα των πόρων.

Πηγή αλάτων για τις τοιχοποιίες είναι η αναρρίχηση υγρασίας με τριχοειδή φαινόμενα από το έδαφος, τα συνδετικά κονιάματα αρμών, τυχόν γεινίαση με τσιμέντο, κ.ά. Αν ξεπεραστεί η αντοχή του υλικού σ' αυτές τις τάσεις έχουμε ως αποτέλεσμα τη διάρρηξη των πόρων, την

αποσάθρωση του υλικού και κατάπτωση των κορημάτων. Παρατηρούνται τα ακόλουθα μακροσκοπικά **φαινόμενα διάβρωσης**, που έχουν ως αίτιο την κρυστάλλωση των διαλυτών αλάτων.



Κυψέλωση στο 1/3 του ύψους πλίνθινης τοιχοποιίας της οποίας η βάση είναι σε συνεχή επαφή με νερό. Κτίσμα στο κεντρικό κανάλι της Μπρυζ-Βέλγιο

A. Κυψέλωση

Αποκόλληση διαρρηγμένου υλικού από την επιφάνεια της τοιχοποιίας, όταν εξατμίζεται το νερό του αλατοδιαλύματος στο εσωτερικό της μάζας του δομικού υλικού, εκφυλίζει την πέτρα με αποτέλεσμα τη δημιουργία σπηλαιώσεων και εμφάνιση **κυψέλωσης**.

Το ίδιο αποτέλεσμα παρουσιάζεται σε επιφάνειες περιοχών που εκτίθενται σε ισχυρούς ανέμους, ιδίως σε παράκτιες που υπάρχει έντονη αλατονέφωση.



Κυψέλωση της δυτικής εξωτερικής τοιχοποιίας του Πολιτιστικού Κέντρου Χανίων στο παλιό λιμάνι

B. Εξάνθηση



Εξάνθηση αλάτων και αποφλοίωση επιχρισμάτων από ανερχόμενη υγρασία.

Πρόκειται για την κρυστάλλωση αλάτων έξω από τους πόρους και σχηματισμό αποθέσεων. Αυτό λαμβάνει χώρα όταν η αναπλήρωση του νερού στην επιφάνεια είναι μεγαλύτερη από της εξατμίσης. Κυρίως εξανθήσεις παρατηρούνται

- α) στα όρια υγρής και στεγνής περιοχής,
- β) όπου υπάρχουν ρωγμές. Όταν το νερό διεισδύει εμφανίζονται εξανθήσεις στο σημείο που εξέρχεται.

Γ. Κρυπτοεξάνθηση

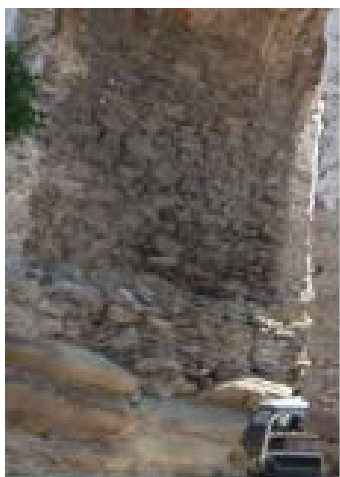
Παρουσιάζεται όταν η ταχύτητα αναπλήρωσης του νερού στην επιφάνεια είναι μικρότερη από αυτή της εξάτμισης και έτσι το υδάτινο μέτωπο υποχωρεί στο εσωτερικό της πέτρας και η κρυστάλλωση γίνεται μέσα στους πόρους.

3.5.3 Αποσάθρωση Κονιαμάτων

Η αποσάθρωση των συνδετικών κονιαμάτων που συνδέουν τις επί μέρους δομικές μονάδες των τοιχοποιιών – λίθους ή πλίνθους- και η κατάπτωση τους από αυτές, σε συνδυασμό με πλάγιες ωθήσεις που δέχονται οι τοιχοποιίες από νερό, φερτές ύλες, σεισμικές δονήσεις, γειτονικές εκσκαφές κτλ. είναι ένας από τους πιο συνήθεις λόγους κατάρρευσης τις τοιχοποιίας.



Το αποσαθρωμένο κονίαμα έχει απομακρυνθεί και εξέχουν οι διαβρωμένου βυζαντινοί πλίνθοι. Στο κάτω μέρος επέμβαση στήριξης με νέο κονίαμα.
Ερείπιο ανακτορικού συγκροτήματος Γαλερίου στην Πλατεία Ναβαρίνου, Θεσσαλονίκη



Αποσάθρωση του συνδετικού κονιαμάτος των αρμών της λιθοδομής. Υδραγωγείο (Καμάρες) Καβάλα

Πιο ευαίσθητη περιοχή είναι αυτή στην οποία συγκεντρώνεται το μεγαλύτερο ποσό υγρασίας και κατά συνέπεια και τα συμπαρασυρόμενα διαλυτά άλατα που καταστρέφουν τη συνοχή των κονιαμάτων, όπως ανακρυσταλλώνονται ανάμεσα στα συστατικά. Αυτό παρατηρείται, συνήθως, στο 1/3 του ύψους.

3.5.4 Ασυμβατότητα υλικών

Τα παραδοσιακά με τα σύγχρονα υλικά έχουν διαφορετική συμπεριφορά ως προς τις μηχανικές αντοχές. Αυτό το γεγονός τα καθιστά ασύμβατα. Όταν λοιπόν χρησιμοποιούνται για καλύτερη στερέωση σε παλαιές κατασκευές προκαλούν έντονα προβλήματα φθοράς. Στο παρελθόν χρησιμοποιήθηκε στη συντήρηση κατά κόρον κονιάματα και σκυροδέματα

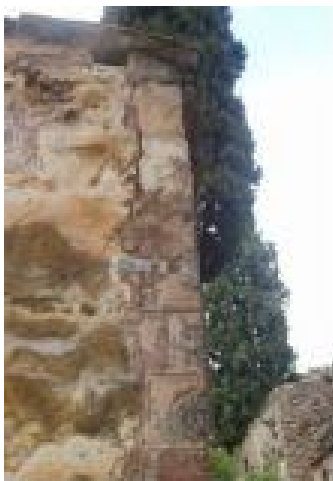
τσιμέντου, ενός υλικού με μεγάλη θλιπτική αντοχή, μεγάλο μέτρο ελαστικότητας και μεγάλο συντελεστή θερμικής διαστολής. Σε διαταράξεις της θερμοκρασίας, επιβολή φορτίσεων κ.ά. το μεν τσιμεντοκονίαμα άντεξε ενώ τα παραδοσιακά υλικά αστόχησαν. Εκτός αυτού στα τσιμεντοκονιάματα που έχουν χαμηλό πορώδες, η υγρασία δεν μετακινείται εύκολα κατά τους κύκλους ύγρανσης - ξήρανσης, οι τοιχοποιίες δεν αναπνέουν τρόπον τινά, ενώ παράλληλα τα διαλυτά άλατα βρίσκουν διέξοδο μέσω των γειτονικών ιστορικών δομικών υλικών, στα οποία δημιουργούν όλα τα προβλήματα που προκύπτουν από την κρυστάλλωσής τους.

Σε άλλες περιπτώσεις, όταν διαφέρουν στη μικροδομή τα παλιά με τα νέα δομικά στοιχεία, π.χ. σε περιπτώσεις συμπληρώσεων κενών με υγιείς πλίνθους ή λίθους, επιδεινώνονται τα φαινόμενα φθοράς στις διεπιφάνειες.



Μεσαιωνικός Πύργος (όπως επισημαίνεται από την πινακίδα) στις Ροβιές Ευβοίας. Χρησιμοποιήθηκε κατά κόρον οπλισμένο σκυρόδεμα για τη στήριξη των παραδοσιακών τοιχοποιιών που κινδύνευαν από κατάρρευση, όπως και επιχρίσματα για τη συγκράτηση των αποσαθρωμένων κονιαμάτων των συνδετικών αρμών.

Σε περίπτωση σεισμού το πιθανότερο να καταστραφούν οι τοιχοποιίες, αλλά να παραμείνουν αυτοτελείς οι εξώστες από μπετόν και η πλάκα του δώματος.



Διάταξη μέτρησης του ανοίγματος ρωγμής που προκλήθηκε από σεισμό σε εξωτερικό τοίχο της

3.5.5 Ρηγμάτωση - Φθορά από μηχανικά αίτια

Α. Παγετός

Αποσάθρωση, ρηγμάτωση, αποφλοΐωση ή αποκόλληση των δομικών υλικών προκαλεί το νερό των πόρων όταν στερεοποιηθεί και μετατραπεί σε κρυστάλλους πάγου. Κινδυνεύουν περισσότερο οι κατασκευές σε περιοχές που αναπτύσσονται θερμοκρασίες κάτω από το μηδέν λόγω κλίματος ή από τις απότομες μεταβολές της θερμοκρασίας. Σε υλικά πορώδη με κορεσμό σε νερό 90% ο παγετός συνεπάγεται καταστροφή.

Β. Σεισμικές δονήσεις

Οι σεισμικές δονήσεις πρωτογενώς προκαλούν βλάβες και δευτερογενώς, π.χ. από νερό ή φωτιά, φθορές. Ανάλογα με το είδος των καταπονήσεων, τη διάρκεια του σεισμού, τη μέγιστη καταπόνηση, τον τρόπο δόνησης, την κατεύθυνση των σεισμικών κυμάτων σε σχέση με την κατασκευή, την καλή ή κακή κατάσταση της κατασκευής πριν το φαινόμενο, την ανταπόκριση του κτίσματος σε φορτίσεις έχουμε και διαφορετικές βλάβες στις κατασκευές. Είναι προφανές ότι ιστορικά κτίρια, που έχουν υποστεί στο παρελθόν βλάβες και φθορές στα δομικά τους υλικά, είναι πιο ευπαθή.

Γ. Πλημμύρες

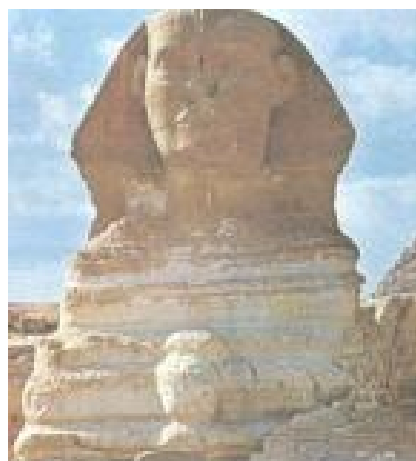
Ακραία καιρικά φαινόμενα σε συνδυασμό με παρεμπόδιση της ομαλής ροής ρευμάτων αποβαίνουν καταστροφικά. Χείμαρροι με ορμητικά νερά που σχηματίζονται παρασέρνουν φορείς, όπως τοιχοποιίες, φράκτες, κολώνες κτλ. Παράλληλα μεταφέρουν φερτές ύλες (λάσπες, πέτρες κ.ά.) που καλύπτουν τα κατεστραμμένα μέρη των κτισμάτων. Τις περισσότερες φορές τα αρχαιολογικά ευρήματα ανακαλύπτονται κάτω από στρώματα εδάφους που σχηματίστηκαν με τον παραπάνω τρόπο.

Δ. Αιολική δράση ή εκτριβή επιφανειών

Ο άνεμος και τα σωματίδια που μεταφέρει συγκρουόμενα με τις αρχιτεκτονικές επιφάνειες αποσπούν μικρά ή μεγαλύτερα τεμάχια κόκκων από τα δομικά υλικά απομειώνοντας τις επιφάνειες και καθιστώντας τες τραχείες. Τεμάχια των επιφανειών μπορούν να αποσπαστούν από πρόσκρουση με αντικείμενα ή πρόσπτωση θραυσμάτων πολεμικού υλικού.



(α)



(β)



(γ)



(δ)



(ε)



(ζ)

Περιπτώσεις φθοράς αρχιτεκτονικών επιφανειών από μηχανικά αίτια: από αιολική δράση (α) & (β)

Από πρόσκρουση (γ), απομείωση επιφάνειας μαρμάρου σκάλας από εκτριβή (δ), από τις μπάλες της μπομπάρντας του Μοροζίνη στον Παρθενώνα (ε), άνοιγμα με αιχμηρό αντικείμενο (τρυπάνι) (ζ)

Ε. Έντονες θερμοκρασιακές μεταβολές

Όταν παρατηρηθούν έντονες θερμοκρασιακές μεταβολές ή άνισες κατανομές της θερμοκρασίας στη μάζα μιας κατασκευής, εξαιτίας των διαφορετικών συντελεστών θερμικών ιδιοτήτων που παρουσιάζουν τα δομικά υλικά που την απαρτίζουν δεν παρακολουθούν με τον ίδιο τρόπο και ταυτόχρονα το ακραίο φαινόμενο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη φθορά των υλικών μέχρι την καταστροφή του όλου δομήματος.



Η πρόσοψη του Καθολικού της Μονής Αρκαδίου (α). Είναι το μόνο τμήμα του ναού που είναι αυθεντικό με εμφανή τα σημεία της φθοράς στον πωρόλιθο (β) από την πυρκαγιά του 1866 στα γεγονότα του ολοκαυτώματος κατά την τουρκική πολιορκία

Ν. Ρεθύμνης, Κρήτη



ΣΤ. Διάρρηξη δομικού υλικού από διόγκωση μεταλλικών συνδέσμων



Ο διαβρωμένος σύνδεσμος έσπασε το μαρμάρινο στοιχείο. Τεμάχιο από τα Προπύλαια τα Ακροπόλεως στο εργοτάξιο



Διάχυση κατιόντων Fe του διαβρωμένου χάλυβα στο μάρμαρο

Τα αρχιτεκτονήματα των ναών, των παλατιών, των δημοσίων μεγάρων της ελληνικής αρχαιότητας οικοδομούνταν με μεγάλα δομικά στοιχεία κατά-σκευασμένα από μάρμαρο ή πωρόλιθο, που είχαν λαξευτεί καταλλήλως από ειδικευμένους τεχνίτες. Η μεταξύ των δομικών στοιχείων σύνδεση τους γινόταν με μεταλλικούς χυτούς συνδέσμους από χάλυβα, χαλκό, ορείχαλκο. Μεταξύ του συνδέσμου, σχήματος διπλού T, και του λίθου με λαξευμένη υποδοχή για το σύνδεσμο, έριχναν ρευστό μόλυβδο που συμπλήρωνε από τη μια τα κενά, και από την άλλη, λειτουργούσε ως αντισεισμικό του μετάλλου. Σε άλλες περιπτώσεις η

σύνεση γινόταν με δοκούς ξύλου βυθισμένους σε θειάφι ή πίσσα. Κατά τις αναστηλώσεις που ακολούθησαν χρησιμοποιήθηκε και ανοξείδωτος χάλυβας που στερεώθηκε στο λίθο με σκυρόδεμα ή κάποια συνδετική κονία. Από τις χρόνιες καταπονήσεις, οι σύνδεσμοι που αποκαλύφθηκαν και ήρθαν σε επαφή με διαβρωτικό περιβάλλον και τη ρυπασμένη ατμόσφαιρα υπέστησαν οξειδώσεις και διάβρωση. Προϊόντα της οξείδωσης που δημιουργούνται στην επιφάνεια των συνδέσμων είναι, κυρίως, οξείδια του σιδήρου Fe_2O_x ή CuCO_3 . Έτσι αυξάνεται σημαντικά ο συνολικός όγκο μια και το προϊόν διάβρωσης έχει μεγαλύτερο μοριακό όγκο από το μέταλλο.



Λάξευση στο μάρμαρο για τοποθέτηση συνδέσμων. Στην εν εξελίξει συντήρηση των μνημείων της Ακροπόλεως η ΥΣΜΑ χρησιμοποιεί συνδέσμους από τιτάνιο υλικό υψηλής αντοχής στην οξείδωση και διάβρωση

Τα οξείδια σχηματίζονται πάντα στην εξωτερική επιφάνεια του υλικού και τα κατιόντα των μετάλλων διαχέονται προς το διαβρωτικό περιβάλλον και τον λίθο μέσα από το ήδη σχηματισμένο στρώμα των προϊόντων της διάβρωσης. Η ατμοσφαιρική ρύπανση εντείνει το φαινόμενο αφού επιταχύνει τη διάβρωση του χάλυβα. Όταν διογκωθεί ο εγκιβωτισμένος σύνδεσμος αναπτύσσονται ισχυρότατες μηχανικές τάσεις, που όταν υπερβούν την αντοχή του υλικού, οδηγούν σε ρήξη του. Οι βυθισμένοι σε μόλυβδο αρχαίοι σύνδεσμοι της Ακρόπολης των Αθηνών προκάλεσαν λιγότερες ρηγματώσεις στο μάρμαρο,

γιατί ο μόλυβδος εκτονώνει κάπως τις μηχανικές τάσεις.



Ανυποψίαστο το δέντρο αναπτύχθηκε σε οικόπεδο που έκρυβε από κάτω αρχαιολογικό θησαυρό, η ρίζα του αγκάλιασε τον τρούλο του ναΐσκου που είχε ταφεί κάτω από το χώμα. Αρχαιολογικός χώρος Πάφου - Κύπρος

3.5.6 Βιολογική φθορά

Η φθορά από **βιολογικούς** παράγοντες αφορά
α) στην υποβάθμιση της αισθητικής του υλικού των μνημειακών κατασκευών,

β) σε **χημικές** διεργασίες στην επιφάνεια και αργότερα σε βάθος των υλικών

γ) σε **φυσικές** διεργασίες στα υλικά του μνημείου

δ) **μηχανικές** διεργασίες που εξωθούν τα φέροντα στοιχεία τους κτίσματος (δάπεδα, τοίχους, οροφές).

3.5.7 Επικαθήσεις και διαβρώσεις από τη ρύπανση της ατμόσφαιρας - Κρούστες

Οι ρύποι της ατμόσφαιρας μεταφέρονται και εγκαθίστανται στις επιφάνειες των δομικών υλικών των κατασκευών με δύο τρόπους:

α) με απευθείας επικάθηση (*απόθεση σε ξηρή φάση*), β) με διαβιβαστές τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα – βροχή, χιόνι, ομίχλη – (*απόθεση σε υγρή φάση*), οπότε είτε προσροφούνται από την αρχιτεκτονική επιφάνεια, είτε αντιδρούν με αυτήν.

A. Μαύρες κρούστες

Την πιο διαδεδομένη μορφή φθοράς των επιφανειών των μνημείων και μαρμάρινων κατασκευών σε ρυπασμένη ατμόσφαιρα αποτελούν οι μαύρες κρούστες. Μπορούν να δημιουργηθούν σε κάθετες επιφάνειες όταν είναι προφυλαγμένες από τη συνεχή ροή του νερού. Έτσι οι ξηρές αποθέσεις δεν μετακινούνται, αλλά να μεταφέρονται μέσα στους πόρους με την απορρόφηση του νερού. Η σύσταση της κρούστας είναι κρύσταλλοι γύψου $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, (που δημιουργείται από το διοξείδιο του θείου της ατμόσφαιρας και μετατρέπεται, μαζί με το νερό, το ανθρακικό ασβέστιο του ασβεστολίθου σε ένυδρο θειικό ασβέστιο), ακρυσταλλωμένο CaCO_3 , και διάφορα ατμοσφαιρικά σωματίδια που σχηματίζονται κυρίως κατά την καύση του πετρελαίου, όπως αιθάλη, ατμοσφαιρικούς υδρογονάνθρακες και οργανικά υλικά, που φυλακίζονται στις επιφάνειες του μνημείου και γίνονται πολύ πιο δραστικά με τη διείσδυση του νερού. Αλλά και νεκρά μικροβιακά κύτταρα από την πρωτογενή ανάπτυξη μικροοργανισμών συμπληρώνουν τη σύσταση της μαύρης κρούστας.

Συνήθως οι μαύρες κρούστες είναι χαλαρές αποθέσεις. Δεν αποτελεί όμως προστατευτικό σώμα για την υποκείμενη επιφάνεια. Όταν απομακρυνθεί η κρούστα, η υποκείμενη επιφάνεια που αποκαλύπτεται είναι εκτεθειμένη σε νέες διαδικασίες φθοράς. Η μαύρη κρούστα μπορεί να διατηρεί τις αρχικές λεπτομέρειες της επιφάνειας λόγω γυψοποίησης, αλλά δεν αποτελεί προστατευτικό συνεκτικό επίστρωμα.



Μαύρη κρούστα σε κάθετες επιφάνειες πωρόλιθου που δεν αποπλένονται από τη βροχή. Η περιοχή είχε έντονη



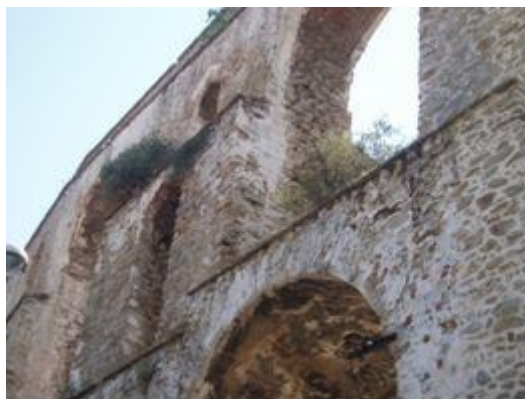
Μαύρη κρούστα, από νεκρά μικροβιακά κύτταρα μικροοργανισμών στην επιχρισμένη επιφάνεια, σε σημεία

δραστηριότητα με ασβεστοκάμινους. Πλάγια όψη του
Ναού Saint-Remi, Reims-Γαλλία

που δεν αποπλένονται από τη βροχή. Η περιοχή είχε
υψηλή υγρασία από παρακείμενη λίμνη. Εθνικό
κοινοβούλιο Χάγη - Ολλανδία



α



β

Μαύρη κρούστα με χαλαρές αποθέσεις από αιθάλη και άκαυστους υδρογονάνθρακες. Κάτω από την καμάρα διέρχεται δρόμος υψηλής κυκλοφορίας. Ειδικά στο σημείο εκείνο του δρόμου υπάρχει αρκετή κλίση και τα οχήματα αγκομαχούν αλλά και σταματούν μπροστά σε κάθετο δρόμο με προτεραιότητα, με αποτέλεσμα αυξημένη εκπομπή καυσαερίων. Η επιφάνεια δεν βρέχεται. Δεν παρατηρείται ανάλογη κρούστα στο αντίστοιχο υπερκείμενο τόξο της β εικόνας.
Υδραγωγείο - Καμάρες, Καβάλα.

Β. Λευκές κρούστες

Οι λευκές κρούστες είναι αποτέλεσμα της εν ξηρώ απόθεσης, αλλά επειδή το νερό εκπλένει τις επιφάνειες, απομακρύνει τον κύριο όγκο των ρύπων που επικολλώνται. Η δημιουργία της λευκής κρούστας είναι το αποτέλεσμα της «απόπλυσης» της επιφάνειας από το νερό της βροχής και της διάλυσης, με την ταυτόχρονη δημιουργία ανακρυσταλλωμένου ασβεστίτη CaCO_3 , ίχνη γύψου, χαλαζία. Η αρχική εντύπωση είναι ότι η επιφάνεια δεν έχει υποστεί διάβρωση στις περιοχές όπου η επιφάνεια εκπλένεται μια και το επίπεδο του ανακρυσταλλωμένου ασβεστίτη είναι πιο ψηλά από την αρχική επιφάνεια. Υπάρχουν μόνο σποραδικά κρύσταλλοι γύψου, ενώ ένα λεπτό στρώμα λίγων μm ως 1mm ασβεστιτικών κρυστάλλων εμφανίζεται ως αποτέλεσμα της ανακρυστάλλωσης. Ο μηχανισμός δημιουργίας ανακρυσταλλωμένου ασβεστίτη μοιάζει με εκείνον του σχηματισμού σταλακτιτών/σταλαγμιτών. Δηλαδή Αρχική μετατροπή του ασβεστίτη του πρωταρχικού υλικού σε $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ και στη συνέχεια απώλεια νερού και ανασχηματισμού ανθρακικού ασβεστίου CaCO_3 με διαφορετική, όμως, κρυσταλλικότητα.

Η παράλληλη δράση διάβρωσης και επαναλαμβανόμενης «απόπλυσης» οδηγεί σε λέπτυνση της πέτρας ή του μαρμάρου. Αυτό εξαρτάται από την ένταση της χημικής προσβολής και από την ποσότητα του νερού που διαρρέει την επιφάνεια. Προφανώς η ποσότητα του νερού εξαρτάται από τον προσανατολισμό της επιφάνειας, από τη συχνότητα

και την ένταση της βροχόπτωσης στην περιοχή, τις άλλες κλιματολογικές συνθήκες (αέρας, θερμοκρασία), καθώς και από το ύψος της αναφερόμενη επιφάνεια. Το κατά πόσο εμφανίζονται ως λευκές περιοχές ή ως «εκπλυμένες» επιφάνειες είναι συνάρτηση του πορώδους του υλικού.



Λευκές κρούστες από ανακρυστάλλωση αλάτων γύψου.
Αψίδα Πεντηκονταετίας, Βρυξέλλες, Βέλγιο



Αποπλυμένη επιφάνεια τοιχοποιίας του δώματος στο
Φρούριο της Λεμεσού, Κύπρος

Γ. Γκρίζες κρούστες

Αποτελούνται από σκόνη και ξηρές αποθέσεις που έχουν εγκλωβιστεί, ανάλογες με αυτές της μαύρης κρούστας, που συσσωρεύοντας επί μακρόν σχηματίζουν ένα στρώμα συμπαγές που συχνά περιέχει ανακρυσταλλωμένο ασβεστίτη. Ο ασβεστίτης παράγεται κατά τη διάλυση της ασβεστιτικής επιφάνειας από το νερό, καθώς και από την επίδραση του ατμοσφαιρικού CO₂, το οποίο σε αστική ατμόσφαιρα είναι ιδιαίτερα αυξημένο. Οι γκρίζες περιοχές παρουσιάζουν σημαντική πυκνότητα, ενώ δεν αντιδρούν καθόλου με την επιφάνεια του μαρμάρου με την οποία συνδέονται σταθερά.

Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί αφού αποσπαστούν να αφήσουν το από κάτω μάρμαρο σε καλά διατηρημένη κατάσταση. Τις συναντάμε σε σημεία όπου δεν διαβρέχονται καθόλου από το νερό, όπως εισόδους ναών, αψίδες. Συνήθως εμφανίζονται σε ξηρά κλίματα με χαμηλό ύψος βροχής.



Γκριζοκάστανες κρούστες στο εσωτερικό μέρος των κιόνων της εισόδου του ναού του Αγ. Νικολάου, Βαπόρια Ερμούπολης Σύρου. Ο ναός περιβάλλεται από δρόμους με σχετικά υψηλή κυκλοφορία τροχοφόρων. Οι κίονες δεν διαβρέχονται καθόλου από νερό, εξάλλου η πρωτεύουσα των Κυκλάδων φημίζεται για το ξηρό της κλίμα.



Ανάλογη γκριζοκάστανη κρούστα στο εσωτερικό μέρος των βυζαντινών μονολιθικών μαρμαρίνων κιόνων της εισόδου του ναού του Αγ. Γεωργίου (Ροτόντα), Θεσσαλονίκης. Εδώ παρατηρούνται και χρωματικές αλλοιώσεις λόγω σχηματισμού καφεκίτρινης «πάτινας» του μαρμάρου από τη διάχυση των μεταλλικών οξειδίων



Χρωματική διαφορά
μεταξύ παλαιού και
νέου μαρμάρου

Δ. Χρυσές Πάτινες

Πάτινες στο χρώμα της σκουριάς, προέρχεται από τη διάχυση ιόντων σιδήρου που υπάρχουν στο μεταμορφωμένο πέτρωμα (μάρμαρο), από το εσωτερικό προς την εξωτερική επιφάνεια, όπου και οξειδώνονται παίρνοντας πορτοκαλοκάστανο χρώμα.

3.5.8 Ζαχαροειδής φθορά

Παρατηρείται στα μάρμαρα όταν τα όρια των κρυστάλλων του ασβεστίτη υποστούν όξινη προσβολή από ρύπους χαμηλού pH. Προκαλείται ανακρυστάλλωση του ανθρακικού ασβεστίου που δίνει την αίσθηση επικάλυψης της επιφάνειας του μαρμάρου με κόκκους κρυσταλλικής ζάχαρης.



Ζαχαροειδής φθορά σε μάρμαρο, Κνωσός

3.5.9 Ρύπανση επιφανειών από Graffiti



Ρύπανση από ποικίλα χρώματα στο βάθρο του αγάλματος του εθνικού ευεργέτη Ανδρέα Συγγρού και στο κάτω μέρος της εξωτερικής τοιχοποιίας της διατηρητέας έπαυλης του ζεύγους Ανδρέα και Ιφιγένειας Συγγρού «Καλλιτεχνικές παρεμβάσεις» (!) θαμώνων του πάρκου.

Από τις συνηθέστερα μάλιστα από τις οποίες υποφέρουν τα εκτεθειμένα στο ύπαιθρο έργα τέχνης και μνημεία είναι η αναγραφή συνθημάτων, με ανεξίτηλα χρώματα που περιέχονται σε σπρέι και χρησιμοποιούνται σε βανδαλισμούς, ή διαδηλωτών, αντιδραστικών της κοινωνίας νεολαίων, επίδοξων καλλιτεχνών που εκφράζουν τα συναισθήματά τους εκτονώνοντας στις αρχιτεκτονικές επιφάνειες. Το κακό είναι σχετικά μικρό σε επιχρισμένες με κονιάματα επιφάνειες που επιδέχονται ελαιοχρωματισμό.

Το μεγάλο πρόβλημα είναι στους λίθους όπου οι χρωστικές απορροφώνται σε βάθος, ανάλογα με το πορώδες του λίθου, και ο καθαρισμός καθίσταται επίπονος ως αδύνατος.

4. ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΤΗΣ ΦΘΟΡΑΣ

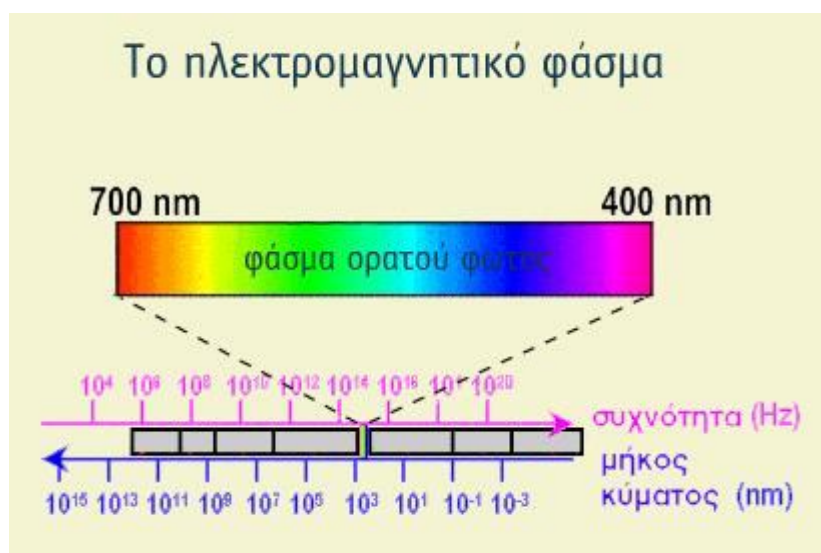
4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Είναι αδύνατο μακροσκοπικά να αποφανθεί κανείς για το είδος της κρούστας και τα αίτια δημιουργίας της. Αυτό επιτυγχάνεται με συστηματικές μεθόδους ανάλυσης από εξειδικευμένο επιστημονικό εργαστήριο.

Για να παρακολουθήσουμε αποτελεσματικά τις μεθόδους διάγνωσης της φθοράς των υλικών (που αξιοποιούνται, βεβαίως και ως μέθοδοι αποτίμησης της αποτελεσματικότητας των επεμβάσεων συντήρησης), θα γίνει μια σύντομη ανασκόπηση γνώσεων που είναι απαραίτητες για την κατανόηση των κειμένων.

4.1.1 Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα κατατάσσονται με βάση τη συχνότητα ή το μήκος κύματός τους. Αυτή η σειρά λέγεται ηλεκτρομαγνητικό φάσμα. Μεγάλη συχνότητα σημαίνει μικρό μήκος κύματος και μικρή ενέργεια ακτινοβολίας. Ανάλογα με την περιοχή στην οποία βρίσκεται το μήκος κύματός τους, τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα λαμβάνουν και διαφορετικά ονόματα.



Όταν η συχνότητα ή το μήκος κύματος της ακτινοβολίας είναι τέτοιο, ώστε να γίνεται αισθητή από τον ανθρώπινο οφθαλμό, την ονομάζουμε *φωτεινή ακτινοβολία*. Η περιοχή συχνοτήτων στην οποία είναι ευαίσθητη η όραση μας είναι πολύ μικρό κομμάτι του

όλου ηλεκτρομαγνητικού φάσματος συχνοτήτων. Πρόκειται για το φάσμα του ορατού φωτός ή οπτικό φάσμα και είναι η περιοχή με μήκος κύματος από 700nm μέχρι 400nm.

Δηλαδή σχεδόν το σύνολο των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων είναι ένας αόρατος κόσμος για τον άνθρωπο. Κάθε είδος κύματος χρειάζεται τον κατάλληλο δέκτη ή ανιχνευτή για να γίνει αντιληπτό.

Τα ραδιοκύματα έχουν πολύ μικρή συχνότητα, το μάτι μας δεν τα βλέπει χρειάζομαστε ειδικό δέκτη (ραδιόφωνο) για να τα ανιχνεύσουμε. Οι ακτίνες X έχουν συχνότητα πολύ μεγαλύτερη από εκείνη του φωτός. Το μάτι μας δεν τις βλέπει αλλά είναι τόσο διαπεραστικές ώστε διαπερνούν εύκολα το σώμα μας γι' αυτό και μπορούμε να έχουμε τις ακτινογραφίες. Σε ακόμα μεγαλύτερες συχνότητες συναντάμε τις ακτίνες γ. Παράγονται από ραδιενεργές πηγές και είναι πολύ επικίνδυνες για τον ανθρώπινο οργανισμό.

Λίγο χαμηλότερα ενεργειακά από το ερυθρό βρίσκεται η υπέρυθη ακτινοβολία. Δεν είναι ορατή, αλλά μπορούμε να την αισθανθούμε ως θερμότητα, όταν π.χ. πλησιάζουμε το αναμμένο μάτι της κουζίνας. Λίγο υψηλότερα από το ιώδες βρίσκεται το υπεριώδες. Είναι η ακτινοβολία που μαυρίζει το δέρμα μας όταν το εκθέτουμε στον ήλιο. Περίπου η μισή ενέργεια του ηλιακού φωτός που φθάνει στη γήινη επιφάνεια είναι ορατά ηλεκτρομαγνητικά κύματα, περίπου 3% αποτελεί υπεριώδη ακτινοβολία, και το υπόλοιπο είναι σε υπέρυθρες συχνότητες.

Κάθε συχνότητα - ή μήκος κύματος του ορατού φωτός ερεθίζει το μάτι κατά τρόπο ώστε να βλέπει ένα ελαφρώς διαφορετικό χρώμα. Έτσι η ορατή περιοχή - το οπτικό φάσμα συχνοτήτων κυμαίνεται από το ερυθρό μέχρι το ιώδες, όπως φαίνεται στο ουράνιο τόξο. Οι συχνότητες αυξάνουν από το ερυθρό προς το ιώδες, και το μεγαλύτερο μήκος κύματος που μπορούμε να δούμε είναι βαθύ ερυθρό σε περίπου 700 nm. Τα μικρότερα μήκη κύματος που ανιχνεύει ο ανθρώπινος οφθαλμός είναι βαθύ κυανό ή ιώδες σε περίπου 400 nm. Οι περισσότερες φωτεινές πηγές δεν ακτινοβολούν μονοχρωματικό φως. Αυτό που ονομάζουμε λευκό φως, για παράδειγμα το ηλιακό, είναι μίγμα όλων των χρωμάτων του ορατού φάσματος. Ο άνθρωπος ανταποκρίνεται καλύτερα στο πράσινο φως (550 nm), το οποίο είναι το φωτεινότερο χρώμα του ηλιακού φωτός στη γήινη επιφάνεια.

4.2 ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Πριν ξεκινήσουν οι διεργασίες συντήρησης απαιτείται η διάγνωση της φθοράς των υλικών με ολοκληρωμένη μεθοδολογία και η εκπόνηση της «διαγνωστικής μελέτης». Αυτή απαρτίζεται από τα ακόλουθα στάδια:

1°. Τεκμηρίωση: Διακρίνεται στην

- ♦ *Ιστορική τεκμηρίωση:* Αφορά στην ιστορία της κατασκευής και των επεμβάσεων στα δομικά υλικά, (απαραίτητα για την κατανόηση της συμπεριφοράς του μνημείου) και στην ιστορία του μνημείου / συνόλου, στη μελέτη ιστορικών αρχείων και σύγκριση παλαιότερων φωτογραφιών.
- ♦ *Τοπογραφική αποτύπωση*
- ♦ *Αρχιτεκτονική αποτύπωση*
- ♦ *Καταγραφή και αποτύπωση των υλικών*

2°. Επιτόπιες μακροσκοπικές παρατηρήσεις για την κατάσταση των υλικών. Διακρίνεται στην παρατήρηση:

- ♦ *Κατάσταση των υλικών*
- ♦ *Τύπο των φαινόμενων της φθοράς*
- ♦ *Καταγραφή τυχόν επεμβάσεων*

3°. Τεκμηρίωση, παρακολούθηση και μέτρηση περιβαλλοντικών παραμέτρων

- ♦ *Μικροκλίμα* (ελέγχονται η θερμοκρασία, η υγρασία, οι βροχοπτώσεις, η ταχύτητα και η συχνότητα των ανέμων κ.ά.)
- ♦ *Ρύποι* του περιβάλλοντος με μορφή στερεολυμάτων, υδρολυμάτων και αερολυμάτων.
- ♦ *Χημική ανάλυση εδάφους* και παρακολούθηση ανερχόμενης υγρασίας
- ♦ *Άλατα* σε υγρή ή στερεή φάση

4°. Επί τόπου μη καταστρεπτικές μετρήσεις για τη χαρτογράφηση της φθοράς

- ♦ *χαρτογράφηση των υλικών*
- ♦ *χαρτογράφηση της φθοράς*
- ♦ *αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων*

5°. Ταυτοποίηση των δομικών υλικών και έρευνα προέλευσής τους

Τα δομικά υλικά υφίστανται πετρογραφική, ορυκτολογική, φυσική, χημική, φυσικοχημική, μηχανική ανάλυση, για να διαπιστωθεί το είδος των λίθων. Συγκρίνονται και μελετώνται δείγματα από το μνημείο και δείγματα από γειτονικά λατομεία της περιοχής που δίνουν τέτοιου τύπου λίθους με βάση τους

γεωλογικούς χάρτες. Τουλάχιστον κατά την αρχαιότητα τα δομήματα κατασκευάζονταν από λίθους και υλικά της γύρω περιοχής. Είναι εξαίρεση η κατασκευή των μνημείων της Ακρόπολης των Αθηνών όπου μεταφέρθηκε το μάρμαρο από την Πεντέλη στον Ιερό Βράχο, με μια επίπονη διαδικασία μετακίνησης των ογκολίθων.

6°. Μελέτη της φθοράς στο εργαστήριο

Λαμβάνονται δείγματα από χαρακτηριστικά σημεία του μνημείου έτσι, ώστε να έχουμε αντιπροσωπευτική δειγματοληψία όλων των μορφών φθοράς

- ♦ Μελετώνται οι ορυκτολογικές, φυσικές, φυσικοχημικές, χημικές, μηχανικές ιδιότητες των φθαρμένων υλικών.
- ♦ Μελετώνται τα προϊόντα της φθοράς ως προς την ορυκτολογική και χημική σύσταση.
- ♦ Συγκρίνονται τα αποτελέσματα των αυθεντικών υγιών υλικών με των φθαρμένων ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα για: α) το είδος και το βαθμό διάβρωσης, β) την κατάσταση των προϊόντων διάβρωσης, γ) τη φυσική κατάσταση της διαβρωμένης πέτρας και δ) τα αίτια.

7°. Συσχέτιση ενδογενών και εξωγενών παραγόντων της φθοράς

Γίνονται εξειδικευμένες στατιστικές αναλύσεις συσχέτισης, όπως: ανάλυση σε κύριες συνιστώσες²⁵ και ανάλυση διάκρισης²⁶.

8°. Εκτίμηση αιτίων και μηχανισμών των φαινόμενων της φθοράς

- ♦ Αξιολογούνται τα εργαστηριακά δεδομένα
- ♦ Αξιολογούνται δεδομένα από τα αποτελέσματα των επί τόπου μη καταστρεπτικών μετρήσεων
- ♦ Εξάγονται συμπεράσματα

9°. Παραμετρική ανάλυση και προσομοίωση των φαινόμενων φθοράς στο εργαστήριο σε συνθήκες επιταχυνόμενης γήρανσης

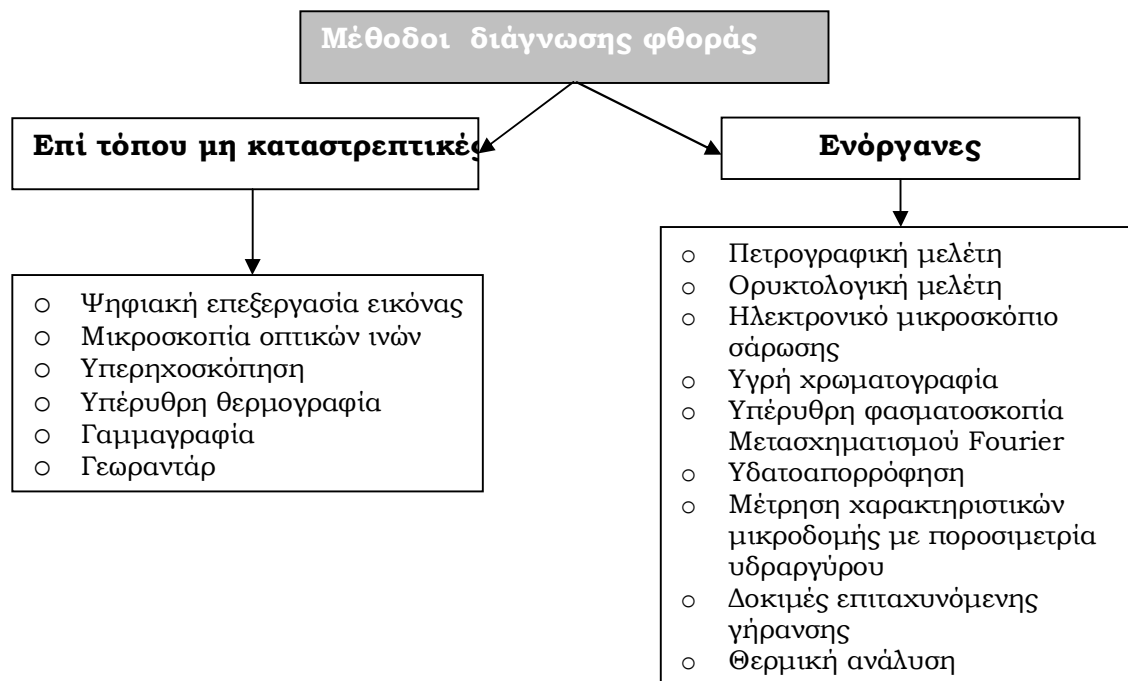
- ♦ Εξετάζονται οι παράγοντες που επηρεάζουν τα φαινόμενα
- ♦ Προσομοίωση συνθηκών στο εργαστήριο
- ♦ Δοκιμές επιταχυνόμενης γήρανσης: σε θάλαμος αλατονέφωσης, θάλαμο Kosternich, υποβολή των δοκιμίων σε κύκλους ύγρυνσης - ξήρανσης κ.ά.
- ♦ Επιβεβαιώνεται η εκτίμηση για τα αίτια και τους μηχανισμούς της φθοράς.

²⁵ Για δύο ομάδες μεταβλητών που αντιστοιχούν σε ενδογενείς & εξωγενείς παράγοντες, απόδοση με γραφική παράσταση του συνόλου των δεδομένων σε δυσδιάστατο διάγραμμα και εκτίμηση ρόλου και ειδικού βάρους κάθε μεταβλητής στις διαφορετικές ομάδες

²⁶ Δίνεται πλήρης εικόνα του διαχωρισμού των δεδομένων σε ομάδες και καταγραφή των συναρτήσεων διάκρισης. Προβλέπεται σε ποια ομάδα κατατάσσεται κάθε νέα περίπτωση

4.3 ΟΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΤΗΣ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ ΤΗΣ ΦΘΟΡΑΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Διακρίνονται με κριτήριο α) τη μη χρήση δείγματος από το υλικό σε **μη καταστρεπτικές**, που εφαρμόζονται επί τόπου στο μνημείο και β) τη χρήση δείγματος από το υλικό σε **ενόργανες**. Όλες οι μέθοδοι απαιτούν τον αντίστοιχο εργαστηριακό εξοπλισμό.



4.3.1 α) Επί τόπου μη καταστρεπτικές μέθοδοι

Οι επιτόπιες μη καταστρεπτικές μέθοδοι έχουν εξαιρετικά πλεονεκτήματα όπως:

- ◆ Εξετάζουν επιφάνειες επί τόπου χωρίς να λαμβάνονται δείγματα
- ◆ Δίνουν πληροφορίες για τη διαστρωμάτωση των αλλοιώσεων σε υλικά, τοιχοποιίες και επικαλυμμένες επιφάνειες
- ◆ Αποτελούν μοναδικό και απαραίτητο εργαλείο για τη χαρτογράφηση των υλικών και της φθοράς, τον έλεγχο της ποιότητας υλικών, τον έλεγχο της συμβατότητας των υλικών και επεμβάσεων συντήρησης.
- ◆ Παρέχουν τη δυνατότητα καταγραφής και επεξεργασίας οπτικών πληροφοριών και τη μετατροπή τους βάσει φυσικοχημικών κριτηρίων σε δείκτες ποιότητας της επιφάνειας ή φθοράς.

A1. Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας

Σκοπός

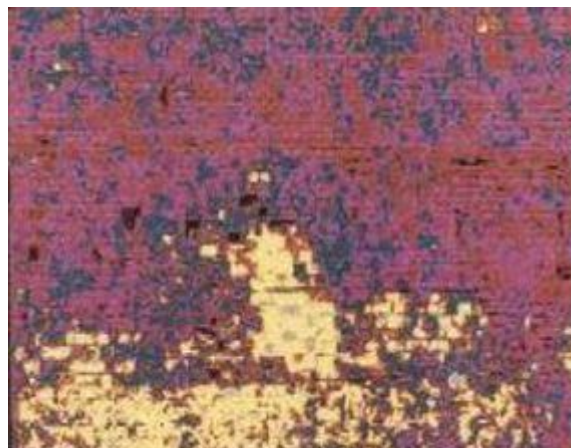
Η αναγνώριση των τύπων του λίθου και των μορφών φθοράς αποδίδοντας τις διαφορετικές πληροφορίες με διαφορετικά χρώματα επί απλών φωτογραφιών και την επεξεργασία εικόνων με ψευδή χρώματα στην επιφάνεια και σε βάθος.

Αρχή της μεθόδου

Συνίσταται στο διαφορετικό ποσοστό ανάκλασης και απορρόφησης του ορατού φάσματος (φωτός) από την εξεταζόμενη επιφάνεια ανάλογα με την κατάσταση στην οποία βρίσκεται. Μπορούν να διερευνηθούν οι διαδικασίες και οι μηχανισμοί της φθοράς των υλικών. Η εικόνα της πραγματικής επιφάνειας αποδίδεται με φωτογραφίες. Η ποιότητα της εικόνας πρέπει να είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει σαφή διαχωρισμό των χαρακτηριστικών του υλικού διαμέσου των χρωματικών μεταβολών.



A. Πραγματική εικόνα από φωτογράφιση.



B. Ψηφιακά επεξεργασμένη με ψευδοχρώματα.

Ένταση της φθοράς από ασυμβατότητα υλικών στη διεπιφάνεια αυθεντικού νέου υλικού. Από τη διαγνωστική μελέτη του ΕΜΠ στη μεσαιωνική πόλη της Ρόδου

A2. Μικροσκοπία οπτικών ινών

Αρχή της Μεθόδου

Συνίσταται στη μετάδοση των σημάτων με φως μέσω οπτικών ινών, αντί ηλεκτρικού ρεύματος που διαδίδεται με χάλκινους, συνήθως, μεταλλικούς αγωγούς.

Εφαρμογές

- ◆ Στη μελέτη διαφορετικής υφής και σύστασης υλικών
- ◆ Στη ταξινόμηση υλικών, όπως τη διάκριση κονιαμάτων.
- ◆ Στη μελέτη των φαινομένων φθοράς, όπως κυψέλωση, κρούστες κ.ά.
- ◆ Στην αποτίμηση των επεμβάσεων συντήρησης



Εικόνα από μικροσκόπιο οπτικών ινών. Πρόκειται για πωρόλιθο από τη μεσαιωνική πόλη της Ρόδου α. πριν και β. μετά τη στερέωση, διαγνωστική μελέτη του ΕΜΠ.

A3. Υπερηχοσκόπηση

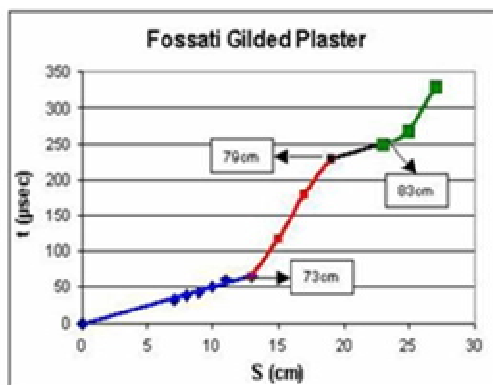
Αρχή της Μεθόδου

Η ταχύτητα μετάδοσης υπερήχων μέσα από στερεά υλικά δίνει πληροφορίες για τη φυσική και μηχανικής συμπεριφορά των λίθων. Η ταχύτητα μετάδοσης των υπερήχων σχετίζεται με το μέτρο ελαστικότητας του λίθου, καθώς και με το λόγο του Poisson και το μέτρο του Young.

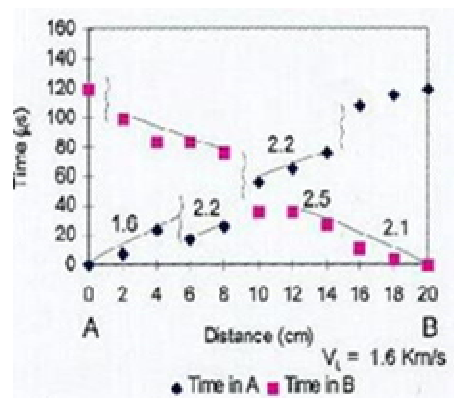
Εφαρμογές

Στην αποτίμηση του βάθους φθοράς των υλικών

Στην αποτίμηση της εφαρμοζόμενης κατεργασίας συντήρησης



Αποτελέσματα υπερηχοσκόπησης επιφάνειας ψηφιδωτού 6^{ου} και 10^{ου} αιώνα στην Αγία Σοφία, όπου διαπιστώνεται πού υπάρχουν ρωγμές (κόκκινη & πράσινη περιοχή) και πού είναι οι υγιείς περιοχές γαλάζια και μαύρη. Από τη μελέτη του ΕΜΠ για εξέταση συμβατότητας επεμβάσεων.



Άλλη μορφή υπερηχογραφήματος. Η διακοπή των γραμμών μαρτυρά την ανισοτροπία του υλικού λόγω ύπαρξης ρωγμών. Από την επέμβαση στερέωσης πωρολίθων στη μεσαιωνική πόλη της Ρόδου, του ΕΜΠ.

A4. Υπέρυθρη θερμογραφία

Αρχή της Μεθόδου

Όλα τα υλικά εκπέμπουν υπέρυθη ακτινοβολία, εξαιτίας της θερμικής κίνησης των μορίων τους. Όταν η ακτινοβολία αυτή, η οποία εκπέμπεται από μια πηγή στην περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος από 0,7- 14 μm , συναντήσει κάποιο υλικό ένα μέρος αυτής το διαπερνά, ένα μέρος ανακλάται και ένα μέρος απορροφάται από το υλικό.

Εάν όλη η ακτινοβολία πέσει πάνω στο υλικό τότε ισχύει η σχέση:

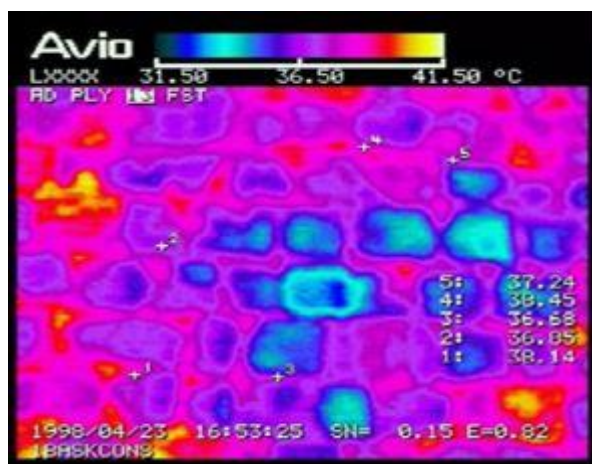
$$\tau + \rho + \alpha = 1$$

όπου: τ = διαπερατότητα υλικού, ρ = ανάκλαση υλικού, α = απορρόφηση υλικού

Εφαρμογές

Με την υπέρυθη θερμογραφία μπορεί να διαγνωστεί:

- ◆ Η επιφανειακή φθορά τοιχοποιιών και αρχιτεκτονικών επιφανειών
- ◆ Η αποφλοίωση χρωμάτων και επικαλύψεων
- ◆ Ο έλεγχος ατελειών μονώσεων
- ◆ Ρωγμές σε υλικά και κατασκευές
- ◆ Η ανερχόμενη και παραμένουσα υγρασία και συμπύκνωση σε τοιχοποιίες



Οι περιοχές με θερμά χρώματα (κόκκινο, κίτρινο) είναι ξηρές (περιέχεται τσιμέντο στα κονιάματα), ενώ τα ψυχρά χρώματα (γαλάζιο, μπλε) μαρτυρούν κατακράτηση υγρασίας.

Από την αποτίμηση μη συμβατών κονιαμάτων αποκατάστασης στα τείχη του Ηρακλείου, διαγνωστική μελέτη του ΕΜΠ.

A5. Γαμμαγραφία

Σκοπός

Η ανίχνευση μεταλλικών αντικειμένων που βρίσκονται σε μνημεία, γλυπτά και σύγχρονες κατασκευές, ως προς το είδος και το μέγεθος.

Αρχή της Μεθόδου

Βασίζεται στο γεγονός ότι κάθε μέταλλο απορροφώντας ραδιενεργό ακτινοβολία διεγείρεται και στη συνέχεια εκπέμπει, σύμφωνα με το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, ενέργεια. Το ποσό της απορροφούμενης ενέργειας είναι συνάρτηση του είδους του μετάλλου και των διαστάσεών του.

A6. Γεωραντάρ

Αρχή της Μεθόδου

Μοιάζει με τη σεισμική ανάκλασης που χρησιμοποιείται στον εντοπισμό κοιτασμάτων πετρελαίου. Ένας ηλεκτρομαγνητικός παλμός υψηλής συχνότητας (10- 10000 MHz) μικρής διάρκειας παράγεται και διοχετεύεται στο έδαφος. Το σήμα (παλμός) διαχέεται στα υλικά που συνιστούν το υπέδαφος. Ένα μέρος της ενέργειας του παλμού ανακλάται στη διαχωριστική επιφάνεια των διαφορετικών πετρωμάτων που περιέχουν υλικά με διαφορετικές ιδιότητες και καταγράφεται σε έναν δέκτη στην επιφάνεια του εδάφους, ενώ η υπολειπόμενη ενέργεια του παλμού διοχετεύεται σε βαθύτερα επίπεδα.

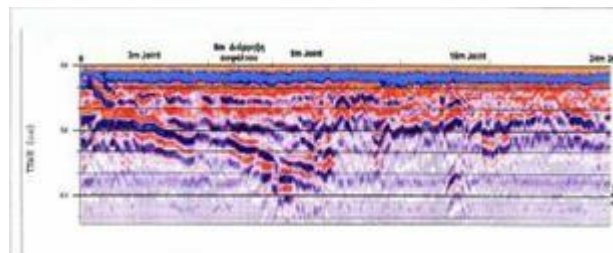
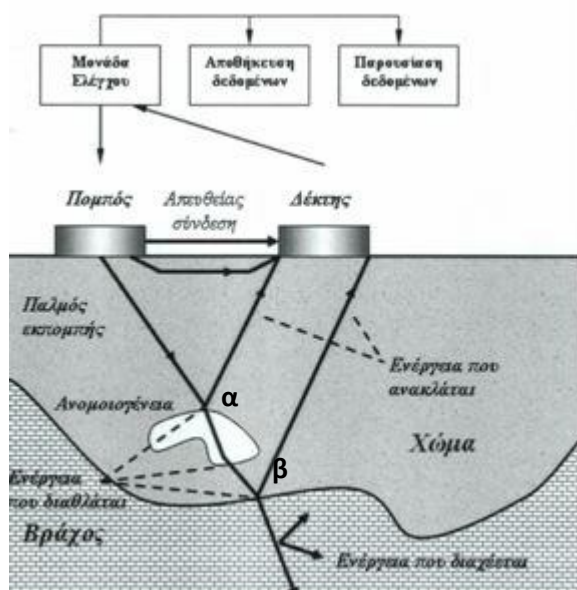
Εφαρμογές

Στον εντοπισμό κενών κάτω από επιφάνειες σκυροδέματος

-Δοκιμές πάνω από δρόμους όπου λόγω συνεχών καθιζήσεων το πάχος της ασφάλτου αυξάνεται συνεχώς

-Εντοπισμός και προσδιορισμός διαστάσεων ζωνών σκυροδέματος που έχει υποστεί βλάβη λόγω διάβρωσης από τη χρησιμοποίηση αλατιού.

-Εντοπισμός διάκενων και ρωγμών αλλά και μεταβολών της ορυκτολογικής σύστασης όγκων διακοσμητικών πετρωμάτων.



Δίπλα: Σχηματική απόδοση της λειτουργίας του γεωραντάρ. Διακρίνουμε δύο ανακλάσεις από τα σημεία α και β, να φτάνουν στο δέκτη που αντιστοιχούν σε δύο διαφορετικές διαχωριστικές επιφάνειες (α χώμα/κενό, και β χώμα/βράχος) που συναντά στο δρόμο του ο παλμός εκπομπής. Από το χρόνο λήψης του σήματος και την ταχύτητα του υπερήχου υπολογίζεται η απόσταση των διεπιφανειών.

Επάνω: Αποτελέσματα μέτρησης με γεωραντάρ της επιφάνειας ψηφιδωτού 6^{ου} και 10^{ου} αιώνα στην Αγία Σοφία, όπου διαγράφεται η διαστρωμάτωση υγρασίας και αλάτων. (Από τη μελέτη του ΕΜΠ για εξέταση συμβατότητας επεμβάσεων.)

4.3.2 β) Εργαστηριακές ενόργανες μέθοδοι

Αν και απαιτούνται μικρά δείγματα ελάχιστης μάζας, είναι αναγκαία η πραγματοποίηση δειγματοληψίας. Οι μέθοδοι παρέχουν πληροφορίες σχετικές με την ταυτοποίηση ενώσεων που υπάρχουν στο εξεταζόμενο υλικό. Εξάγονται συμπεράσματα σχετικά με τα χαρακτηριστικά της μικροδομής του υλικού, καθώς και για τη συμπεριφορά του υλικού σε συγκεκριμένες διαδικασίες καταπόνησης.

B1. Πετρογραφική Μελέτη

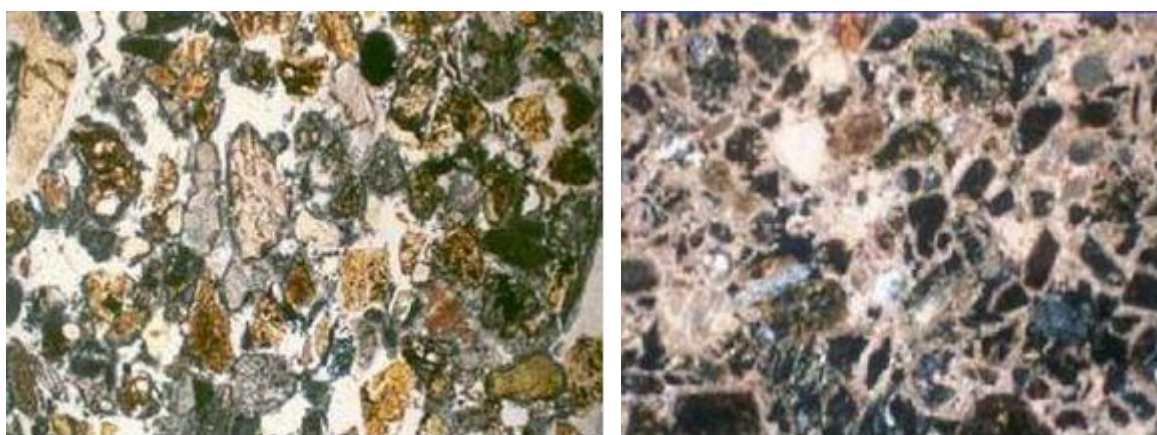
Σκοπός

Η εξέταση λεπτών τομών των δομικών υλικών σε πολωτικό μικροσκόπιο με σκοπό την εξακρίβωση της γεωγραφικής προέλευσης του πετρώματος και την αναγνώριση των δομικών ορυκτών τους.

Αρχή της Μεθόδου

Αρχικά διαγνωστικά στοιχεία στην αναγνώριση ενός ορυκτού σε λεπτή τομή: Σχήμα κρυστάλλου, επίπεδα σχισμών, οπτικές ιδιότητες σε επίπεδο πολωμένο φως.

Με τη χρήση κατάλληλων πρισμάτων που χρησιμοποιούνται ως αναλυτής του πολωμένου φωτός, μπορούν να διακριθούν τα ορυκτά σε ισότροπα και ανισότροπα, καθώς και τα ανισότροπα ορυκτά μεταξύ τους.



Εικόνες πετρωμάτων από πολωτικό μικροσκόπιο. Από την πετρογραφική μελέτη κονιαμάτων ιστορικών ηπειρώτικων γεφυριών.

B2. Ορυκτολογική Μελέτη

Σκοπός

Η χρήση της περίθλασης ακτίνων X (XRD) για την ταυτοποίηση των ενώσεων που παρουσιάζονται στα εξεταζόμενα δείγματα.

Αρχή της Μεθόδου

Η μέθοδος χρησιμοποιεί τις ακτίνες X και επιτυγχάνει με απόλυτη ακρίβεια τον προσδιορισμό των ορυκτών. Οι αποστάσεις μεταξύ των δικτυωτών επιπέδων των κρυστάλλων ενός ορυκτού, το είδος των ατόμων και η κατανομή τους στα κρυσταλλικά πλέγματα είναι χαρακτηριστικά για κάθε ορυκτό είδος.

Επειδή το μήκος κύματος των ακτίνων X είναι της ίδιας τάξης μεγέθους με την απόσταση των δικτυωτών επιπέδων, οι κρύσταλλοι των ορυκτών είναι δυνατόν να προκαλέσουν περίθλαση των ακτίνων X.

Συνθήκη του Bragg

Για να λάβει χώρα περίθλαση ακτίνων X από ένα δικτυωτό επίπεδο του κρυσταλλικού πλέγματος, πρέπει να ικανοποιείται η συνθήκη του Bragg:

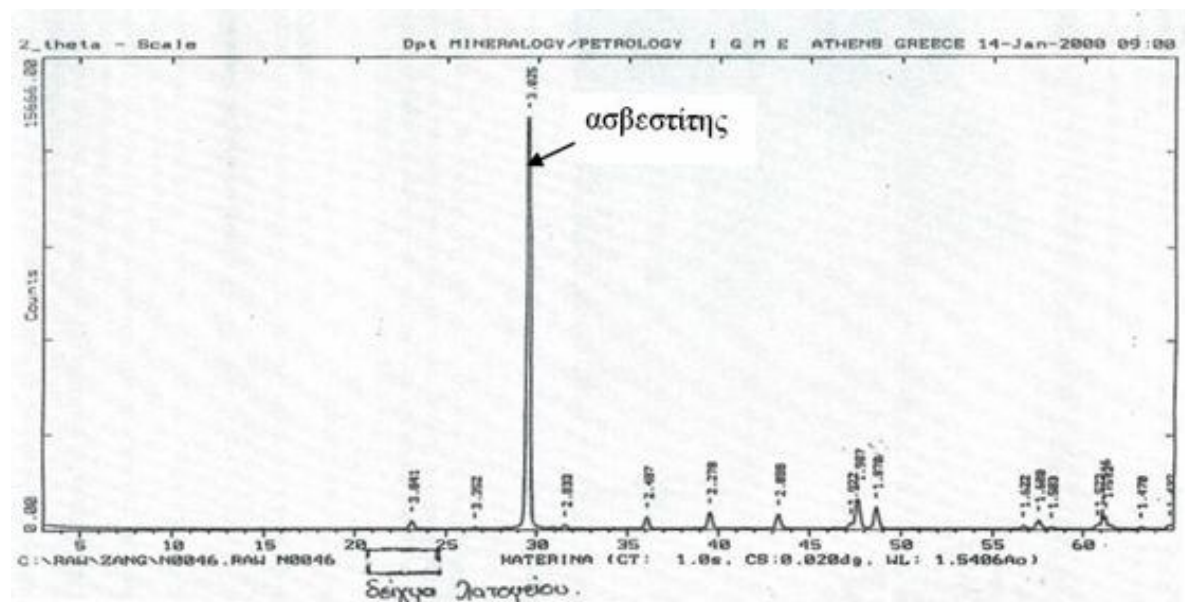
$$n \cdot \lambda = 2 \cdot d \cdot \eta \mu \theta$$

όπου: $n = 1, 2, 3, \dots$

λ = μήκος κύματος ακτίνων X

d = απόσταση δύο δικτυωτών επιπέδων

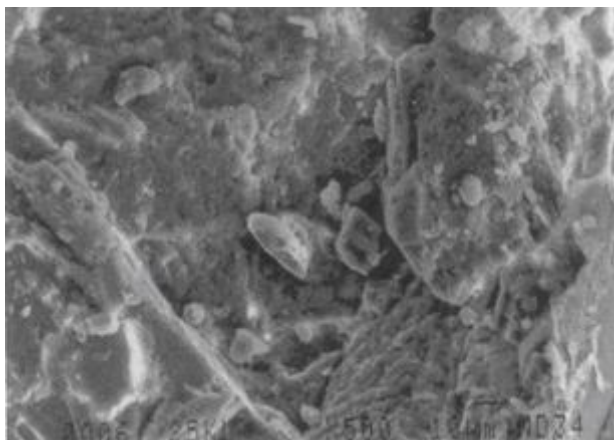
θ = γωνία προσπίπτουσας ή περιθλώμενης δέσμης ακτίνων X και δικτυωτού επιπέδου.



Γωνιογράμμα περίθλασης ακτίνων X, (XRD), δείγματος του λατομείου προέλευσης του λιθότυπου της προς εξέταση επιφάνειας.

B3. Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης

Αρχή της Μεθόδου



Εικόνα μαρμάρου από SEM μετά από επέμβαση καθαρισμού.

Η παραγωγή δέσμης ηλεκτρονίων από το σύστημα φωτισμού / κατεύθυνσης της δέσμης η οποία κατευθύνεται στην επιφάνεια του δείγματος. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται διέγερση της επιφάνειας του δείγματος, η οποία φωτογραφίζεται με καθοδικούς σωλήνες ακτίνων X. Οι ακτίνες X, οι οποίες εκπέμπονται από το δείγμα, έχουν χαρακτηριστική ενέργεια και μήκος κύματος, το οποίο όταν μετρηθεί αποκαλύπτει τη στοιχειακή σύνθεση του

δείγματος.

B4. Υγρή χρωματογραφία (HPLC)

Σκοπός

Η χρωματογραφία είναι μια τεχνική διαχωρισμού ομογενών μιγμάτων που στηρίζεται στη διαβίβαση ενός ομογενούς υγρού μίγματος μέσα από πορώδες υλικό με ροφητικές ικανότητες, στο οποίο τα διάφορα συστατικά του μίγματος μετακινούνται με διαφορετικές ταχύτητες. Η μέθοδος προσφέρεται για διαχωρισμό συστατικών ακόμη και σε μικρή περιεκτικότητα της τάξης του κλάματος χιλιοστού του γραμμαρίου. Χρησιμοποιείται για την ποιοτική και ποσοτική ανάλυση σύνθετων μιγμάτων υγρών και διαλυτών στερεών. Είναι επίσης δυνατός ο διαχωρισμός στοιχείων για ανάλυση δομής

Αρχή της Μεθόδου

Προϋπόθεση είναι η διαλυτότητα του δείγματος σε κατάλληλο διαλύτη. Οι περισσότερες αναλύσεις γίνονται σε θερμοκρασία δωματίου και σε ουδέτερο pH. Επιτυγχάνονται ευαισθησίες της τάξης ppm ή ppb. Τα συστατικά διαχωρίζονται και απομακρύνονται από τη στήλη όπου και ανιχνεύονται από αισθητήρα. Η υπεριώδης απορρόφηση με χρήση μονοχρωματικής ακτινοβολίας είναι τυπική μέθοδος ανίχνευσης. Υπάρχουν σύγχρονα προγράμματα συνδεδεμένα με υπολογιστή που επεξεργάζονται τα δεδομένα της χρωματογραφικής ανάλυσης. Η απορρόφηση πραγματοποιείται σε όλο το εύρος μήκους κύματος και χρόνου.



Χρωματογράφημα
δηθητικό χαρτί



σε Αέριο χρωματογράφος στο Τμήμα Χημείας του ΕΚΠΑ

B5. Υπέρυθρη Φασματοσκοπία Μετασχηματισμού Fourier

Σκοπός

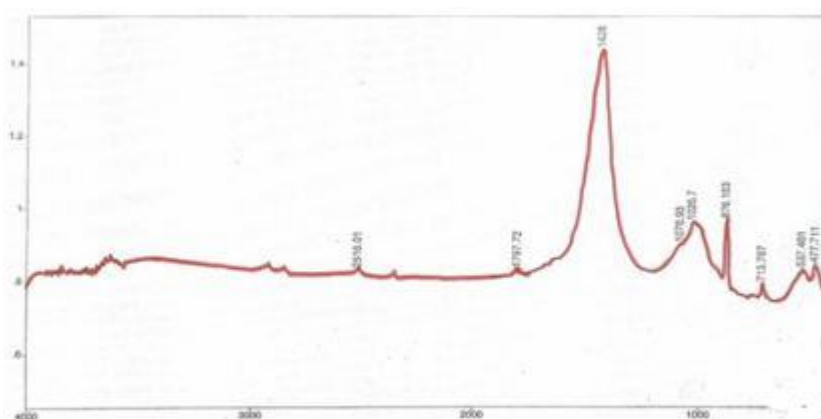
Λαμβάνονται σημαντικές πληροφορίες για τα βασικά χαρακτηριστικά του μορίου ως προς τη φύση των ατόμων, τη διάταξή τους στο χώρο, τους χημικούς δεσμούς κ.ά. μέσω των φασμάτων υπέρυθρου IR (Infra Red).

Αρχή της Μεθόδου

Η απορρόφηση της υπέρυθρης ακτινοβολίας προκαλεί τη διέγερση του μορίου σε υψηλότερες στάθμες δόνησης που είναι επιτρεπτές. Η διαδικασία της απορρόφησης συμβαίνει όμως μόνο όταν υπάρχει μεταβολή στο μέγεθος και τη διεύθυνση της διπολικής ροπής²⁷ του δεσμού.

Σε ένα πολυατομικό μόριο οι ομοιοπολικοί δεσμοί ή τα άτομα δεν είναι σταθερά δεμένα μεταξύ τους και μπορούν να δονούνται γύρω από τις καταστάσεις ηρεμίας τους. Επιπλέον υπάρχουν οι γωνίες δεσμών που αποτελούν μια ισχυρή μέθοδο περιγραφής των δονήσεων των πολυατομικών μορίων. Επειδή κάθε είδος χημικού δεσμού αντιστοιχεί σε διαφορετικές τιμές σταθεράς δύναμης και ανηγμένης μάζας, η απορρόφηση της ακτινοβολίας συμβαίνει σε μία περιοχή συχνοτήτων. Έτσι, αν περάσουν από το δείγμα διαφορετικές συχνότητες υπέρυθρης ακτινοβολίας, θα εμφανισθούν μια σειρά από ζώνες απορρόφησης που αντιστοιχούν στους θεμελιώδεις τρόπους δόνησης.

²⁷ Διπολική ροπή δεσμού: όταν έχουμε πολωμένο ομοιοπολικό δεσμό το κοινό ζεύγος είναι πλησιέστερα στο ηλεκτραρνητικό στοιχείο. Έτσι σχηματίζεται διπολική ροπή με διεύθυνση του ανύσματος από την ηλεκτροθετική προς την ηλεκτραρνητική περιοχή.



Φάσμα Υπερύθρου με Μετασχηματισμό Fourier

B6. Υδατοαπορρόφηση

Η υδατοαπορρόφηση αποτελεί σημαντική παράμετρο για να εκτιμηθεί η επιδεκτικότητα στη φθορά και η συμπεριφορά του υλικού στην τριχοειδή αναρρίχηση.

Αρχή της Μεθόδου

Αν τα θεμέλια ενός κτίσματος δεν είναι μονωμένα από το έδαφος, το νερό ανέρχεται στην κατασκευή μέσω του συστήματος των τριχοειδών πόρων. Η ένταση της απορρόφησης εξαρτάται από τη φύση των τριχοειδών και τη διάμετρό τους. Για απορρόφηση νερού από δοκίμια με τριχοειδή αναρρίχηση, ο συντελεστής υδατοαπορρόφησης ορίζεται από τη σχέση:

$$C = \Delta B / A \cdot t^{0.5}$$

όπου: ΔB = μεταβολή του βάρους του δοκιμίου

A = επιφάνεια του δοκιμίου που έρχεται σε επαφή με το νερό

t = χρόνος επαφής

B7. Ποροσιμετρία υδραργύρου

Σκοπός

Από τη μια ο καθορισμός των σχέσεων μεταξύ των δομικών παραμέτρων των υλικών και των ιδιοτήτων τους. Θεμελιώδης μέθοδος ανίχνευσης στην οποία βασιζόμαστε για τη βελτίωση των ιδιοτήτων των υλικών, τον έλεγχο συμβατότητας διαφορετικών υλικών, το σχεδιασμό και την αριστοποίηση της παραγωγής νέων υλικών δια μέσου της μελέτης των χαρακτηριστικών μικροδομής.

Από την άλλη η εξέταση της επίδρασης του περιβάλλοντος στα υλικά - επιδεκτικότητα των υλικών στη φθορά - και αποτίμηση των επεμβάσεων ως προς τα υλικά και τις μεθόδους συντήρησης και προστασίας τους.

Αρχή της Μεθόδου

Σε σωλήνα λεπτής διατομής ένα υγρό που διαβρέχει το υλικό του σωλήνα, όπως το νερό, οι τριχοειδείς δυνάμεις θα ωθούσαν το νερό μέσα στο σωλήνα προς τα πάνω μέχρι να εξισορροπηθεί το βάρος του ανερχόμενου υγρού. Αν όμως είχαμε μη διαβρέχον υγρό όπως ο υδράργυρος, τότε οι τριχοειδείς δυνάμεις θα δρούσαν κατά την αντίθετη κατεύθυνση έτσι, ώστε να κρατήσουν το υγρό έξω από το σωλήνα.

Η τριχοειδής δύναμη δίνεται από τη σχέση:

$$F_1 = 2 \pi R \gamma \cos\theta$$

όπου: R = η ακτίνα του τριχοειδή σωλήνα

π = η γεωμετρική σταθερά (3,14)

γ = επιφανειακή τάση υδραργύρου (480 dyn/cm)

θ = γωνία επαφής του υδραργύρου με τα τοιχώματα του σωλήνα (135- 1450)

Προκειμένου να εισέλθει ο υδράργυρος στο σωλήνα θα πρέπει να εφαρμοσθεί

εξωτερική δύναμη, που δίνεται από τη σχέση: $F_2 = \pi R^2 P$

όπου: P = πίεση που ασκείται κάθετα στη διατομή του σωλήνα

Το 1921 ο Washburn συνδύασε τις δύο εξισώσεις στην: $P = - (2 \gamma \cos\theta) / R$

B8. Δοκιμές Επιταχυνόμενης Γήρανσης

Σκοπός

Η προσομοίωση του φαινομένου της φθοράς στο εργαστήριο έχει ως σκοπό την πληρέστερη παρακολούθηση κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες της χρονικής πορείας της φθοράς, τη συγκέντρωση δεδομένων για το μηχανισμό της, ενώ ταυτόχρονα αποτελεί και μέθοδο αποτίμησης των μεθόδων προστασίας.

Τεχνικές

1. Θάλαμος αλατονέφωσης: Προσομοίωση θαλασσινής ατμόσφαιρας. Τα δοκίμια λούζονται με σταγονίδια διαλύματος χλωριούχου νατρίου που καταιονίζονται σε θάλαμο με σταθερής θερμοκρασία και σχετική υγρασία 95-100%. Εξετάζεται η προκαλούμενη φθορά ανά ορισμένα χρονικά διαστήματα.

2. **Θάλαμος Kosternich:** Χρησιμοποιείται για την προσομοίωση περιβάλλοντος πλούσιο σε SO_2 .

3. **Κύκλος εμφάπτισης – ξήρανσης:** Προσομοιάζει το μεταβαλλόμενο περιβάλλον που άλλοτε έχει υψηλή υγρασία και μετά ξηραίνεται. Τα δοκίμια εμφαπτίζονται σε κατάλληλο διάλυμα, στη συνέχεια ξηραίνονται. Επαναλαμβάνεται η διαδικασία για ορισμένους κύκλους εμφάπτισης – ξήρανσης και παρατηρούνται οι φθορές που προκλήθηκαν, π.χ. παρακολουθώντας τη μεταβολή του βάρους των δοκιμίων.

B9. Θερμική Ανάλυση

Σκοπός

Η συνεχής καταγραφή δεδομένων με τη μορφή θερμικών φασμάτων. Τα θερμικά φάσματα χαρακτηρίζουν ένα απλό ή σύνθετο σύστημα υλικών βάσει των θερμοδυναμικών, φυσικών ή μηχανικών ιδιοτήτων τους, καθώς και των μεταβολών της δομής τους, αλλά και της κινητικής των χημικών αντιδράσεων και φυσικοχημικών δράσεων που πραγματοποιούνται σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία. Συνεπώς οι Θερμικές Μέθοδοι Ανάλυσης εξυπηρετούν τις ποιοτικές και ποσοτικές απαιτήσεις χαρακτηρισμού των υλικών, αποτίμησης της συμβατότητας διαφόρων υλικών σε διαφορετικές συνθήκες λειτουργικού τους περιβάλλοντος.

Αρχές των μεθόδων θερμικής ανάλυσης

♦ Διαφορικής θερμικής ανάλυσης (DTA)

Η μέτρηση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του προς μέτρηση δείγματος και ενός δείγματος αναφοράς (συνήθως Al_2O_3)

♦ Θερμοβαρυμετρικής ανάλυσης (TG)

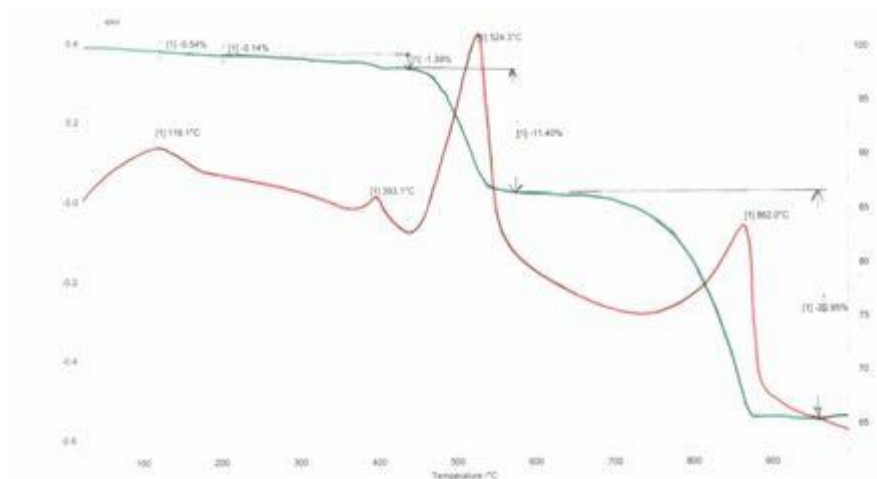
Η μέτρηση της μεταβολής της μάζας δείγματος, το οποίο υποβάλλεται σε προκαθορισμένο πρόγραμμα θερμοκρασιακής μεταβολής.

♦ Διαφορικής θερμιδομετρικής ανάλυσης σάρωσης (DTA-TG)

Η μέτρηση της διαφοράς ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται έτσι, ώστε το προς εξέταση δείγμα και το δείγμα αναφοράς να έχουν την ίδια θερμοκρασία καθώς θερμαίνονται ή ψύχονται με τον ίδιο ρυθμό.

♦ Θερμομηχανικής ανάλυσης (DMA)

Η καταγραφή των μεταβολών του μήκους που προκαλούνται από διαστολή, συστολή ή κάμψη κατά τη διάρκεια θέρμανσης, ψύξης ή και υποβολής του δείγματος σε ισόθερμη καταπόνηση.



Θερμογράφημα DTA/TGA δείγματος υδρασβέστου Ca(OH)_2

5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

5.1 ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

Η αναγκαιότητα της συντήρησης των μνημείων έγινε πολύ νωρίς αντιληπτή. Ήδη από την αρχαιότητα καταγράφονται επεμβάσεις στο Ερεχθείο, στον Παρθενώνα, στο Άδυτο του Απόλλωνα στους Δελφούς, στο ναό της Αθηνάς στο Σούνιο, στην οικία του Οινόμαου στην Ολυμπία, στο άδυτο του ναού του Διός στη Νεμέα κ.ά. Μαρτυρίες έχουμε από τον Παυσανία, τον Πλούταρχο και άλλους. Η κυριότερες αιτίες βλαβών και φθορών που αναφέρονται είναι οι πυρκαγιές, οι σεισμοί και η εντατική χρήση. Σε ορισμένες περιπτώσεις οι επεμβάσεις οφείλονται σε χωροταξικές μεταβολές και ανοικοδομήσεις βελτίωσης ή επέκτασης. Οι επεμβάσεις αφορούν σε επισκευές, αποκαταστάσεις, μεταφορές στοιχείων εντός ή εκτός του δομήματος, ανακατασκευές ή διατηρήσεις εντός κτιρίου.

Οι σύγχρονοι κανόνες συντήρησης, που δεν είχαν θεσπισθεί εξάλλου, τηρήθηκαν διαισθητικά σε ορισμένες περιπτώσεις. Στις περισσότερες, όμως, ήταν σωστικές επεμβάσεις οικοδομικού χαρακτήρα χωρίς την απαιτούμενη προσοχή στην αισθητική ή στην πιστότητα της αρχικής μορφής.

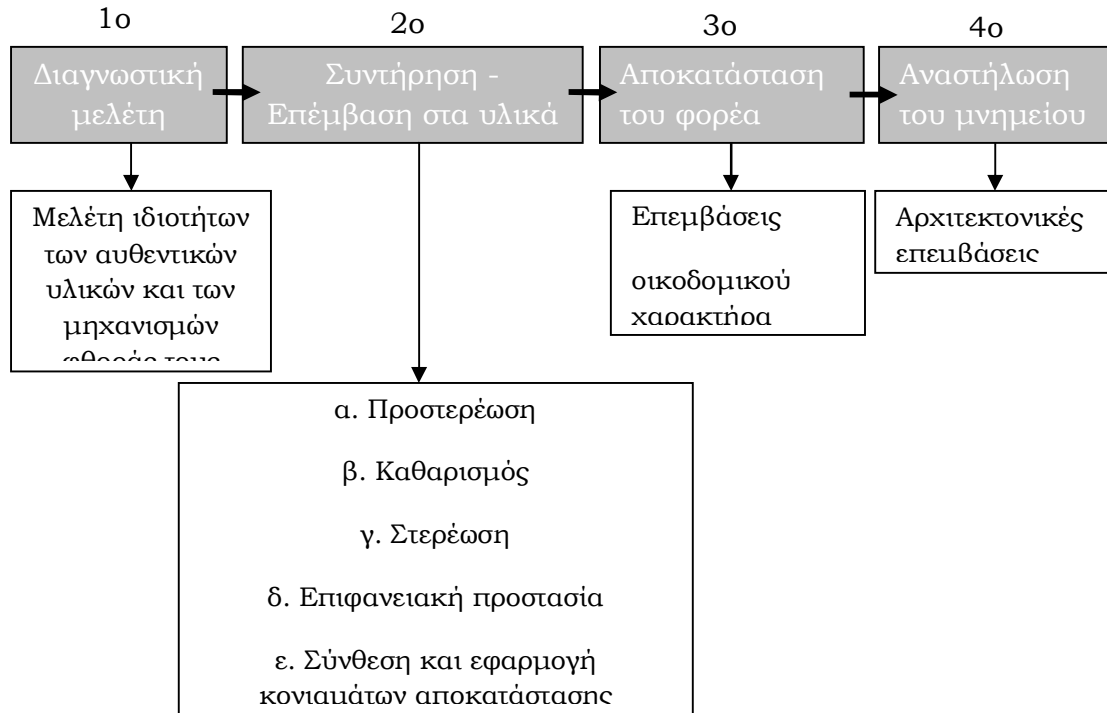
Το πρόβλημα της επιλογής των υλικών και των επεμβάσεων συντήρησης δομικών συνόλων διαιωνίστηκε επ' αρκετό, ακόμη και μετά τη θέσπιση των κανόνων του Χάρτη της Βενετίας και των συμπληρωματικών διατάξεων. Εξάλλου πρωταρχική αιτία για τη θέσπισή τους ήταν η εμπειρική προσέγγιση του προβλήματος της συντήρησης των μνημείων που εφαρμόστηκε σε ευρεία κλίμακα και τις περισσότερες φορές η ακαταλληλότητα της μεθόδου και των υλικών προκάλεσε περαιτέρω φθορά.

Το συχνότερο φαινόμενο, ακόμη και πρόσφατα, είναι η έλλειψη διαγνωστικής μελέτης, οι επεμβάσεις συντήρησης γίνονται αποσπασματικά χωρίς στρατηγικό σχεδιασμό, παραλείπεται η μελέτη των υλικών και των επεμβάσεων συντήρησης, χρησιμοποιούνται ασύμβατα υλικά και δεν εξετάζονται ως προς την ποικιλομορφία και την πολυπλοκότητα τα παραδοσιακά- ιστορικά δομικά υλικά.

Με την υιοθέτηση των αρχών διατήρησης της πολιτιστικής κληρονομιάς από κάθε κράτος και τη νομοθέτηση των κανόνων επιβάλλεται πλήρης μελετητική πορεία, πριν επιχειρηθεί οποιαδήποτε επέμβαση σε ένα μνημείο, με σκοπό να αποτραπεί ή να ελαχιστοποιήσει τις πιθανότητες μιας άστοχης εφαρμογής συντήρησης, που μπορεί στο μέλλον να αποδειχθεί καταστροφική για το μνημείο ή το περιβάλλον του.

5.2 ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΣΧΕΔΙΟ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΜΝΗΜΕΙΩΝ

Η πορεία που ρέπει να ακολουθηθεί για την επέμβαση στο μνημείο περιλαμβάνει τέσσερα στάδια:



Παράλληλα οφείλουν να παρθούν μέτρα για τον περιβάλλοντα του μνημείου χώρο, ελέγχοντας τις μικροκλιματικές παραμέτρους. Επιβάλλονται χωροταξικές, και πολεοδομικές ρυθμίσεις έτσι, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι περιβαλλοντικοί κίνδυνοι που επιτείνουν τη φθορά.

5.2.1 Στάδιο 1^ο: Διαγνωστική μελέτη

Περιλαμβάνει διαδικασίες τεκμηρίωσης της υπάρχουσας κατάστασης του μνημείου, επιτόπιες παρατηρήσεις για την κατάσταση των δομικών υλικών, χαρτογράφηση της φθοράς με μετρήσεις μη καταστροφικών μεθόδων. Ακολουθεί εργαστηριακή μεθοδολογία ανάλυσης με δείγματα των υλικών σε εξειδικευμένα επιστημονικά/ερευνητικά εργαστήρια μελέτης υλικών. Ταυτοποιούνται τα δομικά υλικά ως προς τη σύσταση και τη μορφολογία, ώστε να προσεγγιστεί κατά το δυνατόν η προέλευσή τους, και μελετάται εργαστηριακά η φθορά.

Παράλληλα παρακολουθούνται οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη φθορά του μνημείου συσχετίζοντας ενδογενείς και εξωγενείς παράγοντες.

Συνεκτιμώντας τα παραπάνω οι επιστήμονες της συντήρησης εκτιμούν τα αίτια και τους μηχανισμούς φθοράς. Για επιβεβαίωση πειραματίζονται με ανάλογα συντεθειμένα υλικά, δηλαδή προσπαθούν να προσομοιώσουν το φαινόμενο φθοράς (με συνθήκες επιταχυνόμενη γήρανση). Με την όλη μελέτη καταλήγουν στη διάγνωση.

5.2.2 Στάδιο 2^ο: Συντήρηση - Επέμβαση στα υλικά

A. Προστερέωση

Στις διαδικασίες συντήρησης η σειρά εφαρμογής είναι επίσης, καθορισμένη. Ξεκινά με *προστερέωση*, μόνο για υλικά που έχουν υποστεί περιπτώσεις προχωρημένη διάβρωσης και αν καθαριστούν κινδυνεύουν να διαλυθούν.

B. Καθαρισμός

Ακολουθεί *καθαρισμός* όπου απομακρύνονται οι επιφανειακές επικαθήσεις με μηχανική, φυσική ή χημική διαδικασία. Επεμβάσεις καθαρισμού σε αρχιτεκτονικές επιφάνειες απαιτούνται όταν

εμφανίζονται επιφανειακές αλλοιώσεις που οφείλονται:

- ◆ σε φυτικούς ή ζωικούς μικροοργανισμούς
- ◆ σε επικαθήσεις αιωρούμενων σωματιδίων
- ◆ σε γυψοποιημένες επιφάνειες
- ◆ σε συνδυασμό των παραπάνω αλλοιώσεων όταν σχηματίζεται ανθρακικό ασβέστιο CaCO_3 με ανακρυστάλλωση.
- ◆ σε παλαιότερες, ατυχείς, επεμβάσεις
- ◆ σε διάχυσης και οξειδωσης ιόντων, όπως των ιόντων σιδήρου Fe^{3+} από το εσωτερικό του μαρμάρου, που δίνει σκουρότερο χρώμα από τη φυσική πάτινα του χρόνου.

Τα υλικά καθαρισμού και η μέθοδος της επέμβασης κατά περίπτωση επιλέγονται με βάση μια σειρά κριτηρίων, όπως:

- ◆ Να μην προκαλούνται άμεσες ή έμμεσες φθορές που ενεργοποιούν
- ◆ περισσότερο τις αρχιτεκτονικές επιφάνειες
- ◆ Να διατηρείται η αυθεντική πάτινα και οι πολυχρωμίες σε αισθητικά /
- ◆ κοινωνικά αποδεκτά επίπεδα
- ◆ Να μη δημιουργούνται επιβλαβή παραπροϊόντα - υπολείμματα
- ◆ Να ελέγχεται από τον συντηρητή η ταχύτητα δράσης τους, ώστε να διακόπτεται, αν χρειαστεί, την κατάλληλη στιγμή

- ♦ Να μην απαλείφονται οι λεπτομέρειες σε αγάλματα και γλυπτά διακοσμητικά στοιχεία διατηρώντας τη γυψοποιημένη επιφάνεια



Ιερός Ναός Αχειροποιήτου Θεσσαλονίκης. Ο καθαρισμός της πλινθοδομής έγινε με αμμοβολή.

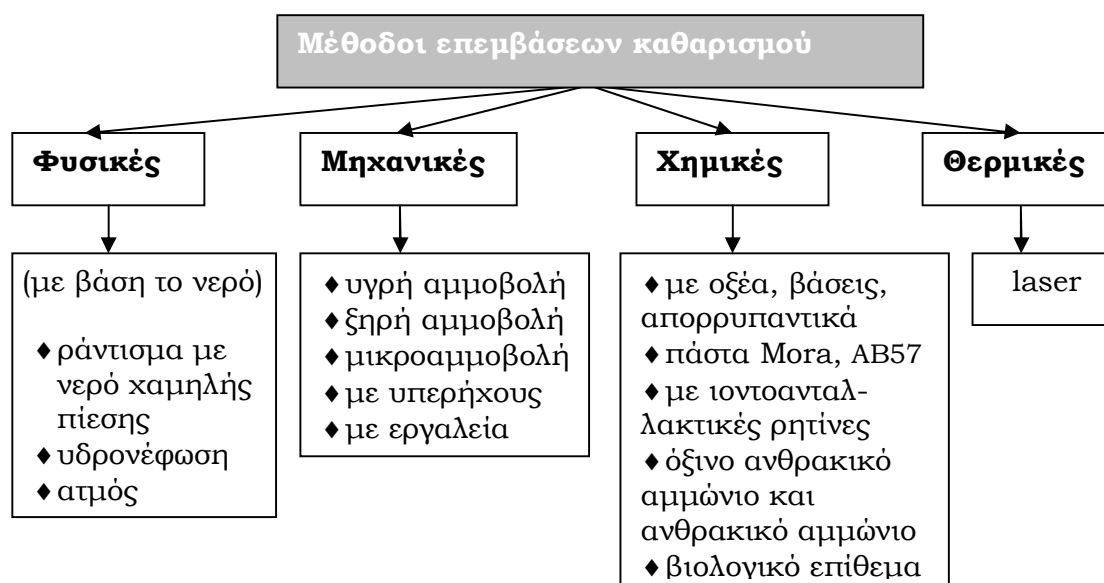
- ♦ Να γίνεται ο καθαρισμός από ειδικούς συντηρητές και έμπειρο, εκπαιδευμένο συνεργείο
- ♦ Να δοκιμάζεται η μέθοδος και τα υλικά καθαρισμού σε πιλοτικό επίπεδο.

Η πιλοτική εφαρμογή μεθόδων καθαρισμού και η αποτελεσματικότητά της έχει να κάνει με τη χημική και ορυκτολογική δομή του υλικού, τη

μικροδομή του, το είδος και την ένταση της φθοράς, τη φύση των αποθέσεων που θέλουμε να απομακρυνθούν, το είδος της επιφάνειας, την ιστορική και καλλιτεχνική αξία του κτιρίου και φυσικά με το κόστος της δαπάνης καθαρισμού και τη διάρκεια της.

Οι μέθοδοι επεμβάσεων καθαρισμού διακρίνονται σε: φυσικές, μηχανικές, χημικές και θερμικές, ανάλογα με την επιφερόμενη δράση του μέσου καθαρισμού.

Οι φυσικές μέθοδοι χρησιμοποιούν νερό για πλύση της επιφάνειας σε διάφορες μορφές ή φυσική κατάσταση και με διάφορες ταχύτητες και τρόπους εκσφενδονισμού. Οι μηχανικές βασίζονται σε βομβαρδισμό της επιφάνειας με στερεά σωματίδια μεγέθους άμμου (απευθείας ή με φορέα το νερό), με υπερήχους, ή σε απόξεση των αποθέσεων στην επιφάνεια με οικοδομικά ή οδοντιατρικά εργαλεία (ξέστρα, βούρτσες, νυστέρια, τροχούς, γυαλόχαρτα κ.ά.). Στις χημικές μεθόδους χρησιμοποιούνται χημικές συνθέσεις ανάλογες με τα οικιακά απορρυπαντικά, μίγματα ουσιών με μορφή ροφητικής πάστας που και χρησιμοποιούνται όπως οι καλλυντικές «μάσκες» καθαρισμού ή ενυδάτωσης και ξηραίνόμενες παίρνουν τη μορφή εκμαγείου, καθώς επίσης και βιολογική επιθέματα (διάλυμα ουρίας σε γλυκερίνη). Από τις πιο αποτελεσματικές μεθόδους και σε ελεγχόμενο βάθος καθαρισμού είναι η θερμική μέθοδος που κάνει χρήση ακτινοβολιών laser σε κατάλληλες συχνότητες.



Μετά τον καθαρισμό των επιφανειών επιβάλλεται η αποτίμηση των επεμβάσεων. Εξετάζεται η μορφή της επιφάνειας σε σχέση με τους είδος της φθοράς και το ποσοστό απομάκρυνσής των ανεπιθύμητων αποθέσεων. Συχνά η διαδικασία καθαρισμού δημιουργεί ανεπιθύμητα παραπροϊόντα, αυξάνει την τραχύτητα της επιφάνειας, μετασχηματίζει την μικροδομή, το ποσοστό υγρασίας ή/ και το χρώμα της. Στην αποτίμηση της αποτελεσματικότητας του καθαρισμού συνεισφέρουν οι μη καταστρεπτικές μέθοδοι που εφαρμόζονται *in situ* και οι εργαστηριακές μέθοδοι με δειγματοληψία που αξιοποιήθηκαν στη διάγνωση του τύπου της φθοράς. Δηλαδή η ψηφιακή επεξεργασία εικόνας, η μικροσκοπία οπτικών ινών, μέτρηση διαφόρων παραμέτρων χρώματος με χρωματομέτρο, η θερμογραφία υπέρυθρου και η υπέρυθρη φασματοσκοπία κ.ά.

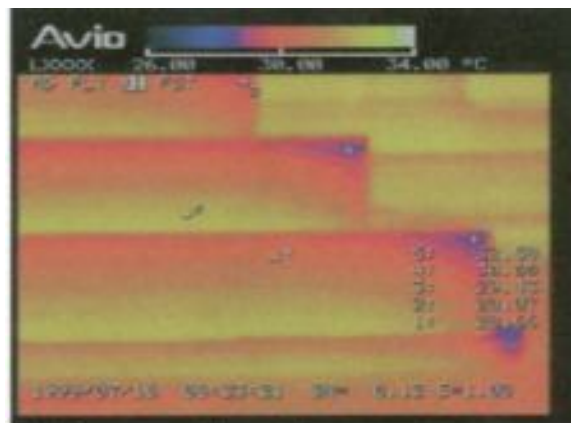


Πριν (x 50)

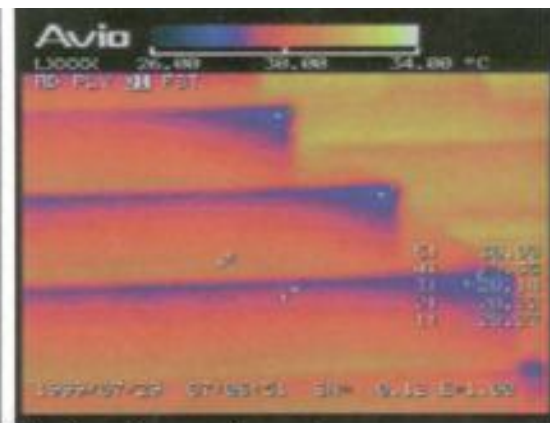


Μετά (x 50)

Εικόνες από μικροσκόπιο οπτικών ινών FOM που μεγεθύνει 50 φορές (μη καταστρεπτική τεχνική που δεν απαιτεί δείγμα)

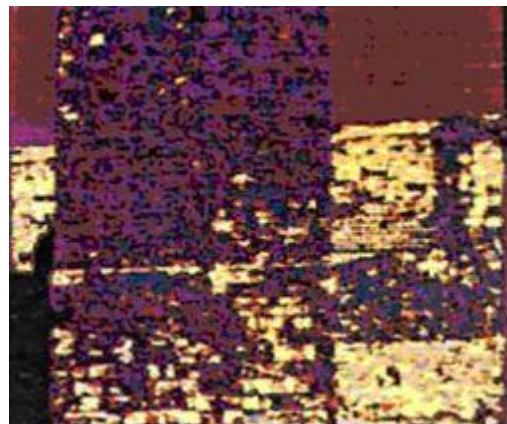
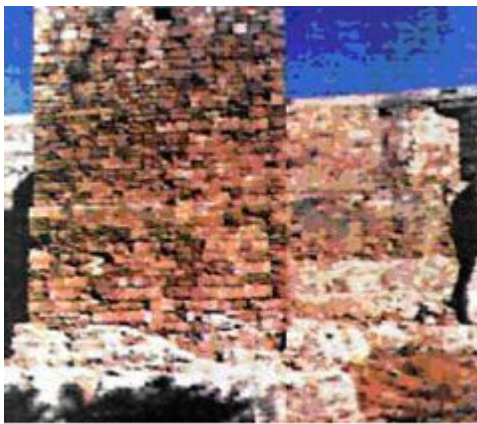


Pic. 1, πριν το καθαρισμό

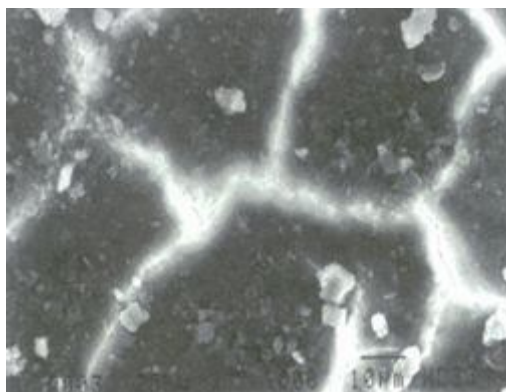


Pic. 2, μετά τον καθαρισμό

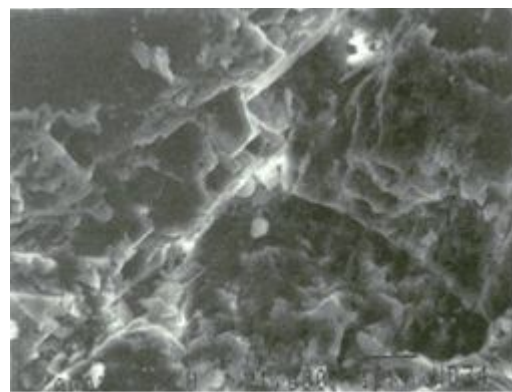
Εικόνες από θερμογραφίας υπερύθρου (μη καταστρεπτική τεχνική που δεν απαιτεί δείγμα)



Μακροσκοπική εικόνα και ψηφιακά επεξεργασμένη με ψευδοχρώματα (μη καταστρεπτική τεχνική)

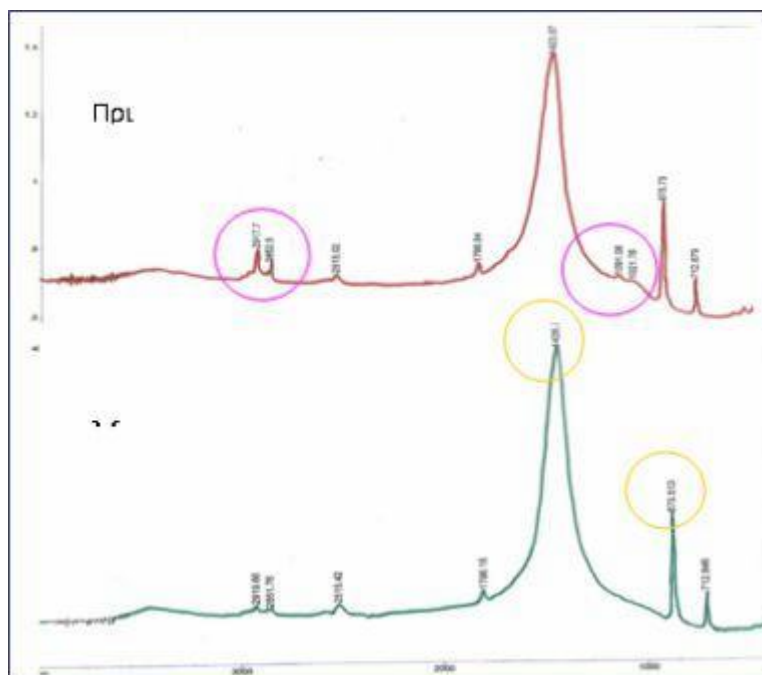


Πριν (x 1000)



Μετά (x 1000)

Εικόνες από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης SEM (τεχνική που απαιτεί δείγμα)



Φάσματα Υπερύθρου με μετασχηματισμό Fourier (FTIR) πριν και μετά την επέμβαση καθαρισμού (τεχνική που απαιτεί δείγμα)

Παραδείγματα καθαρισμού επιφανειακών αποθέσεων από μνημεία της Ρεμς στη Γαλλία βρίσκονται στη λίστα της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς που της UNESCO.



Βασιλική του Saint Remi στη Reims της Καμπανίας Παρουσιάζει αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά ρυθμών ρομανικού, γοτθικού και αναγεννησιακού.

Notre Dame de Reims: Γοτθικός Καθεδρικός ναός 13^{ου} αιώνα από πωρόλιθο, αφιερωμένος στη Μητέρα του Θεού. Εδώ 25 ηγεμόνες, με πρώτο τον Clovis, στέφθηκαν βασιλείς της Γαλλίας. Υπέστη μεγάλη καταστροφή από πυρκαγιά το 1914 (Α Παγκόσμιο Πόλεμο). Εργασίες restauration και εξωραϊσμού υπό την επίβλεψη του Henri Deneux έγιναν επί εικοσαετία και συνεχίζονται στις μέρες μας. Εμφανής ο καθαρισμός στο τόξο της δεξιάς εισόδου. Στη λεπτομέρεια, εικόνα (γ), διακρίνεται ο Γελαστός Άγγελος, προστάτης της πόλης, που έχει υποστεί καθαρισμό.

Γ. Στερέωση

Η επόμενη επέμβαση αφορά στην αποκατάσταση της συνοχής της διαβρωμένης πέτρας, η διεργασία καλείται στερέωση. Τα κριτήρια επιλογής υλικών και επεμβάσεων στερέωσης είναι τα ακόλουθα:

- ♦ Να αυξάνουν την αντοχή και την ανθεκτικότητα των υλικών στο χρόνο
- ♦ Να έχουν ικανοποιητικό βάθος διείσδυσης .
- ♦ Να τροποποιούν το πορώδες κατά τρόπο που να μειώνεται α) η επιδεκτικότητα σε φθορά από κρυστάλλωση αλάτων και β) να διασφαλίζεται η αναπνοή της τοιχοποιίας.
- ♦ Να εξασφαλίζεται η συμβατότητα του αυθεντικού υγιούς με το στερεωμένου λίθου.
- ♦ Να μην αλλάζει το χρώμα της επιφάνειας εφαρμογής
- ♦ Να αντέχει στο χρόνο

Για τη στερέωση χρησιμοποιούνται α) ανόργανα υλικά, β) αλκοξυσιλάνια που είναι ανόργανα πολυμερή του πυριτίου, γ) οργανικά σύνθετα πολυμερή, δ) προηγμένα υλικά στερέωσης όπως τα σωματιδιακά σύνθετα.

Επιβάλλεται αποτίμηση της αποτελεσματικότητας της στερέωσης με μη καταστρεπτικές μέθοδοι (in situ) και οι εργαστηριακές μέθοδοι με δειγματοληψία, όπως η ποροσιμετρία υδραργύρου, η υδατοαπορρόφηση και η ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης.

Ο έλεγχος του βάθους διείσδυσης στερεωτικού γίνεται με την βοήθεια της φασματοσκοπίας υπερύθρου ή με την βοήθεια της υπερηχοσκόπησης που δίνει πληροφορίες σχετικά με το βάθος διείσδυσης του στερεωτικού, και τη βελτίωση των μηχανικών αντοχών του διαβρωμένου τμήματος του λίθου. Ενώ ο έλεγχος της φυσικοχημικής συμβατότητας γίνεται με βάση τον συντελεστή θερμικής διαστολής. Ένα πολύ σημαντικό στοιχείο στην αποτίμηση μιας κατεργασίας στερέωσης αποτελεί είναι να διαπιστωθεί ο μηχανισμός δράσης. Δηλαδή αν το στερεωτικό δημιουργεί προστατευτικό φιλμ στην στερεωμένη επιφάνεια ή αποτίθεται. Αυτό σχετίζεται άμεσα με την αποτελεσματικότητά του στο μέλλον. Η θερμογραφία υπερύθρου συνεισφέρει στη διαπίστωση της συμβατότητας των εφαρμοσμένων υλικών στερέωσης, όπως επίσης για τις μεταβολές στην κατακράτηση της περιεχόμενης υγρασίας.

Δ. Παρασκευή συμβατών κονιαμάτων αποκατάστασης

Ο ορθολογικός σχεδιασμός κονιαμάτων αποκατάστασης απαιτεί σύνθεση κονιαμάτων συμβατών με τα ιστορικά δομικά υλικά του κτηρίου πριν την εφαρμογή τους στη συντήρηση του μνημείου. Και σ' αυτήν την περίπτωση ακολουθούνται ορισμένα κριτήρια.

- ◆ Να προσομοιάζουν τα κονιάματα αποκατάσταση στις ιδιότητες των ιστορικών/παραδοσιακών
- ◆ Να βελτιώνουν τα χαρακτηριστικά των ιστορικών/παραδοσιακών κονιαμάτων
- ◆ Να είναι δυνατόν να αναπαραχθούν και ελεγχθούν κάτω από προδιαγραφές.

Τα χαρακτηριστικά του κονιάματος αποκατάστασης που προτείνονται πρέπει να προσομοιάζουν με αυτά του ιστορικού που χρησιμοποιήθηκαν στην αρχική κατασκευή. Αρχικά λοιπόν πρέπει να προηγηθεί ο χαρακτηρισμός το είδος του υπάρχοντος ιστορικού κονιάματος (συμβατικό ασβεστίτικο, κονίαμα θραυσμένου κεραμικού, υδραυλικού κτλ) έτσι, ώστε αυτό που θα προτείνουμε να παρουσιάζει την μέγιστη κατά το δυνατόν συμβατότητα μεταξύ παλιού και νέου υλικού.

Σε δεύτερη φάση αποφασίζεται ποιες πρώτες ύλες θα χρησιμοποιηθούν στην παρασκευή του κονιάματος και τι ποιοτικά χαρακτηριστικά οφείλουν αυτές να έχουν, όσον αφορά στην καθαρότητα και τη λεπτότητα τους, το είδος και το μέγεθος των αδρανών, το test ποζαλονικότητας που πρέπει να δίνουν, την κοκκοδιαβάθμιση (φάση αποτίμησης πρώτων υλών).

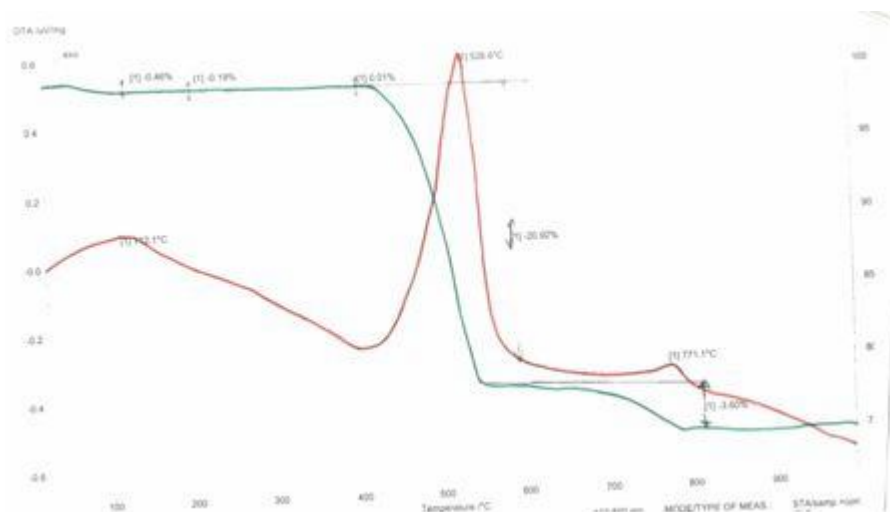
Στη συνέχεια πρέπει να αποφασιστούν οι αναλογίες για τη σύνθεση του νέου σε σχέση με το παλιό. Από το χαρακτηρισμό που προηγήθηκε του ιστορικού κονιάματος για το οποίο είναι γνωστές οι αναλογίες συνδετικής ύλης /αδρανών για κάθε τύπο, θα αποφασιστεί η ποσόστωση της συνδετικής ύλης, της κονιάς και η αριστοποίηση της κοκκομετρίας των αδρανών.

Ακολουθεί η παρασκευή του νωπού κονιάματος χρησιμοποιώντας τις πρώτες ύλες με τα ανάλογα χαρακτηριστικά που αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθούν, χρησιμοποιώντας την κατάλληλη ποσότητα νερού έτσι, ώστε να επιτύχουμε την επιθυμητή εργασιμότητα για να τοποθετηθεί στα σημεία που καλούμαστε να αποκαταστήσουμε και να συντηρηθεί. Είναι πολύ σημαντικό για τα κονιάματα να βρεθεί η μικρότερη δυνατή αναλογία στο περιεχόμενο νερό, που να εξασφαλίζει μεγάλη μηχανική αντοχή, ενώ παράλληλα να παρουσιάζει ευκολία χρησιμοποίησης από τον τεχνίτη. Σε αυτήν τη φάση πρέπει το κονίαμα να καταγραφεί, να τοποθετηθεί και να μετρηθούν οι μηχανικές του αντοχές.

Μια επόμενη διεργασία είναι η συντήρηση του κονιάματος σε διάφορες συνθήκες κρατώντας σταθερά σημεία για συγκρίσεις. Το νωπό κονίαμα πήζει και αποκτά σκληρότητα είτε αντιδρώντας με το CO_2 της ατμόσφαιρας οπότε έχουμε ενανθράκωση προς CaCO_3 , είτε δίνει υδραυλικές φάσεις δημιουργώντας ένυδρα κρυσταλλικά άλατα αντιδρώντας με το H_2O (υδατοπαγή κονιάματα όπως τα τσιμεντιτικά).

Η αποτίμηση του κονιάματος που παρασκευάστηκε γίνεται με μετρήσεις που αφορούν στις αντοχές του υλικού, την κοκκοδιαβάθμιση, το πορώδες με ποροσιμετρία υδραργύρου, υποβολή σε κύκλους αλάτων, δοκιμασίες υδατοαπορρόφησης και τριχοειδούς

αναρρίχησης, υποβάλλεται σε θερμικές μεθόδους ανάλυσης, και παρακολουθήση της εξέλιξης ενανθράκωσης του.



Οι ερευνητές συντηρητές παίρνουν πληροφορίες από το θερμογράφημα DTA/TGA της θερμοβαρυμετρικής ανάλυσης για την ποσοτική σύσταση του κονιάματος, όπως το ποσοστό υγρασίας, την περιεχόμενη γύψο, την αφυδάτωση βάσεων αλκαλικών γαιών (π.χ. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ που αφυδατώνεται μετατρέπόμενο σε CaO), το περιεχόμενο CaCO_3 , κ.ά.

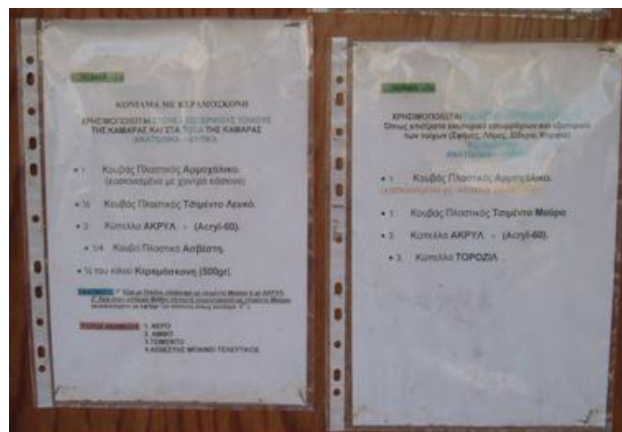


Πέντε είδη κονιάματων αποκατάστασης χρησιμοποιήθηκαν στις εργασίες συντήρησης του Μεσαιωνικού υδραγωγείου της Καβάλας (Καμάρες). Η σύνθεση διαφέρει ανάλογα με τα σημεία εφαρμογής (εσωτερικό τοίχων, τόξα, γείσα, αυλάκι, τάφρο στη στρέψη, κτισίματα κτλ.). Η σύνθεση και η μεθοδολογία εφαρμογής παραμένει αναρτημένη στο εργαστήριο του εργοταξίου με μορφή οδηγιών για τους τεχνίτες/συντηρητές του έργου. Ο χαρακτηρισμός των ιστορικών κονιαμάτων βασίστηκε σε εργαστηριακές αναλύσεις του ΙΓΜΕ (Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών).



Πολύ διαφορετικής σύνθεσης μεταξύ τους τα πέντε είδη κονιαμάτων αποκατάστασης που χρησιμοποιήθηκαν.

Δεν απουσιάζουν τα σύγχρονα οργανικά σύνθετα πολυμερή υλικά με στερεωτικές ιδιότητες.

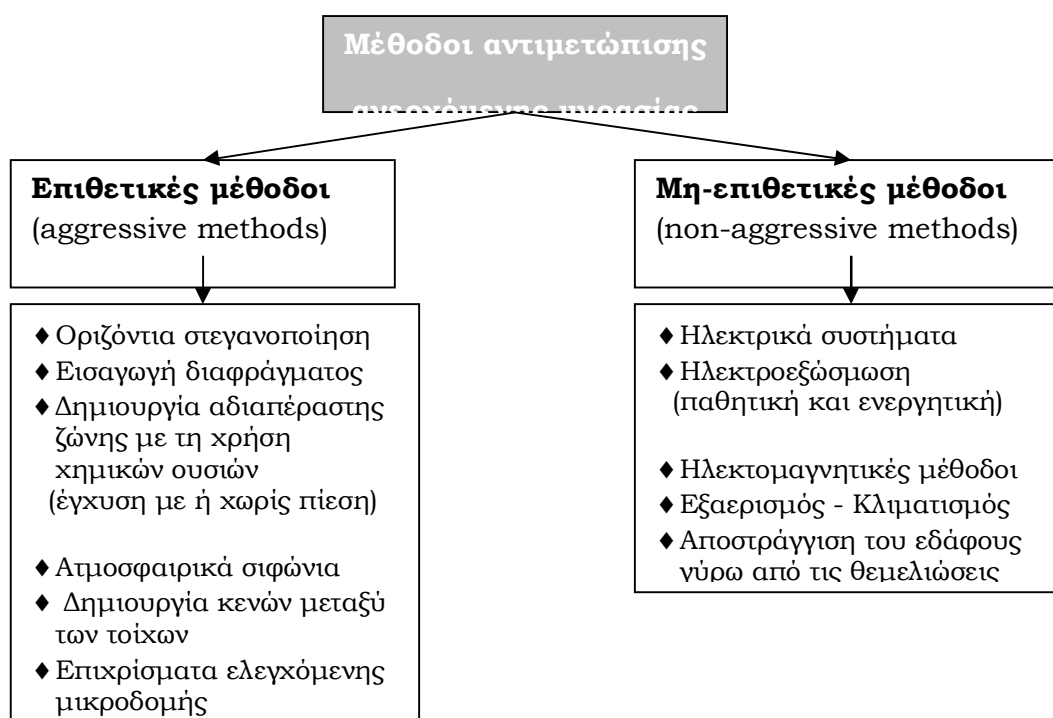


Ε. Αντιμετώπιση της ανερχόμενης (ή αναρριχόμενης) υγρασίας

Το μεγαλύτερο πρόβλημα, ακόμη και στις σύγχρονες κατασκευές αποτελεί η ανερχόμενη υγρασία. Το ιδανικό είναι να προληφθεί το φαινόμενο. Σε περιπτώσεις όμως που έγινε ελλιπής αρχικός σχεδιασμός είναι αναγκαία η αντιμετώπιση του προβλήματος, καθώς σε αντίθετη περίπτωση, το μνημείο ή μέρος αυτού μπορεί να υποστεί ανεπανόρθωτη ζημιά.

Ασφαλώς η επιλογή της μεθόδου είναι συνάρτηση του μεγέθους της ιστορική και καλλιτεχνική αξία του μνημείου, της στατικής του κατάστασης, των χαρακτηριστικών του εδάφους θεμελίωσης και του ευρύτερου περιβάλλοντος και της σεισμικότητας της περιοχής για επιρρεπείς περιοχές. Εξετάζεται η δυνατότητα επέμβασης κατά ζώνες, το κόστος επέμβασης (και μελλοντικής συντήρησης), η αντιστρεψιμότητα της επέμβασης, η συμβατότητα της χρησιμοποιούμενης μεθόδου με τα μηχανικά και τα θερμοϋγρομετρικά χαρακτηριστικά της τοιχοποιίας, η αποτελεσματικότητα της επέμβασης και η ανθεκτικότητά της στο χρόνο.

Διάκριση μεθόδων παρεμπόδισης της υγρασίας:



Αξίζει να αναφερθεί ιδιαίτερα η εφαρμογή επιχρισμάτων ελεγχόμενης μικροδομής, τα οποία επιτρέπουν τη διακίνηση της υγρασίας στην τοιχοποιία, αυξάνουν το ρυθμό εξάτμισης της υγρασίας, αποτελούν θυσιαζόμενο προστατευτικό επίστρωμα της τοιχοποιίας στους περιβαλλοντικούς παράγοντες φθοράς, είναι συμβατά με το υπόστρωμα, αντέχουν στη διάβρωση από διαλυτά άλατα. Τέλος έχουν εύκολη εφαρμογή και λογικό κόστος.

Η αποτίμηση των επεμβάσεων αντιμετώπισης της ανερχόμενης υγρασίας γίνεται αφενός με εργαστηριακές μεθόδους ποιοτικής και ποσοτικής ανάλυσης, αφετέρου με μη καταστρεπτικές μεθόδους επί τόπου. Ελέγχεται η καθ' ύψος κατανομή της υγρασίας και χαρτογραφείται η τοιχοποιία με κατάλληλες δειγματοληψίες. Ο χαρακτηρισμός των δομικών υλικών επιτυγχάνεται με χημικές, φυσικές, ορυκτολογικές, πετρογραφικές, βιολογικές αναλύσεις.

ΣΤ. Ολοκλήρωση της επέμβασης

Για την βελτιστοποίηση της αποτελεσματικότητας των επεμβάσεων συντήρησης απαιτείται επί μακρόν παρακολούθηση και έλεγχος των υλικών στη πορεία του χρόνου. Η εμπειρία θα οδηγήσει σε νέες εφαρμογές και θα γίνουν οι αναγκαίες διορθωτικές κινήσεις.



Ενίσχυση των κίωνων με ενέματα ρευστών, συμβατών με το μάρμαρο κονιαμάτων, για πλήρωση των κενών των ρωγμών στον οπισθόναο του Παρθενώνα.

5.2.3 Στάδιο 3^ο: Αποκατάσταση του φορέα

Η μελέτη της κατάστασης των στατικών του φορέα του μνημείου γίνεται από μελετητική ομάδα πολιτικών μηχανικών, που θα αποφανθούν για την ανάγκη των σωστικών ή άλλων επεμβάσεων, αφού λάβουν υπόψη την κατάσταση της θεμελίωσης, τις προηγούμενες βλάβες από διάφορα αίτια (σεισμό, πυρκαγιά, κατεδάφιση τμημάτων κτλ.), σε ποια σημεία απαιτούνται π.χ. υποστυλώματα²⁸, αντηρίδες²⁹ κ.ά. Η ομάδα μελέτης θα μεριμνήσει για την αποκατάσταση ή/και την ενίσχυση της στατικής λειτουργίας του φέροντος οργανισμού, εξασφαλίζοντας τη

²⁸ **Υποστήλωμα:** Γραμμικό κατακόρυφο στοιχείο (π.χ. κίονας) αυξημένης αντοχής σε θλίψη, πάνω στο οποίο εδράζονται γραμμικά στοιχεία.

²⁹ **Αντηρίδες:** Γραμμικά κατακόρυφα στοιχεία σχήματος ορθογωνίου ή τραπεζοειδούς διατομής που εξυπηρετούν την ανακούφιση άλλων κατακόρυφων φερόντων στοιχείων, για ανάληψη ωθήσεων.

δομοστατική επάρκεια και ασφάλεια σε σεισμό με τους συντελεστές του σύγχρονου αντισεισμικού κανονισμού.

5.2.4 Στάδιο 4^ο: Αναστήλωση του μνημείου

Η αναστήλωση και ο εξωραϊσμός, σύμφωνα με τις επιταγές του Χάρτη της Βενετίας και των άλλων αποδεκτών συμβάσεων γίνεται μετά από την αρχιτεκτονική μελέτη. Αφορά στην αποκατάσταση των μορφολογικών χαρακτηριστικών των αρχιτεκτονικών και διακοσμητικών στοιχείων. Όπως, επίσης και στον έλεγχο της διατήρησης τους των χαρακτηριστικών, των τεχνικών δόμησης, την ανάδειξη του μνημείου και τη λειτουργικότητα της νέας διαμόρφωσης.

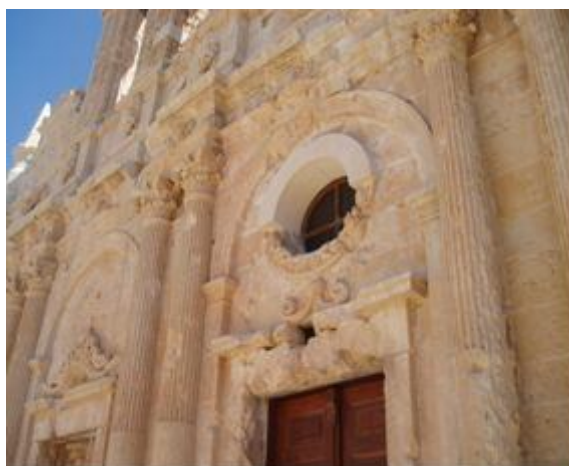
5.3 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ



Αναστήλωση: Πρόκειται για επανατοποθέτηση κάποιων στοιχείων του κτίσματος που έχουν μετατοπιστεί ή καταπέσει (κυρίως για σπονδυλωτά μνημεία).

Αναστηλωμένοι κίονες του Παρθενώνα

Αποκατάσταση: παρέμβαση σε πολλά επίπεδα (όπως σωστικό, υποσύλωση, δομοστατική στερέωση, προσθήκες για αισθητικούς λόγους). Πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή ώστε να ξεχωρίζει σαφώς η προσθήκη από το αυθεντικό υλικό. Η πλήρης απομίμηση είναι απαγορευτική για μη θεωρείται κιβδηλεία και το αποτέλεσμα είναι να προκύψει ένα ψευδομνημείο. Τηρείται η αρχή της επαναστρεψιμότητας.



Αποκατάσταση στρογγυλού φεγγίτη στο Καθολικό της Βυζαντινής Μονής Αρκαδίου. Η προσθήκη του νέου μέρους ξεχωρίζει σαφώς

Αναπαλαίωση: επαναφορά στην αρχική κατάσταση, όπως πρωτοκτίσθηκε ως να υπήρξε ανέπαφο από το χρόνο. Πρόκειται για την πιο σπάνια περίπτωση.

Συριανά Αρχοντικά που έχουν αναπαλαιωθεί στη περιοχή Βαπόρια της Ερμούπολης, της πρώτης ελληνικής πόλης που κτίστηκε με πολεοδομικό σχέδιο.



Ανάδειξη: ενδυνάμωση των αξιών του μνημείου έτσι, ώστε να γίνει ελκυστικό, διδακτικό και παράλληλα ενταγμένο στο περιβάλλον.

Μονή Αρκαδίου στο Ρέθυμνο, οι κοιτώνες των μοναχών, η τράπεζα, κοινόχρηστοι χώροι, το αρχείο, το μουσείο κτλ.



Ανακατασκευή:

Το μέγιστο τμήμα του μνημείου κατασκευάζεται με νέο υλικό.

Κνωσός το μεγαλύτερο μέρος ανακατασκευάστηκε από τον Έβανς για να γίνεται κατανοητό το μνημείο από τους επισκέπτες





Στις χώρες του Συμφώνου της Βαρσοβίας εφαρμόστηκε σε ευρεία κλίμακα η **ανακατασκευή** των ιστορικών κέντρων των πόλεων που ισοπεδώθηκαν από τους βομβαρδισμούς κατά τη διάρκεια του Β' Παγκόσμιου Πόλεμου. Οι τρεις εκόνες από την ίδια πτική γωνία παρουσιάζουν το Βασιλικό Παλάτι της Βαρσοβίας. Στην πρώτη γκραβούρα του 1938, στη δεύτερη ο ίδιος χώρος μετά την χιτλερική επιδρομή και στην τρίτη το ανακατασκευασμένο παλάτι.



Βαρσοβία: η κεντρική πλατεία της Αγοράς στην Παλαιά Πόλη σε δύο φάσεις. Μετά την ισοπέδωση της πόλης από τους Ναζί όπως την φωτογράφησαν οι σύμμαχοι και η μορφή που παρουσιάζει σήμερα με τα πλήρως ανακατασκευασμένα κτήρια ως επίκεντρο του ιστορικού κέντρου.



Ακτή Εθνικής Αντίστασης (ή Παπάγου) 6-8, Ερμούπολη.

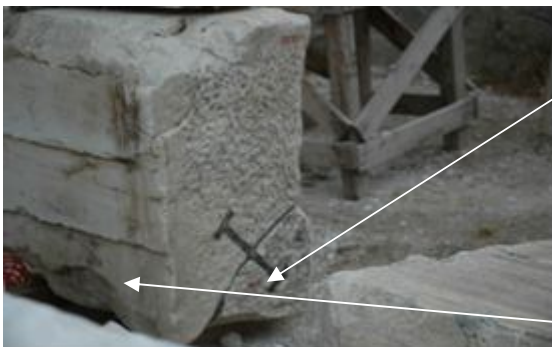
Διατηρητέο: κτίσμα με ιστορική ή καλλιτεχνική αξία, που εντάσσεται στο περιβάλλον και δεν επιτρέπεται η ριζική αναδόμηση του εσωτερικού του.

Διατηρητέο το αριστερό κτήριο της φωτ. ερειπωμένο σήμερα, με νεότερα στοιχεία νεοκλασικισμού: αετωματικά παράθυρα και στέψη, γαλλικά κουφώματα.

Διατηρημένο το δεξί ακίνητο του 1848, με τα αρχικά Ι.Κ του πρώτου ιδιοκτήτη στο μπαλκόνι: όψη πλήρη (χωρίς πολλά ανοίγματα), λαξευτή τοιχοποιία, υποτυπώδες αέτωμα & γλάστρες στη στέψη, απλά φουρούσια και σιδεριά στο μπαλκόνι, τοξωτά ανοίγματα στο πατάρι.

5.3.1 Ενδεδειγμένες επεμβάσεις συντήρησης στα Μνημεία της Ακροπόλεως

Η προστασία των μνημείων δε μπορεί να γίνεται με τυχαίο και αυθαίρετο τρόπο. Σήμερα η Υπηρεσία Συντήρησης Μνημείων Ακροπόλεως του ΥΠΠΟ, αφαιρεί τα ασύμβατα υλικά της αποτυχημένης επέμβασης Μπαλάνου και αναστοιχειοθετεί τα αριθμημένα τεμάχια στην αρχική τους θέση, αφού εξειδικευμένο επιτελείο επιστημόνων μελετήσει με ψηφιακή ανάλυση με σχεδιαστικό πρόγραμμα σε ηλεκτρονικό υπολογιστή τη σύνθεση της ιστορικής κατασκευής.



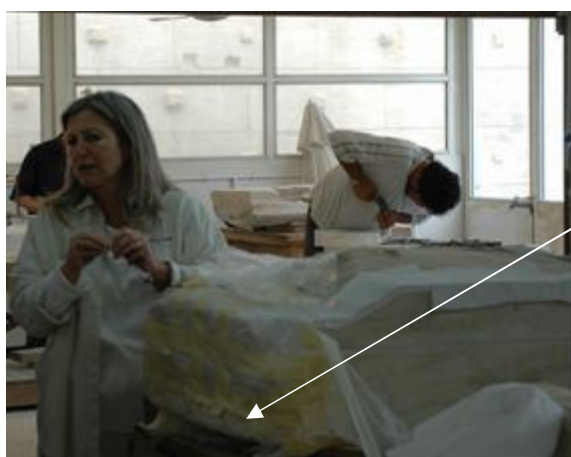
Τα μαρμάρινα αριθμημένα τεμάχια συνδέονται με μεταλλικούς συνδέσμους από τιτάνιο.

Διακρίνονται σημάδια από το καλούπωμα του σκυροδέματος παλαιάς συντήρησης που αφαιρέθηκε από την εμπρόσθια επιφάνεια.

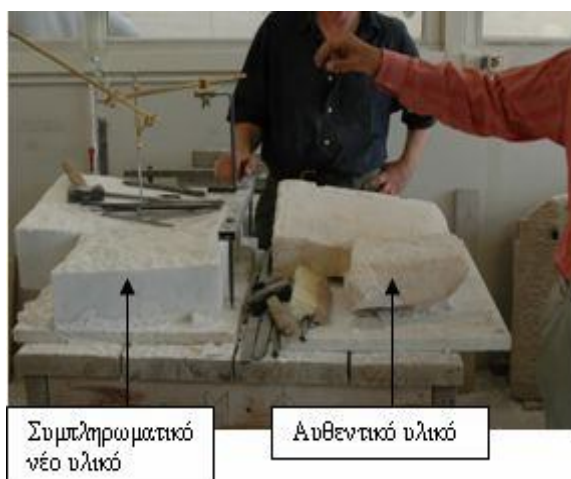


Όλα τα τεμάχια αριθμούνται και καταγράφονται σε καταλόγους.

Αριθμημένα τεμάχια από τα προπύλαια της Ακρόπολης στο εργοτάξιο της ΥΣΜΑ για συντήρηση.



Οι επικαλύψεις συγκρατούν το υλικό (μάρμαρο) που υφίσταται στερέωση έτσι, ώστε να συγκολληθούν οι υπό σάθρωση κόκκοι του λίθου. Θα ακολουθήσει διαδικασία καθαρισμού.



Συμπληρωματικό
νέο υλικό

Αυθεντικό υλικό

Τα ελλείποντα κομμάτια μαρμάρου συμπληρώνονται από το ίδιο υλικό, και όχι όπως παλαιότερα με μπετόν. Της ίδια γεωλογικής περιόδου μεταμόρφωσης με το πεντελικό μάρμαρο, που χρησιμοποιήθηκε τον 5^ο αιώνα π.Χ. στην Ακρόπολη από τους Ικτίνο και Καλλικράτη, είναι το μάρμαρο Διονύσου που επιλέχθηκε ως το πιο συγγενές για τις συμπληρώσεις που σμιλεύονται από γλύπτες έτσι, ώστε να εφαρμόζουν ακριβώς. Στην εικόνα φαίνεται ο πονταδόρος, όργανο υψηλής ακρίβειας για μέτρηση εσοχών και εξοχών του θραύσματος. Η συγκόλληση γίνεται με λευκό τσιμέντο Δανίας, που ελέγχθηκε αυστηρά για τη συμβατότητά του με το μάρμαρο.

5.3.2. Παράδειγμα συντήρησης μνημείου υπό εξέλιξη:

Υδραγωγείο Καβάλας (Καμάρες)

Το μνημείο είναι συμπαγής λιθοδομή από γκρίζο γρανίτη που αφθονεί στην περιοχή. Σε αρκετά σημεία υπάρχουν βυζαντινής τεχνοτροπίας πλίνθοι. Ο καθαρισμός έγινε με μηχανική μέθοδο χρησιμοποιήθηκε αμμοβολή και υδροβολή. Απαιτήθηκε στερέωση σε λίθους των τόξων. Στερεώθηκαν με μεταλλικά στοιχεία και καρφιά που «θάφτηκαν»/επικαλύφθηκαν από κονιάματα αποκατάστασης. Η μελέτη της σύστασης των ιστορικών κονιαμάτων έγινε στα εργαστήρια του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλουργικών Ερευνών ΙΓΜΕ. Αφαιρέθηκαν τα σαθρά κονιάματα αρμών και συμπληρώθηκαν με κονιάματα αποκατάστασης ανάλογης σύστασης με τα παραδοσιακά. Οι συνθέσεις των κονιαμάτων αποκατάστασης ποικίλουν ανάλογα με το σημείο εφαρμογής τους.



Οι Καμάρες πριν τις επεμβάσεις συντήρησης, με τα άσχετα επιχρίσματα, μαύρες κρούστες και φυτά.



Ανάδειξη του μνημείου μετά τον καθαρισμό, την αντικατάσταση των σαθρών κονιαμάτων και τη στερέωση.



Ανατολική όψη με εξωραϊσμένο τον περιβάλλοντα χώρο (α), λεπτομέρεια με επιτοίχιο περιστεριώνα και τη χρονολογία θεμελίωσης στα αραβικά (β), δυτική όψη με την πύλη της παλαιάς πόλης της Καβάλας.

6. ΠΩΣ ΘΑ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΣΟΥΜΕ & ΘΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΟΥΜΕ

ΤΗΝ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗ ΜΑΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑ

Η προστασία των μνημείων και των άλλων πολιτιστικών αγαθών εξασφαλίζεται μόνο με τη θεσμοθέτηση νόμων τόσο σε εθνικό, όσο και σε διεθνές επίπεδο. Μέχρι σήμερα υπάρχουν αρκετές διακηρύξεις που προοδευτικά καλύπτουν όλο και περισσότερα είδη πολιτιστικών αγαθών, που όμως δεν ενσωματώθηκαν στα εθνικά Συντάγματα και την εθνική νομοθεσία όλων των κρατών.

Ο Χάρτης της Βενετίας για την αποκατάσταση των μνημείων, παραμένει ως συμβουλευτική διακήρυξη χωρίς να έχει την ισχύ νόμου. Συντάχθηκε στο δεύτερο Διεθνές Συνέδριο των Αρχιτεκτόνων και των Τεχνικών των Ιστορικών Μνημείων, πού πραγματοποιήθηκε στη Βενετία στις 25-31 Μαΐου 1964.

Στο κείμενο περιχαρακώνονται ορισμοί (όπως αυτή του μνημείου), προσδιορίζει τρόπους συντήρησης και όρια επέμβασης, οριοθετεί την αποκατάσταση και την αναστήλωση, λαμβάνει μέριμνα για τα αρχιτεκτονικά σύνολα, προβλέπει κανόνες για τις ανασκαφές και θέτει απαραίτητη προϋπόθεση για κάθε τύπου εργασίες επέμβασης την τεκμηρίωση και τη δημοσίευσή τους.

6.1 ΧΑΡΤΗΣ ΤΗΣ ΒΕΝΕΤΙΑΣ

Ορισμοί

1. Η έννοια ενός ιστορικού μνημείου δεν καλύπτει μόνο το μεμονωμένο αρχιτεκτονικό έργο αλλά και την αστική και αγροτική τοποθεσία που μαρτυρεί ένα ιδιαίτερο πολιτισμό, μια ενδεικτική εξέλιξη ή ένα ιστορικό γεγονός. Αυτό ισχύει όχι μόνο για τις μεγάλες δημιουργίες αλλά και για ταπεινά έργα πού με τον καιρό απέκτησαν πολιτιστική σημασία.
2. Η συντήρηση και η αποκατάσταση των μνημείων αποτελεί έναν επιστημονικό κλάδο ο οποίος πρέπει να αποτελείται στη συνεργασία όλων των επιστήμων και όλων των τεχνών που μπορούν να συνεισφέρουν στη μελέτη και τη διάσωση της μνημειακής κληρονομιάς.
3. Η συντήρηση και η αποκατάσταση των μνημείων αποσκοπούν να τα διασώσουν τόσο ως έργα τέχνης όσο και ως ιστορικές μαρτυρίες.

Συντήρηση

4. Η συντήρηση των μνημείων έχει σαν πρωταρχική απαίτηση τη συνεχή και μόνιμη φροντίδα για τη διατήρησή τους.
5. Η συντήρηση των μνημείων ευνοείται πάντοτε από την καταλληλότητά τους να χρησιμοποιηθούν για κάποιο σκοπό ωφέλιμο στην κοινωνία.

Μια τέτοια χρησιμοποίηση είναι βέβαια επιθυμητή, αλλά δεν πρέπει να αλλάζει τη διάρθρωση ή τη διακόσμηση των κτιρίων.

Οι διαρρυθμίσεις που επιβάλλει η αλλαγή της λειτουργίας τους (από νέες χρήσεις) πρέπει να αντιμετωπίζονται και ενδεχομένως να επιτρέπονται μέσα σε αυτά τα όρια.

Το Ιμαρέτ του Μεχμέτ Αλή Πασά στην Καβάλα

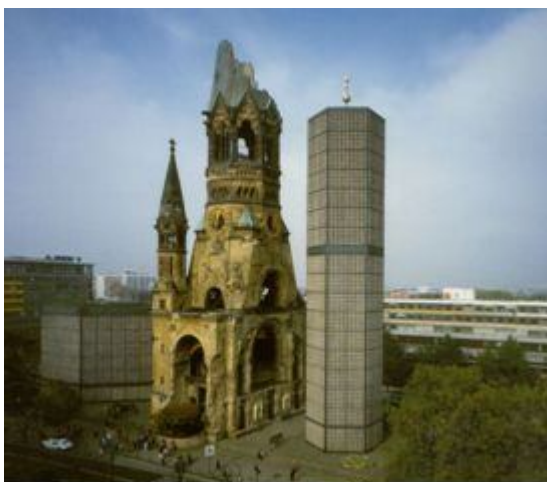


Άποψη του Ιμαρέτ στην παλαιά πόλη της Καβάλας, μετά τις επεμβάσεις συντήρησης και εξυγίανσης των βακούφικων κτημάτων ιδιοκτησίας του αιγυπτιακού κράτους, σήμερα λειτουργεί ως υπερπολυτελές ξενοδοχείο, χαμάμ και καζίνο.



Το Ιμαρέτ κτίστηκε από τον Μωχάμετ Άλυ, γενάρχη της τέως αιγυπτιακής δυναστείας και λειτούργησε ως ίδρυμα με πτωχοκομείο, βιβλιοθήκη, ιερο- διδασκαλείο κ.ά στο πλαίσιο των πολλών κοινοφελών έργων που προσέφερε ο ευεργέτης πασάς και βαλής (αντιβασιλεύς) της Αιγύπτου κατά την οθωμανική περίοδο, αρχές του 19^{ου} αιώνα, για να ανακουφίσει τους αναξιοπαθούντες της γενέτειράς του Καβάλας. Η αλλαγή χρήσης με την αξιοποίηση του ως ξενοδοχείο έδωσε ζωή στο μνημείο που είχε υποβαθμιστεί και αποτελούσε πηγή ρύπανσης για το παραδοσιακό μέρος της πόλης. Οι εργασίες συντήρησης εναρμονι-σμένες με τις αρχές της πολιτιστική κληρονομιάς των μνημείων και τις διακριτικές αρχιτεκτονικές λεπτομέρειες, έγιναν υπό την επίβλεψη αρχαιολόγων και αρχιτεκτόνων των ΥΠΠΟ Ελλάδας και Αιγύπτου.

6. Η συντήρηση ενός μνημείου συνεπάγεται τη διατήρηση του άμεσου περιβάλλοντος του στην κλίμακά του. Αν το παραδοσιακό πλαίσιο δεν έχει εξαφανιστεί, έχουμε καθήκον να το διατηρήσουμε, αλλά και ταυτόχρονα να αποκλείσουμε κάθε προσθήκη, κάθε κατεδάφιση και κάθε αλλαγή που θα μπορούσε να αλλάξει τις σχέσεις των όγκων και των χρωμάτων.



Παλιό καμπαναριό (Gedenkhalle) απομεινάρια ενός γοτθικού ναού του 1895 που κτίστηκε στη μνήμη του Κάιζερ Γουλιέλμου του Α'. Ο ναός καταστράφηκε το 1943, διασώθηκε μόνο το δυτικό καμπαναριό. Εργασίες συντήρησης ξεκίνησαν το 1963 και ο αρχιτέκτονας Έ. Άιερμαν ενσωμάτωσε οκταγωνικό ναό και νέο καμπαναριό σύγχρονης τεχνοτροπίας από ατσάλι και κρύσταλλο. Οι νέες αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις αποκλίνουν του άρθρου έξι του χάρη της Βενετίας.

7. Το μνημείο είναι αναπόσπαστο από την ιστορική στιγμή που αντιπροσωπεύει και από το χώρο που είναι τοποθετημένο. Επομένως, η μετακίνηση του όλου ή τμήματος ενός μνημείου μπορεί να γίνει παραδεκτή μόνο αν επιβάλλεται από την ανάγκη διάσωσής του, ή δικαιολογείται από λόγους μεγάλης εθνικής ή διεθνούς σημασίας.



Ο οβελίσκος της πλατείας Ομονοίας στο Παρίσι

Στο κέντρο της Place de la Concorde (πλατεία Ομονοίας) σχεδιασμένη από τον Gabriel επί Λουδοβίκου 15^{ου} το 18^ο αιώνα, υψώνεται ο μονολιθικός 25 μέτρων ύψους Οβελίσκος του Λούξορ. Ο δίδυμος του οβελίσκος παραμένει ορφανός αριστερά της εισόδου του ναού του Λούξορ στην Αίγυπτο, εκεί όπου τοποθετήθηκαν αμφότεροι στον πυλώνα επί Ραμσή Β' στο τέλος της αλέας των σφιγγών με τις κεφαλές κριαριών που ένωνε τον ναό με τον ναό του Κάρνακ.

Κατά τη γαλλική εκδοχή ο δεξιός οβελίσκος του Λούξορ χαρίστηκε από τον πασά Méhémet-Ali της Αιγύπτου στον βασιλιά της Γαλλίας Λουδοβίκο Φίλιππο, ο οποίος ανέθεσε στον μηχανικό Lebas τη φροντίδα μεταφοράς και τοποθέτησης του το 1836 στην πλατεία Ομόνοιας. Την πλατεία που περιστοιχίζεται από τα παλάτια του Κεραμικού και του Λούβρου το κέντρο του Παρισιού των βασιλέων.

Σήμερα στο Λούξορ παραμένει ο δίδυμος οβελίσκος στα αριστερά της εισόδου του ναού, ενώ η θέση του οβελίσκου που μεταφέρθηκε στο Παρίσι υπάρχει πινακίδα που πληροφορεί το κοινό για την τύχη του.



8. Τα γλυπτικά, ζωγραφικά ή διακοσμητικά στοιχεία, που είναι αναπόσπαστα δεμένα με το μνημείο, δεν μπορούν να διαχωριστούν παρά μόνο αν το μέτρο αυτό είναι η μοναδική διέξοδος για να ασφαλιστεί η διάσωσή τους.

Τα Ελγίνεια Μάρμαρα στο Βεττανικό Μουσείο

Παράσταση ιππέων από τη ζωφόρο της βόρειας πλευράς του Παρθενώνα, φιλοτεχνημένα τη χρονική



περίοδο 447-438 π.Χ. Τα γλυπτά του Παρθενώνα «αγοράστηκαν» (;) από τον άγγλο λόρδο Έλγιν κατά την οθωμανική περίοδο κατοχής και απομακρύνθηκαν βιαίως από το μνημείο. Ούτε τότε

συνέτρεχε, και κατά μείζονα λόγο στις ημέρες μας δε συντρέχει λόγος διάσωσης τους. Βρεττανικό Μουσείο, Λονδίνο.

Αποκατάσταση και αναστήλωση

9. Η διαδικασία της αποκαταστάσεως είναι μια επέμβαση υψηλής εξειδίκευσεως, που επιλέγεται να γίνεται κατ' εξαίρεση. Έχει ως στόχο να διατηρήσει και να αποκαλύψει τις αισθητικές και ιστορικές αξίες του μνημείου και βασίζεται στον σεβασμό προς την αρχική του υπόσταση και τα αυθεντικά του στοιχεία. Σταματάει στο σημείο όπου αρχίζουν να υπάρχουν υποθέσεις. Πέρα από αυτό το σημείο, οποιαδήποτε εργασία, που ενδεχομένως θα θεωρηθεί απαραίτητη για αισθητικούς ή τεχνικούς λόγους, θα πρέπει να διαχωρίζεται από την (αρχική) αρχιτεκτονική σύνθεση και να φέρνει τη σφραγίδα της εποχής μας. Σ' όλες τις περιπτώσεις ή αρχαιολογική μελέτη θα προηγείται της αποκαταστάσεως και θα την ακολουθεί.



10. Όταν οι παραδοσιακές τεχνικές αποδεικνύονται ανεπαρκείς, η στερέωση ενός μνημείου μπορεί να εξασφαλιστεί με την προσφυγή σ' όλες τις σύγχρονες τεχνικές συντηρήσεως και κατασκευές, πού ή αποτελεσματικότητά τους θα έχει αποδειχθεί από τα επιστημονικά δεδομένα και τις οποίες θα εγγυάται η πείρα της εφαρμογής τους.

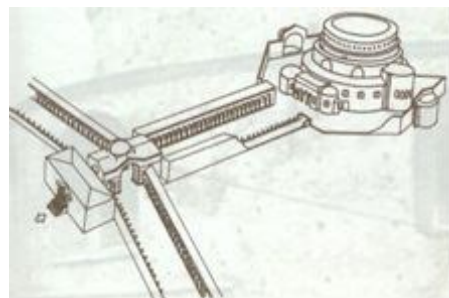
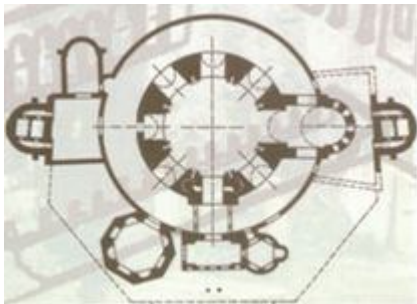


Σύγχρονες τεχνικές συντήρησης εφαρμόζονται στον μοναδικό εν Ελλάδι γοτθικού ρυθμού ναό του Αγίου Ανδρέα στο άλσος Συγγρού στη Κηφισιά.

11. Οι αξιόλογες προσθήκες όλων των εποχών στη σημερινή υπόσταση ενός μνημείου πρέπει να γίνουν σεβαστές, γιατί σκοπός τής αποκαταστάσεώς του δεν είναι ή ενότητα του αρχικού του ρυθμού. Όταν ένα κτίριο φέρνει υπερκείμενες φάσεις διαφόρων εποχών, η επαναφορά στην αρχική του κατάσταση δεν δικαιολογείται παρά μόνο κατ' εξαίρεση. Αν, δηλαδή, τα στοιχεία που θα αφαιρεθούν έχουν πολύ μικρή σημασία και ή σύνθεση πού θα αποκαλυφθεί είναι μεγάλης ιστορικής, αρχαιολογικής ή αισθητικής αξίας κι ακόμη αν ή κατάσταση τής διατήρησης του μνημείου κριθεί αρκετά ικανοποιητική. Η κρίση σχετικά με την αξιολόγηση των μεταγενέστερων στοιχείων και η απόφαση για την απάλειψή τους, δεν θα πρέπει να εξαρτώνται μόνον από το άτομο πού ανέλαβε τη μελέτη του έργου.

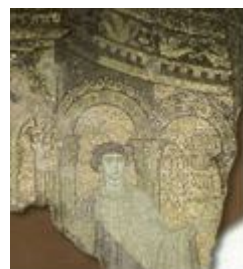
Η Ροτόντα της Θεσσαλονίκης

Κτίστηκε επί Ρωμαίου καίσαρα Γαλερίου γύρω στα 306 μ.Χ. ως ναός του Δία ή του Κάβειρου και κατ' άλλους ως Μουσολείο του Γαλερίου. Η θέση της βρίσκεται στον άξονα της μνημειώδους οδού που συνδέει τη θριαμβική αψίδα του Γαλερίου με το ανακτορικό συγκρότημα στα νότια.



Κατά τον 5ο αιώνα οι χριστιανοί μετέτρεψαν το κτίριο σε χριστιανικό ναό, αφού επέφεραν τις αναγκαίες αλλαγές διαρρυθμίσεις, και τον αφιέρωσαν στους Αγίους Ασωμάτων. Οι χριστιανοί διάνοιξαν και διεύρυναν την ανατολική κόγχη, κατασκευάζοντας ιερό βήμα, ενώ γύρω από το κτίριο προσέθεσαν περιμετρική στοά, αφού άνοιξαν και τις υπόλοιπες κόγχες για καλύτερη επικοινωνία. Την ίδια εποχή διακοσμήθηκε ο ναός με ψηφιδωτά.

Το 1590/1 μετατράπηκε σε τζαμί από τον σείχη Σουλεϊμάν Χορτατζή Εφέντη, ο οποίος έδωσε το όνομά του στο νέο τζαμί.

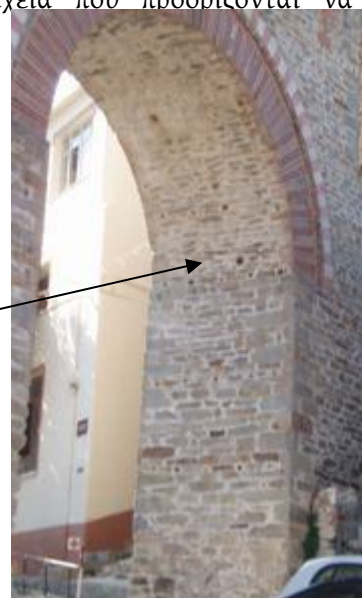


12. Τα στοιχεία πού προορίζονται να

αντικαταστήσουν τμήματα τού μνημείου πού έχουν καταστραφεί, πρέπει να ενσωματώνονται αρμονικά στο σύνολο, αλλά και να διακρίνονται από τα αυθεντικά μέρη, έτσι ώστε να μην πλαστογραφούνται τα καλλιτεχνικά και ιστορικά τεκμήρια του κτιρίου.

Αυθεντικά τμήματα του
μνημείου μετά από
καθαρισμό

Υδραγωγείο Καβάλας Καμάρες





Διακριτές προσθήκες
στη διαδικασία στήριξης
τμημάτων του μνημείου

Ερείπια ανακτορικού συγκροτήματος Γαλερίου πλατεία Ναβαρίνου Θεσ/νίκη

13. Οι προσθήκες δεν μπορεί να γίνουν ανεκτές παρά μόνον αν σέβονται όλα τα ενδιαφέροντα μέρη τού κτιρίου, το παραδοσιακό του πλαίσιο, την ισορροπία της συνθέσεως του και τις σχέσεις του με τον περιβάλλοντα χώρο.



Μεσαιωνικά κτίσματα όπου έχει διατηρηθεί το κέλυφος και τα ενδιαφέροντα μέρη του κτηρίου παρατηρούνται οι επεμβάσεις στα

παράθυρα με σύγχρονα υλικά, αλλά στο παραδοσιακό στυλ. Εναρμονισμένες ως προς την τεχνολογία και οι σύγχρονες κατασκευές. Μπρυζ- Φλάνδρα.

Μνημειακά σύνολα

14. Τα μνημειακά σύνολα πρέπει να γίνουν αντικείμενο ειδικών φροντίδων για να διασωθεί η ακεραιότητά τους και να εξασφαλιστεί η εξυγίανσή τους, η διαρρύθμιση και η αξιοποίησή τους. Οι εργασίες για τη συντήρηση και την αποκατάστασή τους πρέπει να εμπνέονται από τις αρχές που διατυπώνονται στα προηγούμενα άρθρα.



Ανάβατος: Μεσαιωνικός οικισμός στη Χίο

Ανασκαφές

15. Οι ανασκαφές πρέπει να γίνονται σύμφωνα με επιστημονικούς κανόνες και καθώς ορίζουν οι συστάσεις για τους διεθνείς όρους που πρέπει να εφαρμόζονται στις αρχαιολογικές ανασκαφές, τις οποίες υιοθέτησε η UNESCO το 1956. Επιβάλλεται να γίνεται διευθέτηση των ερειπίων και να λαμβάνονται τα αναγκαία μέτρα για τη συντήρηση και τη μόνιμη προστασία των αρχιτεκτονικών στοιχείων των ευρημάτων. Εξάλλου, θα είναι ευπρόσδεκτη κάθε πρωτοβουλία, που θα διευκολύνει την κατανόηση του μνημείου χωρίς να παραμορφώνει τη σημασία του. Ωστόσο κάθε εργασία ανακατασκευής θα πρέπει να αποκλείεται εκ των προτέρων. Μόνον η αναστήλωση μπορεί να αντιμετωπιστεί, δηλαδή, ή ανασύνθεση μελών που σώθηκαν, αλλά έχουν μετακινηθεί. Οι συμπληρώσεις, όμως, θα είναι πάντα αναγνωρίσιμες και θα αντιπροσωπεύουν το ελάχιστο που απαιτείται για να εξασφαλισθούν οι συνθήκες συντηρήσεως τού μνημείου και να αποκατασταθεί η μορφολογική του συνέχεια.



Αναστηλωμένος κίονας στη βόρεια όψη του Παρθενώνα



Διοικητήριο Θεσσαλονίκης: διευθέτηση ερειπίων και μέτρα συντήρησης και προστασίας ευρημάτων



Παρθενώνας: προσθήκες ευδιάκριτες στα άκρα από συμβατό υλικό για τις ανάγκες διδακτικής κατανόησης του μνημείου, χωρίς να παραμορφώνει τη σημασία του ή να προκαλεί κιβδηλεία.



Εργασίες αναστήλωσης του Παρθενώνα στην Ακρόπολη των Αθηνών, Ιούνιος 2005 από την Υπηρεσία Συντήρησης Μνημείων Ακροπόλεως ΥΣΜΑ, του ελληνικού υπουργείου Πολιτισμού

Τεκμηρίωση και δημοσιεύσεις

16. Οι εργασίες συντηρήσεως, αποκαταστάσεως και ανασκαφής θα πρέπει να βασίζονται σε εξακριβωμένη τεκμηρίωση, δηλαδή σε αναλυτικές και κριτικές εκθέσεις εικονογραφημένες με σχέδια και φωτογραφίες. Όλες οι φάσεις των εργασιών για την απάλειψη νεότερων στοιχείων, τη στερέωση, την ανασύνθεση και την ένταξη νέων (στοιχείων), καθώς και όλα τα τεχνικά και μορφολογικά στοιχεία, που θα εξακριβώνονται κατά τη διάρκεια των εργασιών, θα πρέπει να καταγράφονται λεπτομερειακά. Αυτή η τεκμηρίωση θα κατατίθεται στα αρχεία ενός δημόσιου Ιδρύματος και θα είναι προσιτή στους ερευνητές. Συνιστάται η δημοσίευσή τους.

6.2 ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΚΑΙ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΡΧΩΝ ΤΟΥ

ΧΑΡΤΗ ΤΗΣ ΒΕΝΕΤΙΑΣ

Αφορμή της συμπλήρωσης των δεοντολογικών κανόνων του Χάρτη της Βενετίας αποτέλεσαν, κυρίως, οι συνθήκες της αναστήλωσης των μνημείων της Ακρόπολης και ειδικότερα οι επεμβάσεις που επιχειρήθηκαν από τον μηχανικό Ν. Μπαλάνο το 1895 αποσπάται ο Ν. Μπαλάνος από τη Διεύθυνση Δημοσίων Έργων με ειδικό νόμο και υπουργική απόφαση στη Γενική Εφορεία Αρχαιοτήτων και Μουσείων του Υπουργείου των Εκκλησιαστικών. Σκοπός της απόσπασης η ανάληψη της διεύθυνσης της «Εκτέλεσης των προς υποστήριξη του Παρθενώνος έργων» για τα οποία υπήρξε ειδική απόφαση με το ΦΕΚ77/τ.Γ' /31-8-1895. Κανείς από τους ειδικούς - αρχαιολόγους, αρχιτέκτονες αναστηλωτές και συντηρητές αρχαιοτήτων - δεν αμφισβητεί την καλή πρόθεση στην προσπάθεια ανάδειξης των μνημείων που είχαν ισοπεδωθεί κατά τη διάρκεια της τουρκοκρατίας. Οι σωστικές, όμως, επεμβάσεις με τη χρήση ασύμβατων υλικών με πολύ υψηλές αντοχές, κυρίως, οπλισμένο σκυρόδεμα και τσιμεντιτικά κονιάματα, προκάλεσαν περαιτέρω φθορές στα δομικά υλικά. Ούτε μελετήθηκε επακριβώς το "παζλ" στη συνένωση των θραυσμάτων, με αποτέλεσμα να συναρμολογηθούν ατάκτως τα τεμάχια, αρκεί να δώσουν το σχήμα του κατεστραμμένου μνημείου.

Οι προσθήκες στις αρχές έχουν ως εξής:

1. Αρχή της αναστρεψιμότητας (συνοπτικά)

- α) Πλήρης τεκμηρίωση πριν, κατά την διάρκεια και μετά την επέμβαση
- β) Διασφάλιση του μέγιστου ποσοστού της υφιστάμενης μάζας του, μνημείου και των πάσης φύσεως τεκμηρίων που αυτή φέρει
- γ) Αποφυγή ισχυρών - μη αναστρέψιμων - συγκολλήσεων. Κάθε ξένο σώμα (υλικό στερέωσης) πρέπει να παραμένει αναλλοίωτο και αβλαβές στην μέγιστη χρονική διάρκεια

2. Αρχή της αυθεντικότητας του δομικού συστήματος

Επανατοποθέτηση των επί μέρους δομικών στοιχείων στην αρχική τους θέση (και "μοναδική"). Επιβάλλεται η εξασφάλιση των ιδιοτεροτήτων του αρχικού κατασκευαστικού συστήματος.

3. Αποφυγή μετακινήσεων και συναφών παρεμβάσεων σε τμήματα του κτιρίου που έμειναν αμετακίνητα από την αρχαιότητα. Ένα μεγάλο ποσοστό της αρχαιολογικής τους αξίας οφείλεται στο γεγονός ότι δεν υπέστησαν επεμβάσεις σε ενδιάμεσες φάσεις.

4. **Ελαχιστοποίηση των μεταβολών**, κυρίως σε ό,τι αφορά την αποκτηθείσα - δια μέσου του χρόνου - γενική εικόνα του ερειπίου. Όμως, οι απαραίτητες συμπληρώσεις μορφολογούνται πιστά, σύμφωνα με την κλασική ρυθμολογία.

5. **Την εγκυρότητα των επιλογών επέμβασης** διασφαλίζει η δημοσιοποίηση και συζήτησή τους σε διεθνή συνέδρια ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Έπεται η δημοσίευση λεπτομερώς των μελετών που εγκρίθηκαν.

6.3 ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ

Το 1975 στο Άμστερνταμ κατακυρώθηκε επισήμως ο ευρωπαϊκός χάρτης για την αρχιτεκτονική κληρονομιά της Γηραιάς Ηπείρου από το Συνέδριο για την Ευρωπαϊκή Αρχιτεκτονική κληρονομιά, στον άξονα της «Ενεργού και Ολοκληρωμένης Προστασίας» (Integrative Conservation). Είχε προηγηθεί η απόφαση της Επιτροπής των Υπουργών του Συμβουλίου της Ευρώπης στις 26, Σεπτεμβρίου του ίδιου έτους.

Η Επιτροπή των Υπουργών (συμμετέχει και ο Έλληνας αρμόδιος υπουργός), θεωρώντας ότι τα κράτη μέλη του Συμβουλίου της Ευρώπης που έχουν εμμείνει στην ευρωπαϊκή πολιτιστική Συνθήκη του 1954 δεσμεύθηκαν, να πάρουν την κατάλληλη προστασία μέτρων και να ενθαρρύνουν την ανάπτυξη των εθνικών συνεισφορών τους στην κοινή πολιτιστική κληρονομιά της Ευρώπης. Αναγνωρίζουν ότι η αρχιτεκτονική κληρονομιά, μια αναντικατάστατη έκφραση του πλούτου και η ποικιλομορφία της ευρωπαϊκής πολιτιστικής συνήθειας, διαμοιράζεται σε όλους τους λαούς και ότι όλα τα Ευρωπαϊκά κράτη πρέπει να παρουσιάσουν πραγματική αλληλεγγύη στη συντήρηση αυτής της κληρονομιάς. Διατρανώνουν την αποφασιστικότητά τους να προωθήσουν μια κοινή ευρωπαϊκή πολιτική με συντονισμένες ενέργειες προστασίας της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς, βασισμένη στις αρχές της **ολοκληρωμένης συντήρησης**.

Συστήνει στις κυβερνήσεις των κρατών μελών να κάνουν τα απαραίτητα νομοθετικά, διοικητικά, οικονομικά και εκπαιδευτικά βήματα για να εφαρμόσουν μια πολιτική ολοκληρωμένης διατήρησης για την αρχιτεκτονική κληρονομιά, και να ξυπνήσουν το δημόσιο ενδιαφέρον για μια τέτοια πολιτική, λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα της ευρωπαϊκής αρχιτεκτονικής εκστρατείας του έτους Αρχιτεκτονικής Κληρονομιάς όπως ανακηρύχθηκε το 1975, από το Συμβούλιο της Ευρώπης. Επίσης προτρέπει να υιοθετήσουν και να διατρανώσουν τις αρχές του χάρτη, που συντάσσεται από την Επιτροπή του Συμβουλίου της Ευρώπης για τα **Μνημεία και τα Αρχιτεκτονικά Σύνολα**, που είναι οι ακόλουθες:

1. Η ευρωπαϊκή αρχιτεκτονική κληρονομιά αποτελείται όχι μόνο από τα σημαντικότερα μνημεία μας: περιλαμβάνει επίσης **τα σύνολα** από μικρότερα κτήρια στις παλαιές πόλεις μας και τα **παραδοσιακά χωριά** στις φυσικές ή προκαλούμενες από τον άνθρωπο τοποθετήσεις τους.
2. Το παρελθόν, όπως ενσωματώνεται στην αρχιτεκτονική κληρονομιά, παρέχει το είδος του απαραίτητου περιβάλλοντος για μια ισορροπημένη και πλήρη ζωή.

3. Η αρχιτεκτονική κληρονομιά είναι ένα κεφάλαιο αναντικατάστατης πνευματικής, πολιτιστικής, κοινωνικής και οικονομικής αξίας.
4. Η δομή των ιστορικών κέντρων και των περιοχών διευθύνεται σε μια αρμονική κοινωνική ισορροπία.
5. Η αρχιτεκτονική κληρονομιά έχει να παίξει έναν σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση.
6. Αυτή η κληρονομιά βρίσκεται σε κίνδυνο.
7. Η ολοκληρωμένη συντήρηση αποτρέπει αυτούς τους κινδύνους.
8. Η ολοκληρωμένη συντήρηση εξαρτάται από νομική, διοικητική, οικονομική και τεχνική υποστήριξη.
9. Η ολοκληρωμένη συντήρηση δεν μπορεί να πετύχει χωρίς τη συνεργασία όλων.
10. Η ευρωπαϊκή αρχιτεκτονική κληρονομιά είναι η κοινή ιδιοκτησία της ηπείρου μας.



Μπρυζ (Bruges, Brugge, Bryggia) – Φλάνδρα: Διατηρητέα ολοκληρωτή μεσαιωνική πόλη που άρχισε να οικοδομείται ως μικρή αποικία μεταξύ του VIIου και IXου αιώνα από τους Κόμητες της Φλάνδρας και αργότερα - XVο αιώνα - με την υποστήριξη των Δουκών της Βουργουνδίας. Ανακηρύχθηκε μνημειακό σύνολο Παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς από το 2000 υπό την προστασία της UNESCO. (Άποψη από το καμπαναριό του Beffroi)



Πράγα: Ιστορικό κέντρο

6.3.1. Παραδοσιακοί Οικισμοί και Ιστορικά Κέντρα Πόλεων

Με βάση τον Χάρτη του Άμστερνταμ υπογράφεται στην Ελλάδα το 1978 Προεδρικό Διάταγμα για χαρακτηρισμό **παραδοσιακών οικισμών**. Για τις ελληνικές πόλεις δεν προβλέπεται η αναγνώριση του ιστορικού κέντρου κατά την έννοια του χάρτη.

«Παραδοσιακός οικισμός ή σύνολο θεωρείται κάθε οικισμός ή πόλη που έχει ιστορικό χαρακτήρα, πλούσια και καταξιωμένη πολιτιστική παράδοση, η οποία καταγράφει με το δικό της ιδιαίτερο τοπικό τρόπο τη συνέχεια της πορείας ενός λαού. Στον όρο παραδοσιακός οικισμός η παραδοσιακό σύνολο εντάσσονται:

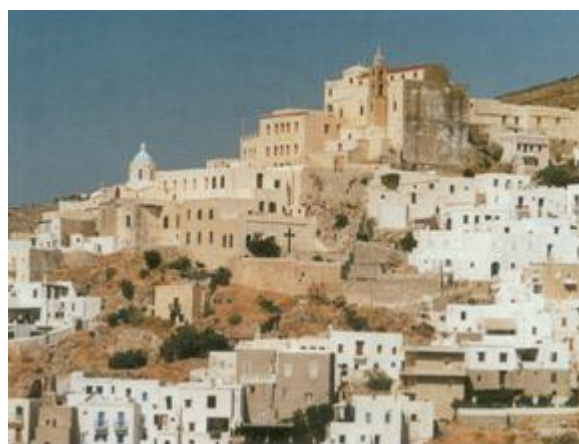
- 1) Λαϊκοί παραδοσιακοί οικισμοί και οικιστικά σύνολα, προϊόντα λαϊκής και ανώνυμης Αρχιτεκτονικής.
- 2) Ιστορικές πόλεις και Ιστορικά αστικά κέντρα.
- 3) Οικιστικά παραδοσιακά σύνολα ειδικού χαρακτήρα (θρησκευτικού, στρατιωτικού, πολιτιστικού κ.ά.).

Ως **ιστορική πόλη** χαρακτηρίζεται ο τόπος εκείνος που, εκτός από τα παραδοσιακά στοιχεία, έχει ιστορικό χαρακτήρα, δηλαδή καταγεγραμμένη ιστορία, διαθέτει πολεοδομικό σχεδιασμό, επώνυμη αρχιτεκτονική και ένα σύνολο λειτουργιών, με πλούσια πολιτιστική παράδοση».

Η Ελλάδα παρουσιάζει πολιοικιότητα στη λαϊκή αρχιτεκτονική εξαιτίας του εξαιρετικά διαφορετικού αναγλύφου της και των επιδράσεων που είχαν από τους εκάστοτε ξένους κατακτητές. Εντελώς διαφορετικού χαρακτήρα οι οικισμοί της νησιωτικής χώρας - με αρκετές και σημαντικές διαφορές μεταξύ των νησιών, ακόμη και αυτών του ίδιου συγκροτήματος- οι ορεινοί οικισμοί, οι παραθαλάσσιοι της ηπειρωτικής χώρας, οι πεδινοί οικισμοί της ενδοχώρας κ.ά.



Βάθια: Μανιάτικοι Πύργοι από λιθοδομή, χωρίς επίχρυσμα με μικρά ανοίγματα.



Άνω Σύρος: η συνοικία των καθολικών, στα χρώματα κυριαρχεί το λευκό και η ώχρα, οι στέγες είναι επίπεδες



Οία: χαρακτηριστικός κυκλαδικός οικισμός της Θήρας (Σαντορίνης) με τις χαρακτηριστικές ημικυλινδρικές στέγες



Λιμάνι Φηρών Σαντορίνης με τα υπόσκαφα στο βράχο λευκόχρωμα οικήματα.



Γύθειο Λακωνίας: Αστικός παραθαλάσσιος οικισμός με κτίσματα νεοκλασικού τύπου.



Κέρκυρα: το κέντρο της πόλης με τη Σπιανάδα, όπως φαίνεται από το Κάστρο



Μακρινίτσα Πηλίου: Χαρακτηριστική λαϊκή αρχιτεκτονική με ξύλινα χαγιάτια και προεξοχές των ορόφων.



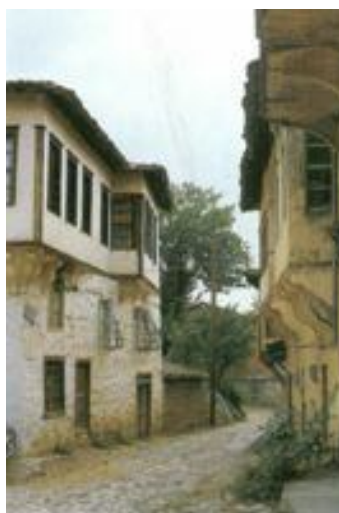
Ζαγόρια: Ορεινοί οικισμοί στην Ήπειρο, λιθοδομές, σχιστόλιθοι στις στέγες και ξύλινα κουφώματα



Γαλαξίδι: Στερεοελλαδίτικος οικισμός πολυταξιδεμένων εύπορων ναυτικών.



Πυργί Χίου: Χαρακτηριστικά τα "ξυστά" επιχρίσματα των οικοδομών.



Δυτική Μακεδονία:

Δρομάκι στην **Καστοριά**

Αρχοντικό Πουλκίδη στη Σιάτιστα.



6.3.2 Η σημασία της Σύμβασης της Γρανάδας

Χρειάστηκαν αρκετά χρόνια ζυμώσεων στα ευρωπαϊκά κράτη μέλη του Συμβουλίου της Ευρώπης να πάρουν τη μορφή διεθνούς σύμβασης οι αρχές του Χάρτη του Άμστερνταμ. Αυτό έγινε στη Γρανάδα της Ισπανίας το 1985. Με αρκετή καθυστέρηση επτά των το 1992 κυρώνεται στην Ελλάδα η σύμβαση της Διακήρυξης της Γρανάδας με διεθνείς προεκτάσεις και υποχρεώσεις που διαπλατύνει το Χάρτη της Βενετίας και καθορίζει το πλαίσιο διαχείρισης και αξιολόγησης του μνημείου. Στον Ν.2039/92 καθορίζεται ως αρχιτεκτονική κληρονομιά τα Μνημεία, τα Αρχιτεκτονικά Σύνολα και οι Τόποι.

Η σημασία της Σύμβασης της Γρανάδας είναι μεγάλη, διότι είναι η πρώτη φορά που σ' ένα κείμενο Διεθνών Αρχών διατυπώνονται ορισμοί για την αρχιτεκτονική κληρονομιά. Ο Χάρτης της Βενετίας θεωρεί δεδομένη και κοινώς παραδεκτή την έννοια του «ιστορικού μνημείου» (άρθρο 1) και απλώς εντάσσει σ' αυτήν και τις αστικές ή αγροτικές τοποθεσίες

που μαρτυρούν έναν ιδιαίτερο πολιτισμό, μια ενδεικτική εξέλιξη ή ένα ιστορικό γεγονός. Αυτό ισχύει όχι μόνο για τις μεγάλες δημιουργίες αλλά και για τα ταπεινά έργα που με τον καιρό απέκτησαν «πολιτιστική σημασία». Δεδομένη θεωρεί, επίσης, την έννοια του «μνημειακού συνόλου» (άρθρο 14). Το ίδιο συμβαίνει και με τη Διακήρυξη του Άμστερνταμ, η οποία διευκρινίζει ότι: «Η αρχιτεκτονική κληρονομιά περιλαμβάνει όχι μόνο μεμονωμένα κτήρια εξαιρετικής ποιότητας και το άμεσο περιβάλλον τους, αλλά επίσης ολόκληρες πόλεις ή χωριά ιστορικού ή πολιτιστικού ενδιαφέροντος». Ο Ευρωπαϊκός Χάρτης της Αρχιτεκτονικής Κληρονομιάς, που υιοθέτησε το Σεπτέμβριο του 1975 τα συμπεράσματα του Συνεδρίου του Άμστερνταμ, δεν δίνει ορισμούς. Ορισμούς διατυπώνει για πρώτη φορά η **Σύμβαση για την Προστασία της Παγκόσμιας Πολιτιστικής και Φυσικής Κληρονομιάς**, οι οποίοι, όμως, αφορούν μόνο τα μνημεία, τα σύνολα και τους τόπους, που έχουν μια εξαιρετική παγκόσμια σημασία, και όχι τα πολιτιστικά ακίνητα αγαθά της εθνικής κληρονομιάς κάθε κράτους.

Έτσι μπορούμε να πούμε ότι η Σύμβαση της Γρανάδας πρωτοπορεί ορίζοντας την

έννοια των ακίνητων πολιτιστικών αγαθών της Εθνικής Κληρονομιάς των Ευρωπαϊκών Κρατών, προχωρώντας, μάλιστα, ένα βήμα πιο μπροστά από τη Σύμβαση της Παγκόσμιας Κληρονομιάς: στα κριτήρια κήρυξης, εκτός από το ιστορικό, αρχαιολογικό, καλλιτεχνικό και επιστημονικό ενδιαφέρον, συμπεριλαμβάνει το κοινωνικό και το τεχνικό. Καθώς χρονικοί περιορισμοί δεν τίθενται, η ομπρέλα της προστασίας μπορεί να καλύψει και τα έργα της σύγχρονης δημιουργίας, ενώ η Σύμβαση της Γρανάδας ενδιαφέρεται ακόμη και για την κληρονομιά του μέλλοντος. Η Σύμβαση της Γρανάδας, όμως, δεν σταματάει στους ορισμούς.

- ◆ Επιβάλλει την αναγνώριση και καταγραφή της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς.
- ◆ Προδιαγράφει συγκεκριμένες ενέργειες της Διοίκησης για την αποτελεσματική προστασία της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς, δηλαδή εγκατάσταση νομικού καθεστώτος προστασίας, οικονομικά-φορολογικά μέτρα, ενθάρρυνση της ιδιωτικής πρωτοβουλίας, βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος χώρου των μνημείων, αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, επιβολή κυρώσεων για τις παραβάσεις της νομοθεσίας προστασίας.
- ◆ Καθιερώνει την αρχή της ολοκληρωμένης προστασίας,
- ◆ Εισάγει την έννοια του κτηρίου συνοδείας και ζητά την προστασία του μέσω του πολεοδομικού και χωροταξικού σχεδιασμού.
- ◆ Ενθαρρύνει τη χρήση των προστατευόμενων ακινήτων.
- ◆ Επισημαίνει την ανάγκη διευκόλυνσης της επίσκεψης των μνημείων .
- ◆ Τονίζει τη σημασία των συμμετοχικών διαδικασιών, της ενθάρρυνσης της χορηγίας, της πληροφόρησης και της εκπαίδευσης του κοινού.

- ♦ Ζητά την προώθηση της εκπαίδευσης των διαφόρων επαγγελματικών κλάδων και των τεχνιτών που επεμβαίνουν στη συντήρηση της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς.
- ♦ Θέτει τις βάσεις για το συντονισμό της πολιτικής προστασίας σε ευρωπαϊκό επίπεδο.
- ♦ Προτείνει τη λήψη μέτρων προαγωγής της σύγχρονης αρχιτεκτονικής δημιουργίας, η οποία εξασφαλίζει τη συμμετοχή της εποχής μας στην κληρονομιά της Ευρώπης.

Έτσι με τη Σύμβαση της Γρανάδας η διατήρηση της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς παίρνει άλλες διαστάσεις, πέραν της μουσειακής προστασίας και προβολής. Παίρνει διαστάσεις πολιτικής στη διαχείρισή της έτσι, ώστε να επιδιώκεται παράλληλα οικονομική, κοινωνική και πολιτιστική ανάπτυξη. Αντιμετωπίζοντάς την κάπως έτσι την αρχιτεκτονική κληρονομιά, τα στοιχεία που την απαρτίζουν (μνημεία, αρχιτεκτονικά σύνολα και τόποι), με κατάλληλη χρήση, συνιστούν ένα ουσιαστικό στοιχείο του ζωτικού χώρου του σύγχρονου ανθρώπου και η πολιτιστική τους αξία συμβάλλει καθοριστικά στην ποιότητά του περιβάλλοντος.

6.4 Το ΥΠΠΟ ΑΡΜΟΔΙΟΣ ΦΟΡΕΑΣ ΜΕΡΙΜΝΑΣ

Το Υπουργείο πολιτισμού μεριμνά για την εφαρμογή των νόμων του κράτους για την προστασία των πολιτιστικών αγαθών της χώρας. Το ΥΠΠΟ διαρθρώνεται με **Διευθύνσεις Υπηρεσιών** που ελέγχουν την τήρηση των νόμων και διακρίνονται, κυρίως, με βάση την αρχαιότητα των μνημείων και συνόλων:

1. Προϊστορικών και Κλασσικών Αρχαιοτήτων
2. Βυζαντινών και Μεταβυζαντινών Αρχαιοτήτων
3. Μουσείων, Εκθέσεων και Εκπαιδευτικών Προγραμμάτων
4. Εθνικού Αρχείου Μνημείων
5. Συντήρησης Αρχαίων και Νεωτέρων Μνημείων
6. Απαλλοτριώσεων και Ακίνητης Περιουσίας
7. Νεώτερης Πολιτιστικής Κληρονομιάς
8. Κέντρο Λίθου
9. Γραμματεία Κεντρικού Αρχαιολογικού Συμβουλίου
10. Αναστήλωσης Αρχαίων Μνημείων
11. Αναστήλωσης Βυζαντινών και Μεταβυζαντινών Μνημείων
12. Αναστήλωσης Νεωτέρων και Σύγχρονων Μνημείων
13. Τοπογραφίσεων, Φωτογραμμετρίας και Κτηματολογίου
14. Μελετών Μουσείων και Πολιτιστικών Κτηρίων
15. Διεύθυνση Εκτελέσεως Έργων Μουσείων και Πολιτιστικών Κτηρίων

16. Διεύθυνση Τεχνικών Ερευνών Αναστήλωσης
17. Διεύθυνση Νεώτερης και Σύγχρονης Αρχιτεκτονικής Κληρονομιάς
18. Γραμματεία Κεντρικού Συμβουλίου Νεωτέρων Μνημείων

Την ευθύνη της προστασίας στην ελληνική περιφέρεια εξασφαλίζουν, με ιεραρχική σειρά ανάλογα με τον αριθμό τους, οι Εφορείες Προϊστορικών και Κλασσικών Αρχαιοτήτων, οι Εφορείες Βυζαντινών Αρχαιοτήτων, οι Εφορείες Νεωτέρων Μνημείων, Υπηρεσίες Νεωτέρων Μνημείων και Τεχνικών Έργων και η Υπηρεσία Τεχνικών Έργων Κεντρικής Μακεδονίας.

Άλλες υπηρεσίες του ΥΠΠΟ είναι: η Υπηρεσία Συντήρησης Μνημείων Ακροπόλεως (ΥΣΜΑ), η Εφορεία Αρχαιοπωλείων και Ιδιωτικών Αρχαιολογικών Συλλογών, η Εφορεία Εναλίων Αρχαιοτήτων, οι Εφορείες Παλαιοανθρωπολογίας - Σπηλαιολογίας, τα Αρχαιολογικά Ινστιτούτα Μακεδονικών και Θρακικών Σπουδών, Θεσσαλικών Σπουδών, Ηπειρωτικών Σπουδών, Πελοποννησιακών Σπουδών, Κρητολογικών Σπουδών και Αιγαιακών Σπουδών, το Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο, το Βυζαντινό και Χριστιανικό Μουσείο, το Νομισματικό Μουσείο, το Επιγραφικό Μουσείο, το Αρχαιολογικό Μουσείο Θεσσαλονίκης, το Μουσείο Βυζαντινού Πολιτισμού, το Αρχαιολογικό Μουσείο Ηρακλείου και το Μουσείο Ασιατικής Τέχνης.

Ο πιο πρόσφατος νόμος για την προστασία των Αρχαιοτήτων και εν γένει της Πολιτιστικής Κληρονομιάς ψηφίστηκε το 2002 ως Ν.3028. Ο νόμος αντικατέστησε παλαιότερους (5351/1932 & 1469/1950) και εξασφαλίζει την προστασία του συνόλου των πολιτιστικών αγαθών της χώρας, ακίνητων, κινητών και άυλων.

6.6 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ

Η διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς - και ιδιαίτερα της αρχαιολογικής και αρχιτεκτονικής κληρονομιάς - άρχισε ως συντήρηση των ξεχωριστών μνημείων εθνικής και παγκόσμιας σπουδαιότητας. Η διατήρηση, έπειτα, ήρθε να αγκαλιάσει όλα τα είδη επέμβασης στις αρχαιολογικές περιοχές, τα ιστορικά μνημεία, τις παραδοσιακές τοποθετήσεις, τη βιομηχανική κληρονομιά και κάθε χειροτέχνημα, όλα όσα θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως μάρτυρες της ανθρώπινης ζωής και των πολιτιστικών εκδηλώσεων της στα διάφορα μέρη του κόσμου.

Η συντήρηση για το ίδιο το μνημείο, υπό τη φυσική έννοιά της, είναι τόσο μακριά από το κύριο ζήτημα της διαχείρισης κληρονομιάς.

Αυτό που είναι εξίσου σημαντικό και απαιτείται, είναι η διαχείριση της κληρονομιάς μέσω ενός σύγχρονου σχεδίου προς την αναγνώριση, την ερμηνεία, την αξιολόγηση και την έκφραση των εννοιών και των αξιών εκείνης της κληρονομιάς. Η διαχείριση του περιεχομένου της κληρονομιάς, της έννοιάς της, των αξιών της και της σχετικότητάς της στην εποχή μας οφείλει να γίνεται παράλληλα με τη συντήρηση των ίδιων των μνημείων. Στη βάση αυτού του είδους διαχείρισης, διάφορες μορφές περιεκτικής διαχείρισης, όπως η περιβαλλοντική διαχείριση και τα ειδικά διαχειριστικά πλάνα που θα εφαρμόζονται με το σύγχρονο σχέδιο θα μπορούν να οδηγηθούν σε σωστές αποφάσεις και επιλογές προτεραιότητας.

6.6.1 Βιώσιμη Ανάπτυξη και Πολιτιστική Κληρονομιά

Σήμερα στις ευημερούσες οικονομικά κοινωνίες επιβάλλεται ο μακροπρόθεσμος σχεδιασμός του χώρου και της διαχείρισής του. Ο σχεδιασμός αποκτά διαστάσεις επιστημονικού πεδίου και συγκροτείται από το σύνολο των ενεργειών για τη ρύθμιση των σχέσεων μεταξύ ανθρώπων, δραστηριοτήτων, κατασκευών και εξοπλισμού.

Η αναγνώριση της αξίας του σχεδιασμού αναδύεται στον ελλαδικό χώρο μετά την περίοδο του μεσοπολέμου, υποβιβάζεται έντονα τις δεκαετίες του 50 και του 60, στην προσπάθεια ανοικοδόμησης, στέγασης και μεταστέγασης του πληθυσμού μετά τον Β΄ Παγκόσμιο πόλεμο και τον εμφύλιο - όπου στο βωμό του κέρδους και της απληστίας παρατηρείται η πλέον άναρχη οικοδόμηση - και επανεμφανίζεται τα τελευταία 30-40 χρόνια όταν τα σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα κυριαρχούν κάνοντας τους οικισμούς μη βιώσιμους.

Η έννοια που επαγγέλλονται όλοι οι πολιτικοί είναι ανάπτυξη. Τι είδους όμως ανάπτυξη εννοούμε και θέλουμε ως κοινωνία; Καταρχήν όλοι δίνουν οικονομικό περιεχόμενο που το αξιολογούν κυρίως με την ανάπτυξη του ΑΕΠ. Η Ελλάδα έχει ΑΕΠ < 75% σε σχέση με το μέσο όρο, άρα εκτιμάται λιγότερο αναπτυγμένη από τη Γαλλία με ΑΕΠ 150%. Η ανάπτυξη, όμως, είναι σύνθετη έννοια αφορά στους καλύτερους όρους ζωής και διαφοροποιείται στις διαστάσεις της την ιστορική, την κοινωνικοπολιτική και την οικονομική.

Το πρόβλημα των φυσικών πόρων και η ενεργειακή κρίση του 1973, προκάλεσαν αμφισβήτηση της αποτελεσματικότητας του σχεδιασμού ανάπτυξης του χώρου, και μπήκε το ερώτημα μήπως δεν είναι δυνατόν να σχεδιάσουμε καθολικά και αποτελεσματικά. Άρα πρέπει να ελεγχθούν και άλλοι παράμετροι για την ανάπτυξη.

1. Αναγνώριση περιορισμών: Ελλείψεις σε πόρους, κεφάλαια, εργατικό δυναμικό, λειτουργία οικοσυστημάτων, τοπικές κοινωνίες και πολιτισμοί.
2. Βιωσιμότητα του φυσικού περιβάλλοντος

3. Βιωσιμότητα του πολιτιστικού περιβάλλοντος
4. «Καθαρή ανάπτυξη» με την τήρηση προδιαγραφών βιομηχανικών εγκαταστάσεων όταν γειτνιάζουν με μνημεία
5. Η έννοια της τοπικότητας. Ποιος παίρνει τις αποφάσεις από την κεντρική εξουσία, αν λαμβάνεται υπόψη η άποψη της τοπικής κοινωνίας.

6.6.2 Η σχέση Πολιτισμού-Ανάπτυξης

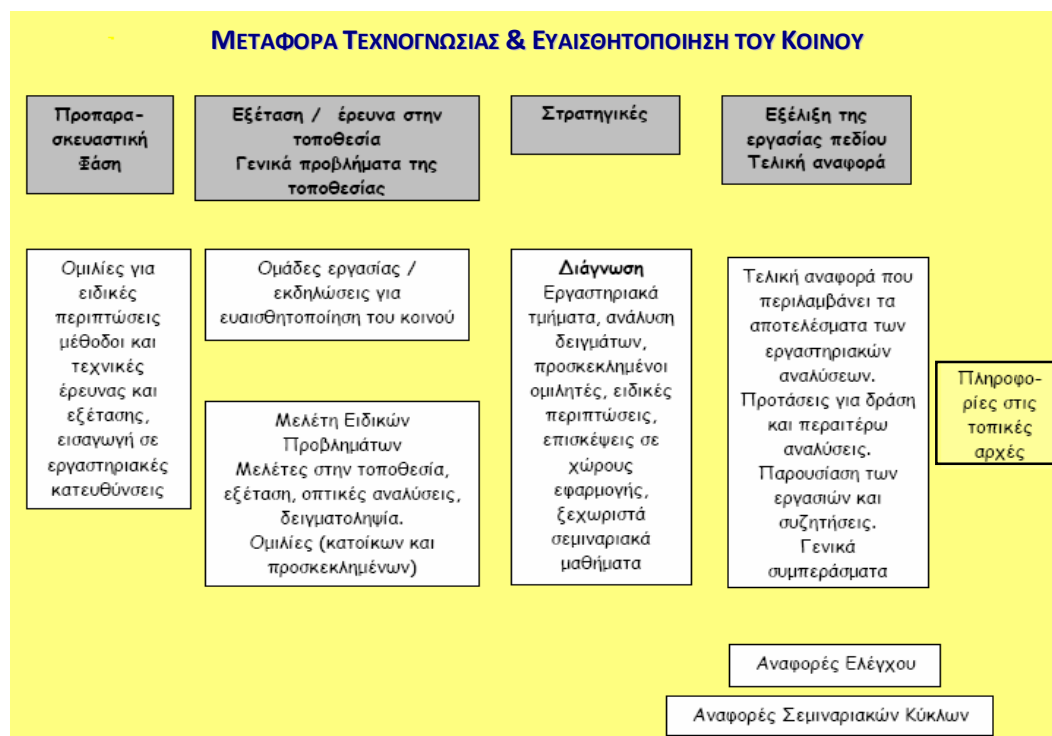
Ο πολιτισμός πρέπει να αποτελεί το επίκεντρο της αναπτυξιακής διαδικασίας. Πραγματική ανάπτυξη θα έχουμε αν αυτή στηρίζεται στην καλύτερη δυνατή αξιοποίηση τόσο του ανθρώπινου δυναμικού, όσο και του υλικού πλούτου. Μια τέτοια αξιοποίηση επιτυγχάνεται με πολιτικές ιστορικού-πολιτιστικού τουρισμού που αποτελεί μέσο διατήρησης και προστασίας του φυσικού και του πολιτιστικού περιβάλλοντος. Αν αποδοθούν τα μνημεία, μετά από ανάπλαση και αξιοποίηση στην τοπική κοινωνία, π.χ. στους δήμους και τις κοινότητες, για τουριστική εκμετάλλευση εξυπηρετούνται από τη μια η εξασφάλιση της φροντίδας των μνημείων από τους πολίτες και από την άλλη μοχλό οικονομικής ανάπτυξης. Ασκούνται εμμέσως, πολλαπλασιαστικές επιδράσεις σε όλους τους τύπους απασχόλησης. Δημιουργούνται νέες χρήσεις, νέες θέσεις εργασίας για όσους ασχοληθούν με τη συντήρηση, τη διατήρηση των μνημείων αλλά και με τη εκμετάλλευση των νέων χρήσεων, ή τη διαχείριση έργων και λειτουργιών, ενώ παράλληλα θα αναθερμανθούν τα παραδοσιακά επαγγέλματα και η κατασκευή.

Για να αξιοποιηθεί η πολιτιστική και αρχιτεκτονική κληρονομιά σε επίπεδο δήμου που περιλαμβάνει γειτονικούς οικισμούς και περιφερειακά μνημεία απαιτείται αρχικά συντήρηση - αποκατάσταση χαρακτηριστικών μνημείων και αρχαιολογικών χώρων έτσι, ώστε να καταστούν επισκέψιμα. Ορισμένα μετά από ανάπλαση μπορεί να προσφέρονται για χώρους πολιτιστικών ή κοινωνικών εκδηλώσεων. Τέλος χρειάζεται η χάραξη διαδρομών πολιτιστικού τουρισμού συνδέοντας τους κατάλληλους οδικούς άξονες για μια ορθολογική πορεία επίσκεψης.

Η συνήθης τακτική που εφαρμόζονταν στις προηγούμενες δεκαετίες, όταν έγινε αντιληπτή από τους διανοούμενους αλλά και από τους απλούς πολίτες η μεγάλη σημασία της προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς, υπήρξε η μουσειακή και η αναστηλωτική λογική των αρχαιολόγων. Και αυτό ήταν λογικό. Νεότερες όμως, πρακτικές που εφαρμόστηκαν με επιτυχία στην Ευρώπη, όπως η Πομπηία, η Ακουιλία, κ.ά. αρχαιολογικοί χώροι στην Ιταλία, το Κάστρο του Βασιλιά Αρθούρου, τα Κάστρα Σκωτίας, κ.ά. στη Βρετανία, στοχεύουν κύρια στην ανάδειξη και αξιοποίηση των χώρων με την απόδοσή τους στον κόσμο της περιοχής. Έτσι η ανάδειξη των ιστορικών κτιρίων και αρχαιολογικών χώρων σε τοπικό επίπεδο σε συνδυασμό με την αξιοποίησή τους, από τη μια ως χώρους επίσκεψης και

από την άλλη ως χώρους πολιτιστικών ή κοινωνικών εκδηλώσεων, επιτυγχάνει τόσο η διατήρηση τους όσο και η τοπική αναπτυξιακή διαδικασία.

Για τους τοπικούς πολιτιστικούς θησαυρούς επιδιώκεται, με τη διαδικασία της αναστήλωσης, να αποδοθεί πιστότερα η αναπαράσταση του χώρου και το πώς λειτουργεί στους επισκέπτες και οι επεμβάσεις που γίνονται αφορούν στην αποψίλωση, τον καθαρισμό,



τη χάραξης μονοπατιών και δρόμων επίσκεψης των αρχαιολογικών χώρων και μνημείων, το φωτισμού και τη σηματοδότηση με πινακίδες. Πρόκειται για επεμβάσεις ήπιες και χαμηλού κόστους με προτεραιότητα την ανάδειξη και αξιοποίηση καταρχάς και στη συνέχεια ακολουθούν οι πιο χρονοβόρες και δαπανηρές σωστικές εργασίες.

Οι παλαιότεροι περιηγητές και επισκέπτες της Ακρόπολης των Αθηνών θυμούνται τις εκδηλώσεις του «Ήχος & Φως» στο λόφο του Φιλοπάππου (ή σε άλλους αρχαιολογικούς χώρους στην Ελλάδα και την αλλοδαπή) με ολογράμματα και επιλογή / ανάπτυξη πληροφοριών στις δεκαετίες του 60 και 70. Στις μέρες μας η ψηφιακή τεχνολογία με την εικονική πραγματικότητα, δίνει πιο αποτελεσματικές λύσεις στην κατεύθυνση οπτικοακουστικών προβολών ιστορικής και αρχιτεκτονικής αναπαράστασης των λειτουργιών και των χώρων, με κατάλληλη ηχητική υπόκρουση και περιήγηση ακόμη και σε τριδιάστατη μορφή έτσι, ώστε ο επισκέπτης να αισθάνεται τη μεταφορά του στο χώρο και το χρόνο. Στη χώρα μας, με τεράστια επιτυχία, εφαρμόστηκε από το Ίδρυμα Μείζονος Ελληνισμού και κατάκτησε το κοινό όλων των ηλικιών. Έτσι αποφεύγονται δράσεις ανακατασκευής και συμπλήρωσης των μνημείων για διδακτικούς λόγους, κάτι στο οποίο επιδιώκουν να επιστήσουν την προσοχή οι αρχαιολόγοι, οι μηχανικοί και οι άλλοι

επιστήμονες που ασχολούνται με την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς, φοβούμενοι την κιβδηλεία των μνημείων.

Το ποιοι φορείς θα έχουν την ευθύνη της διαχείρισης δεν έχει ξεκαθαριστεί ακόμη. Ασφαλώς το πρώτο λόγο έγκρισης μελετών αξιοποίησης είναι αντικείμενο του υπουργείου Πολιτισμού. Εμπλέκεται προφανώς το υπουργείο Περιβάλλοντος. Η δραστηριοποίηση, όμως, κατά τόπους είναι συνάρτηση των οργανισμών τοπικής αυτοδιοίκησης και της διάθεσης ενασχόλησης και του ενδιαφέροντος των πολιτών. Πάντως η ανάδειξη και αξιοποίηση των ιστορικών κτηρίων, μνημείων και αρχαιολογικών χώρων πρέπει να συνδεθεί με τις μελέτες και τα ενδεδειγμένα έργα συντήρησής τους στο πλαίσιο ενός προγράμματος ολοκληρωμένης διαχείρισης.

6.7 ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΑ ΠΑΡΚΑ

6.7.1 Τι αποτελεί Αρχαιολογικό Πάρκο

Στην Ελλάδα, την χώρα με τη μεγαλύτερη πυκνότητα σε αρχαιολογικό πλούτο σε σχέση με την έκτασή της, αλλά και την υψηλής αξίας μνημείων που διαθέτει, το ζήτημα των «Αρχαιολογικών Πάρκων» με στόχο τη διατήρηση και την προστασία των ιστορικών χώρων, σε συνδυασμό με την προβολή και την αξιοποίησή τους για κοινωνικούς, πολιτιστικούς σκοπούς στον άξονα της τουριστικής ανάπτυξης, αναδύεται κεφαλαιώδης απαίτηση.

Τα «Αρχαιολογικά Πάρκα» μπορούν να ενταχθούν στην τρίτη κατηγορία της Αρχιτεκτονικής Κληρονομιάς κατά τη σύμβαση της Γρανάδας (1985), τους **τόπους**, που περιλαμβάνουν τα σύνθετα έργα του ανθρώπου και της φύσης, εν μέρει κτισμένα, τα οποία αποτελούν εκτάσεις τόσο χαρακτηριστικές και ομοιογενείς ώστε να μπορούν να οριοθετηθούν τοπογραφικά και τα οποία είναι σημαντικά λόγω του ιστορικού, αρχαιολογικού, καλλιτεχνικού, επιστημονικού, κοινωνικού ή τεχνικού της ενδιαφέροντος, (με την προϋπόθεση να έχουν αποκαλυφθεί μετά από ανασκαφές ή άλλες αρχαιολογικές μεθόδους και να έχουν διαμορφωθεί έτσι, ώστε και είναι ανοικτοί στο κοινό). Παράλληλα κάθε ίχνος ανθρώπινης παρουσίας, κάθε χώρος που σχετίζεται με εκδήλωση της ανθρώπινης δραστηριότητας, εγκαταλελειμμένες και ερειπωμένες κατασκευές και κάθε λείψανο κάτω από το έδαφος ή το νερό, όπως και κάθε αντικείμενο που σχετίζεται με αυτά (Ν. 3028/2002) αποτελεί αντικείμενο προστασίας και διαχείρισης αρχαιολογικής κληρονομιάς (ICOMOS Λωζάννη 1989).

Η δημιουργία «Αρχαιολογικού Πάρκου» συνίσταται στη συγκρότηση ενοποιημένων συνόλων με αρχαιολογικό/κούς χώρο/ρους, μεμονωμένα μνημεία, βυζαντινά, φράγκικα, βενετσιάνικα ή και τούρκικα κάστρα, ιστορικές τοποθεσίες που διαδραματίστηκαν γεγονότα, παραδοσιακοί διατηρητέοι οικισμοί, ιστορικές μονές, ενδιαφέρουσες διαδρομές φυσικού κάλους (μονοπάτια), τμήματα του ευρωπαϊκού δικτύου E4 που διέρχονται από αρχαιολογικούς χώρους, παραδοσιακά εργαστήρια οικοτεχνίας ή βιοτεχνίας. Τα επί μέρους στοιχεία, αφού γίνουν εργασίες συντήρησης, εξυγίανσης, έργα υποδομής (στεγάση, φωτισμός κτλ.) συνδέονται μεταξύ τους σε διακριτές διαδρομές με κατάλληλους δρόμους και αποτελούν επισκέψιμους προορισμούς για πολιτιστικό και ψυχαγωγικό τουρισμό.

Για να συγκροτηθεί ένα «Αρχαιολογικό Πάρκο» απαιτούνται κατ' αρχάς χωροταξικές, πολεοδομικές, τοπογραφικές μελέτες, διερεύνηση της χρήσης γης και ζωνών προστασίας, αρχιτεκτονικές και φωτογραμμετρικές αποτυπώσεις. Στη συνέχεια μελέτες των μηχανισμών φθοράς των ιστορικών κατασκευών, μελέτη της σύστασης και του συνδυασμού των παραδοσιακών δομικών υλικών, δοκιμαστική σύνθεση και χρησιμοποίηση in situ συμβατών δομικών υλικών. Θα ακολουθήσουν μελέτες γεωτεχνικές, γεωλογικές,

περιβαλλοντικές και οικονομοτεχνικές από ειδικά επιστημονικά επιτελεία των συναρμόδιων υπουργείων του κράτους. Ανάλογα με τα συμπεράσματα των προηγούμενων θα προχωρήσουν νέες μελέτες που αφορούν στη συντήρηση, αναστήλωση, στερέωση και την αποκατάσταση των μνημειακών συνόλων. Οι εργασίες αποκατάστασης ανατίθενται σε απόλυτα εξειδικευμένα συνεργεία υπό την καθοδήγηση αρχαιολόγων, αρχιτεκτόνων, χημικών μηχανικών και συντηρητών αρχαιοτήτων.

Ο σχεδιασμός και η διαχείριση ενός «Αρχαιολογικού Πάρκου» περιλαμβάνει όλες τις απαραίτητες διαδικασίες για την αποκάλυψη, την διάσωση και την ανάδειξη του χώρου, έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η διατήρηση και η επισκεψιμότητά του.

Οι διαδικασίες αυτές είναι:

- ◆ Η εξασφάλιση του ιδιοκτησιακού καθεστώτος (απαλλοτρίωση κτλ.) του χώρου.
- ◆ Η επιστημονική ανασκαφή του χώρου.
- ◆ Η επί τόπου συντήρηση των ερειπίων.
- ◆ Η επιστημονική αναστήλωση των μνημείων.
- ◆ Η κατασκευή στεγάστρων προστασία ευπαθών κατασκευών (ψηφιδωτών κτλ.)
- ◆ Η έκδοση επιστημονικών και εκλαϊκευμένων οδηγών του χώρου.
- ◆ Η διαμόρφωση πορείας των επισκεπτών (σήμανση κτλ.)
- ◆ Η εξασφάλιση διευκολύνσεων των επισκεπτών (χώροι στάθμευσης εκτός του χώρου, χώροι W.C. κοινού, κυλικείο, καταστήματα πωλήσεων αρχαιολογικών εντύπων – αντιγράφων και αναμνηστικών).
- ◆ Η διαμόρφωση μικρού μουσείου της ιστορίας του χώρου.
- ◆ Η δημιουργία τοπικών εργαστηρίων συντήρησης.
- ◆ Η εξασφάλιση της επαρκούς φύλαξης του χώρου.
- ◆ Η δημιουργία εγκαταστάσεων ηλεκτροφωτισμού, φωτισμού ασφαλείας, συναγερμού, πυρασφάλειας κτλ.
- ◆ Η εξασφάλιση της οικονομικής βιωσιμότητας του χώρου κτλ.

Προς στιγμή σε σχέση με την υπόλοιπη Ευρώπη παρατηρείται σημαντική υστέρηση σε θεσμικό, επιστημονικό, τεχνικό και διαχειριστικό επίπεδο της πολιτιστικής κληρονομιάς. Αυτό συμβαίνει γενικότερα σε όλα όσα αφορούν στην αρχιτεκτονική και Αρχαιολογική κληρονομιά.

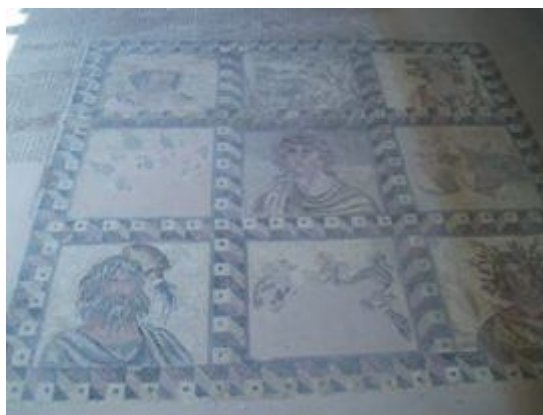


Τα ψηφιδωτά δάπεδα της «Οικίας του Διονύσου» – μέσης ρωμαϊκής περιόδου- προστατεύονται από καλαίσθητο ξύλινο σκέπαστρο (κατασκευή 1977) που συνδυάζεται με γυαλί και πλέξιγκλας ώστε να περνά το φως και να αναδεικνύονται οι έξοχες παραστάσεις. Χαρακτηριστικός είναι ο σωστός εξαερισμός με περσίδες. Οι διαδρομές, περιστοιχισμένες με κάγκελο, είναι υπερυψωμένες και περιβάλουν γύρω γύρω τα δωμάτια της έπαυλης επιτρέποντας τους επισκέπτες να παρατηρήσουν εύκολα τις περίτεχνες παραστάσεις των ψηφιδωτών και να παρακολουθούν ταυτόχρονα την ξενάγηση.



Το φως δημιουργεί την σκιά των κυκλιδωμάτων.

Οι τέσσερις Εποχές στην αρχαία τέχνη, παρεμβάλλονται ηθγραφικές σκηνές και νεκρές φύσεις σχετικές με εποχιακές δραστηριότητες (Δωμ.3)





Μια άλλη μορφή ξύλινου στεγάστρου συνδυασμένη με ύφασμα, η επονομαζόμενη Τέντα, προστατεύει το Νεολιθικό συνοικισμό του 7000 π. Χ. κοντά στο χωριό Καλάβασο, Κύπρου.



Στο αρχαιολογικό πάρκο Πάφου συνεχίζεται η επιστημονική ανασκαφή του χώρου καθώς και η επί τόπου συντήρηση των ερειπίων. Στην εικόνα το εργοτάξιο καθώς και το εργαστήριο επιτόπιας συντήρησης καλύπτεται από τέντα προστασίας. Οι χώροι που έχουν ολοκληρωθεί, έχουν καθαριστεί και αναδεικνύονται οι λεπτομέρειες.



(α) (β) (γ) (δ)

Στο αρχαιολογικό πάρκο υπάρχουν χώροι στάθμευσης εκτός του χώρου, χώροι W.C. κοινού, κυλικείο, αρμονικά με το χώρο κατασκευασμένο κατάστημα πωλήσεων αντιγράφων, αρχαιολογικών εντύπων και αναμνηστικών (α). Εντός έχει διαμορφωθεί μικρό μουσείο της ιστορίας του χώρου. Διακρίνεται φωτισμός ασφαλείας (β), κατατοπιστικές πινακίδες (γ), καλαθάκια σκουπιδιών (δ).

Οι επισκέπτες περιφέρονται σε διαμορφωμένες υπερυψωμένες ξύλινες κλίμακες, γέφυρες και μπαλκόνια που σχηματίζουν διαδρομές, προστατευμένες με ξύλινο κιγκλίδωμα, πάνω από τα αρχαιολογικά ευρήματα της Πολωνικής αρχαιολογικής αποστολής των ερειπίων της Οικίας του Αιώνα. Υπάρχουν αρκετές αγριελιές φυτεμένες σε ευρηματικές κυλινδρικές κατά-σκευές που προσφέρονται για αναμονή ή ανάπαυση των επισκεπτών στην σκιά.



Εξασφαλίζεται η διευκόλυνση των επισκεπτών με τη διαμόρφωση πορείας επίσκεψης και ξενάγησης, με κατάλληλη σήμανση, χάρτες, και καλαίσθητοι χώροι ανάπαυλας υπό σκιά.

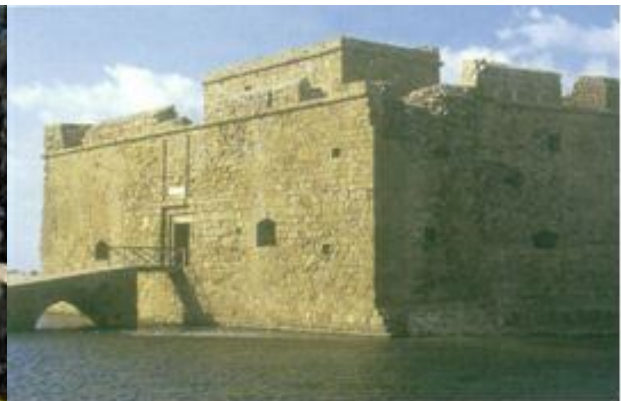
6.7.2 Διαδρομές Πολιτιστικού Τουρισμού στη Πάφο

Ο περιηγητής της Κάτω Πάφου μπορεί να συνδυάσει επίσκεψη παράλληλα με το αρχαιολογικό πάρκο των οικιών με τα ψηφιδωτά και στα άλλα ιστορικά και αρχαιολογικά μνημεία της πόλης, διαφόρων χρονολογικών περιόδων διαμορφώνοντας μια «πολιτιστική διαδρομή».

Παρατηρώντας στο χάρτη τη χωροταξία των αξιοθέατων κτισμάτων που μαρτυρούν την ιστορική πορεία της πόλης, προτείνεται από τους τοπικούς φορείς διαχείρισης των τοπικών πολιτιστικών θησαυρών σειρά επίσκεψης και ξενάγησης. Στην πολιτιστική διαδρομή περιλαμβάνονται: Το αρχαιολογικό, το βυζαντινό και το εθνογραφικό Μουσείο, το Αρχαιολογικό Πάρκο με τα Μωσαϊκά, το μεσαιωνικό φρούριο, οι λαξευτοί τάφοι των βασιλέων, ο ναός της Αγίας Σολωμονής, το αρχαίο ωδείο, το κάστρο Σαράντα Κολόνες, ο πρώιμος βυζαντινός ναός της Παναγίας της



Ο ναός της Παναγίας Χρυσοπολίτισσας 13^{ου} αιώνα κτισμένος πάνω στα ερείπια πρωτοβυζαντινής βασιλικής. Στα ερείπια η στήλη όπου μαστιγώθηκε ο Απ. Παύλος.



Το μεσαιωνικό φρούριο στο λιμάνι της Πάφου ανοικοδομήθηκε δις: από τους Λουζινιάν το 13^ο αιώνα, και τους Οθωμανούς τον 16^ο, αφού καταστράφηκε από τους Βενετσιάνους το 1570.

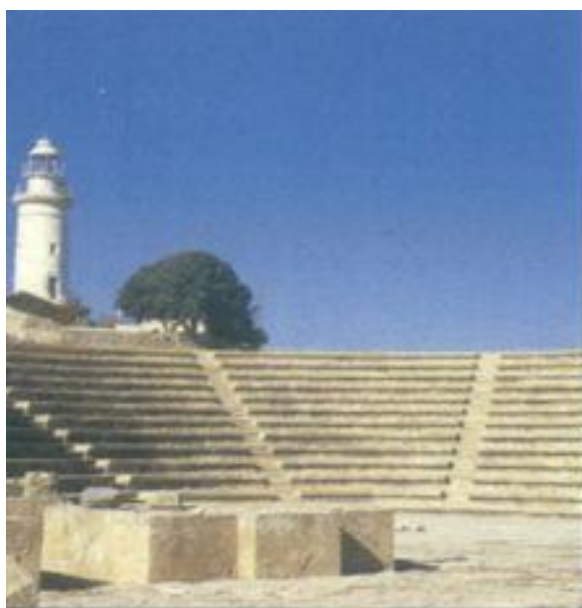
Μοναδικό δείγμα αρχιτεκτονικής πεντάτρουλης βυζαντινής



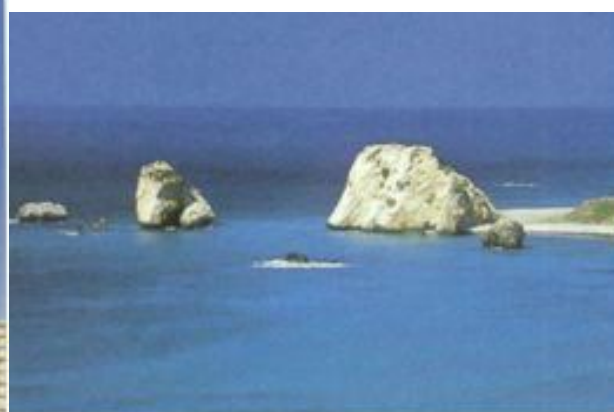
Το βυζαντινό κάστρο Σαράντα Κολόνες 13^{ου} αιώνα, με οκτώ τετραγωνικούς πύργους, κτισμένο σε δύο θολωτά πατώματα γύρω από κεντρική αυλή



βασιλικής 9^{ου} αιώνα, η Αγία Παρασκευή στο χωριό Γεροσκήπου περιφερρείας Πάφου. Το εσωτερικό διάκοσμο συνιστούν τοιχογραφίες διαφόρων περιόδων με συχνές επιζωγραφίσεις και αμφιπρόσωπη σπάνια εικόνα



Αναστηλωμένο το ωδείο του 2^{ου} αιώνα μ.Χ., (σήμερα θέατρο) με ορχήστρα διαμέτρου 11,3m. Αποκαλύφθηκε με την ανασκαφή του 1969.



Ο μεγάλος βράχος «Πέτρα του Ρωμιού» ή «Βράχος της Αφροδίτης» στις ακτές της Πάφου, όπου σύμφωνα με το μύθο γεννήθηκε η θεά της ομορφιάς και του έρωτα, η Αφροδίτη. Η λατρεία της θεάς διήρκεσε εκατοτάδες χρόνια και προσέλκυε πλήθος προσκυνητήν στα ιερά της.

Χρυσοπολίτισσας και η στήλη του Αποστόλου Παύλου, τα λουτρά και στην ευρύτερη περιφέρεια η Αγία Παρασκευή Γεροσκήπου, η Πέτρα του Ρωμιού, το μετόχι της Μονής Κύκκου, ο ναός της Παναγίας Χρυσελέουσας, τα λουτρά της Αφροδίτης, η Μονή Νεοφύτου, τη Λέμπα με τον οικισμό της χαλκολιθικής περιόδου, την Πόλη της Χρυσοχούς, τη Μονή Χρυσorroγιάτισσας κ.ά.

Στην Κύπρο με τα τρία (προς το παρόν) πολιτιστικά σύνολα στη λίστα των υπό προστασία της UNESCO της Παγκόσμιας Πολιτιστικής κληρονομιάς έχει γίνει αντιληπτή σε βάθος από την τοπική κοινωνία η σημασία του συνδυασμού του τουριστικής ανάπτυξης και Πολιτιστικής Κληρονομιάς. Η συντήρηση, ανάδειξη και διαχείριση της πολιτιστικής και αρχιτεκτονικής κληρονομιάς θεωρείται βασικός άξονας της αειφόρου ανάπτυξης.

Για την επιτυχία ενός τέτοιου προγράμματος απαιτούνται: α) ως προς τη μέθοδο η διεπιστημονική συνεργασία και η κοινωνική συμμετοχή, β) ως προς τα κριτήρια προτεραιότητες στην προστασία και τη διατήρηση του περιβάλλοντος, της πολιτιστικής και της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς, μακροπρόθεσμη προοπτική, δηλαδή, αειφόρος ανάπτυξη, η παραμονή του τοπικού πληθυσμού στον τόπο του και αν είναι δυνατόν η αύξηση του με τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής γ) ως προς τις προϋποθέσεις απαιτείται από τη μια έρευνα από μέρους των ειδικών και από την άλλη ευαισθητοποίηση και εκπαίδευση του τοπικού πληθυσμού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βασίστηκε κατά πολύ στις σημειώσεις των παραδόσεων και των εργαστηριακών ασκήσεων του ΔΜΠΣ «Προστασία Μνημείων – β' κατεύθυνση: Υλικά και Μέθοδοι Συντήρησης» του ΕΜΠ, που δόθηκαν από τους διδάσκοντες του προγράμματος, Καθηγητές και μέλη ΔΕΠ:

Μοροπούλου Αντωνία, Αγγελακοπούλου Ε., Αθανασιάδου Α., Ανδριωτάκη-Παναγιωτουνάκου Π., Αυγερινού-Κολώνια Σ., Βαλτά-Γρόσσου Μ., Βγενόπουλος Α., Βιντζηλαίου Ε., Βλαχόπουλος Α., Γαλάνη Θ., Γετίμης Ν., Γιαουτζή Μ., Γκανιάτσας Β., Γουλιέλμος Φ., Δελέγκου Α., Δημοτικάλη Δ., Εφραίμογλου Δ., Ζάμπας Κ., Ζαφειρόπουλο Β., Ζερβός Σ., Ζήβας Δ., Θεουλάκης Π., Ιωαννίδης Χ., Ιωαννίδου Μ., Καλαντζοπούλου Φ., Καλογεράς Ν., Κανελλόπουλος Ν., Καρόγλου Μ., Καρύδης Π., Κατσάνος Ν., Κοκολάκη Γ., Κόλλια Η., Κορρές Εμμ., Κορωναίο Χ., Κουή Μ., Κουλουμπή Ν., Κουρκουλής Στ., Κροκίδας Μ., Κυβέλου Σ., Κυρανούδη Χ., Κωνσταντή Α., Κωνσταντίος Δ., Λαμπρόπουλος Κ., Μαΐστρου Ε., Μαραβελάκη Ν., Μαράτου Θ., Μαρίνος Π., Μαριολάκος Η., Μαρκοπούλου Ο., Μιλτιάδου Α., Μίνως Ν., Μιχαηλίδου Μ., Μουζάκης Χ., Μούνδουλας Π., Μπακόλας Α., Μπατής Γ., Μπίρης Εμ., Μπισμπίκου Α., Μπούρας Χ., Μυλωνάς Κ., Ντέλλα Α., Ντούμας Χ., Παπαδημητρίου Γ., Ποζιόπουλος Α., Πολυκρέτη Κ., Ρήγας Φ., Σαγιάς Ι., Στεφάνου Ι., Συρμακέζης Κ., Τανούλας Τ., Τάσσιος Θ., Τογκαλίδου Τ., Τουλιάτος Π., Τουμπακάρη Ε., Τρουλλινός Μ., Τσάιμου Κ., Τσιαμπάος Γ., Τσίμας Στ., Τσιούρβα Θ., Τσολομύτης Αθ., Φωτάκης Χ., Χανδακάς Β., Χανδρινός Ι., Χαρκιολάκης Ν., Χατζοπούλου Α., Χρηστάρας Β., Χριστοδουλάκης Δ., Χριστοδουλάκη-Χαλουλάκου Α., Χριστοδούλου Ε., Χρονόπουλος Μ., Χρυσουλάκης Ι.

Bloom B., Krathwohl D, (1986), *Ταξινομία Διδακτικών Στόχων* (Μετ. Λαμπράκη) passim, εκδ. Κώδικας.

Boud, D. Keogh, R. Walker, D. (2002) *Reflection: turning experience into learning* (α) p. 18, (β) κεφ.1 και 2, New York Kogan Page.

Brookfield, St (1996) «*Adult Learning: An Overview*» (α) σ. 377 στο Tuijnman A. (επιμ) *International Encyclopedia of Adult Education and Training* Oxford: Pergamon, p. 375-380

Dewey, J. (1933) ελληνική έκδοση (1980) *Εμπειρία και Εκπαίδευση*, passim Αθήνα: εκδ. Γλάρος

Dewey, J. (1916) *Education and Democracy* New York, The Free Press Education 9 (2).

Dufresne-Tesse C. & Lefebvre A., (1994), *The museum in adult education: a psychological study of visitor reactions*, *International Review of Education* 40(6): 469-484,

Elias, Maurice J., (2003) *Academic and social-emotional learning*, passim, *International Academy of Education-International bureau of Education, educational Practices series* 11.

- Freire, P. (1977α) *Η αγωγή του καταπιεζόμενου*, σ. 68, Αθήνα, εκδ. Ράππα
- Freire, P. (1977β) *Πολιτιστική δράση για την κατάκτηση της ελευθερίας*, σ. 61 Αθήνα. Καστανιώτης
- Frey Karl, (1986) *Η μέθοδος Project. Μια μορφή συλλογικής εργασίας στο σχολείο, ως θεωρία και πράξη*, passim, Αφοι Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη .
- Frey K., (1986), *Η «Μέθοδος Project»*, (Μάλλιος, Κ.), passim, Αφοι Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη 2002.
- Jarvis, P. (1987) *Adult Learning in the Social Context*, σ. 11, London: Croom Helm.
- Jarvis, P. (2004) «*Το νόημα της ισόβιας μάθησης για τη δια βίου εκπαίδευση*» στο Εκπαίδευση Ενηλίκων Ι, σελ. 4 – 11 (α).
- Jarvis, P. (2004) *Συνεχιζόμενη εκπαίδευση και κατάρτιση θεωρία και πράξη* σελ. (β) 120-126, (γ) σ. 112-120 και 165, (δ) σ. 207, (ε) κεφ. 5, Αθήνα εκδ. Μεταίχμιο.
- Judy Harris Helm, Lilian Katz, (2002), *Μέθοδος Project και προσχολική εκπαίδευση*, Μικροί ερευνητές.
- Knowles, M. (1970) *The Modern Practice of Adult Education: Andragogy versus Pedagogy*, passim, New York, Association Press
- Kolb, D. (1984) *Experiential Learning Experience as the Source of Learning and Development*, (α) p. XI, (β) p. 38 Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall
- Kolb, D. Rubin, I. Osland, J. (1991) *Organizational Behavior An Experiential Approach*, σ.58 Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall
- Lewis, L. Williams, C. (1994) «*Experiential Learning. Past and present*» p. 5 στο *Experiential Learning: A New Approach*, των Caffarella, R. Jackson, L. San Francisco: Jossey-Bass
- Lindeman, E. (1926) *The Meaning of Adult Education*, passim, Montreal: Harvester House.
- Mager R., (1985), *Διδακτικοί στόχοι και διδασκαλία*, passim, εκδ. Κυριακίδη Θεσσαλονίκη.
- Merriam, Sh. Caffarella, R. (1999) *Learning in Adulthood*, passim, San Francisco Jossey-Bass.
- Mezirow, J. (1977) «*Perspective Transformation*» στο *Studies in Adult*, p. 157
- Mezirow, J. (1991) *Transformative Dimensions of Adult Learning*, (α) σ. 117, 224, 225, (β) p. 193, San Francisco, Jossey-Bass
- Mezirow, J. και συνερ. (1990) *Fostering Critical Reflection in Adulthood*, σ. 5, San Francisco: Jossey-Bass.
- Perkins, D. (1994) *The Intelligent Eye*, p.4, Los Angeles: The Getty Education Institute for the Arts.

- Race, Ph. (1999) *Το Εγχειρίδιο της Ανοικτής Εκπαίδευσης*, (α)σ. 23-24, σελ.12-120 Αθήνα, εκδ. Μεταίχμιο.
- Rogers, C. (1961) *On becoming a person*, passim, Boston: Houghton-Mifflin
- Rogers, C. (1972) *Liberté pour apprendre*, passim, Paris: Dunod
- Rogers, A. (2002) *Η Εκπαίδευση Ενηλίκων* Αθήνα, (α) σ. 151-155, (β) σ. 154 εκδ. Μεταίχμιο
- Rohrs, H., (1984), *Το κίνημα της Προοδευτικής Εκπαίδευσης*, passim, Κυριακίδης, Θεσσαλονίκη.
- UNESCO, (1983) *Trends in Environmental Education since the Tbilisi Conference*, UNESCO-UNEP, Paris
- UNESCO-UNEP, (1986) *IEEP: Environmental Education: Module for Inservice Training of Science Teachers and Supervisors for Secondary Schools*, EE Series 8, Paris .
- UNESCO, (1991) *Environmental Education for our common future: A hand book for teachers in Europe*, Norwegian University Press, Paris .
- Αγγελίδης Ζ., (1993), *Εισαγωγή στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση*, passim, Art of Text, Θεσσαλονίκη.
- Αθανασάκης Α., (2004), *Η Περιβαλλοντική Αγωγή σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης*, passim, Εκδόσεις Δάρδανος, Αθήνα.
- Αλεξάκης Αρ., (2003) σχόλιο του μεταφραστή στο *Γραμματική των Πολιτισμών*, του Fernand Braudel, έκδ. Μορφωτικού Ιδρύματος Εθνικής Τραπέζης.
- Βαϊνά Μ., (1996), *Μέθοδος project: μια πρόκληση για το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα*”, Νέα Παιδεία, , σελ. 77-88.
- Βασάλα Παρ.,(1992), *Μέθοδοι διδασκαλίας θεμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στο πεδίο, Εκπαιδευτική Κοινότητα*, τ. 27, σ.σ. 38-41
- Βασιλού-Παπαγεωργίου, Β. (2004) «*Η Εκπαίδευση Ενηλίκων υπό το πρίσμα δύο στοχαστών του 20^{ου} αιώνα, J. Dewey και P. Freire*», στο *Εκπαίδευση Ενηλίκων I*, σελ. 24-28
- Βουδρισλής Ν., Αυγερινού Μ., «*Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα εφαρμογής της μεθόδου project στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και στην Αγωγή Υγείας*», *Σύγχρονη Εκπαίδευση* (2004), τεύχος 137.
- Βουλή των Ελλήνων (2005), *Σύναγμα των Ελλήνων*, σελ.37-39.
- Γαλανοπούλου Αγλ., (2001), *Ερωτήματα που σχετίζονται με τα σχέδια εργασίας (projects): Προετοιμάζοντας το πρόγραμμα «οι ξένοι περιηγητές στη Ελλάδα του 18ου-19ου αιώνα», Επιθεώρηση Εκπαιδευτικών Θεμάτων (5) ΠΙ*. σελ. 49-56, Αθήνα

- Γεωργόπουλος Α., Τσαλίκη Ε., 1993, *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση*, passim, Gutenberg, Αθήνα.
- Δημαράς, Κ.Θ., (1977), *Νεοελληνικός Διαφωτισμός*, σελ. 10 και 74, Αθήνα.
- Θεοφιλίδης Χ., (1997), «*Διαθεματική προσέγγιση της διδασκαλίας*», passim, εκδ. Γρηγόρη Αθήνα.
- Κόκκος ΑΛ., (2005) *Η εμπειρική εκπαίδευση ενηλίκων, στο Εκπαίδευση Ενηλίκων, τ.4* εκδ. Μεταίχμιο, Αθήνα.
- Ματσαγγούρας Η., (2002), *Η Διαθεματικότητα στη Σχολική Γνώση: Εννοιοκεντρική Αναπλαισίωση και Σχέδια Εργασίας*, passim, Εκδ. Γρηγόρη.
- Ματσαγγούρας, ΗΛ., (1998), *Στρατηγικές διδασκαλίας. Από την πληροφόρηση στην κριτική σκέψη, τόμος 2^{ος}*, Gutenberg - παιδαγωγική σειρά, Αθήνα.
- Ν.3028/2002 ΥΠΠΟ, για την προστασία των Αρχαιοτήτων και εν γένει της Πολιτιστικής Κληρονομιάς.
- Νάκου, Ε., (1997), *Ιστορική Σκέψη και Ιστορική Εκπαίδευση στα τέλη του 20ου αιώνα*, Σύγχρονη Εκπαίδευση, 96 – 97, σ.σ. 97 – 105.
- Ομήρου *Οδύσσεια*, ραψωδία ι, στίχοι 105-130.
- Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, «*Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (Δ.Ε.Π.Π.Σ.) και Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών (Α.Π.Σ.)*», <http://www.pi-schools.gr/programs/depps/>
- Σουλιώτη Ε. Β., Παγγέ, Τ., *Διαθεματική προσέγγιση και διδασκαλία. Η μέθοδος Project*, Νέα Παιδεία, 2004, σελ. 40-50.
- Σωτηράκου Μαρ., (2000), *Προσέγγιση της εφαρμοσμένης μεθοδολογίας στην ΠΕ, Οι Φ.Ε. στη Β/θμια Εκπαίδευση, της ΕΕΦ και Δ/ωση Β/θμιας Εκ/σης Πειραιά*, σελ. 133-139, Νίκαια.
- Ταρατόρη-Τσαλκατίδου ΕΛ., *Η μέθοδος Project στη θεωρία και στην πράξη*, passim, εκδ. Αφοι Κυριακίδη.
- Τρικαλίτη Αγ., (2005-6), *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση Θεωρία και Πράξη*, Αθήνα.
- ΦΕΚ 61/13-4-92, *Κύρωση της Σύμβασης για την προστασία της Αρχιτεκτονικής Κληρονομιάς της Ευρώπης*, σελ. 24-29.
- Φίλλιπς, Ν. (2004) «*Η βιωματική μάθηση: Ορισμοί, προβληματισμοί, προϋποθέσεις*» στο *Εκπαίδευση Ενηλίκων III*, σ 4 - 10
- Χρυσοφίδης Κ., (1996), *Βιωματική - Επικοινωνιακή διδασκαλία. Η εισαγωγή της μεθόδου Project στο σχολείο*, passim, Gutenberg, Αθήνα

Χρυσafίδης, Κ., (1991), *Σύγχρονοι Διδακτικοί Προβληματισμοί*, passim, Σμυρνιωτάκης, Αθήνα.

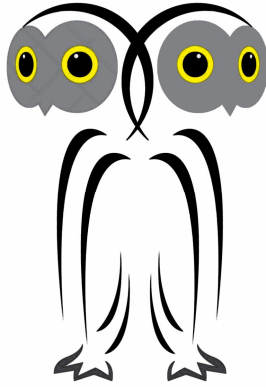
Χρυσafίδης, Κ., (1994), *Βιωματική Επικοινωνιακή Διδασκαλία. Εισαγωγή της Μεθόδου Project στο Σχολείο*, Gutenberg, passim, Αθήνα.

ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Οι εικόνες του εξωφύλλου και οπισθοφύλλου είναι ελαιογραφίες του **Μελέτη Λούκου**, που τις παραχώρησε στη συγγραφέα.

Οι περισσότερες φωτογραφίες είναι από το προσωπικό αρχείο της συγγραφέως ή της ομάδας των συντελεστών του ΜΤΠΣ «Προστασία Μνημείων» για τις ανάγκες του πονήματος.

Υπάρχουν ενδείξεις στις εικόνες του εργαστηρίου Υλικών του ΕΜΠ για τις μεθόδους διάγνωσης της φθοράς.



Ὁ σύλλογος «σὺν Ἀθηνᾶ» ἰδρύθηκε στὴν Καβάλα τὸ Σεπτέμβριο τοῦ 2012 μὲ σημεῖο ἀναφορᾶς τοῦ τὴν ἀρχαία ἐλληνικὴ φιλοσοφία καὶ κύριους στόχους του: 1) τὴν προώθηση τοῦ ὀρθολογισμοῦ καὶ τῆς ἐπιστήμης καὶ 2) τὴν καλλιέργεια τῆς πολιτικῆς ἠθικῆς. Σὲ σχέση μὲ τὴ Δημόσια Ἐκπαίδευση τῆς χώρας μας, ἰδίως τὴν Τριτοβάθμια, ἀποβλέπει στὴν ἐκλαϊκεύση τῆς ἐπιστημονικῆς γνώσης καὶ τὴ διαθεσιμότητά της στὴν κοινωνία. Μέλη του εἶναι κυρίως ἐπιστήμονες, ὅχι μόνον τῶν λεγόμενων ἀνθρωπιστικῶν σπουδῶν. Στὶς προγραμματικὲς του δραστηριότητες ἐντάσσονται: 1) τὰ σὲ ἐβδομαδιαία βάση μαθήματα ἀρχαίων ἐλληνικῶν καὶ ἀρχαίας ἐλληνικῆς φιλοσοφίας, ποὺ παρέχονται στὸ κτίριο «Πυθαγόρας» τοῦ Δήμου Καβάλας, 2) τὶς σὲ μηνιαία βάση Διαλέξεις πρὸς τὸ εὐρὺ κοινό, ποὺ δίνονται κατὰ κύριο λόγο στὴν αἴθουσα «Βασίλης Βασιλικὸς» τῆς Δημοτικῆς Βιβλιοθήκης Καβάλας καὶ 3) τὰ σὲ ἐτήσια βάση πανελλήνια Συνεδριά του, τὸ πρῶτο τῆς Πολιτικῆς Φιλοσοφίας (25-27/04/2014) καὶ τὸ δεύτερο τῆς Ἐπιστημολογίας (22-24/05/2015), ὑπὸ τὴν αἰγίδα τοῦ Δήμου Καβάλας.

Ἰστοχώρος: <https://synathena.wordpress.com>



Η ιδέα για τις **Εκδόσεις Σαΐτα** ξεπήδησε τον Ιούλιο του 2012 με πρωταρχικό σκοπό τη δημιουργία ενός χώρου όπου τα έργα νέων συγγραφέων θα συνομιλούν άμεσα, δωρεάν και ελεύθερα με το αναγνωστικό κοινό.

Μακριά από το κέρδος, την εκμετάλλευση και την εμπορευματοποίηση της πνευματικής ιδιοκτησίας, οι **Εκδόσεις Σαΐτα** επιδιώκουν να επαναπροσδιορίσουν τις σχέσεις Εκδότη-Συγγραφέα-Αναγνώστη, καλλιεργώντας τον πραγματικό διάλογο, την αλληλεπίδραση και την ουσιαστική επικοινωνία του έργου με τον αναγνώστη δίχως προϋποθέσεις και περιορισμούς.

Ο ισχυρός άνεμος της **αγάπης** για το βιβλίο,
το γλυκό αεράκι της **δημιουργικότητας**,
ο ζέφυρος της **καινοτομίας**,
ο σιρόκος της **φαντασίας**,
ο λεβάντες της **επιμονής**,
ο γραίγος του **οράματος**,
καθοδηγούν τη σαΐτα των Εκδόσεών μας.

Σας καλούμε λοιπόν να αφήσετε τα βιβλία να πετάξουν
ελεύθερα!



Το Περιβάλλον με την ολιστική του μορφή, ως ενιαίος χώρος μέσα στον οποίο εξελίσσεται η φυσική, η κοινωνική και οικονομική ζωή και ο οποίος σχετίζεται με την ανάπτυξη της ατομικής προσωπικότητας και του τρόπου με τον οποίο ο άνθρωπος δημιουργεί τα πολιτιστικά αγαθά στο χρόνο, προστατεύεται από το Σύνταγμα και τους επί μέρους νόμους των αναπτυγμένων κρατών.

Σε παγκόσμιο επίπεδο η διεθνής εκπαιδευτική, επιστημονική και πολιτισμική οργάνωση του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών UNESCO, η οποία ανέλαβε την πρωτοβουλία της προστασίας του περιβάλλοντος οργανώνοντας το 1968 το πρώτο διεθνές συνέδριο για την προστασία του και υιοθετώντας το 1972 τη συμφωνία για την προστασία της Παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς, παρέχει τεχνική βοήθεια για τη διατήρηση και ανάδειξη των τόπων και μνημείων με φυσική ομορφιά και ιστορική/καλλιτεχνική αξία. Σήμερα υπάρχει η επίγνωση στη Διεθνή Κοινότητα ότι η Διατήρηση του Περιβάλλοντος, με άξονα την αειφορία, θα επιτύχει βιώσιμη ανάπτυξη και ποιότητα ζωής.

Στη διαχείριση του Πολιτιστικού Περιβάλλοντος έχουν λόγο, αλλά και υποχρέωση, να συμβάλλουν όλοι οι πολίτες και οι έφηβοι ως εν δυνάμει πολίτες. Στην περίπτωση αυτή δεν αρκεί να τηρούν το νόμο και να υπερασπίζονται το δίκαιο απέναντι στην παράνομη ανασκαφή, την καταστροφή, την αλλοίωση, την πρόκληση κάθε είδους βλάβη στα μνημεία, την κλοπή ή την εξαγωγή αρχαιοτήτων, κειμηλίων και άλλων πολιτισμικών αγαθών. Μπορούν να υποδείξουν σημεία για εντοπισμό στοιχείων πολιτιστικής κληρονομιάς στις αρμόδιες κρατικές υπηρεσίες, να συνεισφέρουν στην καταγραφή και στην προβολή τους, να συμβάλλουν στην ανάδειξη και την ένταξή τους στη σύγχρονη κοινωνική ζωή.

Το παρόν πραγματεύεται:

- α.** γενικά στοιχεία περί πολιτιστικής κληρονομιάς και φορέων προστασίας της,
- β.** μελέτη της δομής και των ιδιοτήτων των υλικών,
- γ.** κινδύνους που διατρέχουν τα μνημεία από φθορές και βλάβες, και ειδικότερα ενασχόληση με τη φθορά, τα αίτια, τα είδη και τους μηχανισμούς της,
- δ.** σύγχρονες επιστημονικές μεθόδους διάγνωσης της φθοράς,
- ε.** στοιχεία για την πορεία επεμβάσεων, βασισμένη σε ολοκληρωμένο σχέδιο πολυεπιστημονικής ομάδας ειδικών της συντήρησης, και
- στ.** ορθολογική διαχείριση της πολιτιστικής κληρονομιάς με βάσει τις διεθνείς αρχές και διακηρύξεις.

Το κείμενο, για την αρτιότερη διδακτική προσέγγιση, συνοδεύεται από πλούσιο εικονικό υλικό που περιλαμβάνει: εννοιολογικούς χάρτες, πίνακες, σχήματα, διαγράμματα και φωτογραφίες.

