



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΗΗΜΕΙΩΝ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΑΓΟΡΙΤΣΑ Γ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΗ

ΧΗΜΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Α.Π.Θ.

ΚΑΤΟΧΟΣ Μ.Δ.Ε. Ε.Μ.Π. "ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΗΗΜΕΙΩΝ"

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: **ΑΝΤΩΝΙΑ ΜΟΡΟΠΟΥΛΟΥ**, ΚΑΘ. Ε.Μ.Π.
ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΠΡΥΤΑΝΗ – ΑΝΤΙΠΡΥΤΑΝΙΣ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΩΝ
ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ

ΑΘΗΝΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2013

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

- Αντωνία Μοροπούλου, Καθηγήτρια Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου (Επιβλέπουσα)
- Νικόλαος Μαρκάτος, Ομ. Καθηγητής Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου
- Βασίλειος Κουλαϊδής, Καθηγητής Πανεπιστημίου Πελοποννήσου

ΕΠΤΑΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

- Αντωνία Μοροπούλου, Καθηγήτρια Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου
- Νικόλαος Μαρκάτος, Ομ. Καθηγητής Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου
- Βασίλειος Κουλαϊδής, Καθηγητής Πανεπιστημίου Πελοποννήσου
- Μαρία Λοϊζίδου – Μαλαμή, Καθηγήτρια Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου
- Γεώργιος Μπατής, τ. Καθηγητής Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου
- Ευαγγελία Παυλάτου, Αναπλ. Καθηγήτρια Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου
- Αστέριος Καραγιάννης - Μπακόλας, Λέκτορας Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου

Η έγκριση της διδακτορικής διατριβής από την Ανωτάτη Σχολή Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα (Ν. 5343/1932, Άρθρο 202)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ	ΣΕΛ.
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	i
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	ii
ΑΒΣΤΡΑΚΤ	iii
ΓΕΝΙΚΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
1.1. ΕΠΙΣΤΗΜΗ - ΚΟΙΝΩΝΙΑ	2
1.2. ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ	4
1.3. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΩΡΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ – ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ	7
2.1. ΜΑΘΗΣΗ	7
2.2. ΤΡΟΠΟΙ ΜΑΘΗΣΗΣ	8
2.3. ΘΕΩΡΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ – ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ	9
2.3.1. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΙΣΤΙΚΕΣ ΘΕΩΡΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ	11
2.3.1.1. ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΚΛΑΣΙΚΗΣ ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ - ΡΑΒΛΟΝ	13
2.3.1.2. ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΚΛΑΣΙΚΗΣ ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ - WATSON	14
2.3.1.3. ΜΑΘΗΣΗ ΜΕ ΔΟΚΙΜΗ ΚΑΙ ΠΛΑΝΗ - THORNDIKE	14
2.3.1.4. ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΙΚΗΣ ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ - SKINNER	15
2.3.2. ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΘΕΩΡΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ	18
2.3.2.1. ΓΝΩΣΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΠΕΔΙΟΥ - LEWIN	19
2.3.2.2. ΘΕΩΡΙΑ ΔΟΜΙΚΟΥ ΕΠΟΙΚΟΔΟΜΗΤΙΣΜΟΥ - PIAGET	19
2.3.2.3. ΘΕΩΡΙΑ ΑΝΑΚΑΛΥΠΤΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ - BRUNER	21
2.3.2.4. ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ	22
2.3.2.5. ΘΕΩΡΙΑ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΑΘΗΣΗΣ - GAGNE	23
2.3.3. ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ - ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΘΕΩΡΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ	24
2.3.3.1 ΜΑΘΗΣΗ ΜΕ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΜΙΜΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΟΥ - BANDURA	25
2.3.3.2 ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΥ ΕΠΟΙΚΟΔΟΜΗΤΙΣΜΟΥ - VYGOTSKY	26
2.3.3.3 ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ - LEONT'EV & RUBINSHTEIN	27
2.3.4. ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ - GARDNER	29
2.4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΙ, ΜΟΡΦΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	32
3.1. ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ	32
3.2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	35
3.3. ΜΟΡΦΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	38
3.4. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΣΤΟΧΩΝ	42
3.5. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	45
3.6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	49

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ	51
4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	51
4.2. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ	51
4.3. ΕΙΔΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ	53
4.4. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ	54
4.5. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ	56
4.6. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ	60
4.7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	63
ΕΙΔΙΚΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	65
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΘΕΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ, ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ (STEM) ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	66
5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	66
5.2. ΘΕΜΑΤΑ STEM ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	66
5.3. ΕΠΙΔΟΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΣΕ ΘΕΜΑΤΑ STEM	72
5.4. ΘΕΜΑΤΑ STEM ΚΑΙ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ ΜΑΘΗΤΩΝ	76
5.5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	84
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΩΝ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΩΝ ΜΑΘΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ STEM	85
6.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	85
6.2. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΘΕΜΑΤΑ STEM	85
6.2.1. ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ	86
6.2.2. ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΒΑΣΙΣΜΕΝΗΣ ΣΕ ΠΡΟΒΛΗΜΑ	93
6.2.2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	93
6.2.2.2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	94
6.2.2.3. ΟΡΙΣΜΟΣ - ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	94
6.2.2.4. ΕΠΙΠΕΔΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	98
6.2.2.5. ΔΟΜΗ	98
6.2.2.6. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	102
6.2.2.7. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	105
6.2.2.8. ΠΙΘΑΝΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	106
6.2.2.9. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ	108
6.2.3. ΜΑΘΗΣΗ ΒΑΣΙΣΜΕΝΗ ΣΕ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	108
6.2.4. ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ	111
6.3. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗΣ ΒΑΣΙΣΜΕΝΗΣ ΣΕ ΠΡΟΒΛΗΜΑ	114
6.4. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΒΑΣΙΣΜΕΝΗΣ ΣΕ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΚΑΙ ΣΕ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	117
6.5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	122
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΓΝΩΣΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΤΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΜΝΗΜΕΙΩΝ ΩΣ ΤΟΜΕΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ	128
7.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	128
7.2. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΝΗΜΕΙΩΝ – Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΣΤΟ ΧΡΟΝΟ	128
7.3. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΓΝΩΣΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΤΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΜΝΗΜΕΙΩΝ	133
7.4. ΙΔΙΟΜΟΡΦΙΑ ΤΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΤΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΜΝΗΜΕΙΩΝ ΣΕ ΓΝΩΣΙΟΛΟΓΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	135

7.5. ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΤΟΥ ΓΝΩΣΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΤΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΜΝΗΜΕΙΩΝ ΣΤΗ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	137
7.6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	139
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	140
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑΣ - ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΣΤΟ ΓΝΩΣΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΤΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΜΝΗΜΕΙΩΝ	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	141
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	144
9.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	144
9.2. ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ	145
9.2.1. ΚΑΙΝΟΤΟΜΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ	145
9.2.2. ΕΥΡΩΠΑΪΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ eTWINNING	149
9.2.3. ΕΥΡΩΠΑΪΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ COMENIUS	149
9.3. ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ	150
9.4. ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΜΟΥΣΕΙΩΝ - ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ	152
9.5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΠΟΥ ΠΡΟΕΚΥΨΑΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΕ ΔΙΕΘΝΕΣ ΕΠΙΠΕΔΟ	152
9.6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	155
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ	156
10.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	156
10.2. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ	157
10.3. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ	159
10.3.1. ΣΤΟΧΟΙ ΠΡΟΣ ΕΠΙΤΕΥΞΗ	159
10.3.2. ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΘΕΜΑΤΙΚΩΝ ΕΝΟΤΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ	160
10.3.3. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΕΜΠΕΙΡΙΑΣ ΤΟΥ ΕΘΝΙΚΟΥ ΜΕΤΣΟΒΙΟΥ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ	161
10.3.4. ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ	167
10.4. ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ	175
10.4.1. ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	175
10.4.2. ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ	176
10.5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	180
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	182
11.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	182
11.2. ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ	182
11.3. ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΤΗΣ ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΜΕ ΤΗ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	183
11.4. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ	184
11.5. ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗ - ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ	188

11.6. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗ ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ «ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΑ» - «ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ»	192
11.7. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗ ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ «ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΥΛΙΚΑ - ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΥΠΟΙ ΦΘΟΡΑΣ»	204
11.8. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗ ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ «ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ»	237
11.9. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗ ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ «ΣΥΜΒΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ»	247
11.10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	271
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12: ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	273
12.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	273
12.2. ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ, ΔΙΑΜΟΡΦΩΤΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	274
12.3. ΜΕΤΑ - ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ	274
12.5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	296
12.6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	298
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13: ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ - ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗΣ	299
13.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	299
13.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗΣ	300
13.3. ΕΝΟΤΗΤΑ 1 «ΑΞΙΕΣ ΚΑΙ ΕΥΑΙΣΘΗΤΟΠΟΙΗΣΗ»	305
13.4. ΕΝΟΤΗΤΑ 2 «ΓΝΩΡΙΖΟΝΤΑΣ ΤΗ ΔΟΜΗΜΕΝΗ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑ»	319
13.5. ΕΝΟΤΗΤΑ 3 «ΦΘΟΡΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ»	327
13.6. ΕΝΟΤΗΤΑ 4 «Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ»	335
13.7. ΕΝΟΤΗΤΑ 5 «ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ - ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ»	345
13.8. ΕΝΟΤΗΤΑ 6 «ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ»	355
13.9. ΕΝΟΤΗΤΑ «ΥΙΟΘΕΤΩ ΕΝΑΝ ΤΟΠΟ»	360
13.10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	363
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14: ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ	364
14.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	364
14.2. ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ	364
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 15: ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΓΙΑ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ ΚΑΙ ΜΑΘΗΤΕΣ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ	370
15.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	370
15.2. ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ	370
15.3. ΕΙΔΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ ΜΝΗΜΕΙΑ	377
15.4. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	384
15.4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	384
15.4.2. ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ΑΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΤΗΛΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ OPEN CLASS ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ	384
15.4.3. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ «ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΝΟΣ ΜΝΗΜΕΙΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ ΣΚΑΡΙΦΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΜΑΚΕΤΑΣ»	391
15.4.4. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ «ΨΕΥΔΟΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΑΞΙΩΝ ΤΗΣ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ»	397
15.4.5. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ «ΣΧΕΔΙΑΖΟΝΤΑΣ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΡΟΜΕΣ	398

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 16: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ	403
16.1. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	403
16.2. ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ	406
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	407
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΕΚΥΨΑΝ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ	408
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	411
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	413
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	414

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διατριβή επιστεγάζει μια μακρά πορεία στον Τομέα Επιστήμης και Τεχνικής των Υλικών της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου. Το θέμα και το περιεχόμενο της εργασίας μετεξελίχθηκαν, ωρίμασαν στο χρόνο και αναπροσαρμόστηκαν ανταποκρινόμενα σε νέες ανάγκες.

Πολύτιμος αρωγός στην προσπάθεια αυτή υπήρξε η κα *Αντωνία Μοροπούλου*, Καθηγήτρια και Αντιπρύτανης Ακαδημαϊκών Υποθέσεων και Προσωπικού του ΕΜΠ, επιβλέπουσα της διατριβής. Η συμβολή της υπήρξε καθοριστική, καθώς με τις καινοτόμες ιδέες της, αλλά και με το σθένος με το οποίο τις στηρίζει και τις υλοποιεί, τροφοδοτούσε συνεχώς, και κυρίως με δημιουργικό τρόπο, την εξέλιξη της εργασίας. Η συμπαράστασή της υπήρξε πολύτιμη και η εμπιστοσύνη που μου δείχνει στην πορεία των ετών της συνεργασίας μας αποτελεί κινητήριο δύναμη.

Για τη συμβολή τους θα ήθελα να ευχαριστήσω και τα υπόλοιπα μέλη της Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής, τον κο *Νικόλαο Μαρκάτο*, Ομότ. Καθηγητή ΕΜΠ και τον κο *Βασίλειο Κουλαϊδή*, Καθηγητή Πανεπιστημίου Πελοποννήσου, καθώς και τον κο *Γεώργιο Μπατή*, Καθηγητή ΕΜΠ, την κα *Μαρία Λοϊζίδου*, Καθηγήτρια ΕΜΠ, την κα *Ευαγγελία Παυλάτου*, Αν. Καθηγήτρια ΕΜΠ και τον κο *Αστέριο Μπακόλα*, Λέκτορα ΕΜΠ, μέλη της Επταμελούς Εξεταστικής Επιτροπής.

Ο «πυρήνας» της Ερευνητικής Ομάδας του Εργαστηρίου Επιστήμης και Τεχνικής των Υλικών, αποτελούμενος από τους Δρ. *Αικατερίνη Δελέγκου*, Δρ. *Μαρία Καρόγλου*, ΥΔρ. *Αναστασία Κιούση*, Δρ. *Κυριάκο Λαμπρόπουλο*, Δρ. *Πέτρο Μούνδουλα*, διαθέτοντας πλέον πλούσιο ερευνητικό έργο και εμπειρία στον τομέα της Προστασίας Μνημείων, συνετέλεσαν στην όσο το δυνατό πληρέστερη επιστημονική προσέγγιση του αντικειμένου και η *Αντωνία Λαμπροπούλου*, με τη μακρόχρονη εμπειρία της, σε θέματα κυρίως διοικητικής υποστήριξης. Ξεχωριστή αναφορά οφείλω να κάνω στον Δρ. *Κυριάκο Λαμπρόπουλο*, καθώς είχα την τύχη να μοιραστώ σκέψεις και συναισθήματα, που αποδείχθηκαν πολύτιμα τόσο σε επίπεδο επιστημονικού περιεχομένου, οργάνωσης και διαχείρισης χρόνου και υλικού όσο και σε επίπεδο προσωπικής στήριξης. Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω την Δρ. *Αναστασία Γεωργιάδου*, Σχολική Σύμβουλο ΔΔΕ Β' Αθήνας, για την καθοριστική συμβολή της κατά την υλοποίηση του εκπαιδευτικού πειράματος.

Όσον αφορά στα πρόσωπα του οικογενειακού μου περιβάλλοντος, πρότυπα προσφοράς δίχως ανταλλάγματα, είναι φανερό ότι η εμπλοκή μου σε αυτό το μακρύ ταξίδι απουσία τους θα ήταν ανέφικτη. Οι γονείς μου αποδεικνύουν καθημερινά ότι τα αδύνατα καθίστανται απλά δύσκολα και η *αδελφή* μου αποτελεί ακούραστο συμπαραστάτη σε κάθε προσωπικό και επαγγελματικό μου βήμα, εις βάρος προσωπικού της χρόνου και ενέργειας. Ιδιαίτερη αναφορά θα ήθελα να κάνω και στο ρόλο της αδελφής μου με την επαγγελματική της ιδιότητα, καθώς ασχολήθηκε με τη φιλολογική επιμέλεια και διόρθωση του υλικού και συνάμα συνέβαλε στην αποσαφήνιση ποικίλων και πολλές φορές δυσνόητων παιδαγωγικών και διδακτικών εννοιών.

Εν κατακλείδι, θα ήθελα να αναφερθώ στο *σύντροφό* μου, πιστό συνοδοιπόρο στη ζωή και στα «ταξίδια» μας, πηγή δύναμης και αναζωογόνησης, που πιστεύει σε μένα περισσότερο από εμένα, αποζητά διαρκώς την εξέλιξή μου και ακούει τον ήχο των σκέψεων και των προβληματισμών μου, σε πείσμα της χιλιομετρικής απόστασης που μας «χωρίζει».

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διδακτορική διατριβή σχεδιάσθηκε, υλοποιήθηκε, αποτιμήθηκε και βελτιστοποιήθηκε εκπαιδευτικό πείραμα διασύνδεσης της τριτοβάθμιας με τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση στο γνωστικό πεδίο της Προστασίας Μνημείων. Το συγκεκριμένο πεδίο επιλέγεται ως πιλοτικός τομέας εφαρμογής, καθώς παρουσιάζει διεπιστημονικό χαρακτήρα, συνδυάζει θέματα φυσικών επιστημών, τεχνολογίας, μηχανικής και μαθηματικών με θέματα ανθρωπιστικών και κοινωνικών επιστημών, είναι ελκυστικός προς τους νέους, απαιτεί το συνδυασμό τεχνικών λύσεων με κοινωνικές θεωρήσεις και ασχολείται με πραγματικά προβλήματα που συναντώνται στην πράξη.

Για την εκπαιδευτική προσέγγιση της Προστασίας Μνημείων, αφού πραγματοποιήθηκε ανάλυση και αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης αναφορικά με τα διατιθέμενα εκπαιδευτικά προγράμματα για μη εξειδικευμένο κοινό, αναπτύχθηκε εκπαιδευτική μεθοδολογία, λαμβάνοντας υπ' όψιν τις ιδιαίτερες ανάγκες και απαιτήσεις των μαθητών. Το εκπαιδευτικό περιεχόμενο είχε έξι βασικούς θεματικούς άξονες, και συγκεκριμένα τους: Αξίες και ευαισθητοποίηση, Γνωρίζοντας τη δομημένη πολιτιστική κληρονομιά, Φθορά και περιβάλλον, Η διαδικασία της συντήρησης, Παρακολούθηση και έλεγχος - διατήρηση, Διαχείριση και χρήση. Από διδακτικής απόψεως επιλέχθηκε η εφαρμογή υβριδικής εκπαιδευτικής μεθοδολογίας, η οποία συνδύασε παραδοσιακές με σύγχρονες προσεγγίσεις μάθησης, όπως η βιωματική μάθηση και η μάθηση βασισμένη σε πρόβλημα.

Η υλοποίηση της εκπαιδευτικής μεθοδολογίας πραγματοποιήθηκε σε Πειραματικό Κύκλο Μαθημάτων που οργανώθηκε από την τριτοβάθμια εκπαίδευση και είχε ως αποδέκτες μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Η αποτίμηση του εκπαιδευτικού πειράματος πραγματοποιήθηκε με αξιολόγηση σε όλα τα στάδια (αρχική, ενδιάμεση, τελική). Μέσω της αξιολόγησης αναδείχθηκε η επιτυχία της αναπτυσσόμενης μεθοδολογίας, η προσέλκυση του ενδιαφέροντος των μαθητών, η αύξηση του κέρδους μάθησης, η σημασία της βιωματικής προσέγγισης μέσω επί τόπου εργασιών πεδίου και εργαστηριακών ασκήσεων, η ενεργοποίηση των μαθητών μέσω των προβληματισμών που τίθενται και η συμμετοχή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Βάσει των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης, η εκπαιδευτική μεθοδολογία βελτιστοποιήθηκε και δημιουργήθηκε ηλεκτρονικό εκπαιδευτικό εργαλείο μάθησης. Η βελτιστοποιημένη μεθοδολογία ενισχύει τη χρήση της μεθόδου μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα, περιορίζει τη διάρκεια των παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας και δίνει έμφαση στις βιωματικές δράσεις, όπως τις επί τόπου εργασίες σε Μνημεία και τις εργαστηριακές ασκήσεις.

Βάσει της βελτιστοποιημένης μεθοδολογίας παρέχονται διδακτικές οδηγίες και προτεινόμενες εκπαιδευτικές δραστηριότητες για καθηγητές και μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για την ολοκληρωμένη διεπιστημονική προσέγγιση του γνωστικού πεδίου, με δυναμική χρήση στο σχολείο στο πλαίσιο συναφών ερευνητικών ή διαθεματικών εργασιών.

ABSTRACT

In the present PhD Thesis, an educational experiment for the approach of the cognitive domain of Built Heritage Protection was designed, realised, evaluated and ameliorated, interconnecting tertiary and secondary level education. The specific domain was selected as a pilot field of application, due to the fact that it presents interdisciplinary character, it combines STEM subjects with humanities and social sciences' subjects, is attractive for youth, requires the combination of technical solutions with social aspects and deals with real problems met in everyday practice.

For the educational approach of Built Heritage Protection, after performing state-of-the-art analysis regarding the existing educational programs for non specialised audience, an educational methodology was developed, taking into consideration the special needs and requirements of students. The educational content was structured through six basic thematic pillars: Values and awareness, Knowing the Built Heritage, Decay and environment, The conservation process, Monitoring and maintenance, Management and use. From a didactic point of view, the application of a hybrid educational methodology was selected, which combined traditional teaching approaches with contemporary learning approaches, such as hands-on experience and problem-based learning.

The application of the educational methodology was realised in an Experimental Course, organised by tertiary level education with recipients secondary level education students. The assessment of the educational experiment was realised through performing evaluation at all stages (initial, intermediate, final). Through the evaluation, the success of the developed educational methodology was revealed, the raising of students' interest, the increase of students' learning gain, the importance of hands-on approach through in situ field work at monuments and laboratory exercises, the activation of students through the problems set at the beginning of the educational procedure.

Based on the evaluation results, the educational methodology was ameliorated and an e-learning educational tool was developed. The ameliorated methodology intensifies the use of problem-based learning, limits the duration of traditional lectures and gives emphasis in hands-on activities, such as in situ field work at Monuments and laboratory experiments.

Based on the ameliorated methodology, didactic recommendations are provided, as well as proposed educational activities for teachers and students of secondary level education for the integrated and interdisciplinary approach of the cognitive domain of Built Heritage Protection, with potential use at school level within relevant research projects or inter-thematic assignments.

Η διατριβή αφιερώνεται στις κόρες μου,

Δέσποινα και Πηνελόπη,

στα μικρά αυτά πλάσματα με την τόση δύναμη και ενέργεια,

που το γέλιο και το καθάριο βλέμμα τους αποτελούν

για μένα καθημερινή πηγή έμπνευσης και ζωής.

ΓΕΝΙΚΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

- ΚΕΦ. 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ
- ΚΕΦ. 2: ΘΕΩΡΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ - ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ
- ΚΕΦ. 3: ΜΕΘΟΔΟΙ, ΜΟΡΦΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ
- ΚΕΦ. 4: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΕΠΙΣΤΗΜΗ - ΚΟΙΝΩΝΙΑ

Η επιστήμη αφορά στην ορθολογική και μεθοδική έρευνα της πραγματικότητας και τη συστηματική οργάνωση της γνώσης που προκύπτει από την έρευνα αυτή. Είναι κάθε συστηματικό πεδίο μελέτης ή σύστημα γνώσης που έχει ως σκοπό την επεξήγηση, την κατανόηση και πρόβλεψη φαινομένων (φυσικών, κοινωνικών, βιολογικών κ.λ.π.) μέσω παρατηρήσεων, πειραμάτων και λογικής σκέψης. Η επιστήμη αφορά στην παραγωγή νέας γνώσης και στην οργανωμένη παρουσίασή της, εμφανίζει δε δυναμικό χαρακτήρα, καθώς τα επιστημονικά δεδομένα διαρκώς εμπλουτίζονται και αναθεωρούνται (Δρακόπουλος, 2001).

Οι επιστήμες κατηγοριοποιούνται συνήθως σε (Βικιπαίδεια, 2013):

- *Θετικές και φυσικές επιστήμες* (π.χ. φυσική, χημεία, επιστήμες γης και περιβάλλοντος, μαθηματικά, στατιστική, πληροφορική): Ασχολούνται με τη μελέτη των φυσικών φαινομένων και των τυπικών συστημάτων με βάση την παρατήρηση, το πείραμα και τη λογική
- *Εφαρμοσμένες επιστήμες* (π.χ. επιστήμη μηχανικού, επιστήμες υγείας, ιατρική, φαρμακευτική, γεωπονία, παιδαγωγική, επιστήμες διοίκησης): Ασχολούνται με την πρακτική επίλυση προβλημάτων μέσω συστηματικών μεθοδολογιών και την επιστημονική θεμελίωση των μεθόδων αυτών (συνήθως αποτελούν εφαρμογή κάποιων θετικών επιστημών, αλλά μπορεί να έχουν και επιρροές από τις κοινωνικές επιστήμες)
- *Ανθρωπιστικές επιστήμες* (π.χ. φιλολογία, ιστορία, αρχαιολογία, ανθρωπολογία, φιλοσοφία): Ασχολούνται με τη διερεύνηση της ανθρώπινης κατάστασης μέσω της λογικής και της τέχνης
- *Κοινωνικές επιστήμες* (π.χ. ψυχολογία, πολιτικές επιστήμες, νομική, κοινωνιολογία, οικονομικά): Ασχολούνται με τη μελέτη της ανθρώπινης συμπεριφοράς και της ανθρώπινης κοινωνίας, στη βάση της παρατήρησης και της λογικής.

Η κοινωνία της γνώσης αποτελεί το σταυροδρόμι της επιστήμης με την ανάπτυξη της ανθρώπινης κοινωνίας. Από τη δεκαετία του 1970 ο όρος γνώση αρχίζει να αναφέρεται συνολικά στην κοινωνία, λαμβάνοντας την έννοια συλλογικής ιδιότητας. Ο όρος δεν ταυτίζεται πλέον με τις έννοιες της παιδείας, της καλλιέργειας ή της μόρφωσης. Οι παραδοσιακοί συντελεστές της παραγωγής, δηλαδή οι φυσικοί πόροι, η εργασία, το κεφάλαιο έχουν καταστεί δευτερεύοντες αφού μπορούν να αποκτηθούν εύκολα αρκεί να υπάρχει γνώση. Υπό αυτό το πρίσμα, η γνώση εκλαμβάνεται ως χρηστικό αγαθό, ως μέσο για την επίτευξη κοινωνικών και οικονομικών στόχων. Παράλληλα, η γνώση εφαρμόζεται στη γνώση στην προσπάθεια επίτευξης καινοτομίας, δεδομένου ότι στη σύγχρονη οικονομία η γνώση και οι πρωτότυπες ιδέες καθίστανται κινητήριοι δυνάμεις (Γαβαλά, 2012).

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η Ατζέντα της Λισσαβώνας έθεσε τα θεμέλια για τη μετάβαση στην κοινωνία της γνώσης. Οι πολιτιστικές αξίες, τα κοινωνικά πρότυπα, ο σεβασμός προς το περιβάλλον, η υψηλή ανταγωνιστικότητα συνεργούν στην επίτευξη του σκοπού αυτού. Στη διαδικασία αυτή, ο ρόλος της επιστήμης και η

σχέση μεταξύ επιστήμης και κοινωνίας δεν μπορούν να παραμείνουν ανεπηρέαστα (*European Commission, 2010A*).

Η επιστήμη αποτελεί τη βάση για ένα καλύτερο μέλλον, καθώς και το θεμέλιο λίθο για τη δημιουργία μιας κοινωνίας βασισμένης στη γνώση και μιας υγιούς οικονομίας. Η έρευνα και η καινοτομία πρέπει να ανταποκρίνονται στις ανάγκες και τις φιλοδοξίες της κοινωνίας και να αντανakλούν τις αξίες της.

Η επιστήμη αφορά ποικίλες πτυχές της ζωής και καλείται να συνεργαστεί αρμονικά με την κοινωνία και το αντίστροφο έτσι, ώστε να βρεθεί κοινός κώδικας επικοινωνίας και να αυξηθεί αισθητά το ενδιαφέρον του κοινού. Σύμφωνα με τη Στρατηγική της Ευρώπης για το 2020 (*European Commission, 2010B*), σήμερα είναι επιβεβλημένος ο διάλογος μεταξύ επιστήμης και κοινωνίας. Προκειμένου να αντιμετωπισθεί η οικονομική κρίση πρέπει να αναπτυχθεί μία πιο έξυπνη και «πράσινη» οικονομία, όπου η ευημερία θα προκύψει από την έρευνα και την καινοτομία.

Η επιστήμη διαμορφώνει την κοινωνία και το αντίστροφο. Η γλώσσα, ωστόσο, της επιστήμης συχνά δε γίνεται κατανοητή από το ευρύ κοινό. Ο ταχύτερος ρυθμός παραγωγής τεράστιου όγκου νέων δεδομένων δεν αφήνει τα χρονικά περιθώρια για την κοινωνική τους ενσωμάτωση. Ο σύγχρονος πολίτης πρέπει να είναι σε θέση να ξεχωρίσει την χρησιμότητα ή την επικινδυνότητά τους, προκειμένου να λάβει τις βέλτιστες αποφάσεις με κριτική σκέψη, αξιοποιώντας τις εξελίξεις και ταυτόχρονα αναλογιζόμενος τους πιθανούς κινδύνους, υιοθετώντας διεπιστημονικές προσεγγίσεις.

Η επιστήμη δεν πρέπει να οδηγείται σε πρόοδο απομονωμένη από την κοινωνία ούτε η πρόοδος στην επιστήμη και την τεχνολογία να αποτελούν αυτοσκοπό. Επιστήμονες και ευρύ κοινό πρέπει να ανταλλάσσουν απόψεις μέσα από αμφίδρομο διάλογο, ο οποίος να διέπεται από αμοιβαίο σεβασμό και εμπιστοσύνη.

Έχοντας τα παραπάνω ως βάση, το Πρόγραμμα «Επιστήμη και Κοινωνία» εντός του 6^{ου} Προγράμματος Πλαισίου της ΕΕ μεταβλήθηκε σε «Επιστήμη στην Κοινωνία» εντός του προγράμματος «Ικανότητες» του 7^{ου} Προγράμματος Πλαισίου, αναγνωρίζοντας ότι οι ερευνητικές δραστηριότητες αποτελούν ένα είδος κοινωνικής δραστηριότητας, η οποία ενσωματώνεται σε ένα ευρύτερο κοινωνικό πλαίσιο (*European Commission, 2012*).

Η σύγχρονη τάση αφορά σε κινητοποίηση και αμοιβαίες δράσεις μάθησης, προωθώντας την ουσιαστική και συστηματική συνεργασία ποικίλων φορέων γύρω από κοινά θέματα της επιστήμης και της έρευνας. Ο στόχος είναι να έρθουν σε επαφή ερευνητικοί φορείς με φορείς προερχόμενους από την ευρύτερη κοινωνία, προκειμένου να πραγματοποιήσουν από κοινού ένα σχέδιο δράσης, απευθυνόμενοι σε μία συγκεκριμένη κοινωνική πρόκληση, με τη συμμετοχή της ευρύτερης κοινωνίας σε μία ερευνητική ατζέντα, κάνοντας χρήση ερευνητικών αποτελεσμάτων.

Η «Επιστήμη στην Κοινωνία» εμπλέκει την κοινωνική δέσμευση από πολλές οπτικές γωνίες, όπως η ενθάρρυνση του διαλόγου μεταξύ των επιστημόνων και άλλων μελών του κοινού, προωθώντας την τήρηση των κανόνων δεοντολογίας και αναπτύσσοντας καλύτερους τρόπους για την πρόσβαση των αποτελεσμάτων της έρευνας από όλους. Νέοι τρόποι προσέλκυσης του ενδιαφέροντος των νέων στην επιστήμη και την ερευνητική σταδιοδρομία, καθώς και νέοι τρόποι για την επίτευξη

μεγαλύτερης ισότητας των φύλων στην επιστήμη πρέπει να υποστηρίζονται (ΟΟΣΑ, 2011).

1.2. ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ

Από το 2010 υιοθετείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση ο όρος της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας. Στο πλαίσιο αυτό, θεωρείται ότι οι κοινωνικές προκλήσεις μπορούν να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικότερα με τη συμμετοχή όλων των εμπλεκόμενων κοινωνικών φορέων για την εξεύρεση καινοτόμων λύσεων, προϊόντων και υπηρεσιών. Οι κοινωνικοί φορείς συνεργάζονται σε όλη τη διαδικασία της έρευνας και της καινοτομίας, με στόχο τη δημιουργία μιας πολιτικής Έρευνας και Καινοτομίας, η οποία να οδηγείται από τις ανάγκες της κοινωνίας και να εμπλέκει όλους τους κοινωνικούς φορείς μέσω συμμετοχικών προσεγγίσεων χωρίς αποκλεισμούς.

Το πλαίσιο της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας περιλαμβάνει τα ακόλουθα βασικά στοιχεία (*European Union, 2012*):

1. **Επιλέγουμε μαζί:** Συμμετοχή όλων των κοινωνικών φορέων (ερευνητές, βιομηχανία, φορείς χάραξης πολιτικής και κοινωνία των πολιτών) και από κοινού συμμετοχή στη διαδικασία έρευνας και καινοτομίας, σύμφωνα με την αξία των αποκλεισμών, όπως αντικατοπτρίζεται στο Χάρτη των Θεμελιωδών Δικαιωμάτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι κοινωνικές προκλήσεις πλαισιώνονται βάσει αντιπροσωπευτικών κοινωνικών, οικονομικών και ηθικών αρχών. Αμοιβαία μάθηση και πρακτικές που έχουν συμφωνηθεί, είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη κοινών λύσεων σε κοινωνικά προβλήματα και ευκαιρίες.
2. **Ξεκλειδώνουμε το πλήρες δυναμικό:** Ισότητα των Φύλων. Όλοι οι φορείς, γυναίκες και άνδρες, έχουν «επιβιβαστεί» προς μια κοινή πορεία. Η υπο-εκπροσώπηση των γυναικών πρέπει να αντιμετωπιστεί, τα ερευνητικά ινστιτούτα να εκσυγχρονιστούν αναφορικά με τη διαχείριση του ανθρώπινου δυναμικού τους και η διάσταση του φύλου να ενσωματωθεί στο περιεχόμενο της έρευνας και της καινοτομίας.
3. **Μαθαίνουμε δημιουργικά φρέσκες ιδέες:** Εκπαίδευση και Επιστήμη. Η Ευρώπη δεν πρέπει να αυξήσει μόνο τον αριθμό των ερευνητών, αλλά να ενισχύσει και την τρέχουσα εκπαιδευτική διαδικασία, προκειμένου να εξοπλίσει καλύτερα μελλοντικούς ερευνητές και άλλους κοινωνικούς φορείς με την απαραίτητη γνώση και τα εργαλεία έτσι, ώστε να είναι σε θέση να μετάσχουν πλήρως και να αναλάβουν ευθύνες στη διαδικασία της έρευνας και της καινοτομίας. Είναι επιτακτική η ανάγκη ενίσχυσης του ενδιαφέροντος των παιδιών και της νεολαίας στα μαθηματικά, τις φυσικές επιστήμες και την τεχνολογία έτσι, ώστε να είναι σε θέση να γίνουν οι ερευνητές του αύριο. Η δημιουργική σκέψη αποτελεί το μέσο για την επίτευξη αυτής της αλλαγής.
4. **Κάνουμε τη σωστή σκέψη και την κάνουμε με τον σωστό τρόπο:** Ηθική. Η Ευρωπαϊκή κοινωνία βασίζεται σε κοινές αξίες. Προκειμένου να ανταποκριθεί επαρκώς στις κοινωνικές προκλήσεις, η έρευνα και η καινοτομία πρέπει να σέβονται θεμελιώδη δικαιώματα και υψηλά ηθικά

πρότυπα. Η ηθική δεν πρέπει να εκλαμβάνεται ως τροχοπέδη για την έρευνα και την καινοτομία, αλλά ως ένας τρόπος για την εξασφάλιση αποτελεσμάτων υψηλής ποιότητας, κοινωνικά και επιστημονικά αποδεκτών.

5. **Μοιραζόμαστε τα αποτελέσματα για να προχωρήσουμε:** Ανοικτή Πρόσβαση. Για να είναι υπεύθυνες, η έρευνα και η καινοτομία πρέπει να είναι διαφανείς και προσβάσιμες. Ανοικτή πρόσβαση σημαίνει δωρεάν online πρόσβαση στα αποτελέσματα της δημόσια χρηματοδοτούμενης έρευνας (δημοσιεύσεις και δεδομένα). Αυτό θα ενισχύσει την καινοτομία και την περαιτέρω αύξηση της χρήσης των επιστημονικών αποτελεσμάτων από όλους τους κοινωνικούς φορείς.
6. **Σχεδιάζουμε την επιστήμη για και με την κοινωνία:** Διακυβέρνηση. Αυτοί που χαράσσουν πολιτικές έχουν την ευθύνη για την πρόληψη επιβλαβών ή ανήθικων εξελίξεων στον τομέα της έρευνας και της καινοτομίας. Αναπτύσσονται αρμονικά μοντέλα για την Υπεύθυνη Έρευνα και Καινοτομία, που ενσωματώνουν τη συμμετοχή του κοινού, την ισότητα των φύλων, την εκπαίδευση στην επιστήμη, την ανοιχτή πρόσβαση και την ηθική.

1.3. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

- Βικιπαίδεια - Η ελεύθερη εγκυκλοπαίδεια (2013). Λήμμα «Επιστήμη» (<http://el.wikipedia.org/wiki/Επιστήμη>)
- Γαβαλά Ε. (2012). Διπλωματική εργασία «Η κοινωνία της γνώσης στη μεταβιομηχανική εποχή», Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Φιλοσοφίας, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στη Φιλοσοφία, Ηθική και Πολιτική Φιλοσοφία, Πάτρα
- Δρακόπουλος Σ. (2001). Σημειώσεις του μαθήματος Μεθοδολογία κοινωνικών επιστημών, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα
- ΟΟΣΑ (2011). Καλύτερες επιδόσεις και Επιτυχείς Μεταρρυθμίσεις στην Εκπαίδευση, Συστάσεις για την Εκπαιδευτική Πολιτική στην Ελλάδα, ISBN 978-89-26-411958-1

Ξενόγλωσση

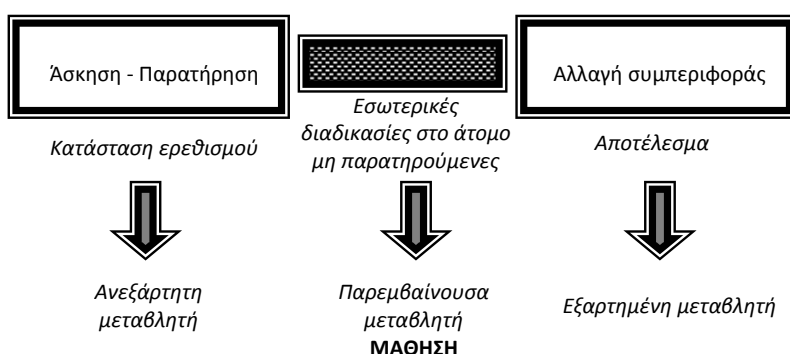
- European Commission (2010A). Commission staff working document, Lisbon strategy evaluation document, Brussels, SEC (2010) 114 final
- European Commission (2010B). Communication from the Commission, Europe 2020: A strategy for smart, sustainable and inclusive growth, Brussels, COM (2010) 2020 final
- European Commission (2012). FP7, Work Programme 2013, Capacities, Part 5: Science in Society, European Commission C (2012) 4526 of 9 July 2012
- European Union (2012). Responsible Research and Innovation - Europe's ability to respond to societal challenges

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΩΡΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ - ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ

2.1. ΜΑΘΗΣΗ

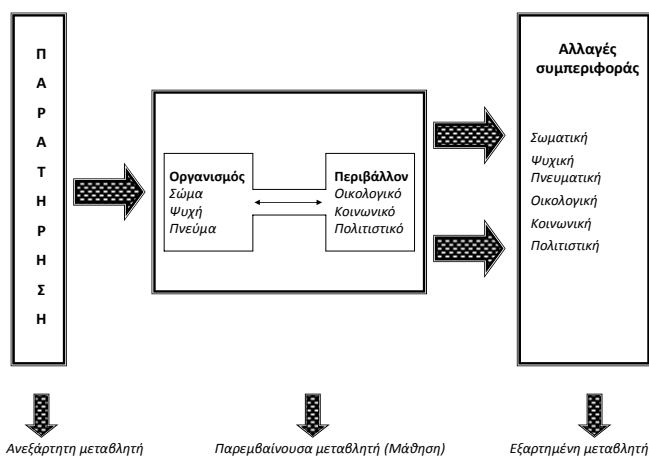
Η μάθηση αποτελεί τη διαδικασία που υποβοηθά τους οργανισμούς να τροποποιήσουν τη συμπεριφορά τους με μόνιμο τρόπο σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα (Φλουρής, 2000).

Κατά τη διαδικασία της μάθησης, ορισμένοι εξωτερικοί ερεθισμοί επενεργούν πάνω στο άτομο (ανεξάρτητη μεταβλητή) και το μανθάνον άτομο αντιδρά με αλλαγή συμπεριφοράς, η οποία μπορεί να παρατηρηθεί μεταξύ της δεδομένης κατάστασης του ερεθισμού και του συγκεκριμένου αποτελέσματος της αλλαγής συμπεριφοράς. Στο μαύρο κουτί εντοπίζεται πλήθος λειτουργιών που ενεργοποιούνται στο άτομο και οι οποίες δεν είναι προσιτές για παρατήρηση (Bredenkamp, 1976), (Μαρκαντώνης 1993):



Σχήμα 1: Η διαδικασία της μάθησης

Ο άνθρωπος ευρισκόμενος σε συνεχή αλληλεπίδραση με το οικολογικό και κοινωνικό - πολιτιστικό περιβάλλον, υπόκειται σε μία σειρά τροποποιήσεων στη συμπεριφορά του (Μαρκαντώνης 1993):



Σχήμα 2: Τροποποιήσεις στη συμπεριφορά του ανθρώπου

Κατ' αυτό τον τρόπο, μάθηση είναι η απόκτηση και η μεταβολή γνώσεων, δεξιοτήτων, στρατηγικών, πεποιθήσεων, στάσεων και μορφών συμπεριφοράς, δηλαδή η διαδικασία αλλαγής του γνωστικού δυναμικού του ατόμου, ως αποτέλεσμα ποικίλων εμπειριών τις οποίες το άτομο επεξεργάζεται (Παπασταματίου, 2010).

2.2. ΤΡΟΠΟΙ ΜΑΘΗΣΗΣ

Οι σύγχρονες έρευνες για τη μάθηση δίνουν έμφαση στο τι (*δηλωτική μάθηση*) και στο πώς (*διαδικαστική μάθηση*), αναδεικνύοντας τη σημασία του «*μαθαίνω πώς να μαθαίνω*». Η μάθηση αποτελεί σύνθετη επεξεργασία, η οποία δεν εμπλέκει μόνο την απλή μετάδοση γνώσεων, αλλά και τη συμμετοχή του μαθητή, την οικειοποίηση και τη δημιουργική διαχείριση της γνώσης (Anderson, 1983), (Ντάβου, 2000).

Οι τρόποι μάθησης συνοψίζονται ως ακολούθως (Μαρκαντώνης, 1993):

- **Μάθηση με παρατήρηση:** Ο μαθητής συγκεντρώνει την προσοχή του σε συγκεκριμένο αντικείμενο με συγκεκριμένο αρχικά σκοπό (π.χ. επίδραση δύο χημικών ουσιών μεταξύ τους) και εν συνεχεία ανιχνεύει περαιτέρω φαινόμενα και πιθανά αίτια των φαινομένων
- **Συμπτωματική ή ευκαιριακή μάθηση:** Ο μαθητής ακούσια και τυχαία παρατηρεί ή βιώνει πράγματα και καταστάσεις και οδηγείται στη μάθηση
- **Φυσική μάθηση:** Το άτομο, βρισκόμενο εντός συγκεκριμένου οικολογικού, κοινωνικού και πολιτιστικού περιβάλλοντος μαθαίνει με αβίαστο τρόπο σχετικά με τα αντικείμενα, τον τρόπο ζωής και εργασίας, τα ήθη και τα έθιμα
- **Εργαστηριακή μάθηση:** Ο μαθητής βρίσκεται υπό δεδομένων όρων παρατήρησης ή ασχολίας και έχει το έργο να καθορίσει πότε και υπό ποιες συνθήκες ισχύει κάθε λύση και όχι απλά να δώσει την επιθυμητή λύση, να χειρισθεί κατάλληλα τα μηχανήματα, να προβλέψει καταστάσεις στην πράξη
- **Μάθηση με ενόραση:** Ο μαθητής ξεκινώντας από ασαφή αντίληψη του όλου θέματος - προβλήματος, ξαφνικά συλλαμβάνει τα μέρη από τα οποία απαρτίζεται, τις σχέσεις μεταξύ τους και κατανοεί το συγκεκριμένο θέμα
- **Μάθηση με ανακλαστική συνάρτηση:** Ξεκινώντας από το αρχικό ερέθισμα προκαλούνται ποικίλες ψυχοσωματικές αντιδράσεις στον άνθρωπο, που συνδέονται στη συνέχεια με ποικίλα δευτερογενή γεγονότα, τα οποία συναρτώνται οργανικά με το πρωτογενές ερέθισμα
- **Μάθηση με επίλυση προβλήματος:** Ο μαθητής με αφετηρία δεδομένου όρου γνώσης φύσεως και με ορισμένο στόχο επιχειρεί να επιλύσει συγκεκριμένο πρόβλημα και μαθαίνει με τον τρόπο αυτό πώς να σκέφτεται
- **Μάθηση με δοκιμή και πλάνη:** Ο μαθητής βρισκόμενος σε κατάσταση επίλυσης προβλήματος επιχειρεί να λύσει το πρόβλημα και αν αποτύχει αξιοποιεί την προηγούμενη εμπειρία και δοκιμάζει εκ νέου, αναζητώντας τη λύση του προβλήματος
- **Μάθηση με μίμηση:** Ο μαθητής αναπαράγει ορισμένη συμπεριφορά άλλων ατόμων
- **Μάθηση με κατανόηση ή και απομνημόνευση:** Ο μαθητής μπορεί να οικειοποιηθεί το προς εκμάθηση υλικό είτε με τρόπο ουσιαστικό, συλλαμβάνοντας το βαθύτερο νόημα των εννοιών, είτε με τρόπο επιφανειακό και μηχανικό.

2.3. ΘΕΩΡΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ - ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ

Η Παιδαγωγική, από τις πρώτες σημασίες της ως καθοδήγηση, συνοδεία, «τέχνη» της ανατροφής παιδιών κατά την ελληνική και ρωμαϊκή αρχαιότητα μέχρι τη συγκρότησή της σε αυτόνομο επιστημονικό κλάδο, ακολούθησε μια μακρά πορεία και συντελέστηκε μόλις 200 χρόνια πριν. Στην πορεία αυτή διαμορφώθηκαν ποικίλες παιδαγωγικές θεωρίες, συχνά αλληλοσυγκρουόμενες.

Από τις αρχές του 20ου αιώνα η ενασχόληση με την Παιδαγωγική γίνεται συστηματικότερη και ποικίλες αντιλήψεις διαμορφώνονται, χωρίς ωστόσο να είναι πάντα επιστημονικά τεκμηριωμένες. Η Παιδαγωγική μέχρι την αναγνώριση και την ανάδειξή της σε επιστήμη πέρασε από τα ακόλουθα στάδια (Λαγός, 2008):

- Κατά τη διάρκεια του 18^{ου} αιώνα, του αιώνα του Ευρωπαϊκού Διαφωτισμού, διατυπώνεται η άποψη ότι το παιδί δεν αποτελεί μικρογραφία του ενήλικου, αλλά αποτελεί μια ιδιαίτερη ψυχική, συναισθηματική και νοητική – γνωστική οντότητα, που διέπεται από ξεχωριστούς ρυθμούς και νόμους ανάπτυξης, οι οποίοι πρέπει να διερευνηθούν (έργο του J. Rousseau, *Αιμίλιος*, 1972). Με βάση την αντίληψη αυτή η εκπαίδευση θα πρέπει να ξεκινά από τις ανάγκες και τα ενδιαφέροντα του παιδιού, συνεπώς ο καθηγητής θα πρέπει να συγκροτεί τη διδασκαλία του με βάση τη γνώση και την αναγνώριση της ιδιαιτερότητας της παιδικής ηλικίας (Rousseau, 2001).
- Κατά τη διάρκεια του 19^{ου} αιώνα (αιώνας του Θετικισμού), οι θετικές επιστήμες (κυρίως η φυσική και τα μαθηματικά) εξιδανικεύονται και θεωρούνται τα πιο έγκυρα εργαλεία ελέγχου και αξιοποίησης της φύσης προς όφελος του ανθρώπου. Το πείραμα, η παρατήρηση και τα εφαρμοσμένα μαθηματικά (στατιστική) αναπτύσσονται. Παράλληλα, οι ανθρωπιστικές επιστήμες υιοθετούν τα επιστημολογικά μοντέλα και τις μεθόδους των φυσικών επιστημών προκειμένου να θεωρηθούν πιο έγκυρες. Οι βασικές έννοιες της Παιδαγωγικής αφορούν στα ακόλουθα:
- **Αγωγή:** Αναφέρεται στη σκόπιμη ενέργεια που ασκεί αυτός που εκπαιδεύει πάνω σ' αυτόν που εκπαιδεύεται και αναφέρεται κυρίως στην παιδική ηλικία. Αφορά στη συνειδητή και προγραμματισμένη παροχή, από πλευράς παιδαγωγού, και εσωτερίκευση, από πλευράς παιδαγωγούμενου, στάσεων, κανόνων, αξιών, προτύπων συμπεριφοράς που συναντώνται σε μια κοινωνία (Λαγός, 2008). Η αγωγή έχει τη σημασία της καθοδήγησης των ανηλίκων από τους ενήλικες, που προϋποθέτει έλξη, ανάπτυξη στις ψυχές των παιδιών μιας επίκτητης ορμής για προσαρμογή στους ορθούς κανόνες που η πολιτεία επιβάλλει (*Μεγάλη Παιδαγωγική Εγκυκλοπαίδεια*, 1968).
- **Παιδεία:** Αφορά στο κληροδοτούμενο από γενεά σε γενεά κεφάλαιο των πνευματικών αγαθών, που σχηματίζεται μέσα στην ιστορία και από την ιστορία, με τον ατομικό και συλλογικό μόχθο του ανθρώπου (Παπανούτσος, 1966). Είναι η πνευματική και ηθική αγωγή των νέων, η διάπλαση των διανοητικών δυνάμεων και του χαρακτήρα, ιδιαίτερα με την παροχή συστηματικής μόρφωσης στα σχολεία και στα άλλα Εκπαιδευτικά ιδρύματα (*Λεξικό Κοινωνικών Επιστημών UNESCO*, 1972).

Η παιδεία, η οποία ταυτίζεται με τον όρο **μόρφωση**, αποτελεί τον τελικό στόχο όλων των άλλων ενεργειών στο παιδευτικό πλαίσιο. Με αυτή την έννοια, προβάλλει ως αποτέλεσμα και συνεπώς το εύρος της αγωγής είναι στενότερο από

εκείνο της παιδείας. Η αγωγή συναπαρτίζει το περιεχόμενο της παιδείας και αποτελεί αναγκαία προϋπόθεσή της (Λαγός, 2008).

- **Εκπαίδευση:** Περιλαμβάνει όλες τις δραστηριότητες που έχουν σκοπό την επίδραση με συγκεκριμένο τρόπο στη σκέψη, στο χαρακτήρα και στη σωματική αγωγή του ατόμου. Με τη διαδικασία της εκπαίδευσης αποκτώνται συγκεκριμένες γνώσεις, δεξιότητες, ικανότητες και αξίες (ηθική, ειλικρίνεια, ακεραιότητα χαρακτήρα, αίσθηση του δικαίου, αφοσίωση, επαγγελματισμός, υπευθυνότητα, κτλ). Η εκπαίδευση γίνεται με βάση συγκεκριμένες μεθόδους (θεωρητική διδασκαλία, επίδειξη, ανάθεση εργασιών, πρακτική εξάσκηση, κτλ), σε ένα ειδικά σχεδιασμένο πρόγραμμα, με συγκεκριμένους μαθησιακούς στόχους και είναι οριοθετημένη χρονικά (*Βικιπαίδεια, 2013*). Η εκπαίδευση, όπως χρησιμοποιείται σήμερα στην επιστήμη της παιδαγωγικής, αφορά στη συστηματική και οργανωμένη διαδικασία της αγωγής και της μάθησης, που αφενός προγραμματίζεται από την πολιτεία ή από οποιονδήποτε άλλο φορέα, δημόσιο ή ιδιωτικό αφετέρου υλοποιείται από τους φορείς αυτούς (*Ξωχέλλης, 1986*).

Η **διδασκαλία** αποτελεί ένα σύστημα οργανωμένων ενεργειών που στοχεύουν στην επίτευξη της μάθησης. Η μάθηση, ωστόσο, συμβαίνει ανεξάρτητα από τη διδασκαλία. Τα άτομα καθημερινά πλουτίζουν τις εμπειρίες τους παίρνοντας πληροφορίες από τα γεγονότα της ζωής και αποκτούν ποικίλες δεξιότητες για την αντιμετώπιση των προβλημάτων τους. Η διδασκαλία μεταβάλλεται σε μάθηση από τον ίδιο τον μαθητή (*Ελληνιάδου, Κλεφτάκη, Μπαλκίζας, 2008*). Η εκπαίδευση, ως εκπαιδευτικό έργο, συνδέεται άμεσα με τη διδασκαλία, στο μέτρο που ο φορέας της (δάσκαλος) αναλαμβάνει το έργο του μεσάζοντα ανάμεσα στην κοινωνία και στην εξελισσόμενη προσωπικότητα του παιδιού, υποβοηθά και ενισχύει την εξελικτική διαδικασία της μάθησης μέσα από την αναζήτηση ισορροπίας ανάμεσα σε όσα επιβάλλει η κοινωνία και στην αυτόνομη πρωτοβουλία του ατόμου (Λαγός, 2008).

Για τη μάθηση έχει αναπτυχθεί πληθώρα θεωριών, οι οποίες στόχο έχουν την ερμηνεία των βασικών διεργασιών της. Κάθε θεωρία μάθησης αποτελεί μία ολοκληρωμένη συστηματική άποψη για τη φύση της αλλαγής της συμπεριφοράς του ατόμου ως αποτέλεσμα της εμπειρίας και της δράσης του. Οι θεωρίες διαφέρουν σημαντικά ως προς τη χρησιμοποιούμενη μέθοδο και τα συμπεράσματα που εξάγουν, καθώς κάθε μία επικεντρώνεται σε διαφορετικά χαρακτηριστικά της διεργασίας της μάθησης.

Κάθε διδακτική κατάσταση αποτελεί μοναδική περίπτωση και η θεωρία της μάθησης που πρέπει να εφαρμοσθεί επιλέγεται ανάλογα και κατά περίπτωση από τον εκπαιδευτικό. Η εφαρμογή μιας συγκεκριμένης μεθοδολογίας είναι αδύνατη, λόγω της ποικιλίας των καταστάσεων της μάθησης που χαρακτηρίζουν τη διδασκαλία (*Φλουρής, 2000*).

Υπάρχουν ωστόσο ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά που είναι κοινώς αποδεκτά (*Ελληνιάδου, Κλεφτάκη, Μπαλκίζας, 2008*):

- Η μάθηση θεωρείται ανθρώπινο χαρακτηριστικό και απαραίτητη προϋπόθεση για την πραγμάτωση της ανθρώπινης φύσης του

- Η διαδικασία της μάθησης δεν είναι άμεσα παρατηρήσιμη, αλλά διαπιστώνουμε την επενέργειά της μέσα από το αποτέλεσμα και τη μεταβολή της συμπεριφοράς του ατόμου
- Η μάθηση διευκολύνεται κάτω από ορισμένες συνθήκες, όπως την ενίσχυση της επιθυμητής συμπεριφοράς, τη δημιουργία κατάλληλης οργανωμένης προβληματικής κατάστασης, την ανατροφοδότηση κ.λ.π.
- Η μάθηση επηρεάζεται από παράγοντες που αφορούν στο υποκείμενο (ανάγκες, ενδιαφέροντα, συναισθήματα, διαθέσεις, κίνητρα) και στην κατάσταση (ερεθίσματα, περιβάλλον, συνθήκες επίλυσης προβλήματος, προϋπάρχουσες ιδέες). Το αποτέλεσμα της μάθησης, το οποίο προκαλεί ορισμένη αντίδραση (ικανοποίηση, απογοήτευση) επηρεάζει την επανάληψή της.

Σε μια προσπάθεια κατηγοριοποίησης των θεωριών μάθησης, οι οποίες έχουν εφαρμοσθεί στην εκπαιδευτική πρακτική, αυτές διακρίνονται σε συμπεριφοριστικές, γνωστικές και κοινωνικο-γνωστικές, *CoSyLLab (2000)*, *(Rogers, 1976)*, *(Timbal – Duclaux, 1996)*, *(Vygotsky, 1988)*, *(Γιαννουλέας, 1998)*, *(Ελληνιάδου, Κλεφτάκη, Μπαλκίζας, 2008)*, *(Κολιάδης, 1997)*, *(Κουλαϊδής, 2007)*, *(Ματσαγγούρας, 2000)*, *(Μπασέτας, 2002)*, *(Παυλάτου, 2011-2012)*, *(Ράπτης & Ράπτη, 2001)*, *(Σολομωνίδου, 2006)*, *(Φουντοπούλου, 2001)*, *(Ράπτης & Ράπτη, 2007)*:



Σχήμα 3: Παιδαγωγικές προσεγγίσεις – θεωρίες μάθησης (Μπαλκίζας, 2009)

2.3.1. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΙΣΤΙΚΕΣ ΘΕΩΡΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ

Στον συμπεριφορισμό, η μάθηση συνίσταται στην τροποποίηση της συμπεριφοράς. Οι εσωτερικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια της μάθησης δεν έχουν σημασία, παρά μόνο οι αλλαγές που συμβαίνουν στην εμφανή συμπεριφορά του υποκειμένου, στο τι δηλαδή μπορεί να κάνει ο μαθητευόμενος ως αποτέλεσμα

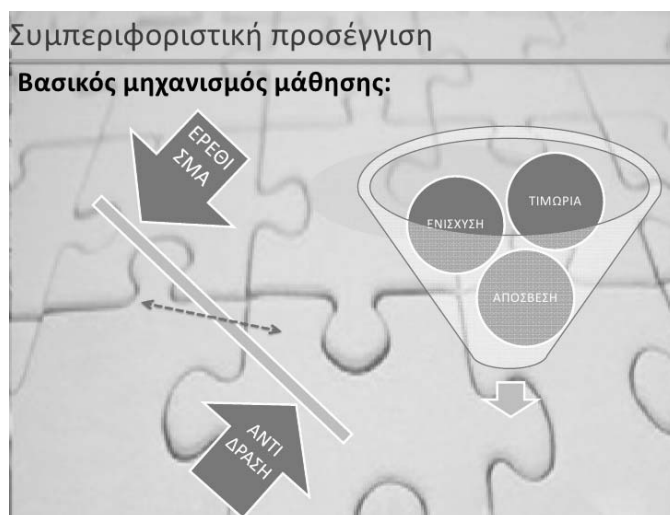
της κατάλληλης οργάνωσης του περιβάλλοντος της μάθησης. Οι συμπεριφοριστές δε διερευνούν παράγοντες που μεσολαβούν από τη στιγμή που προσλαμβάνεται ένα ερέθισμα από το περιβάλλον μέχρι τη στιγμή που εκδηλώνεται η αντίδραση, δεν ενδιαφέρονται για τα συναισθήματα, αλλά εστιάζονται στην ορατή συμπεριφορά αγνοώντας την «αόρατη» (κίνητρα, σκέψεις, συναισθήματα).

Οι συμπεριφοριστές έκαναν χρήση του εργαστηρίου προσπαθώντας να μεταφέρουν μεθόδους παρατήρησης των φυσικών επιστημών στην ψυχολογία. Παρέλειψαν, ωστόσο, το συνυπολογισμό και άλλων μη παρατηρήσιμων παραγόντων, με συνέπεια οι ανωτέρου επιπέδου νοητικές διεργασίες και οι μη συνειδητές καταστάσεις να μην μπορούν να μετρηθούν. Επιπρόσθετα, το εργαστήριο όπου οι συμπεριφοριστές διεξήγαγαν τα πειράματά τους δεν μπορεί να θεωρηθεί προσομοιωτής της εξαιρετικά πολύπλοκης δομής της σχολικής τάξης.

Η μάθηση επικεντρώνεται στο αποτέλεσμα, δεν υπάρχει παιδαγωγική αξιοποίηση του λάθους, ο μαθητής εκτελεί χωρίς να μετέχει ενεργά χωρίς τη δυνατότητα ανάπτυξης κριτικής σκέψης και υπάρχει μόνο τελική αξιολόγηση που εστιάζει μόνο στο αποτέλεσμα. Οι νέο-συμπεριφοριστές, με βασικό εκπρόσωπο τον Hull, εστιάζουν στο μαύρο κουτί, δηλαδή στην «αόρατη» συμπεριφορά του ατόμου, η οποία καθορίζει τη μετατροπή του ερεθίσματος σε αντίδραση. Ο ανθρώπινος οργανισμός παρεμβάλλεται στη σχέση ερεθίσματος - αντίδρασης:

E (Ερέθισμα) → O (Ανθρώπινος Οργανισμός) → A (Αντίδραση)

Η ανθρώπινη συμπεριφορά είναι αποτέλεσμα μάθησης, η οποία πραγματοποιείται από τις εξωτερικές συνδέσεις ερεθισμάτων και αντιδράσεων. Θεμελιακό αξίωμα αποτελεί το γεγονός ότι η συμπεριφορά διαμορφώνεται και ελέγχεται από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Ο συνειρμικός δεσμός μεταξύ ερεθίσματος και αντίδρασης είναι απαραίτητος για την πραγματοποίηση της μάθησης και η κατάλληλη χειραγώγησή του μπορεί να επιφέρει τις επιθυμητές ή μη αλλαγές στη συμπεριφορά του ανθρώπου.



Σχήμα 4: Συμπεριφοριστική προσέγγιση – βασικός μηχανισμός μάθησης (Μπαλκίζας, 2009)

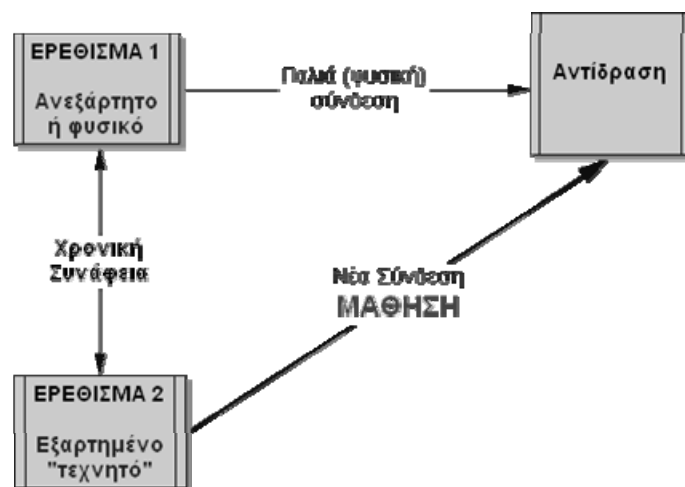
2.3.1.1. ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΚΛΑΣΙΚΗΣ ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ - ΡΑΥΛΟΝ

Σύμφωνα με τον Ραυλον [1849-1936], η μάθηση αφορά σε σύνδεση μιας ορισμένης συμπεριφοράς (αντίδρασης) με ένα περιστασιακό δεδομένο (ερέθισμα):

E (Ερέθισμα) → A (Αντίδραση)

Ο Ραυλον ερεύνησε τα αντανakλαστικά που αποκτώνται με τη μάθηση (επικτήτα) και δημιουργούνται με αυτόματο τρόπο μέσω κάποιας μαθησιακής διαδικασίας. Διεξήγαγε πειράματα με ζώα, με το πιο γνωστό το πείραμά του σε σκύλο. Ο σκύλος όταν βλέπει την τροφή του (ανεξάρτητο ερέθισμα) εκκρίνει σάλιο (ανεξάρτητη αντίδραση). Αν κάθε φορά που του παρέχεται τροφή ακούγεται ταυτόχρονα ένα κουδούνι (εξαρτημένο ερέθισμα), μετά από ορισμένες επαναλήψεις του περιστατικού ο σκύλος μαθαίνει να εκκρίνει σάλιο ακούγοντας απλώς τον ήχο του κουδουνιού (εξαρτημένη αντίδραση), χωρίς να εμφανίζεται τροφή. Με αυτό τον τρόπο ο σκύλος μαθαίνει να εκδηλώνει μια παλιά συμπεριφορά (έκκριση σάλιου) σε ένα νέο ερέθισμα (ήχος κουδουνιού).

Έτσι, προκύπτει ότι όταν ένα ουδέτερο και εξαρτημένο ερέθισμα συνδεθεί με χρονική συνάφεια και με τον κατάλληλο τρόπο με ένα ανεξάρτητο και φυσικό ερέθισμα, τότε προκαλεί την ίδια με αυτό αντίδραση. Λόγω αυτής της υποκατάστασης του φυσικού ερεθίσματος από κάποιο εξαρτημένο («τεχνητό») ερέθισμα, το είδος αυτό μάθησης ονομάζεται και «μάθηση με υποκατάσταση».



Σχήμα 5: Κλασική εξαρτημένη μάθηση – Ραυλον (<http://archives.ictscenarios.gr>)

Βασικές αρχές της θεωρίας είναι:

- Το εξαρτημένο ερέθισμα πρέπει να είναι έντονο και ευδιάκριτο
- Το εξαρτημένο με το ανεξάρτητο ερέθισμα πρέπει να είναι πολύ κοντά χρονικά (χρονική συνάφεια)
- Η αρχή της ενδυνάμωσης, σύμφωνα με την οποία η νέα σύνδεση ενισχύεται με την επανάληψη της παρουσίασης των δύο ερεθισμάτων και μάλιστα πολλές φορές
- Η αρχή της απόσβεσης, σύμφωνα με την οποία η μάθηση «χάνεται» και μια συμπεριφορά παύει να συνδέεται με ένα εξαρτημένο ερέθισμα αν δε

λάβουν χώρα επαναλήψεις ή αν το εξαρτημένο ερέθισμα είναι δυσάρεστο. Αυτό έδειξε με τα πειράματά του ο Watson.

2.3.1.2. ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΚΛΑΣΙΚΗΣ ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ - WATSON

Ο Watson [1878 – 1958] υπήρξε εκπρόσωπος της κλασικής εξαρτημένης μάθησης και μελέτησε την παρατηρήσιμη και έκδηλη συμπεριφορά του ανθρώπου. Η συμπεριφορά του ατόμου είναι αποτέλεσμα μάθησης, καθώς και τα συναισθήματα και οι φόβοι. Υποστήριξε ότι οι περισσότεροι φόβοι δεν είναι έμφυτοι αλλά μαθαίνονται. Σε πείραμά του με 11μηνο μωρό, όταν δόθηκε η ευκαιρία στο μωρό να παίξει με ένα άσπρο κουνέλι διαπιστώθηκε ότι έπαιζε μαζί του και το άγγιζε χωρίς φόβο. Στη συνέχεια, ο πειραματιστής προκαλούσε έναν δυνατό κρότο κάθε φορά που το μωρό άγγιζε το κουνέλι, με συνέπεια το μωρό να αρχίσει να εκδηλώνει φόβο κάθε φορά που άγγιζε το κουνέλι ή οποιοδήποτε άλλο μαλακό λευκό χνουδωτό αντικείμενο, παρόλο που απουσίαζε ο κρότος.

Ο Watson αρνήθηκε το ρόλο της νόησης και του ψυχισμού στη διαμόρφωση και ανάπτυξη της συμπεριφοράς και υποστήριξε ότι η ψυχολογία είναι ένας πειραματικός κλάδος των φυσικών επιστημών που μελετά την έκδηλη συμπεριφορά του ανθρώπου με στόχο να την προβλέψει και να την ελέγξει. Η προσωπικότητα είναι το σύνολο των παρατηρήσιμων δραστηριοτήτων και είναι επίκτητη και ανανεώσιμη.

Η κλασική εξαρτημένη μάθηση είναι μορφή μάθησης, κυρίως βιολογική, η οποία προετοιμάζει τον ανθρώπινο οργανισμό για τη ζωή και βοηθά την προσαρμογή του στο περιβάλλον, αλλά δεν αποτελεί τον μοναδικό τρόπο μάθησης. Συνηθίζεται στην πρώιμη παιδική ηλικία για εξαρτημένες αντιδράσεις (π.χ. πιπίλα), στη σχολική ηλικία για μνημονικές δεξιότητες, σε ανακλαστικές κινήσεις (π.χ. οδήγηση).

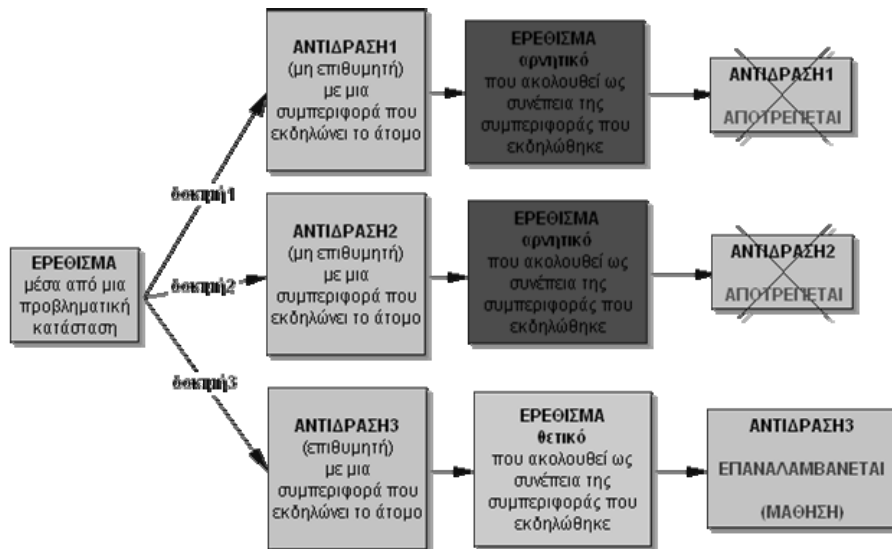
2.3.1.3. ΜΑΘΗΣΗ ΜΕ ΔΟΚΙΜΗ ΚΑΙ ΠΛΑΝΗ - THORNDIKE

Στη θεωρία του Thorndike [1874-1949] η συμπεριφορά δεν καθορίζεται μόνο από τα ερεθίσματα που προηγούνται, αλλά και από ενισχύσεις που ακολουθούν μία συμπεριφορά. Ο Thorndike περιέγραψε τη μάθηση ως διαρκή πορεία δοκιμών και λαθών. Σε πείραμά του έκλεισε γάτες, που είχαν μάθει να ζουν ελεύθερες, σε κλουβί, και παρατήρησε ότι οι γάτες διαρκώς δοκίμαζαν τρόπους να ελευθερωθούν από το κλουβί μέχρις ότου βρουν τη «λύση». Η λύση βρισκόταν τυχαία, καθώς κάποιες φορές πατούσαν το μανταλάκι της πόρτας. Με την επανάληψη της ακούσιας αυτής κίνησης, η οποία οδηγούσε στο ευχάριστο αποτέλεσμα της απελευθέρωσής τους, οι γάτες άρχισαν να μαθαίνουν να πατούν το μανταλάκι και να ανοίγουν την πόρτα.

Έτσι, διατυπώνονται οι εξής νόμοι της μάθησης:

- Η σύναψη ερεθίσματος - αντίδρασης ενισχύεται όταν το αποτέλεσμα είναι ευχάριστο και οδηγεί στην επανάληψη (νόμος του αποτελέσματος)
- Η σύναψη διατηρείται με την επανάληψη (νόμος άσκησης και αχρηστίας). Στην πορεία αναθεώρησε αυτόν τον νόμο και ισχυρίστηκε πως χρειάζονται και άλλοι παράγοντες όπως η ακρίβεια και το κίνητρο.

- Μετά από πολλές δοκιμές και πλάνες επιλέγεται εκείνη που οδηγεί στην επιτυχία (νόμος πολλαπλής αντίδρασης)
- Ο οργανισμός αντιδρά στα νέα ερεθίσματα με ίδιο ή ανάλογο τρόπο, γνωστό από παρόμοιες περιπτώσεις (νόμος αναλογίας ή ομοιότητας).



Σχήμα 6: Μάθηση με δοκιμή και πλάνη – Thorndike (<http://archives.ictscenarios.gr/>)

Σε αντίθεση με τους προηγούμενους που δίνουν έμφαση στην τοποχρονική συνάφεια ερεθίσματος - αποτελέσματος, ο Thorndike ενδιαφέρεται για το αποτέλεσμα της αντίδρασης. Η ουσιαστική διαφορά με τη θεωρία του Ρανλον είναι ότι η μάθηση δεν εξηγείται ως μια νοητική σύνδεση (εξάρτηση) της αντίδρασης με ένα ερέθισμα που προηγείται της αντίδρασης αυτής, αλλά με ένα ερέθισμα που ακολουθεί την αντίδραση αυτή ως συνέπειά της.

2.3.1.4. ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΙΚΗΣ ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ - SKINNER

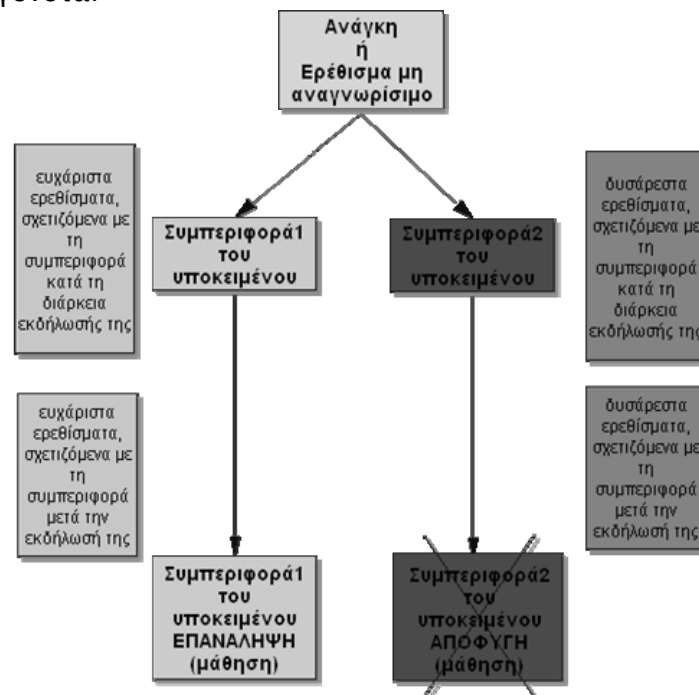
Στη θεωρία του Skinner [1904 – 1990] η μάθηση επιτυγχάνεται με τη συνάφεια της συμπεριφοράς με τις συνέπειές της και όχι μέσα από την τοποχρονική σύνδεσή της με κάποιες αντιδράσεις. Η θεωρία καλύπτει το κενό της θεωρίας του Thorndike, καθώς υποστηρίζει ότι για να ενισχυθεί μια συμπεριφορά, αυτή πρέπει πρώτα να έχει εκδηλωθεί και μάλιστα να τύχει να είναι η επιθυμητή.

Η θεωρία του Skinner διακρίνει δύο μορφές συμπεριφοράς, την αντανakλαστική (ο οργανισμός αντιδρά στο περιβάλλον) και τη συντελεστική (ενεργός, αποτελεσματική, ο οργανισμός δρα στο περιβάλλον). Υπάρχει ενεργητική συμμετοχή του οργανισμού και το άτομο μαθαίνει νέες συμπεριφορές από τις συνέπειες που έχει η συμπεριφορά του. Όταν το περιβάλλον αντιδρά με ενίσχυση, η συμπεριφορά επαναλαμβάνεται, διαφορετικά, όχι. Η ενίσχυση πρέπει να είναι άμεση.

Ξεκινώντας από τη θέση ότι κάθε άτομο έχει κάποιες ανάγκες τις οποίες πρέπει να ικανοποιήσει, ώστε να αποφύγει τις ψυχικές εντάσεις που οι ανάγκες αυτές δημιουργούν, υποστηρίζει πως το άτομο εκδηλώνει μόνο του συμπεριφορά, χωρίς να είναι αναγκαίο ένα εξωτερικό ερέθισμα για να την προκαλέσει ως

αντίδραση σε αυτό. Αυτή η συμπεριφορά, που εντούτοις δεν είναι σκόπιμη, αλλά φυσιολογική, επιδρά στο περιβάλλον και δημιουργεί συνέπειες, που αν μεν είναι ευχάριστες για το άτομο, τότε η συμπεριφορά αυτή τείνει να επαναληφθεί σε παρόμοιες καταστάσεις (μάθηση), ενώ αν είναι δυσάρεστες, η συμπεριφορά αυτή αποτρέπεται. Ακριβώς επειδή το άτομο ενεργεί, ο Skinner ονόμασε αυτό το πρότυπο μάθησης "ενεργή εξάρτηση".

Η συντελεστική μάθηση συμβαίνει όταν μία πράξη του υποκειμένου, είτε ακολουθηθεί άμεσα είτε συνοδευτεί κατά την εκδήλωσή της από ενισχυτικά για το υποκείμενο γεγονότα:

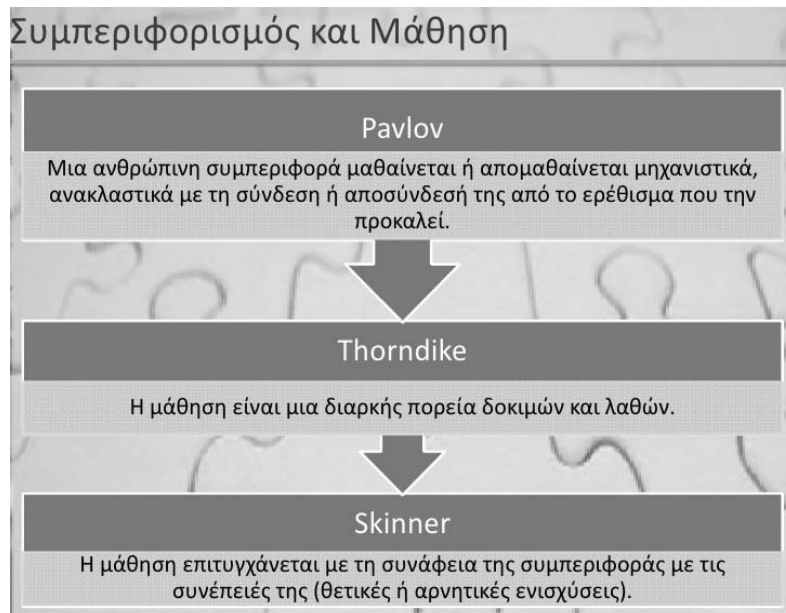


Σχήμα 7: Συντελεστική εξαρτημένη μάθηση–Skinner (<http://archives.ictscenarios.gr/>)

Συγκρίνοντας τις θεωρίες των βασικών εκπροσώπων του συμπεριφορισμού, προκύπτουν τα ακόλουθα δύο σχήματα:

Κλασική Εξαρτημένη Μάθηση (Pavlov)		Συντελεστική Εξαρτημένη Μάθηση (Skinner)	
Ανεξάρτητο Ερέθισμα (Τροφή)	→	Ανεξάρτητη Αντίδραση (Έκκριση σάλιου)	
Ανεξάρτητο Ερέθισμα (Τροφή)	→	Ανεξάρτητη Αντίδραση (Έκκριση σάλιου)	
Εξαρτημένο Ερέθισμα (Ήχος)	→	Εξαρτημένη Αντίδραση (Έκκριση σάλιου)	
Εξαρτημένο Ερέθισμα (Ήχος)	→	Εξαρτημένη Αντίδραση (Έκκριση σάλιου)	
<p>Στην Κλασική Εξαρτημένη Μάθηση, ένα ουδέτερο ερέθισμα συνδέεται με ένα αντανακλαστικό. Ο ήχος του κουδουνιού, ένα ουδέτερο ερέθισμα, συνδέεται με το αντανακλαστικό της έκκρισης σάλιου.</p>		<p>Στη Συντελεστική Εξαρτημένη Μάθηση, αυτός που μαθαίνει αντιδρά στο περιβάλλον και δέχεται τις συνέπειες της συμπεριφοράς του. Στο τέλος, η σύνδεση της αντίδρασης και του ερεθίσματος της ανταμοιβής (τροφή), παγιώνεται.</p>	

Σχήμα 8: Διαφορές θεωριών κλασικής και συντελεστικής εξαρτημένης μάθησης (<http://www.usask.ca/education/coursework/802papers/mergel/brenda.htm>)



Σχήμα 9: Σύγκριση των θεωριών των βασικών εκπροσώπων του συμπεριφορισμού (Μπαλκίζας, 2009)

Η συμπεριφοριστική κατεύθυνση προσανατόλισε την εκπαίδευση προς συγκεκριμένη και σαφή διδασκαλία ως προς τους στόχους και το περιεχόμενο. Δίνεται έμφαση στην επίλυση των προβλημάτων μέσω δοκιμής και λάθους και οι μαθητές φτάνουν συνήθως στο αποτέλεσμα με μηχανικές διαδικασίες, χωρίς απαραίτητα να κατανοούν τι κάνουν και για ποιο λόγο. Για το λόγο αυτό η μέθοδος δεν μπορεί να κριθεί κατάλληλη για σύνθετες έννοιες. Οι εσωτερικές διεργασίες, η παραγωγική και δημιουργική σκέψη δεν αξιοποιούνται. Ορισμένα βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του συμπεριφορισμού φαίνονται στον ακόλουθο Πίνακα:

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
Κάθε μαθητής ακολουθεί το δικό του ρυθμό μάθησης.	Ενασχόληση των μαθητών με χαμηλού επιπέδου γνωστικές λειτουργίες και αναπαραγωγικές διαδικασίες.
Νομιμοποιείται το λάθος σε μια διαδικασία δοκιμής και πλάνης.	Προβλέψιμοι ενισχυτές, άσχετοι με το θέμα (π.χ. άσχετοι ήχοι).
Άμεση αξιολόγηση των αντιδράσεων του μαθητή.	Χρήση ήχων ή εικόνων επιδοκιμασίας ή αποδοκιμασίας στην ανατροφοδότηση.
Με σχήματα τύπου E=>A=>E ακόμα και οι αδύνατοι μαθητές βιώνουν επιτυχίες.	Εξάρτηση από τον εξωτερικό έλεγχο της μαθησιακής διαδικασίας (π.χ. από τον ήχο, την εικόνα, κλπ).
Προγραμματισμένη διδασκαλία: ειδική αγωγή – εξατομικευμένη διδασκαλία.	Έλλειψη αυτονομίας.

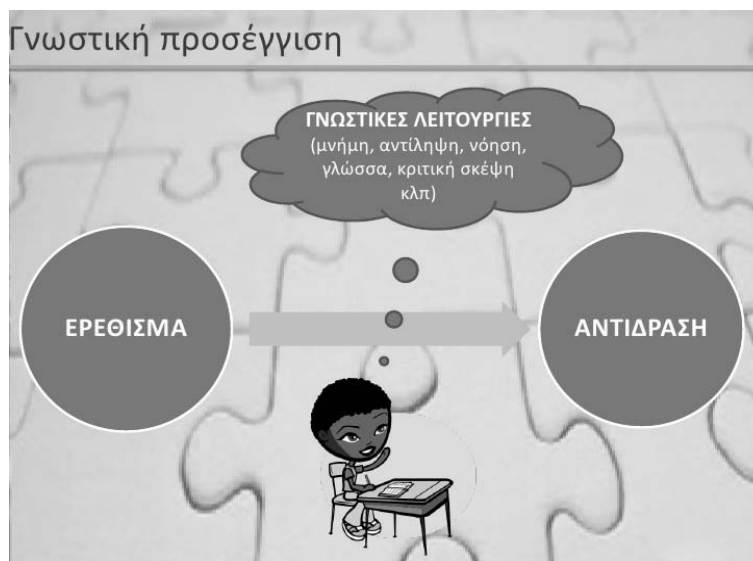
Πίνακας 1: Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα του συμπεριφορισμού (Μπαλκίζας, 2009)

2.3.2. ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΘΕΩΡΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ

Οι γνωστικές θεωρίες μάθησης παρέχουν ερμηνείες σχετικά με τον ρόλο των γνωστικών διεργασιών του ανθρώπινου νου. Επικεντρώνονται στην ανθρώπινη νόηση και στον τρόπο με τον οποίο ο ανθρώπινος νους αντιλαμβάνεται τις σχέσεις των πραγμάτων, σκέφτεται και αντιδρά στις διάφορες καταστάσεις. Δίνουν έμφαση στις γνωστικές λειτουργίες που παρεμβάλλονται, δηλαδή σε αντίληψη, νόηση, γλώσσα, κριτική σκέψη, μνήμη, επίλυση προβλημάτων, στρατηγικές μελέτης, λήψη αποφάσεων, γι' αυτό λέγονται και διάμεσες θεωρίες. Οι άνθρωποι ενδιαφέρονται πώς να μαθαίνουν.

Η μάθηση δεν είναι διαδικασία και αποτέλεσμα εξάρτησης, όπως στο συμπεριφορισμό, αλλά αποτέλεσμα ενεργούς επεξεργασίας πληροφοριών με βάση τις ενδιάμεσες γνωστικές λειτουργίες του ατόμου, οι οποίες παρεμβάλλονται ανάμεσα στις πληροφορίες του περιβάλλοντος (ερέθισμα) και στις αντιδράσεις του ατόμου.

Η γνώση δεν είναι «συσσώρευση» εμπειρίας, αλλά αποτέλεσμα ενεργούς αντιπαράθεσης του οργανισμού με την εμπειρία, δια της οποίας το άτομο, με δημιουργικές δραστηριότητες μέσα στο φυσικό και κοινωνικό του περιβάλλον την οικοδομεί (εποικοδομητισμός). Η μάθηση συνίσταται στην τροποποίηση γνώσεων που ήδη προϋπάρχουν. Σημαντικό ρόλο παίζει η δομή και η λειτουργία του γνωστικού συστήματος, σε αντίθεση με τις συμπεριφοριστικές θεωρίες που εστιάζουν στην παρατηρούμενη εξωτερική συμπεριφορά.



Σχήμα 10: Γνωστική προσέγγιση - βασικός μηχανισμός μάθησης (Μπαλκίζας, 2009)

Πρόδρομος των γνωστικών θεωριών είναι η **μορφολογική ψυχολογία (θεωρία Gestalt)**. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, η μάθηση πραγματώνεται όταν υπάρχει ανισορροπία, δηλαδή μια ελλιπής μορφή η οποία τείνει να συμπληρωθεί και να αποτελέσει το όλο. Σύμφωνα με τους υποστηρικτές της, ένα φαινόμενο στο σύνολό του είναι διαφορετικό από την άθροιση των στοιχείων του, και τα επιμέρους στοιχεία συνθέτουν μια δομημένη και άρτια οργανωμένη ενότητα, τη μορφή.

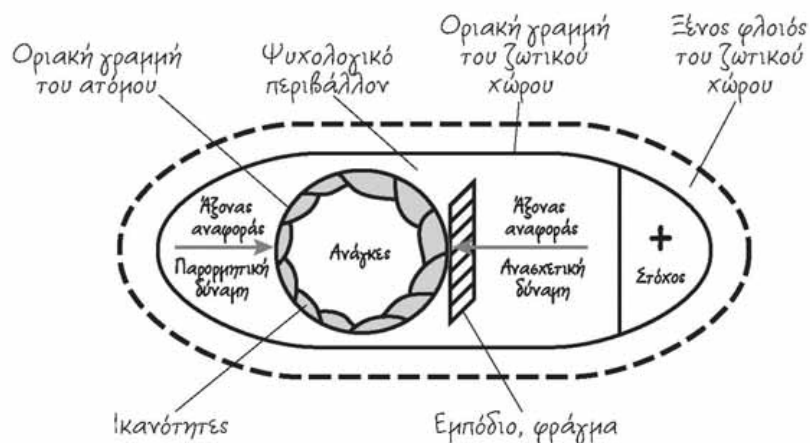
Για την ποιότητα των μορφών ο **Ehrenfels** διατύπωσε δύο βασικά κριτήρια:

- Το σύνολο είναι περισσότερο από το άθροισμα των μερών του. Για παράδειγμα η μουσική σύνθεση είναι ένα ολοκληρωμένο δημιούργημα, δηλαδή κάτι παραπάνω από ένα άθροισμα με μουσικές νότες.
- Η αντίληψη που έχουμε για τη αρχική μορφή παραμένει η ίδια, ακόμη και αν γίνει μεταλλαγή των στοιχείων της, χωρίς βέβαια να αλλάζει η μεταξύ τους σχέση. Για παράδειγμα, όταν αλλάζουμε το μήκος της ακτίνας του κύκλου, ο κύκλος παραμένει «κύκλος».

Έτσι, στη βάση αυτών των θεωρήσεων αναπτύσσονται οι γνωστικές θεωρίες μάθησης που διερευνούν τις γνωστικές δομές και τις νοητικές διεργασίες του ανθρώπου.

2.3.2.1. ΓΝΩΣΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΠΕΔΙΟΥ - LEWIN

Ο Lewin [1890-1947] διερεύνησε την προσωπικότητα και τα κίνητρα της ανθρώπινης συμπεριφοράς, μελετώντας την αλληλεπίδραση του ατόμου με το περιβάλλον. Η θεωρία του για το δυναμικό πεδίο (διαθέσεις, αξίες, κίνητρα, συναισθήματα, σκοποί), αναπτύχθηκε όχι ως θεωρία μάθησης, αλλά ως θεωρία της υποκίνησης και της αντίληψης. Προσεγγίζει τη μάθηση ως δράση και αλληλεπίδραση των εσωτερικών διεργασιών του ατόμου (διαθέσεις, παρωθήσεις) και των εξωτερικών περιβαλλοντικών παραγόντων που επενεργούν σε ένα συγκεκριμένο δυναμικό - κοινωνικό πεδίο. Εισάγει την έννοια του ζωτικού χώρου ή του ψυχολογικού πεδίου η οποία αντιπροσωπεύει λειτουργίες, συμβολικές σχέσεις και όχι φυσικά αντικείμενα.



Σχήμα 11: Σχηματική παράσταση του ζωτικού χώρου (Κουλαϊδής, 2007)

2.3.2.2. ΘΕΩΡΙΑ ΔΟΜΙΚΟΥ ΕΠΟΙΚΟΔΟΜΗΤΙΣΜΟΥ - PIAGET

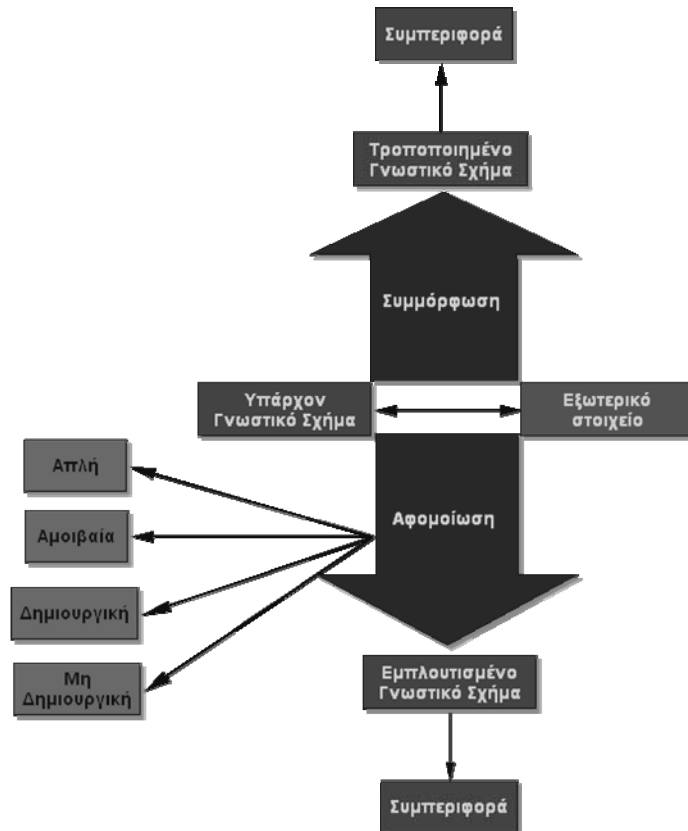
Στον εποικοδομητισμό έμφαση δίνεται στον ενεργό ρόλο του μαθητή και στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων διερευνητικού χαρακτήρα, τα οποία κινητοποιούν τους μαθητές. Η διδασκαλία δεν αποτελεί απλή μετάδοση γνώσης, αλλά προϋποθέτει την οργάνωση των καταστάσεων μέσα στην τάξη και το

σχεδιασμό των δραστηριοτήτων έτσι, ώστε να προωθείται η οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης. Έχει ως βασικό πεδίο έρευνας τις φυσικές επιστήμες.

Ο Piaget [1896-1980] υποστήριξε την γνωστικο - αναπτυξιακή θεωρία μάθησης (δομικός εποικοδομητισμός). Σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της νοημοσύνης του ατόμου παίζει η βιολογική του ωρίμανση. Η διαδοχική μετάβαση από το ένα στο άλλο εξελικτικό στάδιο έχει να κάνει με την οικοδόμηση των νοητικών δομών, που προϋποθέτει ότι θεμελιώνονται σε ήδη υπάρχουσες.

Ο άνθρωπος έχει ανάγκη προσαρμογής στο φυσικό και κοινωνικό του περιβάλλον, δηλαδή μιας ισορροπίας που εξαρτάται από βιολογικούς μηχανισμούς. Όλα αυτά πηγάζουν από την αυθόρμητη (φυσική) τάση του ανθρώπου για δράση. Έτσι εξηγούνται, τόσο οι κατώτερες όσο και οι ανώτερες μορφές μάθησης. Δεν πρόκειται δηλαδή για μια μονοσήμαντη πρόκληση αντιδράσεων από εξωτερικά ερεθίσματα (συμπεριφορισμός), αλλά για την ενεργητική δράση του ατόμου, είτε προκαλείται είτε όχι από κάποιο ερέθισμα, με σκοπό να προσαρμοστεί καλύτερα στο περιβάλλον του.

Η μάθηση συνίσταται στην, από το ίδιο το άτομο, επεξεργασία των γνωστικών σχημάτων που κατέχει, όταν αυτά έρχονται σε "σύγκρουση" με το περιβάλλον. Είτε ενσωματώνει νέα στοιχεία σε αυτά τα σχήματα, χωρίς να μεταβάλλει τα ίδια (αφομοίωση) είτε τροποποιεί αυτά τα σχήματα για να μπορέσει να ενσωματώσει σε αυτά τα νέα στοιχεία (συμμόρφωση). Αυτό όμως δεν αρκεί. Το εμπλουτισμένο ή τροποποιημένο γνωστικό σχήμα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ξανά και ξανά (άσκηση και επανάληψη) ώστε να σταθεροποιηθεί. Η σταθεροποίηση του γνωστικού σχήματος, στη νέα του μορφή είναι η μάθηση ως αποτέλεσμα.



Σχήμα 12: Το πρότυπο της γνωστικής προσαρμογής - Piaget (<http://archives.ictscenarios.gr/>)

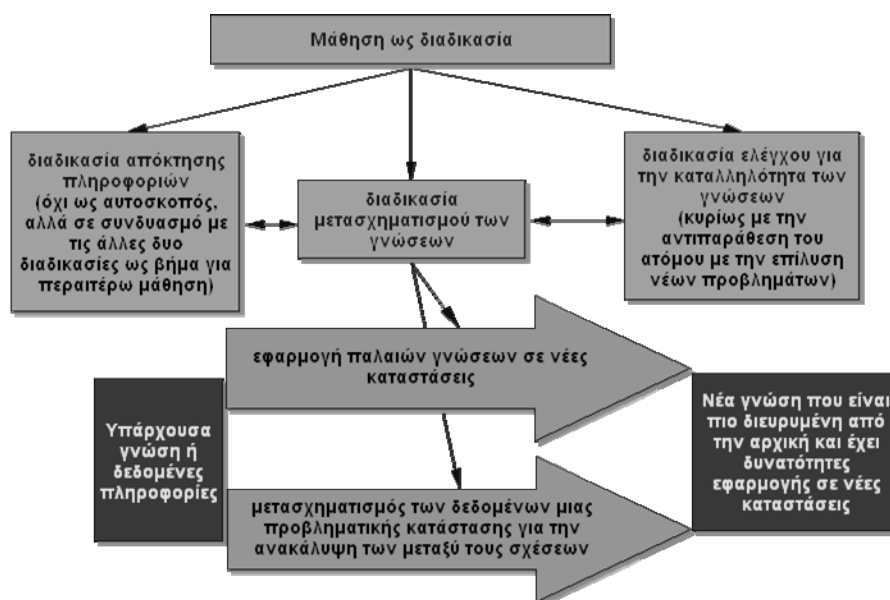
Η θεωρία του Piaget ενισχύει την αυτενέργεια του μαθητή. Τα παιδιά μαθαίνουν μέσα από δημιουργικές δραστηριότητες, κατά την αντιπαράθεσή τους με το περιβάλλον σε μια πορεία επανάκτησης της ισορροπίας. Μέσα από τέτοιες δραστηριότητες "οικοδομούνται" οι έννοιες πάνω σε προγενέστερες γνώσεις, μέσα από συσχετισμούς και συνδέσεις. Απαραίτητες είναι και πληροφορίες και συσχετισμοί ως γνώσεις που βοηθούν το μαθητή να οικοδομήσει τη νέα γνώση. Σύμφωνα με το μοντέλο των περιόδων ανάπτυξης, ο μαθητής πρέπει να καλείται να προσεγγίσει θέματα που μπορεί, σύμφωνα με το στάδιο της νοητικής του ανάπτυξης.

Η κριτική στη θεωρία αφορούσε στην ηλικιακή κατανομή των σταδίων, στο αν όλοι μπορούν να φτάσουν στο τελευταίο στάδιο των τυπικών νοητικών ενεργειών και στο κατά πόσο η ανάπτυξη είναι αυθόρμητη. Σε κάθε περίπτωση, ο κεντρικός κορμός της θεωρίας του, στηρίζει σε σημαντικό βαθμό σήμερα την εκπαίδευση.

2.3.2.3. ΘΕΩΡΙΑ ΑΝΑΚΑΛΥΠΤΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ - BRUNER

Σύμφωνα με τον Bruner [1915], η μάθηση είναι μια διαδικασία απόκτησης γενικών γνώσεων (βασικών εννοιών) μέσω επεξεργασίας επιμέρους ειδικών προβλημάτων, οι οποίες (γενικές γνώσεις) θα επιτρέψουν στους μαθητές, ως δομημένα πλαίσια (κατηγορίες, έννοιες, αρχές, κανόνες) να λύνουν περαιτέρω προβλήματα ή αναδιοργανώνοντας τις να τις εφαρμόζουν σε νέες καταστάσεις.

Οι γνώσεις δεν είναι απλές αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου, αλλά αλληλο-συσχετίζονται, οργανωμένες σε μια δομή, αποτελούν ένα νοητικό πρότυπο, χάρη στο οποίο μπορούμε να προβλέπουμε και να κάνουμε υποθέσεις.



Σχήμα 13: Μάθηση ως διαδικασία - Bruner (<http://archives.ictscenarios.gr/>)

Οι έννοιες, σύμφωνα με τη θεωρία αυτή αναπαρίστανται στον ανθρώπινο νου με τρεις τρόπους, για τους οποίους, όπως συμβαίνει και με τα στάδια της νοητικής ανάπτυξης του Piaget, δεν είναι ικανός από την αρχή, αλλά έχουν εξελικτικό χαρακτήρα.

- **Πραξιακή αναπαράσταση:** Η αναπαράσταση είναι στενά συνδεδεμένη με τα πραγματικά αντικείμενα και σημαίνει τη δυνατότητα του ατόμου να εκτελεί μια ενέργεια με πρακτικό τρόπο.
- **Εικονιστική αναπαράσταση:** Οι πράξεις διατηρούνται στο νου μέσω εικόνων που συνδέονται με αυτές, χωρίς βέβαια ακόμη να υπάρχει το στοιχείο του αφηρημένου (συμβολικού) συσχετισμού.
- **Συμβολική αναπαράσταση:** Τα αντικείμενα, οι πράξεις, οι έννοιες αναπαρίστανται από σύμβολα συνδεδεμένα με αυτές. Κυρίαρχο ρόλο παίζει η γλώσσα και τα άλλα συμβολικά συστήματα.

Η διαφορά του **Bruner** από τον **Piaget** εντοπίζεται στον τρόπο διαδοχής των σταδίων της νοητικής ανάπτυξης, θεωρώντας ότι η διαδικασία δεν είναι τόσο αυτόνομη και "αυτόματη", αλλά παίζει πολύ μεγάλο ρόλο η κοινωνική αλληλεπίδραση και το σχολείο. Στις μικρές ηλικίες τα παιδιά δε μπορούν να εργαστούν όπως ο επιστήμονας και πρέπει πρώτα να μάθουν και μετά να ανακαλύψουν. Ο δάσκαλος πρέπει να παίζει έναν σημαντικό ρόλο στην "κατασκευή" προβληματικών καταστάσεων, ώστε η εκπαιδευτική διαδικασία να μην καταστεί χασομιά.

Η σύγκριση των θεωριών των βασικών εκπροσώπων της γνωστικής μάθησης φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα:



Σχήμα 14: Σύγκριση θεωριών βασικών εκπροσώπων της γνωστικής μάθησης (Μπαλκίτζας, 2009)

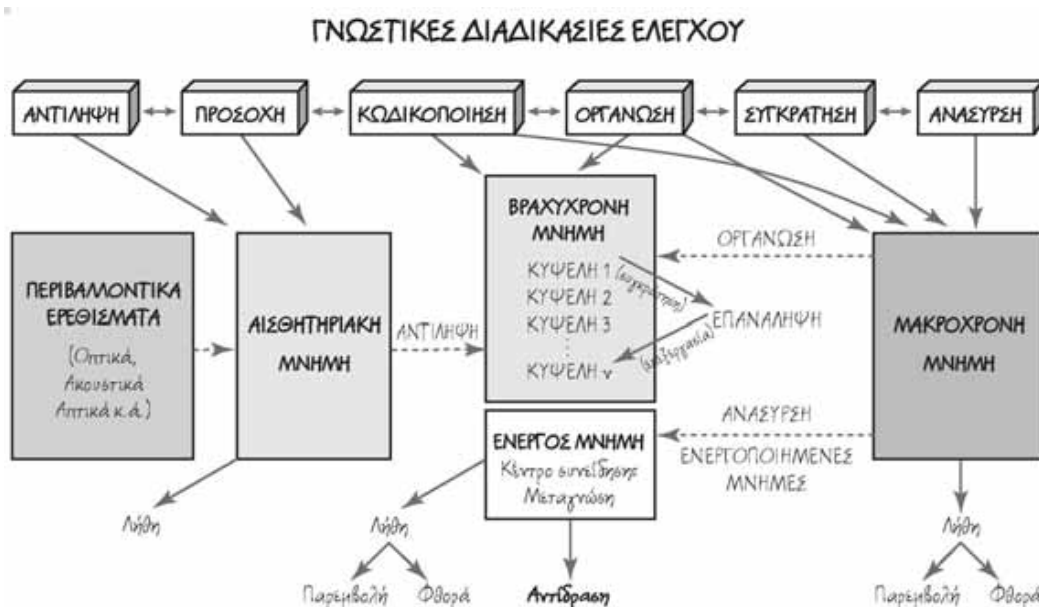
2.3.2.4. ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ

Η θεωρία της επεξεργασίας της πληροφορίας αποτελεί σημαντική γνωστική θεωρία του 20ου αιώνα και έχει σημαντικές εφαρμογές στην διδασκαλία. Στηρίζεται στην αντίληψη ότι το ανθρώπινο μυαλό συνεχώς προσλαμβάνει πληροφορίες από το εξωτερικό ή το εσωτερικό περιβάλλον, τις επεξεργάζεται και τις αποθηκεύει αναλόγως σε μνήμες διαφορετικής χωρητικότητας. Ο εγκέφαλος, δηλαδή,

λειτουργεί όπως ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής, στον οποίο εισάγονται στοιχεία πληροφοριών, γίνεται η επεξεργασία τους και προκύπτουν τα αποτελέσματα που δείχνουν ότι η μάθηση πραγματοποιήθηκε.

Το μοντέλο επεξεργασίας των πληροφοριών αντιπροσωπεύει μια σύγχρονη αντίληψη για τη μάθηση. Μάθηση είναι η συσσώρευση, η οργάνωση και η χρησιμοποίηση της γνώσης. Δίνει ιδιαίτερη βαρύτητα στις διαδικασίες της αντίληψης, της προσοχής και της μνήμης. Το μοντέλο επεξεργασίας των πληροφοριών ανέδειξε παράγοντες που διευκολύνουν τη μάθηση και συμβάλλουν στην διδακτική και μαθησιακή διαδικασία, όπως την άσκηση, την οργάνωση και την εποπτικότητα του υλικού.

Σύμφωνα με τη θεωρία της επεξεργασίας της πληροφορίας, η σκέψη αντιμετωπίζεται ως μέσο επεξεργασίας της πληροφορίας. Αναπτύχθηκε παράλληλα με την ανάπτυξη των επιστημών της πληροφορικής, σχηματοποιώντας ένα μοντέλο λειτουργίας του εγκεφάλου όμοιο με της λειτουργίας των ηλεκτρονικών υπολογιστών.



Σχήμα 15: Μοντέλο Επεξεργασίας Πληροφοριών - Τα δομικά μέρη και οι γνωστικές διαδικασίες ελέγχου (Κολιάδης, 2002)

2.3.2.5. ΘΕΩΡΙΑ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΑΘΗΣΗΣ– GAGNE

Ο Gagné [1916-2002] εξετάζει το φαινόμενο της μάθησης στο πλαίσιο της σύγχρονης θεωρίας επεξεργασίας πληροφοριών, σύμφωνα με την οποία ο ανθρώπινος εγκέφαλος προσομοιάζεται με ένα σύστημα ηλεκτρονικού υπολογιστή, ο οποίος προσλαμβάνει, επεξεργάζεται, κωδικοποιεί και παράγει αντιδράσεις. Η πληροφορία μετασχηματίζεται με τη βοήθεια της επιλεκτικής προσοχής και μεταβιβάζεται στη βραχυπρόθεσμη μνήμη. Μέσω της εσωτερικής επανάληψης μεταβιβάζεται στην μακροπρόθεσμη μνήμη. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται κωδικοποίηση.

Ο Gagné υποστηρίζει ότι υπάρχουν διαφορετικά είδη μάθησης (νοητικές λειτουργίες) που πραγματώνονται με το σχολικό πρόγραμμα κάτω από διαφορετικές συνθήκες. Οι διαφορετικές συνθήκες διακρίνονται σε: εσωτερικές (ετοιμότητα του μαθητή για μάθηση) και εξωτερικές (που αποτελούν τις βασικές δομές διδασκαλίας και αναφέρονται σε διδακτικές ενέργειες). Η φύση τους είναι αθροιστική και η εκμάθηση της μιας προϋποθέτει την εκμάθηση όλων των προηγούμενων.

Ο Gagné προσπάθησε να συνενώσει κάτω από ένα ενιαίο σύστημα πολλές θεωρητικές απόψεις για τη μάθηση. Η άποψη του ότι δεν μπορούν όλα τα είδη μάθησης να είναι της ίδιας φύσης αποτελεί σημαντική προσφορά στη μελέτη του φαινομένου της μάθησης. Στο σχολείο δεν μπορεί να εφαρμόζονται μόνο οι αρχές μιας μόνο επιμέρους θεωρίας. Η επιλεκτική εφαρμογή κάποιων αρχών από τη μια θεωρία και κάποιων άλλων από κάποια άλλη ή ο κατάλληλος συνδυασμός τους ανάλογα με το αντικείμενο διδασκαλίας, την πολυπλοκότητα του, τις γνώσεις των μαθητών πρέπει να αποτελεί μια καθημερινή πρακτική στο χώρο του σχολείου.

2.3.3. ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ - ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΘΕΩΡΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ

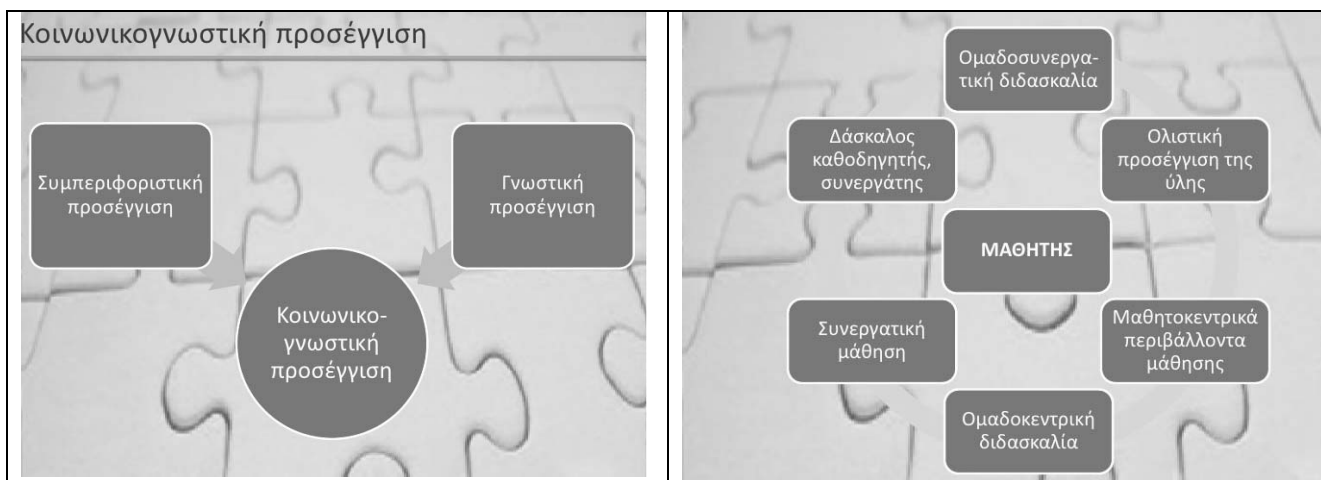
Οι κοινωνικο-γνωστικές προσεγγίσεις συνδυάζουν τη συμπεριφοριστική θέση με τη γνωστική κατεύθυνση. Εστιάζουν στην ανάπτυξη τεχνικών και μεθόδων τροποποίησης της συμπεριφοράς, οι οποίες εφαρμόζονται στην εκπαιδευτική πράξη. Αποδέχονται ότι οι αντιδράσεις του ανθρώπου δεν είναι μηχανιστικές και αυτόματες συνεξαρτήσεις του τύπου S-R (Stimulus-Response), αλλά καθοδηγούνται επίσης από τις σκέψεις, τις προσδοκίες, τις αξίες του ίδιου του ανθρώπου.

Ο άνθρωπος θέτει σκοπούς και καταστρώνει και ελέγχει σχέδια και στρατηγικές για την επιτυχία τους. Δεν είναι αποκλειστικά κάτω από τον έλεγχο του περιβάλλοντος, (συμπεριφοριστικό πρότυπο), είναι ενεργητικός κι έχει την ικανότητα για αυτοκαθοδήγηση. Το ερώτημα μεταφέρεται από το πώς μαθαίνει το άτομο γενικά, στο πώς μαθαίνει αποτελεσματικά τα αντικείμενα του σχολείου. Ακόμη, το γνωστικό σύστημα του ανθρώπου δεν λειτουργεί όπως ο ηλεκτρονικός υπολογιστής, αλλά θεωρείται ένα βιονευρολογικό και βιοχημικό σύστημα, το οποίο λειτουργεί μέσα σε ένα πολυδύναμο και κοινωνικό – πολιτισμικό περιβάλλον.

Το άτομο μαθαίνει μια νέα συμπεριφορά παρατηρώντας τη συμπεριφορά άλλων ανθρώπων - προτύπων και τη μιμείται συνειδητά ή ασυνείδητα. Η μάθηση επέρχεται με την παρατήρηση της συμπεριφοράς των άλλων και των συνεπειών που προκύπτουν από αυτές. Μέσω της παρατήρησης το άτομο προτρέπει να επενδύσει σε συγκεκριμένη συμπεριφορά, εάν οι παρατηρούμενες συνέπειες είναι θετικές. Η δυνατότητα να μαθαίνει κανείς μέσω της παρατήρησης καθιστά τα άτομα ικανά να αποκτούν συμπεριφορές χωρίς να πρέπει να τις επεξεργάζονται σταδιακά μέσα από διαδικασία δοκιμών και λαθών, όπως συμβαίνει στο συμπεριφορισμό.

Σε αντιστοιχία με τις γνωστικές θεωρίες μάθησης, οι κοινωνικο - πολιτισμικές θεωρίες υποστηρίζουν τον εποικοδομισμό. Η οικοδόμηση των γνώσεων λαμβάνει χώρα σε συνεργατικά περιβάλλοντα, διαμέσου συζητήσεων που εμπρικλείουν τη δημιουργία και κατανόηση της επικοινωνίας και την από κοινού (μεταξύ ατόμων ή ομάδων) υλοποίηση δραστηριοτήτων. Συνεπώς, οι θεωρίες αυτές (κοινωνικός εποικοδομισμός) διαφοροποιούνται από τον κλασικό στο επίπεδο της

κοινωνικής αλληλεπίδρασης, θεωρώντας πως οι γνώσεις δομούνται μέσω των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των ατόμων, όπως επίσης ότι και οι ίδιες οι γνώσεις είναι κοινωνικά καθορισμένες μέσα από κώδικες.



Σχήμα 16: Κοινωνικο-γνωστική προσέγγιση – βασικός μηχανισμός μάθησης (Μπαλκίζας, 2009)

2.3.3.1 ΜΑΘΗΣΗ ΜΕ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΜΙΜΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΟΥ - BANDURA

Σύμφωνα με τον Bandura [1925], το άτομο μαθαίνει μια νέα συμπεριφορά παρατηρώντας τη συμπεριφορά άλλων ανθρώπων - προτύπων και τη μιμείται συνειδητά ή ασυνείδητα. Η γνωστική κωδικοποίηση των πληροφοριών που αποκτά το άτομο με παρατήρηση και μίμηση προτύπου δημιουργεί τις προϋποθέσεις για αυτοκαθοδήγηση, αυτοενίσχυση και αυτοέλεγχο της συμπεριφοράς του.

Η μάθηση επέρχεται με την παρατήρηση της συμπεριφοράς των άλλων και των συνεπειών που προκύπτουν από αυτές. Μέσω της παρατήρησης το άτομο διευκολύνεται και προτρέπει να επενδύσει σε μια συγκεκριμένη συμπεριφορά, εάν οι παρατηρούμενες συνέπειες είναι θετικές. Έτσι, η δυνατότητα να μαθαίνει κανείς μέσω της παρατήρησης καθιστά τα άτομα ικανά να αποκτούν συμπεριφορές, χωρίς να πρέπει, να τις επεξεργάζονται σταδιακά μέσα από μια διαδικασία δοκιμών και λαθών, όπως συμβαίνει στο συμπεριφορισμό.

Η μάθηση με παρατήρηση και μίμηση προτύπου αποτελεί ένα γρήγορο και αποτελεσματικό είδος μάθησης για την απόκτηση νέων μορφών συμπεριφοράς και οικειοποίησης σύνθετων κοινωνικών και γλωσσικών τρόπων. Η δυνατότητα να παρατηρεί κανείς ένα άτομο όμοιο με τον εαυτό του και να διενεργεί μια δραστηριότητα, συνιστά μια σημαντική πηγή πληροφόρησης. Ο Bandura διακρίνει δυο είδη συμβολισμού και αναπαράστασης των πληροφοριών του προτύπου: την εικονιστική αναπαράσταση και τη γλωσσική.

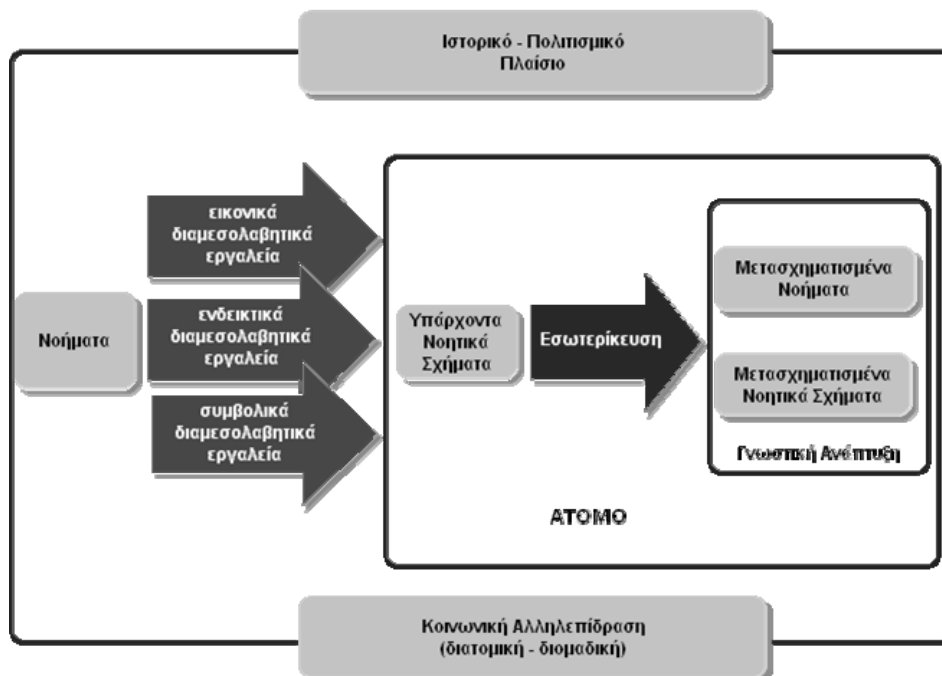
Μέσω της θεωρίας του Bandura, ο μαθητής δεν μαθαίνει άμεσα, από τις δικές του πράξεις, αλλά έμμεσα, από τις πράξεις των άλλων. Αν τα αποτελέσματα από τις πράξεις των άλλων οδηγούν στην αμοιβή και έχουν θετική έκβαση (αναγνώριση, απολαβή), θα τα καταγράψει, θα τα κωδικοποιήσει, θα τα διατηρήσει και θα τα αναπαραγάγει, για να έχει τα ίδια οφέλη. Αν οδηγούν στην τιμωρία

(αποδοκιμασία, απόγνωση), θα τα καταγράψει, αλλά δε θα τα εφαρμόσει (διαχωρισμός μάθησης και εκτέλεσης).

2.3.3.2 ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΥ ΕΠΟΙΚΟΔΟΜΗΤΙΣΜΟΥ - VYGOTSKY

Σύμφωνα με τον Vygotsky [1896-1934], η γλώσσα και η κουλτούρα είναι τα πλαίσια διαμέσου των οποίων η ανθρώπινη εμπειρία επικοινωνεί και κατανοεί την πραγματικότητα. Έθεσε το κοινωνικό και πολιτισμικό πλαίσιο στη θέση του εξέχοντος πλαισίου όσον αφορά τη μάθηση. Οι δύο διαστάσεις τις οποίες εισήγαγε στην επιστήμη της μελέτης της ανθρώπινης νόησης και των διαδικασιών της μάθησης, είναι η σημασία των κοινωνικών και πολιτισμικών στοιχείων που μέσω της γλώσσας εκφράζονται στη διαδικασία της μάθησης και η έννοια της "ζώνης της επικείμενης ανάπτυξης".

Για τον Vygotsky η νοητική ανάπτυξη είναι μια διαδικασία αδιάρρηκτα συνδεδεμένη με την ιστορικό - κοινωνική διάσταση και το πολιτισμικό πλαίσιο, μέσα στο οποίο συντελείται. Συνεπώς, δεν είναι τα ατομικά νοητικά εργαλεία που είναι τα πρωτεύοντα στο φαινόμενο της μάθησης, όπως, ιδιαίτερα στην κλασική της μορφή, υποστηρίζει η γνωστική σχολή, αλλά "η διαμεσολάβηση των κοινωνικών γεγονότων και των πολιτισμικών εργαλείων... [και] η εσωτερίκευση των σημασιών με τις οποίες αυτά είναι φορτισμένα". Η διαφορά είναι ότι στη θεωρία του Piaget η αλληλεπίδραση ατόμου - κοινωνικού περιβάλλοντος παίζει επικουρικό ρόλο, στο δε κοινωνικό εποικοδομισμό παίζει τον κυρίαρχο ρόλο, δε διευκολύνει απλώς τη μάθηση, τη δημιουργεί.



Σχήμα 17: Θεωρία κοινωνικού εποικοδομητισμού - Vygotsky (<http://archives.ictscenarios.gr/>)

Σε μια προσπάθεια σύγκρισης των θεωριών του Piaget και του Vygotsky, προκύπτει ο ακόλουθος Πίνακας:

ΓΝΩΣΤΙΚΟ-ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΗ ΘΕΩΡΙΑ <i>J. Piaget (1896-1980) - Ελβετός</i>	ΨΥΧΟ-ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ <i>L. Vygotsky (1896-1934) - Ρώσος</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Αναπτυξιακή δύναμη θεωρεί την εσωτερική ωρίμαση και τις ατομικές εμπειρίες μέσα από τις λογικομαθηματικές δραστηριότητες κατά την επεξεργασία του φυσικού κόσμου. ▪ Βιώνει γνωστικές συγκρούσεις, τις οποίες η επαφή με τους συνομηλίκους απλώς επιτείνει. ▪ Η κοινωνική αλληλεπίδραση διευκολύνει την ανάπτυξη αλλά δεν τη δημιουργεί. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Η κοινωνική αλληλεπίδραση είναι πηγή δύναμης και εξέλιξης. Ο «συλλογικός νους» της ομάδας συλλαμβάνει και δημιουργεί έννοιες, διαδικασίες, δεξιότητες και το άτομο μέσα από τη μάθηση τις εσωτερικοποιεί και τις προσλαμβάνει. ▪ Η μάθηση είναι κοινωνικά προσδιορισμένη.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ο εκπαιδευτικός γίνεται διευκολυντής της ανάπτυξης μέσω της διαρρύθμισης του περιβάλλοντος 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ο εκπαιδευτικός γίνεται διαμεσολαβητής με την άμεση παρέμβαση και διδασκαλία
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Η πορεία ανάπτυξης πηγαιίνει από το ατομικό στο κοινωνικό 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Η πορεία ανάπτυξης πηγαιίνει από το κοινωνικό στο ατομικό
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Η ανάπτυξη προηγείται της μάθησης 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Η μάθηση προωθεί την ανάπτυξη

Πίνακας 2: Σύγκριση θεωριών μάθησης Piaget - Vygotsky

Σημαντικές πλευρές της θεωρίας του Vygotsky είναι η κοινωνική αλληλεπίδραση, η ζώνη επικείμενης ανάπτυξης και το πλαίσιο στηρίγματος - («σκαλωσιά»). Η θεωρία του έχει δύο βασικές επιπτώσεις στην εκπαίδευση.

- Πρέπει να δημιουργούμε στην τάξη περιστάσεις συνεργατικής μάθησης ανάμεσα σε ομάδες με διαφορετικά επίπεδα ικανότητας. Πρέπει δηλαδή να εξασφαλίζουμε δυνατότητες, ώστε περισσότερο ικανοί μαθητές ή μαθητές οι οποίοι ξέρουν καλά κάτι, να το διδάσκουν σε λιγότερο ικανούς ή σε μαθητές οι οποίοι δεν το ξέρουν
- Εφαρμογή της αρχής της σταδιακής μείωσης της βοήθειας των μεγάλων και η σταδιακή ανάληψη όλο και μεγαλύτερης υπευθυνότητας από τα παιδιά. Η προσέγγιση η οποία ονομάζεται «υποβοηθούμενη ανακάλυψη» στηρίζεται σε αυτήν ακριβώς την αρχή.

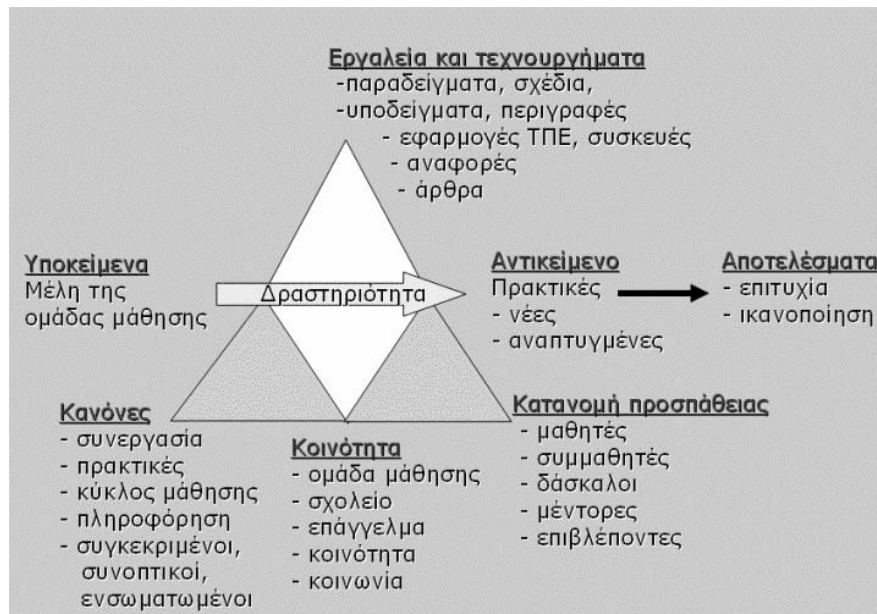
2.3.3.3 ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ – LEONT'EV & RUBINSHTEIN

Η θεωρία της δραστηριότητας (Leont'ev [1903-1979] & Rubinshtein [1889-1960]) επιλέγει ως μονάδα ανάλυσης τη δραστηριότητα και αποτελεί πλαίσιο για τη μελέτη των ανθρώπινων πράξεων ως αναπτυξιακών διαδικασιών ενταγμένων σε ένα κοινωνικο-πολιτισμικό πλαίσιο.

Η δραστηριότητα συνίσταται από το υποκείμενο, το αντικείμενο, τις πράξεις και τις λειτουργίες. Γίνεται δε, με τη διαμεσολάβηση εργαλείων που δημιουργούνται από τα άτομα για το σκοπό αυτό. Η θεωρία έχει τις ρίζες της στη θεωρία του Vygotsky και ως βασικές αρχές ότι το ανθρώπινο πνεύμα αναδύεται, υπάρχει και μπορεί να κατανοηθεί μόνο μέσα στο πλαίσιο της ανθρώπινης αλληλεπίδρασης με τον κόσμο και η αλληλεπίδραση αυτή, που συνίσταται από τη δραστηριότητα, είναι κοινωνικά και πολιτισμικά προσδιορισμένη.

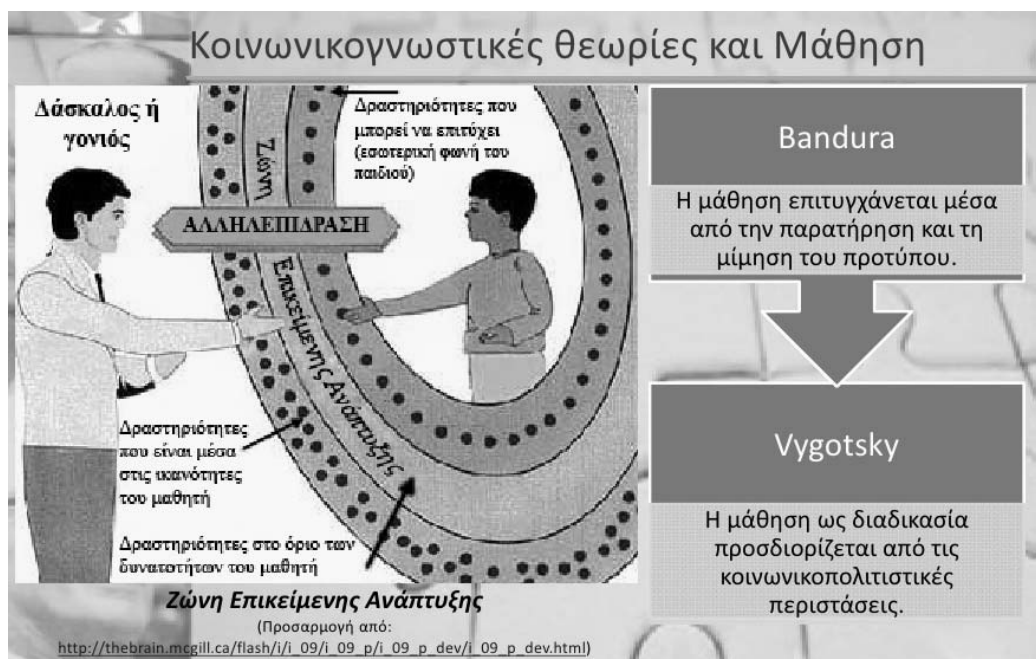
Η ανθρώπινη δράση διαμεσολαβείται από πολιτισμικά σύμβολα, τα οποία έχουν την κυρίαρχη σημασία στη διαδικασία της μάθησης και τα συστατικά μέρη

κάθε δραστηριότητας οργανώνονται σε συστήματα δραστηριότητας, διαμορφώνοντας ένα σύνθετο μοντέλο μάθησης.



Σχήμα 18: Θεωρία της δραστηριότητας (<http://archives.ictscenarios.gr/>)

Συγκρίνοντας τις θεωρίες των βασικών εκπροσώπων της κοινωνικο-γνωστικής μάθησης προκύπτει το ακόλουθο σχήμα:



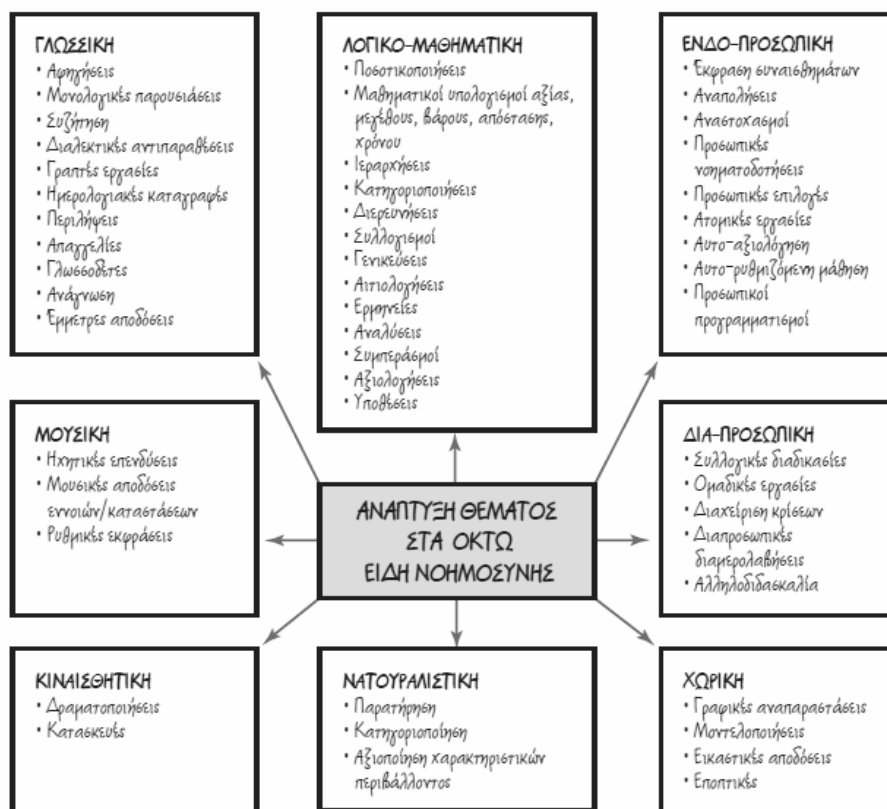
Σχήμα 19: Σύγκριση θεωριών βασικών εκπροσώπων της κοινωνικο-γνωστικής μάθησης (Μπαλκίζας, 2009)

2.3.4. ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ - GARDNER

Διατυπώνονται και άλλες σύγχρονες θεωρίες μάθησης πέρα από τις τρεις προαναφερθείσες βασικές κατηγορίες (συμπεριφοριστικές, γνωστικές, κοινωνικο-γνωστικές θεωρίες).

Έτσι, διατυπώνεται η θεωρία της πολλαπλής νοημοσύνης, η οποία αποτελεί μετα – κονστρουκτιβιστική θεωρία. Ο Gardner [1943] αναφέρεται σε τύπους νοημοσύνης και όχι σε ενιαία νοημοσύνη και κάθε τύπος νοημοσύνης συνδέεται με συγκεκριμένο τμήμα του εγκεφάλου, συνοδεύεται από επιμέρους γνωστικές δεξιότητες και ακολουθεί συγκεκριμένη πορεία ανάπτυξης.

ΟΙ ΟΚΤΩ ΤΥΠΟΙ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΤΟΥ GARDNER



Σχήμα 20: Τύποι νοημοσύνης κατά Gardner (Ματσαγγούρας, 2000)

Όταν η εκπαίδευση κατευθύνεται προς όλες τις μορφές νοημοσύνης, οι μαθητές ωφελούνται σημαντικά. Η μάθηση πολλαπλής νοημοσύνης υιοθετεί ενεργή συμμετοχή, που ενεργοποιεί την ευχαρίστηση και τα κίνητρα μάθησης.

2.4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

- Βικιπαίδεια - Η ελεύθερη εγκυκλοπαίδεια (2013). Λήμμα «Εκπαίδευση» (<http://el.wikipedia.org/wiki/Εκπαίδευση>)
- Γιαννουλέας Μ. (1998). Συμπεριφορά και διαπροσωπική επικοινωνία, Αθήνα, Ελληνικά Γράμματα
- Ελληνιάδου Ε., Κλεφτάκη Ζ., Μπαλκίζας Ν. (2008). Η συμβολή των παιδαγωγικών προσεγγίσεων για την κατανόηση του φαινομένου της μάθησης, Επιμόρφωση εκπαιδευτικών στη χρήση και αξιοποίηση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διδακτική διαδικασία, Πανεπιστημιακό Κέντρο Επιμόρφωσης (ΠΑΚΕ) Αθήνας, Αθήνα
- Κολιάδης Ε. (1997). Θεωρίες μάθησης και εκπαιδευτική πράξη. Γνωστικές θεωρίες, Τόμος Γ', Αθήνα
- Κολιάδης Ε. (2002). Γνωστική ψυχολογία. Γνωστική Νευροεπιστήμη και Εκπαιδευτική Πράξη, Αθήνα
- Κουλαϊδής Β. (2007). (Επιστημονική Επιμέλεια). Σύγχρονες διδακτικές προσεγγίσεις για την ανάπτυξη κριτικής - δημιουργικής σκέψης για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, Οργανισμός Επιμόρφωσης Εκπαιδευτικών, Αθήνα
- Λαγός Δ. (2008). Εισαγωγή στην παιδαγωγική επιστήμη, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ανωτάτη Σχολή Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης, Παιδαγωγική Επιμόρφωση Εκπαιδευτικών του ΟΑΕΔ
- Λεξικό Κοινωνικών Επιστημών UNESCO (1972). Ελληνική Παιδεία, Αθήνα
- Μαρκαντώνης Ι.Σ. (1993). Ανθρωπαγωγική, Παιδαγωγική, Ψυχολογία και Διδακτική, Τόμος 2, Ανατύπωση, Αθήνα, Εκδόσεις Δέσποινα Μαυρομμάτη
- Ματσαγγούρας Η. (2000). Στρατηγικές διδασκαλίας. Η κριτική σκέψη στη διδακτική πράξη, 5η έκδοση, Αθήνα, Gutenberg
- Μεγάλη Παιδαγωγική Εγκυκλοπαίδεια (1968). Λήμμα «Αγωγή», Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα, Τόμος Α'
- Μπαλκίζας Ν. (2009). Σύγχρονες αντιλήψεις για τη μάθηση και τη διδασκαλία και η εφαρμογή τους με εργαλεία υπολογιστικής και δικτυακής τεχνολογίας, Επιμόρφωση εκπαιδευτικών στη χρήση και αξιοποίηση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διδακτική διαδικασία
- Μπασέτας Κ. (2002). Ψυχολογία της μάθησης, Αθήνα, Ατραπός
- Ντάβου Μ. (2000). Οι διεργασίες της σκέψης στην εποχή της πληροφορίας, Αθήνα, Παπαζήσης
- Ξωχέλλης Π. (1986). Παιδαγωγική του σχολείου, Κυριακίδης, Θεσσαλονίκη
- Παπανούτσος Ε. (1966). Φιλοσοφία και Παιδεία, Ίκαρος,
- Παπασταματίου Ν. (2010). Σύγχρονες θεωρήσεις για τη μάθηση, Επιμόρφωση εκπαιδευτικών στη χρήση και αξιοποίηση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διδακτική διαδικασία
- Παυλάτου Ε. (2011-2012). Σημειώσεις του μαθήματος «Παιδαγωγικά Ι», 2^ο Εξάμηνο, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα
- Ράπτης Α. & Ράπτη Α. (2001). Μάθηση και διδασκαλία στην εποχή της πληροφορίας, Τόμος Α', Αθήνα
- Ράπτης Α. & Ράπτη Α. (2007). Μάθηση και διδασκαλία στην εποχή της πληροφορίας. Ολική προσέγγιση, Αθήνα

- Σολομωνίδου Χ. (2006). Νέες τάσεις στην Εκπαιδευτική Τεχνολογία: εποικοδομητισμός και σύγχρονα περιβάλλοντα μάθησης, Αθήνα, Μεταίχμιο
- Φλουρής Γ. (2000). Η Αρχιτεκτονική της Διδασκαλίας και η Διαδικασία της Μάθησης, Γρηγόρης, Αθήνα
- Φουντοπούλου Μ. Ζ. (2001). Μάθηση και διδασκαλία, Αθήνα, Καστανιώτης
- CoSyLLab (2000). Από τις θεωρίες μάθησης στις μαθησιακές στρατηγικές, Παρουσίαση του Εργαστηρίου Computer Supported Learning Engineering Laboratory, Department of Digital Systems, University of Piraeus
- Rousseau J. (2001). Αμύλιος ή περί αγωγής, Εκδόσεις Πλέθρον, Αθήνα

Ξενόγλωσση

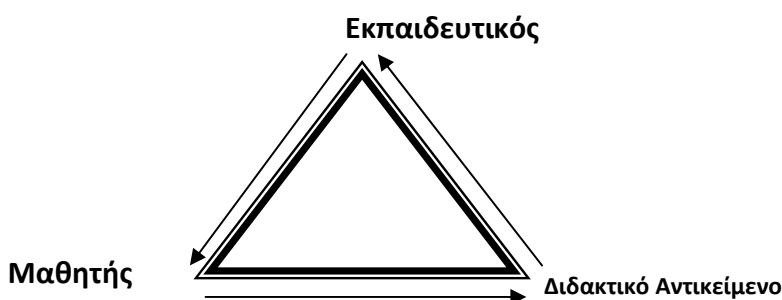
- Anderson J.C. (1983). The architecture of cognition, Cambridge, MA, Harvard, University Press
- Bredenkamp J. (1976). Pädagogische Psychologie, Weinheim, Basel, Beltz-Lehrgang, ISBN 3-407-52115-4
- Rogers C. (1976). Liberté d'apprendre, Editions Paris, Dunid
- Timbal – Duclaux L. (1996). Το δημιουργικό γράψιμο. Μτφ. Γ. Παρίσης, Αθήνα, Πατάκης
- Vygotsky L. (1988). Σκέψη και γλώσσα, Αθήνα, Γνώση

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΙ, ΜΟΡΦΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

3.1. ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ

Η διδασκαλία αποτελεί ένα οργανωμένο σύνολο σκόπιμων και μεθοδικών, άμεσων και έμμεσων διανοητικών και συναισθηματικών, ψυχοκινητικών και συμμετοχικών ενεργειών για την προώθηση της μάθησης και της μόρφωσης των μαθητών, με πρωταρχική επιδίωξη την αλλαγή της συμπεριφοράς και του τρόπου ζωής των μαθητών. Είναι η συνειδητή μετάδοση γνώσεων και η συστηματική μόρφωση της διάνοιας του μαθητή (Χαραλαμπόπουλος, 1980), (Παυλάτου, 2011-2012).

Για την επίτευξη της μάθησης είναι απαραίτητη η αλληλεπίδραση των τριών βασικών στοιχείων της διδασκαλίας, του εκπαιδευτικού, του μαθητή και του διδακτικού αντικείμενου, το ονομαζόμενο διδακτικό τρίγωνο (Ματσαγγούρας, 1999):

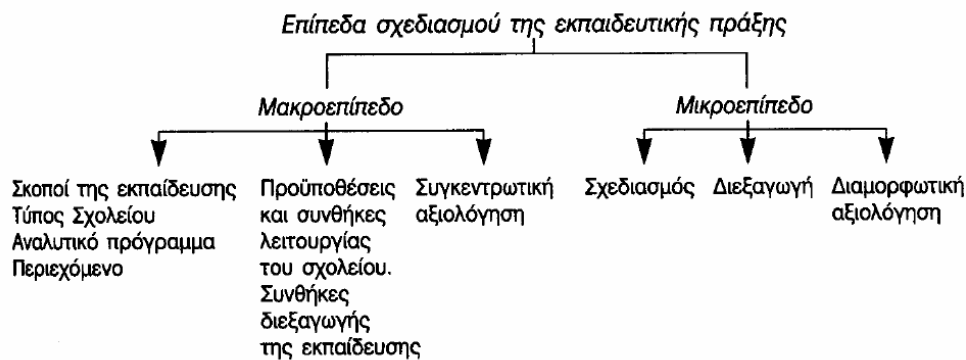


Σχήμα 21: Το διδακτικό τρίγωνο

Το διδακτικό τρίγωνο φανερώνει (Δερβίσης, 1999) τη σχέση:

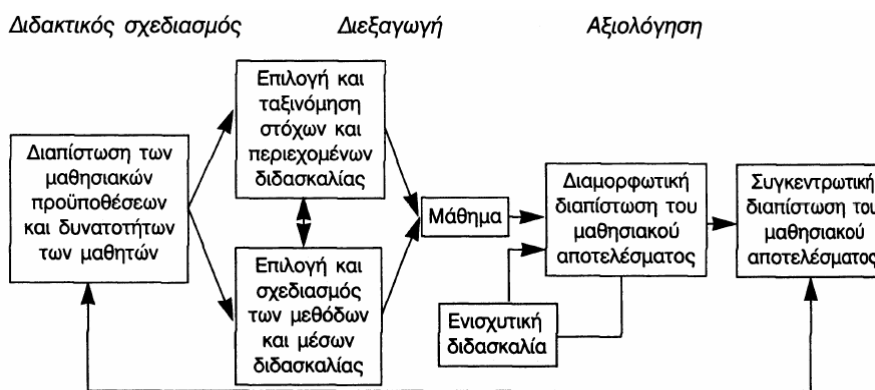
- του εκπαιδευτικού με το διδακτικό αντικείμενο: Πριν την έναρξη κάθε διδακτικής ώρας, ο εκπαιδευτικός πρέπει να προετοιμάζεται ανάλογα. Η προετοιμασία περιλαμβάνει την πλήρη αφομοίωση της διδακτικής ύλης, καθώς και την κατάλληλη επιλογή του τρόπου με τον οποίο θα τη μεταδώσει.
- του εκπαιδευτικού με τον μαθητή: Σκοπός του εκπαιδευτικού δεν είναι η απλή μετάδοση γνώσεων, αλλά η συνειδητή προσέγγιση του μαθητή στα μορφωτικά αγαθά.
- του μαθητή με το διδακτικό αντικείμενο: Η σχέση αφορά στη μάθηση και στο κατά πόσο ο μαθητής κατανόησε και αφομοίωσε τις γνώσεις που του προσφέρθηκαν υπό τη διδακτική επίδραση και μεθοδολογία του εκπαιδευτικού.

Ο διδακτικός σχεδιασμός περιλαμβάνει τα ακόλουθα επίπεδα (Παυλάτου, 2011-2012):



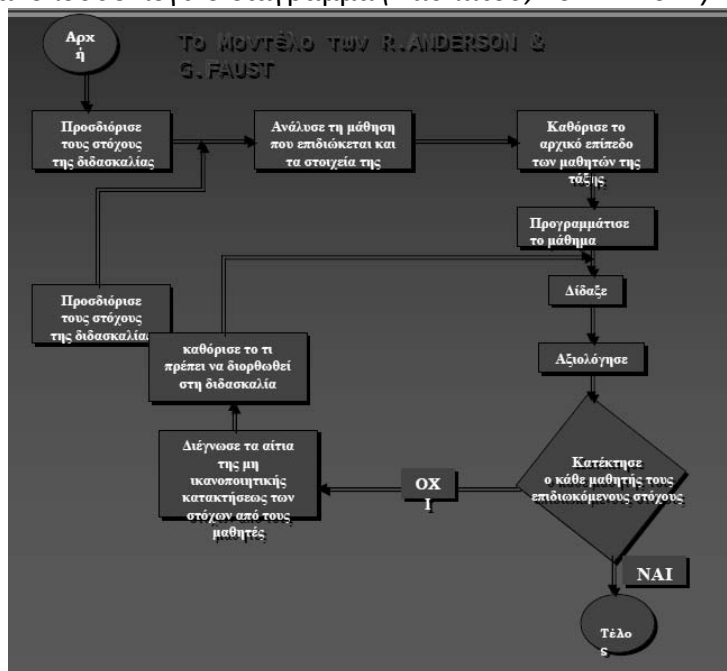
Σχήμα 22: Επίπεδα σχεδιασμού της εκπαιδευτικής πράξης

Σύμφωνα με τον Einsiedler, ο βραχυπρόθεσμος διδακτικός σχεδιασμός με ανατροφοδότηση απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα (Παυλάτου, 2011 – 2012):



Σχήμα 23: Βραχυπρόθεσμος διδακτικός σχεδιασμός με ανατροφοδότηση

Σύμφωνα με τους Anderson και Faust, ο σχεδιασμός της διδασκαλίας φαίνεται στο ακόλουθο λογικό διάγραμμα (Παυλάτου, 2011 – 2012):



Σχήμα 24: Σχεδιασμός διδασκαλίας - Anderson & Faust

Κατά τον Χατζηδήμου, ο σχεδιασμός της διδασκαλίας περιλαμβάνει το ακόλουθο πλάνο σύντομης προετοιμασίας και σχεδίου μαθήματος (Παυλάτου, 2011 - 2012):



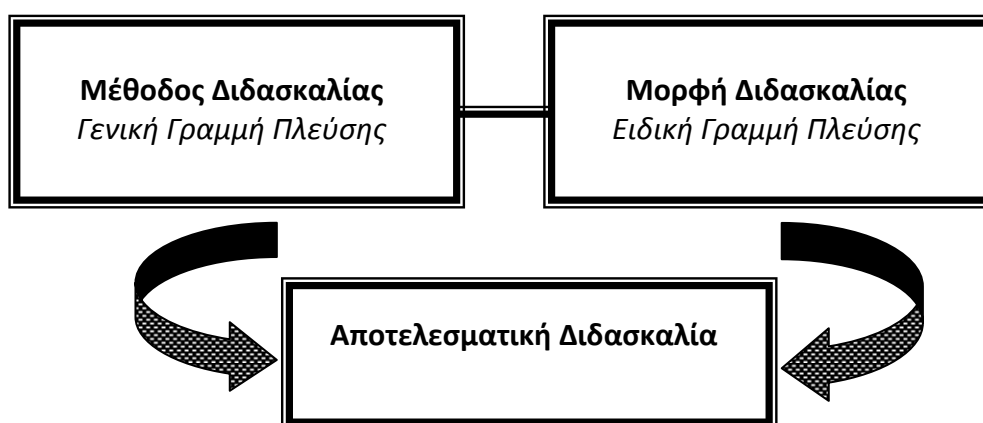
Σχήμα 25: Προετοιμασία και σχέδιο μαθήματος

Ο γενικός διδακτικός ιστός πάνω στον οποίο βασίζονται οι διδακτικές στρατηγικές στο σύγχρονο σχολείο διέπεται από τις ακόλουθες αρχές (Παυλάτου, 2011 - 2012):

- *το σχεδιασμό - την οργάνωση της διδασκαλίας:* για κάθε διδακτική ώρα υπάρχει πλάνο φάσεων της διδακτικής διαδικασίας, κατάλογος απαιτούμενων εποπτικών μέσων και υλικών, αναλυτική πορεία διδακτικών ενεργειών, φύλλο αξιολόγησης.
- *την αρχή του εποικοδομητισμού και της επαγωγής:* ο εποικοδομητισμός εστιάζει στην αλληλεπίδραση μεταξύ της νέας πληροφορίας και των ήδη υπάρχοντων ερμηνευτικών σχημάτων που έχει οικοδομήσει ο μαθητής στο παρελθόν. Η γνώση και η πράξη είναι αναπόσπαστα δεμένες. Επιδιώκεται η απόκτηση νέας γνώσης, ο μετασχηματισμός της προϋπάρχουσας βάσει των νέων στοιχείων, ο έλεγχος της επάρκειας και της καταλληλότητας της γνώσης. Ο εποικοδομητισμός εξυπηρετείται καλύτερα παρατηρώντας μεμονωμένα παραδείγματα φαινομένων και στη συνέχεια επέκτασή τους σε γενικότερα φαινόμενα (επαγωγικά).
- *την αρχή της ανακάλυψης:* ο κύκλος μάθησης αποτελείται από τη φάση της εξερεύνησης (οι προηγούμενες γνώσεις δεν είναι αρκετές), τη φάση της εφεύρεσης ή εισαγωγής της έννοιας (ο μαθητής αναπτύσσει συλλογισμούς προς την επιδιωκόμενη κατεύθυνση) και τη φάση της ανακάλυψης ή εφαρμογής της έννοιας.
- *την αρχή του παιδοκεντρισμού:* η διδασκαλία προχωρά με βάση τους φυσικούς και πνευματικούς νόμους ανάπτυξης του παιδιού και τον υπολογισμό των αναγκών του και με τον τρόπο αυτό καθίσταται λειτουργική.
- *την αρχή της ελκυστικότητας και της πρόκλησης του ενδιαφέροντος:* παρέχονται ευρηματικά τεχνάσματα (κουίζ, παιχνίδια, video κ.λ.π.) που προσξενούν το ενδιαφέρον των μαθητών.

3.2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

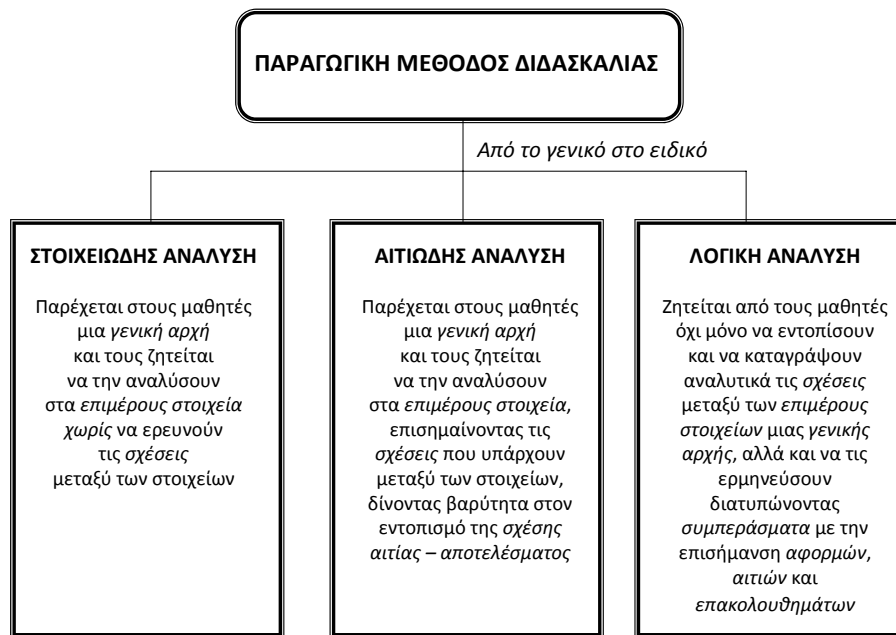
Η μέθοδος διδασκαλίας αποτελεί τη γενική γραμμή πλεύσης που επιλέγεται από τον καθηγητή για την παρουσίαση ενός διδακτικού αντικειμένου στους μαθητές και περιγράφει τις στρατηγικές και τις σύνθετες ενέργειες που πρόκειται να ακολουθηθούν με στόχο την αποτελεσματική μάθηση. Οι μορφές διδασκαλίας αποτελούν τα μέσα και τις τεχνικές, που εξυπηρετούν τις προαναφερθείσες ενέργειες και συμβάλλουν στην επίτευξη των καλύτερων δυνατών αποτελεσμάτων (Πηγιάκη, 1998):



Σχήμα 26: Μέθοδος & μορφή διδασκαλίας

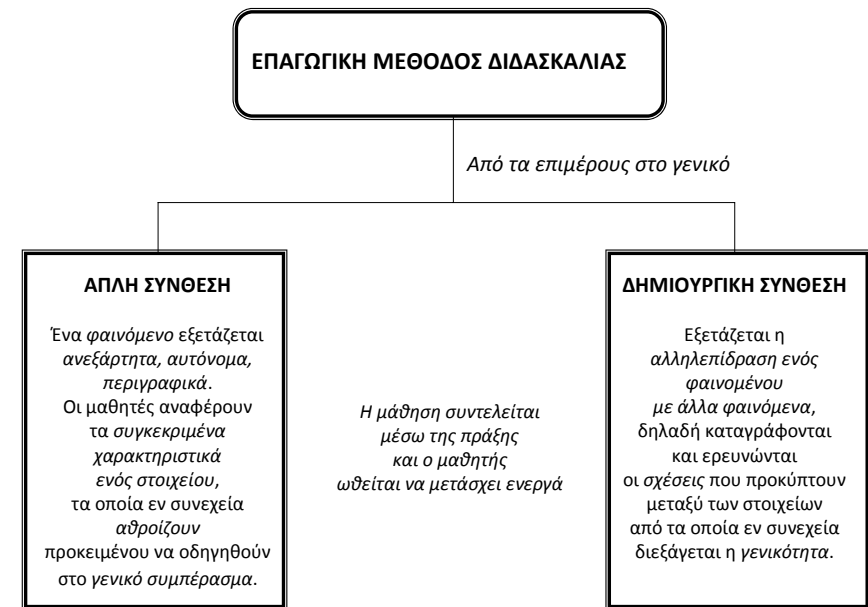
Κάθε μέθοδος διδασκαλίας περιλαμβάνει ένα σύστημα κανόνων και περικλείει εξωτερική και εσωτερική γνωστική διαδικασία. Η εξωτερική σχετίζεται με λογικές ενέργειες (π.χ. σύνθεση, επαγωγή, επαγωγή) και η εσωτερική με την εφαρμογή του συστήματος των κανόνων πάνω σε διανοητικά και ψυχικά προσδιοριζόμενα στοιχεία. Στην πράξη, ωστόσο, όλες οι μέθοδοι διδασκαλίας συμπλέκονται μεταξύ τους και δεν είναι εύκολος ο διαχωρισμός τους (Χατζηδήμου, 2010).

Για τη διδασκαλία έχουν αναπτυχθεί και εφαρμοσθεί ποικίλες μέθοδοι, όπως η παραγωγική ή απαγωγική, η επαγωγική ή σύνθεση, η συγκριτική, η πειραματική μέθοδος (Πετρουλάκης, 1981), (Τριλιανός, 1998), (Πετρουλάκης, 1992), (Δερβίσης, 1999), (Zevin, 2000), (Βερτσέτης, 2003), (Ζαβλανός, 2003), (Κουτρούμπα, 2004):



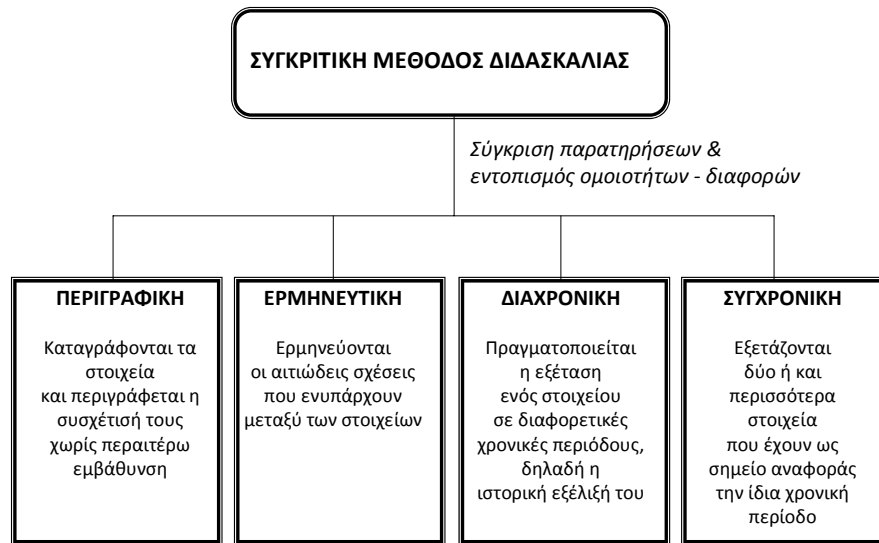
Σχήμα 27: Παραγωγική μέθοδος διδασκαλίας

Το έργο του καθηγητή απλοποιείται, καθώς παρέχει τις γενικές αρχές και οι μαθητές καλούνται να τις επαληθεύσουν, αλλά συνήθως δεν είναι ελκυστική για τους μαθητές και ευνοεί την απομνημόνευση πληροφοριών και όχι την καλλιέργεια κριτικής σκέψης.



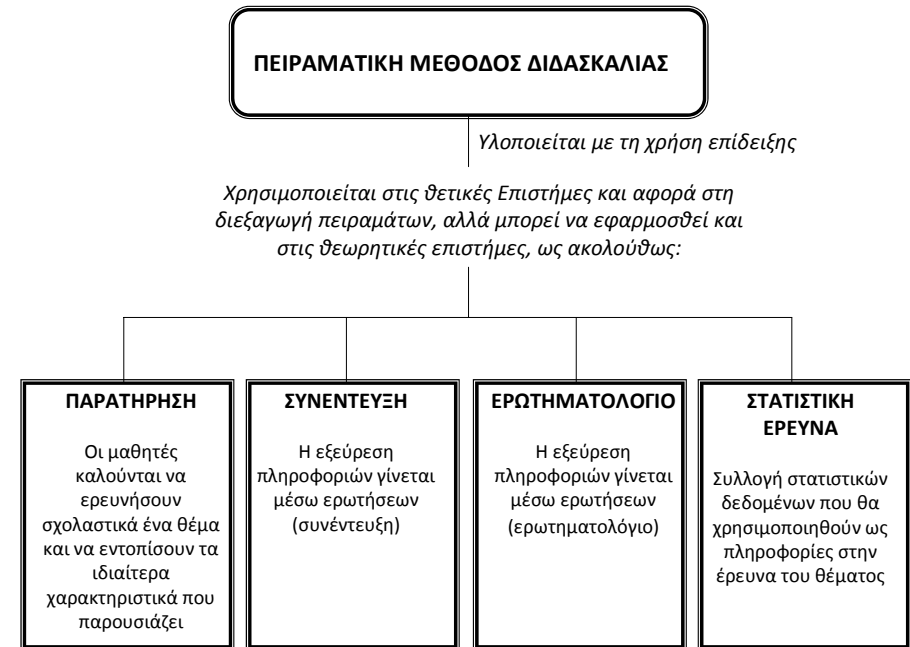
Σχήμα 28: Επαγωγική μέθοδος διδασκαλίας

Η μάθηση συντελείται μέσω της πράξης, ο μαθητής παρακινείται να αποκτήσει μόνος του τη γνώση, προωθείται η ενεργός συμμετοχή του μαθητή, αλλά αποτελεί χρονοβόρα διαδικασία, ο μαθητής μπορεί να οδηγηθεί σε λανθασμένα συμπεράσματα λόγω πιθανής έλλειψης δεδομένων και καλό είναι να συμπληρώνεται από την παραγωγική μέθοδο για επαλήθευση της αξιοπιστίας.



Σχήμα 29: Συγκριτική μέθοδος διδασκαλίας

Κεντρίζει το ενδιαφέρον των μαθητών, τους παροτρύνει να έρθουν σε επαφή με νέα πράγματα, βελτιώνει την ικανότητα εντοπισμού ομοιοτήτων και διαφορών, οδηγεί στη συγκρότηση ολοκληρωμένης προσωπικότητας, αλλά εφαρμόζεται σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους και έχει κυρίως βοηθητικό χαρακτήρα.



Σχήμα 30: Πειραματική μέθοδος διδασκαλίας

Κεντρίζει το ενδιαφέρον των μαθητών, στοχεύει στην καλλιέργεια των δεξιοτήτων των μαθητών και όχι στην απλή απόκτηση γνώσεων, βοηθά στη βαθιά κατανόηση των θεμάτων, στην αύξηση του ερευνητικού ενδιαφέροντος των μαθητών, αλλά αποτελεί χρονοβόρα διαδικασία και απαιτεί την ύπαρξη πειραματικού εξοπλισμού.

3.3. ΜΟΡΦΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Οι αντιλήψεις για τη μάθηση στη σύγχρονη εποχή έχουν μεταβληθεί (Παπασταματίου, 2011):

Αντιλήψεις για τη μάθηση	
Παραδοσιακές	Σύγχρονες
Η γνώση προκύπτει από παθητική αποδοχή	Η γνώση ανακαλύπτεται και κατακτάται από τον μαθητή
Η μάθηση αποτελεί μοναχική πορεία	Η μάθηση αποτελεί κοινωνική διαδικασία
Η μάθηση είναι μονοδιάστατη και ακολουθεί έναν δρόμο	Η μάθηση είναι ολιστική και μπορούμε να οδηγηθούμε μέσω διαφόρων μονοπατιών σε αυτή
Η μάθηση εστιάζεται στις γνωστικές ανεπάρκειες των μαθητών	Η μάθηση εστιάζεται στα ενδιαφέροντα και τις ικανότητες των μαθητών
Πηγή πληροφόρησης αποτελούν ο εκπαιδευτικός και το βιβλίο	Η πληροφόρηση προέρχεται από ποικίλες πηγές
Η γνώση αναπαράγεται	Η γνώση παράγεται από τους μαθητές
Ο δάσκαλος μεταφέρει τη γνώση	Ο δάσκαλος διευκολύνει τη σύνδεση της γνώσης με την πραγματικότητα

Πίνακας 3: Παραδοσιακές & σύγχρονες αντιλήψεις για τη μάθηση

Στο πλαίσιο αυτό, νέοι ρόλοι προκύπτουν για τον εκπαιδευτικό και το μαθητή (Παπασταματίου, 2011):

Νέοι ρόλοι στο σύγχρονο περιβάλλον	
Για τον εκπαιδευτικό	Για το μαθητή
Διευκολύνει το σχηματισμό ομάδων συνεργασίας και το διάλογο	Αποτελεί μέλος μιας ομάδας με κοινό στόχο
Ενθαρρύνει και υποστηρίζει μαθητικές πρωτοβουλίες	Αναλαμβάνει την αποπεράτωση έργου και αναπτύσσει την ανάλογη δράση
Σχεδιάζει το περιβάλλον μάθησης, προωθώντας την αυτονομία και τις επιλογές	Αλληλεπιδρά με τους συμμαθητές της ίδιας ομάδας για την εκπλήρωση του κοινού στόχου
Εντάσσει την αποκτηθείσα γνώση σε ρεαλιστικό πλαίσιο	Αναζητεί τη σύνδεση της γνώσης με την πραγματικότητα
Χρησιμοποιεί ποικίλες στρατηγικές για την κάλυψη των ενδιαφερόντων των μαθητών	Καλλιεργεί τα ταλέντα του-τα χρησιμοποιεί σε ποικίλα γνωστικά πεδία
Αξιολογεί τη διαδικασία που ακολουθεί για τη διδασκαλία	Επιβλέπει τη διαδικασία της μάθησής του και αυτό - αξιολογείται
Υποστηρίζει και διευκολύνει τον αναστοχασμό επί της διαδικασίας μάθησης	Αναστοχάζεται κριτικά την προσπάθεια που κατέβαλε και λαμβάνει αποφάσεις για το μέλλον
Κάνει χρήση διαφόρων εργαλείων για την παρακολούθηση της πορείας μάθησης	Παρακολουθεί τη διαδικασία και τα αποτελέσματα διδασκαλίας-μάθησης

Πίνακας 4: Νέοι ρόλοι εκπαιδευτικού & μαθητή στο σύγχρονο περιβάλλον

Οι μορφές διδασκαλίας αναφέρονται στο ρόλο και την επικοινωνιακή αλληλεπίδραση που αναπτύσσουν ο εκπαιδευτικός και ο μαθητής κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας. Διακρίνονται σε δασκαλοκεντρικές (άμεση διδασκαλία) και ομαδο-κεντρικές (έμμεση διδασκαλία).

Στις δασκαλοκεντρικές μορφές διδασκαλίας ο μονόλογος είναι η κυρίαρχη μορφή επικοινωνίας. Το σύγχρονο σχολείο αντιτίθεται ριζικά στη χρήση του μονολόγου ως μοναδικού και αποτελεσματικού τρόπου διδασκαλίας διότι (Ξωχέλλης, 1983) (Γιαννούλης, 1993):

- στηρίζεται στη λανθασμένη αντίληψη ότι όλοι οι μαθητές έχουν ανάγκη από την πληροφόρηση
- δεν προσφέρει στους μαθητές ευκαιρίες αυτενέργειας και άσκησης των κοινωνικών τους ικανοτήτων
- διαρκεί συνήθως περισσότερο απ' ό,τι αντέχει η μαθητική προσοχή
- υπηρετεί μόνο την πληροφόρηση και δεν προάγει ικανότητες ούτε αναπτύσσει στάσεις.

Αναφορικά με την απαιτούμενη προετοιμασία, απαιτεί εκ των προτέρων σχεδιασμό του περιεχομένου της και επιπρόσθετα ο εκπαιδευτικός πρέπει να γνωρίζει το προφίλ των μαθητών του.

Τα πλεονεκτήματα της άμεσης διδασκαλίας είναι τα ακόλουθα:

- εξειδικευμένοι μαθησιακοί στόχοι
- ειδικοί μαθησιακοί στόχοι που ενισχύουν και διευκολύνουν την κατανόηση του γνωστικού αντικειμένου
- συγκρίσιμα μαθησιακά αποτελέσματα
- ευρέως αποδεκτή διδακτική μέθοδος
- χρήσιμη για τη διδασκαλία συγκεκριμένων γεγονότων και βασικών δεξιοτήτων

Τα μειονεκτήματα της άμεσης διδασκαλίας είναι τα ακόλουθα:

- περιορίζει τη δημιουργικότητα των εκπαιδευτικών
- απαιτεί καλά οργανωμένη προετοιμασία και επικοινωνιακές δεξιότητες
- ακολουθεί συγκεκριμένες φάσεις στο σχεδιασμό της
- ενδέχεται να είναι αναποτελεσματική για την καλλιέργεια υψηλών νοητικών δεξιοτήτων
- εξαρτάται από την εκπαίδευση και τις ικανότητες του εκπαιδευτικού.

Οι ομοκεντρικές μορφές διδασκαλίας προτείνουν τη δημιουργική συμμετοχή, την ενεργοποίηση και δραστηριοποίηση των μαθητών με τη συμμετοχή τους στην κατάκτηση της γνώσης. Οι προσεγγίσεις που ανήκουν στην κατηγορία αυτή ονομάζονται έμμεσες, επειδή ο εκπαιδευτικός δεν προσφέρει με άμεσο τρόπο το διδακτικό αντικείμενο, αλλά δημιουργεί τον κατάλληλο προβληματισμό και κατευθύνει τους μαθητές, ώστε να επιλέξουν, να συλλέξουν και να επεξεργαστούν υπεύθυνα τα στοιχεία και να καταλήξουν με την καθοδήγηση και στήριξή του σε διαπιστώσεις, προτάσεις και λύσεις. Αναφορικά με την απαιτούμενη προετοιμασία, πρέπει να προαποφασιστεί ποια ικανότητα θα ενισχυθεί και απαιτείται προετοιμασία για τη δραστηριοποίηση των μαθητών.

Τα πλεονεκτήματα της έμμεσης διδασκαλίας είναι ότι:

- ενισχύει τη συμμετοχή στην ευθύνη της επίτευξης των μαθησιακών στόχων
- είναι μια ευρέως αποδεκτή διδακτική μέθοδος
- ενισχύει τη συν-ευθύνη των μαθητών στη μάθηση

- οι μαθητές μαθαίνουν να είναι υπομονετικοί, λιγότερο επικριτικοί και περισσότερο συνεργατικοί.
Τα μειονεκτήματα της έμμεσης διδασκαλίας είναι ότι:
- δεν ενισχύει τη συμμετοχή όλων των μαθητών, καθώς οι απομονωμένοι δεν επιθυμούν να συμμετέχουν
- οι δραστήριοι μαθητές προσπαθούν να αναδειχθούν
- οι άριστοι μαθητές προσπαθούν να υπερβούν τα όριά τους.

Στην κατηγορία των ομαδο-κεντρικών μορφών εντάσσονται οι ακόλουθες (Κανάκης, 2001), (Ματσαγγούρας, 2000), (Ταρατόρη, 2006), (Θεοφυλίδης, 2009), (Παπασταματίου, 2011), οι οποίες αποτελούν σύγχρονες μορφές διδασκαλίας:

Συνεργατική μάθηση

Αποτελεί μάθηση μέσω συνεργασίας. Βασίζεται στις σύγχρονες θεωρίες ότι η μάθηση είναι κοινωνική διαδικασία ή/και μπορεί να βελτιωθεί από μια κοινωνική διαδικασία. Είναι πιο ευχάριστη από την ατομική για το μαθητή, επιτρέπει την ενεργό συμμετοχή, την αυτόνομη επεξεργασία υλικού, την ανάληψη πρωτοβουλιών. Αφορά στη διδασκαλία μικρών ομάδων μαθητών έτσι, ώστε οι μαθητές να συνεργάζονται με στόχο να ενισχύσουν και να μεγιστοποιήσουν το συνολικό αλλά και το ατομικό επίπεδο της μάθησής τους, ανεξάρτητα από την ηλικία ή το εκπαιδευτικό επίπεδο όλων των μελών της ομάδας.

Επιτρέπει τη συμμετοχή όλων, οι μαθητές εκφράζονται καλύτερα στις μικρές ομάδες και επιτυγχάνεται ευκολότερα η συναίνεση. Στα μειονεκτήματα της συνεργατικής μάθησης εντοπίζεται ότι απαιτείται προσεκτικός σχεδιασμός των στόχων της ομάδας και οι ομάδες πρέπει να ακολουθήσουν το σχεδιασμό.

Η διαφορά από ομαδο – συνεργατική μάθηση συνίσταται στον τρόπο διαχωρισμού της κατανομής της ομαδικής συνεργασίας. Στην ομαδο-συνεργατική μάθηση η εργασία έχει χωριστεί σε ανεξάρτητες υπο-εργασίες και κάθε άτομο είναι υπεύθυνο για ένα τμήμα της δουλειάς, ενώ στη συνεργατική μάθηση οι γνωστικές διαδικασίες μπορούν να χωριστούν σε διασταυρωμένα επίπεδα και οι συμμετέχοντες καταβάλλουν συντονισμένη προσπάθεια για την επίλυση του προβλήματος.

Διερευνητική μάθηση

Οι μαθητές εμπλέκονται σε δραστηριότητες και εργασίες που τους ενθαρρύνουν να παίξουν το ρόλο του παραγωγού και όχι του παραλήπτη της γνώσης. Ο εκπαιδευτικός κατευθύνει, καθοδηγεί και συσχετίζει τη δραστηριότητα με τα αντικείμενα του προγράμματος σπουδών. Οι μαθητές εκφράζονται με γραπτό και συμβολικό - λογικό - μαθηματικό τρόπο, κάνουν πειράματα, επικοινωνούν, διαχειρίζονται πληροφορίες, κατασκευάζουν και ελέγχουν μοντέλα, συνθέτουν εργασίες, συνδιαλέγονται με τους συμμαθητές τους, διατυπώνουν κριτική, υποθέσεις, συμπεράσματα.

Μάθηση βασισμένη σε ερευνητική εργασία

Αφορά σε ομαδικές εργασίες που εκτελούνται σε σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα και αποσκοπούν στην παραγωγή ενός τελικού προϊόντος, το οποίο αξιολογείται από τα μέλη της ομάδας. Με τη στενή έννοια του όρου δεν αποτελούν μορφή διδασκαλίας. Επιτρέπουν στον εκπαιδευτικό να μεταδώσει στους μαθητές ευρύ

φάσμα γνώσεων και δεξιοτήτων, εστιάζουν στη διαδικασία της μάθησης, βοηθούν τους μαθητές να θέτουν στόχους, στηρίζονται στην ομαδικότητα και τη συνεργασία, καλλιεργούν την ενεργό συμμετοχή των μαθητών, ωστόσο αποτελούν χρονοβόρα διαδικασία.

Η διδασκαλία στηρίζεται σε δραστηριότητες μάθησης οι οποίες δημιουργούν ευκαιρίες για τους μαθητές να εργαστούν με προβλήματα σε πραγματικό χρόνο και τόπο. Οι εκπαιδευτικοί συνδέουν τα σχέδια εργασίας με τον κόσμο έξω από την τάξη, ακολουθώντας μια συγκεκριμένη δομή, και βοηθούν τους μαθητές να κατανοήσουν τη σύνδεση μεταξύ των σχολικών γνώσεων και δραστηριοτήτων με τον κόσμο. Η διεπιστημονική φύση τους ενθαρρύνει τους μαθητές να διευρύνουν και να ερευνήσουν τα προσωπικά ενδιαφέροντά τους, αποκτώντας τη γνώση που χρειάζονται στο βασικό πρόγραμμα σπουδών.

Μάθηση βασισμένη σε πρόβλημα

Το πρόβλημα συνίσταται σε μία κατάσταση κατά την οποία το άτομο προσπαθεί να επιτύχει ένα συγκεκριμένο σκοπό και να βρει τα μέσα και τους τρόπους για να τον επιτύχει. Η επίλυση προβλημάτων αναφέρεται στις προσπάθειες που καταβάλλει το άτομο προκειμένου να επιτύχει ένα σκοπό. Για τα σαφώς διατυπωμένα προβλήματα χρησιμοποιούνται αλγόριθμοι, οι οποίοι, αν ακολουθηθούν σωστά, οδηγούν στην επίλυση του προβλήματος. Στην περίπτωση όμως περίπλοκων, ασαφών προβλημάτων απαιτούνται ευρετικές προσεγγίσεις και πρωτότυπες στρατηγικές επίλυσης των προβλημάτων.

Διαθεματική προσέγγιση μάθησης

Η διαθεματική προσέγγιση της γνώσης συνδέεται με την κατάργηση των διακριτών και αυτοτελών διδασκόμενων γνωστικών αντικειμένων του προγράμματος σπουδών και αντιμετωπίζει τη γνώση ως ενιαία ολότητα, την οποία προσεγγίζει μέσα από τη συλλογική διερεύνηση θεμάτων, ζητημάτων και προβληματικών καταστάσεων, που παρουσιάζουν ενδιαφέρον σύμφωνα με τα κριτήρια των μαθητών.

Η κατάργηση των διακριτών μαθημάτων στα διαθεματικά προγράμματα σπουδών δε σημαίνει και την κατάργηση των γνώσεων που αυτά αντιπροσωπεύουν. Σημαίνει ότι τα διακριτά μαθήματα καταργούνται ως πλαίσια οργάνωσης της σχολικής γνώσης. Ακόμα αξιοποιούνται θέματα, ζητήματα και προβλήματα, που παρουσιάζουν είτε προσωπικό ενδιαφέρον για τους μαθητές είτε γενικότερο ενδιαφέρον για την κοινωνία και τον πολιτισμό.

Η διαθεματική προσέγγιση της γνώσης αναπτύσσει το ενδιαφέρον και εμπλέκει ενεργά το μαθητή στη μάθησή του, βοηθάει στην ανάπτυξη κοινωνικών, γνωστικών δεξιοτήτων και στάσεων, αναφέρεται στις διαφορετικές οπτικές μέσα από τις οποίες εξετάζεται ένα μαθησιακό θέμα και στα διαφορετικά νοήματα που αποδίδονται σε μια έννοια, ενθαρρύνει την αυτενέργεια, τον προβληματισμό και τη βιωματική μάθηση και ενισχύει τις ανώτερες νοητικές λειτουργίες.

3.4. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΣΤΟΧΩΝ

Προκειμένου να καταστεί εφικτός ο προγραμματισμός του διδακτικού έργου και η διδακτική διαδικασία κατανοητή και αποτελεσματική, προτείνεται η ταξινόμηση των εκπαιδευτικών στόχων. Σύμφωνα με τον Bloom (*Bloom, 1956*), η ταξινόμηση πραγματοποιείται σε:

- νοητικές λειτουργίες (γνωστικός τομέας)
- συναισθηματικές καταστάσεις (συναισθηματικός τομέας)
- ψυχοκινητικές λειτουργίες (ψυχοκινητικός τομέας).



Σχήμα 31: Διασύνδεση γνωστικού, συναισθηματικού, ψυχοκινητικού τομέα σύμφωνα με την συμπεριφοριστική θεωρία (Παπασταματίου, 2011)

Ο γνωστικός τομέας περιλαμβάνει τους στόχους που ασχολούνται με την ανάκληση και την ανάμνηση της γνώσης και την ανάπτυξη των νοητικών ικανοτήτων και δεξιοτήτων, όπως η σκέψη και η επίλυση προβλημάτων. Οι στόχοι διατυπώνονται ξεκάθαρα.



Σχήμα 32: Ιεράρχηση στόχων γνωστικού τομέα κατά Bloom και συνεργάτες (Παπασταματίου, 2011)

Ο συναισθηματικός τομέας περιλαμβάνει στόχους που περιγράφουν μεταβολές στη συναισθηματική κατάσταση και την ανάπτυξη ενδιαφερόντων, στάσεων και αξιών ή βαθμούς αποδοχής ή απόρριψης. Περιλαμβάνει την ανάπτυξη

της κριτικής σκέψης και την ικανότητα προσαρμογής. Οι στόχοι δεν καθορίζονται με μεγάλη ακρίβεια.



Σχήμα 33: Ιεράρχηση στόχων συναισθηματικού τομέα κατά Krathwohl, Bloom, Masia (Παπασταματίου, 2011)

Ο ψυχοκινητικός τομέας περιλαμβάνει στόχους που σχετίζονται με κινητικές δεξιότητες με έμφαση σε κάποια κινητική ικανότητα, χειρισμό υλικού ή αντικειμένων. Οι στόχοι συνδέονται με το χορό, τη ζωγραφική, τη διεξαγωγή πειραμάτων κ.λ.π.



Σχήμα 34: Ιεράρχηση στόχων ψυχοκινητικού τομέα κατά Kibler και συνεργάτες (Παπασταματίου, 2011)

Έτσι, προκύπτει το ακόλουθο σύστημα διδακτικής σκοποθεσίας (Παπασταματίου, 2011):

<p>A. ΓΝΩΣΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ (κατά Bloom και συν.)</p> <p>1.0.0. ΓΝΩΣΗ</p> <p>1.1.0. Γνώση συγκεκριμένων λεπτομερειών.</p> <p>1.1.1. Γνώση ορολογίας.</p> <p>1.1.2. Γνώση σημαντικών γεγονότων.</p> <p>1.2.0. Γνώση μέσων.</p> <p>1.2.1. Γνώση συμβάσεων.</p> <p>1.2.2. Γνώση τάσεων και συνεπειών.</p> <p>1.2.3. Γνώση ταξινομήσεων και κατηγοριών.</p> <p>1.2.4. Γνώση κριτηρίων.</p> <p>1.2.5. Γνώση μεθοδολογίας.</p> <p>1.3.0. Γνώση αφηρημένων πραγμάτων και γενικοτήτων.</p> <p>1.3.1. Γνώση αρχών, κανόνων ή νόμων.</p> <p>1.3.2. Γνώση θεωριών και δομών,</p> <p>2.0.0. ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ</p> <p>2.1.0. Απόδοση, μετάφραση.</p> <p>2.2.0. Ερμηνεία.</p> <p>2.3.0. Προέκταση.</p> <p>3.0.0. ΕΦΑΡΜΟΓΗ</p> <p>4.0.0. ΑΝΑΛΥΣΗ</p> <p>4.1.0. Διακρίβωση των στοιχείων.</p> <p>4.2.0. Ανίχνευση των σχέσεων.</p> <p>4.3.0. Διερεύνηση των οργανωτικών αρχών.</p> <p>5.0.0. ΣΥΝΘΕΣΗ</p> <p>5.1.0. Παραγωγή προσωπικού έργου.</p> <p>5.2.0. Επεξεργασία σχεδίου δράσεως.</p> <p>5.3.0. Παραγωγή σειράς αφαιρετικών σχέσεων.</p> <p>6.0.0. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ</p> <p>6.1.0. Κρίσεις με βάση εσωτερικά κριτήρια.</p> <p>6.2.0. Κρίσεις με βάση εξωτερικά κριτήρια.</p>	<p>B. ΣΥΝΑΙΣΘΗΜΑΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ (κατά Krathwohl, Bloom και συν.)</p> <p>1.0.0. ΠΡΟΣΛΗΨΗ</p> <p>1.1.0. Συνειδητοποίηση.</p> <p>1.2.0. Θέληση για πρόσληψη (δεκτικότητα).</p> <p>1.3.0. Κατευθυνόμενη ή κατ' εκλογή προσοχή (εκλεκτικότητα).</p> <p>2.0.0. ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗ</p> <p>2.1.0. Συγκατάθεση στην ανταπόκριση.</p> <p>2.2.0. Θέληση προς ανταπόκριση.</p> <p>2.3.0. Ικανοποίηση κατά την ανταπόκριση.</p> <p>3.0.0. ΚΑΤΑΞΙΩΣΗ (ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΞΙΩΝ)</p> <p>3.1.0. Παραδοχή (αποδοχή) αξιών.</p> <p>3.2.0. Προτίμηση αξιών.</p> <p>3.3.0. Συγκινησιακή εμπλοκή (δέσμευση)</p> <p>4.0.0. ΟΡΓΑΝΩΣΗ</p> <p>4.1.0. Σύλληψη της έννοιας μιας αξίας (ενοιοποίηση).</p> <p>4.2.0. Οργάνωση αξιολογικού συστήματος.</p> <p>5.0.0. ΑΞΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ</p> <p>5.1.0. Γενίκευση.</p> <p>5.2.0. Γενικός χαρακτηρισμός.</p>	<p>Γ. ΨΥΧΟΚΙΝΗΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ (κατά Kibler και συν.)</p> <p>1.0.0. ΓΕΝΙΚΗ ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΕΞΙΟΤΗΤΑ</p> <p>1.1.0. Κινήσεις των ανωτέρων μελών του σώματος.</p> <p>1.2.0. Κινήσεις των κατωτέρων μελών του σώματος.</p> <p>1.3.0. Κινήσεις περισσότερων σημαντικών ενοτήτων</p> <p>2.0.0. ΛΕΠΤΕΣ ΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΕΞΕΙΣ (ΑΚΡΙΒΕΙΑ)</p> <p>2.1.0. Κινήσεις δακτύλου – χεριού.</p> <p>2.2.0. Συντονισμός κινήσεων οφθαλμών – χεριών.</p> <p>2.3.0. Συντονισμός αυτιών – χεριών.</p> <p>2.4.0. Συντονισμός χεριών – οφθαλμών – ποδιών.</p> <p>2.5.0. Άλλοι συνδυασμοί.</p> <p>3.0.0. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΜΗ ΛΕΚΤΙΚΗ (ΜΙΜΗΣΗ)</p> <p>3.1.0. Μιμική.</p> <p>3.2.0. Χειρονομίες. Έκφραση με το στόμα.</p> <p>4.0.0. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΟ (ΑΡΘΡΩΣΗ)</p> <p>4.1.0. Παραγωγή του ήχου.</p> <p>4.2.0. Μόρφωση ήχου - λέξεως</p> <p>4.3.0. Προβολή του ήχου.</p> <p>4.4.0. Συνδυασμός ήχου – χειρονομίας.</p>
--	--	---

Πίνακας 5: Σύστημα διδακτικής σκοποθεσίας

Στα μέσα της δεκαετίας του '90 οι Anderson και Krathwohl προχώρησαν σε μερική αναθεώρηση των στόχων του γνωστικού τομέα. Κατά την αναθεώρηση, η σύνθεση (δημιουργία) και αξιολόγηση αντιμετωπίζονται και στην κορυφή της πυραμίδας τοποθετείται η δημιουργία.



Σχήμα 35: Αναθεωρημένη ιεράρχηση διδακτικών στόχων γνωστικού τομέα κατά Anderson & Krathwohl (Παπασταματίου, 2011)

3.5. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Οι τεχνικές διδασκαλίας - διδακτικές πρακτικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν συνοψίζονται ως ακολούθως (Ζευκίλης, 1989), (Παμουκτσόγλου & Παμουκτσόγλου, 2006), (Μαυρίκης, 2007), (Χατζηδήμου, 2010), (Χατζηδήμου, 2011):

Διάλεξη
<p>Εφαρμόζεται συνήθως στη μετωπική διδασκαλία, στην οποία ο καθηγητής έχει τον πρωταγωνιστικό ρόλο (δασκαλοκεντρική μορφή διδασκαλίας). Η αυτενέργεια των μαθητών περιορίζεται, καθώς ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει όλες τις πρωτοβουλίες που αφορούν στη διδασκαλία (προετοιμασία, διεξαγωγή, αξιολόγηση) και ο μαθητής κατά συνέπεια καθίσταται παθητικός δέκτης.</p> <p>Η διάλεξη μπορεί να είναι διηγηματική, περιγραφική ή επεξηγηματική. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να διδάξει μεγάλο μέρος της διδακτέας ύλης σε μεγάλο αριθμό μαθητών μέσα σε μικρό σχετικά χρονικό διάστημα και προσφέρεται για την αποσαφήνιση διαφόρων εννοιών στους μαθητές. Ωστόσο, δεν καλλιεργεί την αυτενέργεια, την κοινωνικότητα, τις ατομικές διαφορές, την ανατροφοδότηση, τη βιωματικότητα, την καλλιέργεια δεξιοτήτων. Για το λόγο αυτό η χρήση της καλό να είναι σχετικά περιορισμένη και να εφαρμόζεται σε κατάλληλο κοινό (π.χ. φοιτητές τριτοβάθμιας εκπαίδευσης).</p>

Διάλογος
<p>Βρίσκει εφαρμογή στις συνεργατικές μορφές διδασκαλίας. Μέσω της συζήτησης ενεργοποιούνται οι μαθητές, ώστε να σκεφτούν συνειδητά και υπεύθυνα πάνω στο αντικείμενο που πραγματεύονται κατά τη διδασκαλία. Ο εκπαιδευτικός παραχωρεί σταδιακά τον πρωταγωνιστικό ρόλο στους μαθητές, συμμετέχοντας περισσότερο ως</p>

οργανωτής παρά ως ρυθμιστής.

Τα βασικά πλεονεκτήματα είναι ότι αντλούνται ιδέες και εμπειρία από την ομάδα, είναι αποτελεσματικός μετά από μια παρουσίαση, μια ταινία ή μια δραστηριότητα που πρέπει να αναλυθεί, επιτρέπει στον καθένα να συμμετέχει ενεργά. Προάγεται η κριτική σκέψη και οι μαθητές αποκτούν αυτενέργεια, αυτοπεποίθηση και κοινωνικότητα

Μειονεκτήματα είναι ότι είναι μη πρακτικός με περισσότερους από 20 μαθητές, μερικοί μαθητές μπορεί να μη συμμετέχουν, είναι χρονοβόρα διαδικασία και μπορεί ο μαθησιακός στόχος να είναι μονοδιάστατος. Σχετικά με την προετοιμασία, απαιτεί προσεκτικό προγραμματισμό και απαιτεί από τον εκπαιδευτικό να καθοδηγήσει τη συζήτηση.

Ιδεοθύελλα - καταιγισμός ιδεών

Λαμβάνει χώρα όταν ο εκπαιδευτικός κατά την επεξεργασία ενός θέματος ζητά από τους μαθητές να διατυπώσουν ελεύθερα, γρήγορα και αυθόρμητα λέξεις ή φράσεις σχετικές με το υπό συζήτηση θέμα, για τις οποίες αξιοποιούν την υπάρχουσα γνώση για την απόκτηση νέας γνώσης.

Οι λέξεις - φράσεις - ιδέες των μαθητών μπορούν να καταγραφούν στον πίνακα και στη συνέχεια να συζητηθούν και να ταξινομηθούν σε ομάδες, με σκοπό οι μαθητές να αποκτήσουν καινούριες γνώσεις και να προβληματιστούν για το εξεταζόμενο θέμα.

Βοηθά στην παραγωγή ιδεών για τα σχέδια εργασίας, ενθαρρύνει τους ντροπαλούς ή απρόθυμους μαθητές και λύνει προβλήματα. Η τεχνική ενδείκνυται τόσο στην αρχή της διδασκαλίας, όταν οι μαθητές έρχονται για πρώτη φορά αντιμέτωποι με μία έννοια, όσο και κατά τη διάρκεια ή στο τέλος της διδασκαλίας, όταν το ενδιαφέρον των μαθητών αρχίζει να εξασθενεί.

Πλεονεκτήματα της τεχνικής είναι ότι επιτρέπει τη δημιουργική σκέψη για τις ιδέες, ενθαρρύνει την ενεργό συμμετοχή, χρησιμοποιεί τη γνώση και την εμπειρία της ομάδας, δημιουργεί πνεύμα συνεργασίας και μπορεί να διεγείρει μια σειρά ιδεών.

Μειονεκτήματα αποτελούν ότι μπορεί να μην έχει στόχο, περιορίζεται σε ελάχιστο χρόνο, μπορεί να είναι ανεφάρμοστες πρακτικές, εξαρτάται από την ωριμότητα του μαθητικού δυναμικού και είναι χρονοβόρα διαδικασία. Αναφορικά με την προετοιμασία, απαιτεί προσοχή στην επιλογή του θέματος και ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να είναι προετοιμασμένος να επεμβαίνει στη συζήτηση για να βοηθήσει τον προγραμματισμό.

Τεχνικές ερωτήσεων

Οι κατάλληλα διαμορφωμένες ερωτήσεις μπορούν να παρωθήσουν τους μαθητές για περισσότερη μάθηση και κατανόηση. Οι μαθητές μπορούν να ανακαλύψουν τη γνώση ή να καλλιεργήσουν την κριτική τους σκέψη. Οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν πολλές διαφορετικές μορφές ερωτήσεων και παρέχουν μια δομή που ενισχύει τη μάθηση. Δίνουν το χρόνο στους μαθητές να διατυπώσουν τις απαντήσεις και να προσπαθήσουν για την ενεργό μάθηση.

Πρακτική - εργαστηριακή – πειραματική μάθηση

Η πρακτική μάθηση προσφέρει στο μαθητή γνώση και δεξιότητες πέρα από το περιεχόμενο των βιβλίων και της διδασκαλίας. Έτσι η γνώση κατακτάται μέσω της εργασίας, του παιχνιδιού και της εμπειρίας. Χρησιμοποιείται ειδικά στις φυσικές επιστήμες και τα μαθηματικά, ώστε να εξασφαλίσουν την κατανόηση των νέων και άγνωστων εννοιών. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στην αξιολόγηση, με σκοπό την εφαρμογή της θεωρίας, την πραγματική γνώση και την κατανόηση.

Πλεονεκτήματα της τεχνικής είναι ότι επιτρέπει στον καθένα να συμμετέχει ενεργά, συνδέει τη θεωρία με την πράξη, καλλιεργεί δεξιότητες των μαθητών και μπορεί να εφαρμοσθεί σε όλες της βαθμίδες της εκπαίδευσης.

Μειονεκτήματα αποτελούν ότι είναι μη πρακτική με περισσότερους από 20 μαθητές, μερικοί μαθητές μπορεί να μη συμμετέχουν και ότι είναι χρονοβόρα διαδικασία. Αναφορικά με την προετοιμασία, απαιτεί προσεκτικό προγραμματισμό, απαιτεί από τον εκπαιδευτικό να κατασκευάσει ή να επιλέξει τις δραστηριότητες και απαιτεί υλικοτεχνική υποδομή.

Προσομοίωση – Παιχνίδι ρόλων

Στην προσομοίωση οι μαθητές μετέχουν νοητά στην αναπαράσταση μιας κατάστασης που ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα. Αποτελεί ένα είδος παιχνιδιού ρόλου, όπου το άτομο υποδύεται τον εαυτό του σε εικονικές συνθήκες που προσομοιάζουν τις πραγματικές. Προσομοίωση, επίσης, θεωρείται και όταν οι μαθητές ενεργούν (αντιδρούν) σε συνθήκες που μοιάζουν με την πραγματικότητα (π.χ. ηλεκτρονικό παιχνίδι). Προσομοίωση αποτελούν και τα εικονικά εργαστήρια, όπου οι μαθητές μετέχουν στην εκτέλεση ενός πειράματος. Κατά την προσομοίωση οι μαθητές μπορεί να κάνουν λανθασμένες κινήσεις χωρίς αυτό να έχει αρνητικές συνέπειες και έχουν τη δυνατότητα να δοκιμάζουν να αντιδρούν κάθε φορά με διαφορετικό τρόπο στο ίδιο εικονικό περιβάλλον, ώστε να βελτιώσουν αντιδράσεις και συμπεριφορές.

Στο παιχνίδι ρόλων οι μαθητές υποδύονται ρόλους οι οποίοι συνδέονται με μία συγκεκριμένη κατάσταση στο πλαίσιο μίας διδακτικής ενότητας, με στόχο να βιώσουν την κατάσταση και έτσι να την κατανοήσουν. Οι μαθητές υποδύονται τους ρόλους και αυτοσχεδιάζουν, βασιζόμενοι στο πώς αντιλαμβάνονται μια τέτοια κατάσταση, στο πώς θα αισθάνονται και πώς θα ενεργούσαν εάν βρίσκονταν σε αυτή την κατάσταση. Η συζήτηση και η ανάλυση των ενεργειών που ακολουθούν συμβάλλουν στην αλλαγή στάσεων και συμπεριφορών.

Πλεονεκτήματα είναι ότι η τεχνική εισάγει εντυπωσιακά στο θέμα τους μαθητές, προσφέρει την ευκαιρία να μάθουν οι μαθητές υποδυόμενοι ρόλους και με παιγνιώδη μορφή, επιτρέπει τη διερεύνηση των λύσεων και παρέχει ευκαιρία ανάπτυξης των πρακτικών και κοινωνικών δεξιοτήτων.

Μειονεκτήματα αποτελούν ότι μερικοί μαθητές μπορεί να δυσαρεστηθούν και είναι ακατάλληλη μέθοδος για μεγάλες ομάδες. Αναφορικά με την προετοιμασία, απαιτείται σαφής καθορισμός του στόχου και σαφής σχεδιασμός της δραστηριότητας και ο εκπαιδευτικός πρέπει να δίνει σαφείς οδηγίες.

Μελέτη περίπτωσης

Στοχεύει στη διεξοδική και σε βάθος ανάλυση χαρακτηριστικών, παραγόντων, συνθηκών καθώς και στη συλλογή πληροφοριών για μια υπάρχουσα κατάσταση και για ολόκληρο τον κύκλο ζωής μιας μονάδας, μιας ατομικής περίπτωσης, ενός πληθυσμού κ.λ.π. Ο ερευνητής επιδιώκει με την όσο το δυνατό πιο αντιπροσωπευτική επιλογή του δείγματός του να διεισδύσει σε βάθος. Η συλλογή δεδομένων μπορεί να γίνει με τη συνέντευξη, τη μελέτη αρχειακού υλικού, τη φυσική παρατήρηση, τη χρήση ψυχομετρικών τεστ. Οι μαθητές αποκτούν ικανότητες να επεξεργάζονται ερευνητικά ένα θέμα. Χρησιμοποιείται κυρίως για τις εργασίες των μαθητών ή τη δημιουργία μιας δραστηριότητας.

Πλεονεκτήματα της τεχνικής είναι ότι αναπτύσσει την αναλυτική σκέψη και τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, επιτρέπει τη διερεύνηση λύσεων για σύνθετα θέματα και επιτρέπει στο μαθητή να εφαρμόσει τη νέα γνώση και τις δεξιότητες.

Μειονεκτήματα αποτελούν ότι οι μαθητές δεν μπορούν να συνδέσουν τη γνώση με τον τρόπο μάθησής τους, οι ανεπαρκείς πληροφορίες μπορεί να οδηγήσουν σε λανθασμένα αποτελέσματα και ότι είναι ακατάλληλη μέθοδος για την Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Αναφορικά με την προετοιμασία, η περίπτωση που πρόκειται να μελετηθεί πρέπει να είναι σαφώς καθορισμένη.

Εννοιολογικός χάρτης

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον εκπαιδευτικό κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας του ώστε να αναδειχθούν οι εννοιολογικές αναπαραστάσεις των μαθητών. Ο εκπαιδευτικός, μόνος του ή σε συνεργασία με τους μαθητές, σχεδιάζει γραφικές παραστάσεις, στις οποίες παρουσιάζονται σημαντικά στοιχεία μιας έννοιας και οι μεταξύ τους σχέσεις που προκύπτουν, με σκοπό να διευκολυνθούν οι μαθητές στην κατανόηση και οργάνωση εννοιολογικών δομών. Όταν η τεχνική εφαρμόζεται στο τέλος της διδασκαλίας, μπορεί να λειτουργήσει και ως μέσο αξιολόγησης σχετικά με το βαθμό κατανόησης των εννοιών που διδάχθηκαν.

Εικόνες

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διδασκαλία όλων των μαθημάτων είτε στην έναρξη της διδασκαλίας για την εισαγωγή των μαθητών στο μάθημα, στο κύριο μέρος διεξαγωγής της διδασκαλίας είτε στη λήξη της διδασκαλίας για την ανακεφαλαίωση. Συμβάλλουν στον εμπλουτισμό των γνώσεων, στην εξοικονόμηση χρόνου, καλλιεργούν τη φαντασία, υποβοηθούν την παρατηρητικότητα, διευκολύνουν την επεξεργασία του θέματος, καλλιεργούν συναισθήματα, συμπληρώνουν τη διδασκαλία του προφορικού λόγου.

Για να αποδώσει μια εικόνα πρέπει να αναπαριστά την πραγματικότητα με φυσικό τρόπο, να είναι σχετική με το αντικείμενο, να είναι απλή, σαφής, να ανταποκρίνεται στο επίπεδο των μαθητών.

Νέες τεχνολογίες

Προτείνεται η χρήση του διαδικτύου και εκπαιδευτικού λογισμικού. Στα βιβλία των εκπαιδευτικών παρατίθενται ηλεκτρονικές διευθύνσεις για περαιτέρω ενημέρωση και χρήση. Στη σύγχρονη εποχή η αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών θεωρείται ζωτικής σημασίας για την υποστήριξη και τη βελτίωση της εκπαιδευτικής και μαθησιακής διαδικασίας.

3.6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

- Βερτσέτης, Α. (2003). Γενική διδακτική, Αθήνα
- Γιαννούλης Ν. (1993). Διδακτική Μεθοδολογία, Αθήνα
- Δερβίσης Σ.Ν. (1999). Σύγχρονη Γενική Μεθοδολογία της Διδασκαλίας – Μάθησης, Ε΄ Έκδοση, Θεσσαλονίκη
- Ζαβλανός, Μ (2003). Η Ολική Ποιότητα στην Εκπαίδευση, Αθήνα, Σταμούλης
- Ζευκίλης Α. (1989). Τα εποπτικά μέσα διδασκαλίας, Αθήνα, Γρηγόρης
- Θεοφυλίδης Χ. (2009). Ρωγμές στο παγόβουνο της παραδοσιακής διδασκαλίας. Αθήνα, Εκδόσεις Γρηγόρη
- Κανάκης Ι. (2001). Η μαθητική εργασία σε μικρές ομάδες, το σχέδιο δράσης και η εφαρμογή τους στο ελληνικό σχολείο. Στο: Χατζηδήμου Δ. (επιμ.), Παιδαγωγική και Εκπαίδευση, Τιμητικός τόμος για τα 65 χρόνια του Καθηγητή Παναγιώτη Δ. Ξωχέλλη. Θεσσαλονίκη, Εκδοτικός Οίκος. Αδελφών Κυριακίδη
- Κουτρούμπα Κ. (2004). Διδακτική. Εφαρμογή στη σύγχρονη οικιακή οικονομία. Αθήνα, Σταμούλης
- Μαυρίκης Γ. (2007). Τεχνικές για την ανάπτυξη της κριτικής και δημιουργικής σκέψης ΙΙ, Στο Β. Κουλαϊδής (επιστημονική επιμέλεια) Σύγχρονες Διδακτικές Προσεγγίσεις για την Ανάπτυξη Κριτικής- Δημιουργικής Σκέψης για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, Αθήνα, ΟΕΠΕΚ
- Ματσαγγούρας Η. Γ. (1999). Θεωρία της διδασκαλίας: Η προσωπική θεωρία ως πλαίσιο στοχαστικό – κριτικής ανάλυσης, Gutenberg, Γ. & Κ. Δαρδανός
- Ματσαγγούρας Η. (2000). Στρατηγικές διδασκαλίας. Η κριτική σκέψη στη διδακτική πράξη, 5^η έκδοση, Αθήνα, Gutenberg
- Ξωχέλλης Π. (1983). Θεμελιώδη προβλήματα της Παιδαγωγικής Επιστήμης, Θεσσαλονίκη, Κυριακίδης
- Παμουκτσόγλου Ι. & Παμουκτσόγλου Τ. (2006). Τα παιδαγωγικά του ΑΣΕΠ – Οδηγός προετοιμασίας για το διαγωνισμό πρόσληψης εκπαιδευτικών όλων των ειδικοτήτων, Αθήνα, Ελληνικά Γράμματα Α.Ε.
- Παπασταματίου Ν. (2011). Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδακτική, Επιμόρφωση εκπαιδευτικών στη χρήση και αξιοποίηση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διδακτική διαδικασία, Απρίλιος 2011
- Παυλάτου Ε. (2011-2012). Σημειώσεις του μαθήματος «Παιδαγωγικά Ι», 2^ο Εξάμηνο, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα
- Πετρουλάκης Ν. (1981). Προγράμματα, εκπαιδευτικοί στόχοι, μεθοδολογία. Αθήνα, εκδόσεις Φελέκη
- Πετρουλάκης Ν.Β. (1992). Προγράμματα. Εκπαιδευτικοί στόχοι. Μεθοδολογία, Αθήνα, Γρηγόρης
- Πηγιάκη Π. (1998). Προετοιμασία, σχεδιασμός και αξιολόγηση της διδασκαλίας. Διδακτική μεθοδολογία, Αθήνα, Γρηγόρης
- Ταρατόρη Ε. (2006). Η μέθοδος project στη θεωρία και στην πράξη. Θεσσαλονίκη, Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη
- Τριλιανός Θ.Α. (1998). Μεθοδολογία της σύγχρονης διδασκαλίας, Τόμος Α΄, Καινοτόμες επιστημονικές προσεγγίσεις στη διδακτική πράξη, Αθήνα
- Χαραλαμπίδης Ι.Ν. (1980). Γενική Παιδαγωγική, Αθήνα

- Χατζηδήμου, Δ. (2010). Εισαγωγή στη Θεματική της Διδακτικής. Θεσσαλονίκη: εκδοτικός οίκος Αδελφών Κυριακίδη
- Χατζηδήμου Δ. (2011). Εναλλακτικές μορφές, τεχνικές και μέθοδοι διδασκαλίας και μάθησης. Στο: ΕΣΠΑ 2007-13/Ε.Π. Ε&ΔΒΜ/Α.Π. 1-2-3, Μείζον πρόγραμμα επιμόρφωσης εκπαιδευτικών στις 8 Π.Σ., 3 Π.Σ.Εξ., 2 Π.Σ. Εισ., Βασικό επιμορφωτικό υλικό. Τόμος Α: γενικό μέρος, τελικός δικαιούχος: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο

Ξενόγλωσση

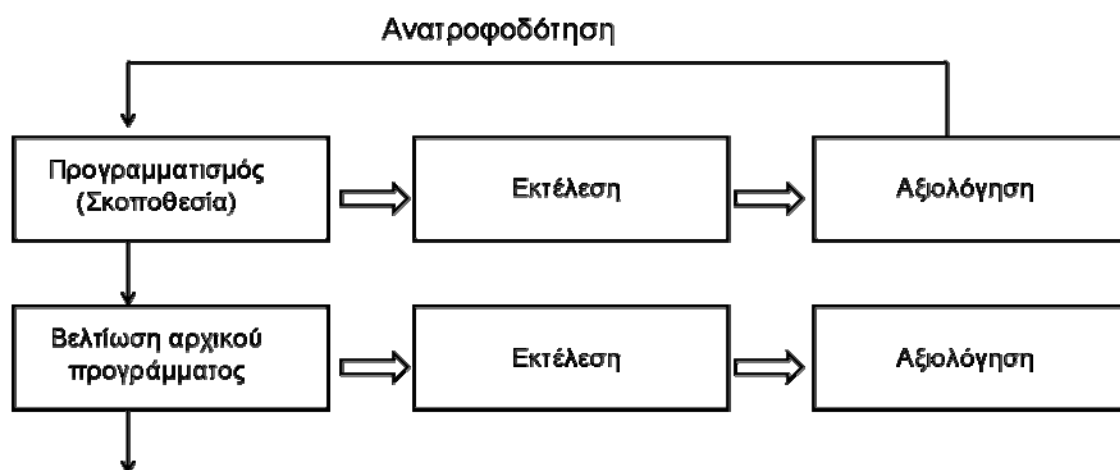
- Bloom B.S. (1956). Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals, Handbook I, cognitive domain, New York, Toronto, Longmans
- Zevin J. (2000). Social studies for the twenty - first century: methods and materials for teaching in middle and secondary schools, 2nd edition, London: Lawrence Erlbaum

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κάθε συστηματική και οργανωμένη προσπάθεια του ανθρώπου περνά από τρία στάδια (Μαρκαντώνης, 1993):

- τον προγραμματισμό
- την εκτέλεση του προγράμματος
- την αξιολόγηση των επιτευχθέντων αποτελεσμάτων



Σχήμα 36: Στάδια ανθρώπινης συστηματικής και οργανωμένης προσπάθειας

4.2. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Αξιολόγηση είναι η απόδοση μιας ορισμένης αξίας σε κάτι με βάση συγκεκριμένα σαφή και προκαθορισμένα κριτήρια και μεθόδους εκτίμησης (Μαρκαντώνης, 1993). Η εκτίμηση αυτή εκφράζεται ποσοτικά και ποιοτικά με χαρακτηρισμούς όπως: καλό, μέτριο, κακό αποτέλεσμα, οι οποίοι ωστόσο πρέπει να είναι κατά το δυνατό αντικειμενικοί. Η αξιολόγηση αποτελεί οργανικό στοιχείο της διδακτικής και μαθησιακής διαδικασίας, ξεκινώντας με τον καθορισμό των στόχων και τελειώνοντας με τον έλεγχο της επίτευξής τους.

Βασικός στόχος της αξιολόγησης είναι η ανατροφοδότηση της εκπαιδευτικής διαδικασίας και ο εντοπισμός των μαθησιακών ελλείψεων, στοχεύοντας τη βελτίωση της προσφερόμενης εκπαίδευσης και τελικά την πρόοδο του μαθητή (ΦΕΚ 304, Τεύχος Β', 2003). Αξιολόγηση είναι η διαδικασία που αποσκοπεί στο να προσδιορίσει, κατά τρόπο συστηματικό και αντικειμενικό, το αποτέλεσμα ορισμένης δραστηριότητας σε σχέση με τους στόχους τους οποίους επιδιώκει και την καταλληλότητα των μέσων και μεθόδων που χρησιμοποιούνται για την επίτευξή τους (Π.Δ. 8/1995).

Η αξιολόγηση συνήθως αναφέρεται στη διαδικασία, κατά την οποία ο εκπαιδευτής συγκεντρώνει πληροφορίες από έναν αριθμό διαφορετικών πηγών, προς το σκοπό διατύπωσης κρίσεων για έναν μαθητή ή για μια ομάδα μαθητών (Γεωργούσης, 1999). Γενικότερα, μπορεί να αναφέρεται στην επίδοση των μαθητών, στην αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας ή της μαθησιακής διαδικασίας, στο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών, στα διδακτικά βιβλία. Για να είναι επιτυχής πρέπει να σχεδιάζεται για την υλοποίηση συγκεκριμένων σκοπών και να ακολουθεί συγκεκριμένη μεθοδολογική διαδικασία, τα κριτήρια της οποίας θα χρησιμοποιηθούν για να αποτυπώσουν την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας (Ζαβλανός, 2003).

Η αξιολόγηση αποτελεί μια συνεχή διαδικασία, ενταγμένη στη ροή του εκπαιδευτικού έργου και πολύμορφη ως προς τους τρόπους και τις τεχνικές που την τεκμηριώνουν (Παπακωνσταντίνου, 1993). Αποτελείται από μία σειρά περίπλοκων μεθόδων και τεχνικών, οι οποίες αποκαλύπτουν σε ποιο βαθμό και με ποιον τρόπο επιτυγχάνονται οι εκπαιδευτικοί στόχοι. Η αξιολόγηση αναφέρεται στις μεθόδους, στους εμπλεκόμενους ανθρώπους που εφαρμόζουν τις συγκεκριμένες μεθόδους, στα επιτυγχανόμενα αποτελέσματα, καθώς και στους εμπλεκόμενους παράγοντες σε όλη την εκπαιδευτική διαδικασία. Αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της μαθησιακής διαδικασίας. Αποτελεί μία διαδικασία συλλογής χρήσιμων πληροφοριών για την κρίση εναλλακτικών αποφάσεων και ενεργεί ως μηχανισμός ανατροφοδότησης, με σκοπό τη συνεχή βελτίωση και τελειοποίηση του (Stufflebeam, 1971). Ανάλογα με τα αποτελέσματα της αξιολόγησης εξαρτάται η συνέχιση ή η διακοπή ή η τροποποίηση του αρχικού προγράμματος.

Η εκπαιδευτική αξιολόγηση μπορεί να γίνει σε ατομικό επίπεδο, σε επίπεδο σχολικής τάξης ή σχολικής μονάδας, σε περιφερειακό ή εθνικό επίπεδο. Ο βασικός σκοπός της αξιολόγησης είναι η ανατροφοδότηση της εκπαιδευτικής διαδικασίας και ο εντοπισμός των μαθησιακών ελλείψεων, στοχεύοντας στη βελτίωση της προσφερόμενης σχολικής εκπαίδευσης και τελικά στην πρόοδο των μαθητών. Για να είναι αποτελεσματική η αξιολόγηση χρειάζεται να είναι τακτική. Προσφέρει στο μαθητή πληροφορίες για τον εαυτό του, και τον βοηθά να αποκτήσει αυτογνωσία και αυτοαντίληψη (Slavin, 2007).

Ο όρος σχολική ή εκπαιδευτική αξιολόγηση έχει τις ακόλουθες δύο έννοιες (Λεοντίου, 1978):

- Ευρύτερη έννοια του όρου: Δεν είναι μόνο ο έλεγχος της προόδου των μαθητών και ο προσδιορισμός του βαθμού που οι μαθητές κατέχουν τα όσα διδάχθηκαν, αλλά και η αντικειμενική εκτίμηση της αποδοτικότητας ολόκληρου του εκπαιδευτικού συστήματος, του τρόπου οργάνωσης, των εκπαιδευτικών προγραμμάτων, των παιδαγωγικών μεθόδων, του διδακτικού, εποπτικού, διοικητικού προσωπικού της εκπαίδευσης. Η σχολική αξιολόγηση είναι μία διαδικασία κατά την οποία αποφασίζουμε κατά πόσο ένας μαθητής κρίνεται ότι πέτυχε ικανοποιητικά, μία τάξη ή ομάδα παιδιών έχει φτωχή απόδοση, ένα σχολείο πετυχαίνει σε εξαιρετικό επίπεδο και η εκπαίδευση είναι επιτυχημένη.
- Ειδικότερη έννοια του όρου: Περιορίζεται στη βαθμολογία των μαθητών από τους δασκάλους τους και στις διαδικασίες κατά τις οποίες γίνεται αυτή η βαθμολογία.

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης χρησιμοποιούνται από τον εκπαιδευτικό για τη βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας και για το σχεδιασμό των μελλοντικών διαδικασιών. Η ανατροφοδότηση παρέχει νέα δεδομένα στα εισερχόμενα του σχεδιασμού νέας διδασκαλίας. Συνεπώς, ο παιδαγωγικός ρόλος της αξιολόγησης είναι η διακρίβωση του βαθμού επιτυχίας των στόχων και η επισήμανση αδυναμιών, ώστε να βελτιώνεται η διδασκαλία – μάθηση.

4.3. ΕΙΔΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Η αξιολόγηση της εκπαιδευτικής διαδικασίας μπορεί να είναι:

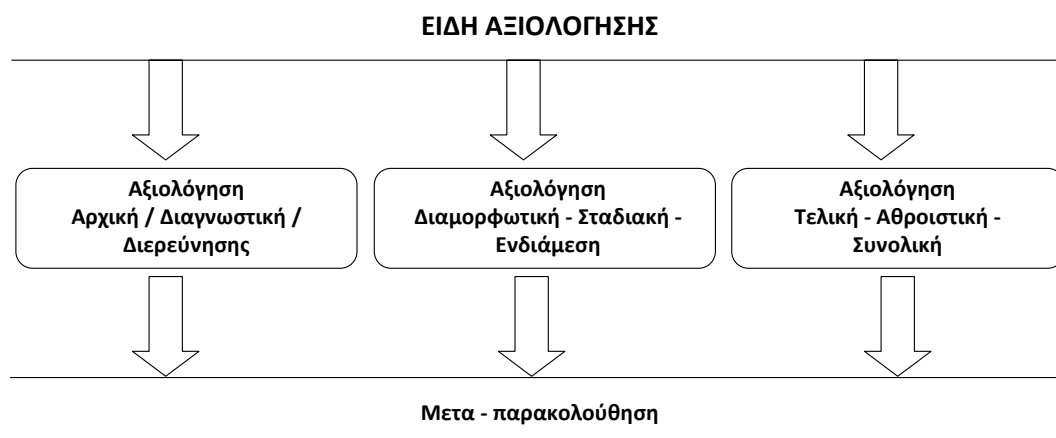
- **Κάθετη:** Αναφέρεται στην αξιολόγηση διαφορετικών τύπων εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων σε διαφορετικά επίπεδα της εκπαιδευτικής ζωής. Συγκεκριμένα, αφορά στην αξιολόγηση του εκπαιδευτικού συστήματος, της εκπαιδευτικής μονάδας, του εκπαιδευτή, του μαθητή
- **Οριζόντια:** Αναφέρεται στην αξιολόγηση ανά επίπεδο μονάδων και στη συνεκτίμηση των τύπων εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων (τεχνικές – επαγγελματικές, επαγγελματική κατάρτιση, γενική εκπαίδευση κ.λ.π.).

Τα είδη της αξιολόγησης είναι τα ακόλουθα (*Μαρκαντώνης, 1993*), (*Bloom, Hastings and Madaus, 1971*), (*Κωνσταντίνου, 2000*), (*Anderson & Faust, 1975*), (*Ματσαγγούρας, 2004*):

- **Αρχική ή διαγνωστική ή διερεύνησης:** Εφαρμόζεται στην αρχή της μαθησιακής διαδικασίας και αποσκοπεί στον προσδιορισμό του προϋπάρχοντος επιπέδου των γνώσεων, των ενδιαφερόντων και των πιθανών προβλημάτων του μαθητή. Ο εκπαιδευτικός προσπαθεί να προσαρμόσει τις μαθησιακές του διαδικασίες στο επίπεδο του κάθε μαθητή, στις δυνατότητες και ιδιαιτερότητες του. Η διαμορφωτική αξιολόγηση συνδέεται με την παιδαγωγική λειτουργία, αφού έχει ανατροφοδοτικό χαρακτήρα και ενδιαφέρεται για τις αιτίες που οδήγησαν στο συγκεκριμένο αποτέλεσμα, με σκοπό βελτιωτικές εκπαιδευτικές παρεμβάσεις.
- **Διαμορφωτική ή σταδιακή ή ενδιάμεση:** Πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης του προγράμματος, μετά π.χ. από τη λήξη κάθε επιμέρους σταδίου. Πραγματοποιείται κυρίως στα μακροχρόνια προγράμματα, όπου μετά την παρέλευση ορισμένου χρόνου ελέγχεται η απόδοση του προγράμματος που εφαρμόζεται, η καταλληλότητα των μεθόδων και του προσωπικού που χρησιμοποιούνται κ.λ.π. Έχει πληροφοριακό χαρακτήρα και αποσκοπεί στον έλεγχο της πορείας του μαθητή για την κατάκτηση συγκεκριμένου εκπαιδευτικού στόχου. Από τον έλεγχο αυτό επιδιώκεται να εξαχθούν οι απαραίτητες πληροφορίες και στοιχεία που απαιτούνται για την τροποποίηση του προγράμματος και των μεθόδων διδασκαλίας για να επιτευχθεί η κατάκτηση του επιδιωκόμενου στόχου.

- **Τελική ή αθροιστική ή συνολική:** Γίνεται μετά το πέρας της εκτέλεσης κάποιου προγράμματος. Διαμορφώνεται προκειμένου να εκτιμηθεί η συνολική επίτευξη των διδακτικών και παιδαγωγικών στόχων σε σχέση με τον καθορισμένο ως τελικό στόχο. Η συνολική ή τελική αξιολόγηση δεν αναζητά μόνο τις αιτίες του τελικού αποτελέσματος, αλλά και τα στοιχεία που προκύπτουν και αξιοποιούνται κυρίως για τη λήψη πολιτικών και διοικητικών αποφάσεων για το εκπαιδευτικό σύστημα και την κατάταξη των μαθητών.

Ακολουθεί η **μετα – παρακολούθηση**, η οποία πραγματοποιείται μετά το τέλος της διαδικασίας εφαρμογής του σχεδιασμού. Γίνεται αποτίμηση της «λειτουργικής» αποτελεσματικότητας του σχεδιασμού για ένα σύνολο στόχων. Ο σχεδιασμός τοποθετείται μετα - αξιολογικά, απέναντι στους στόχους που τέθηκαν.



Σχήμα 37: Είδη αξιολόγησης

4.4. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Η αξία των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης εξαρτάται από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά (Μαρκαντώνης, 1993), (Κασσωτάκης, 1999), (Δημητρόπουλος, 1989), (Κωνσταντίνου, 2000), (Ebel, 1979), (Kerlinger, 1979), (Kirk & Miller, 1986), (Wainer & Braun, 1988), (Κανίδης & Ραχωβίτσας, 2005), (Δημητρόπουλος, 1998):

- **Εγκυρότητα:** Το αποτέλεσμα μιας εξεταστικής δοκιμασίας είναι έγκυρο αν ελέγχει αυτό ακριβώς που ο εξεταστής είχε την πρόθεση να αξιολογήσει, δηλαδή επιτελεί σωστά το σκοπό της. Για παράδειγμα, εξέταση που αναφέρεται σε μερικά μόνο σημεία της διδαχθείσας ύλης παρουσιάζει μικρή εγκυρότητα και δεν παρουσιάζει το πραγματικό επίπεδο των γνώσεων του ατόμου που αξιολογείται. Η εγκυρότητα μπορεί να έχει τη μορφή:
 - *Εγκυρότητας περιεχομένου:* Εξαρτάται από το κατά πόσο τα θέματα μιας εξεταστικής δοκιμασίας στηρίζονται στην ύλη η οποία έχει διδαχθεί και από το κατά πόσο εξυπηρετούν τους γενικούς σκοπούς του τεστ.

- *Εγκυρότητας συμφωνίας*: Συμβαίνει όταν τα αποτελέσματα μιας εξέτασης συμφωνούν με τα αποτελέσματα άλλης εξέτασης πάνω στην ίδια ύλη, την οποία έχουμε λόγους να θεωρούμε καλή.
 - *Εγκυρότητας προγνώσεως*: Έχουμε όταν το αποτέλεσμα της εξέτασης επαληθεύεται από τη μελλοντική επιτυχία του ατόμου σε άλλες ανάλογες δοκιμασίες.
- **Αξιοπιστία**: Μία διαδικασία αξιολόγησης θεωρείται αξιόπιστη αν όσες φορές κι αν επαναληφθεί κάτω από τις ίδιες συνθήκες δίνει το ίδιο ή περίπου το ίδιο αποτέλεσμα. Μπορεί να ελεγχθεί στατιστικά με διάφορες μεθόδους προτού δοθεί προς χρησιμοποίηση. Αξιοπιστία θεωρείται ο βαθμός εμπιστοσύνης που μπορούμε να έχουμε στα αποτελέσματα μιας εξέτασης, δηλαδή πόσο σταθερά και ακριβή είναι τα αποτελέσματα της μέτρησης της επίδοσης. Το σφάλμα εκτίμησης συχνά οφείλεται σε υποκειμενικές διαφορές εκτίμησης της επίδοσης, δηλαδή έχει άμεση σχέση με την αξιοπιστία των αξιολογητών. Πρέπει να σημειωθεί ότι η εγκυρότητα μιας εξέτασης αποτελεί σημαντικότερο παράγοντα από την αξιοπιστία εάν τεθεί θέμα σύγκρισης, καθώς είναι προτιμότερο να έχουμε μέτρηση έστω και μέτριας ακρίβειας (χαμηλής αξιοπιστία) αλλά να μετράμε το σωστό μέγεθος (υψηλή εγκυρότητα) παρά να έχουμε αξιόπιστη μέτρηση ενός λανθασμένου μεγέθους.
 - **Αντικειμενικότητα**: Αντικειμενική είναι η εξέταση όταν η βαθμολόγηση δεν επηρεάζεται από διάφορους άσχετους προς την αξία του κρινόμενου παράγοντες, όπως η συμπάθεια ή η αντιπάθεια του κριτή προς τον κρινόμενο, η υποκειμενική αντίληψη περί της ορθότητας μιας απάντησης, η ψυχική κατάσταση του δασκάλου κ.λ.π. Μια αξιολογική δοκιμασία έχει αντικειμενικότητα αν από διαφορετικούς κριτές κρινόμενη δίνει τον ίδιο βαθμό επίδοσης. Κάτι τέτοιο προϋποθέτει ομοιόμορφο και αυστηρά καθορισμένο εκ των προτέρων τρόπο αξιολόγησης και αυστηρά καθορισμένα κριτήρια εκτίμησης της επιτυχίας ή αποτυχίας σε κάθε επιμέρους δοκιμασία έτσι ώστε να αφήνουν ελάχιστα περιθώρια για υποκειμενικές κρίσεις.
 - **Διακριτικότητα**: Σχετίζεται με την κατανομή της βαθμολογίας. Σε μια εξέταση αναμένεται να υπάρχουν κακοί βαθμοί, μέτριοι, σχεδόν καλοί, καλοί, πολύ καλοί και άριστοι. Για να έχει διακριτικότητα ή διακριτική ικανότητα μια εξέταση, θα πρέπει να κατατάσσει τους μαθητές ανάλογα με τη γνώση του καθενός σε διαφορετικές κατηγορίες αξιολόγησης. Μεγάλη διακριτικότητα επιτυγχάνεται όταν τα αποτελέσματα κατανέμονται σύμφωνα με την κανονική κατανομή ή κατανομή Gauss. Στην πράξη είναι αποδεκτή μια μετατόπιση της κανονικής κατανομής προς τους ανώτερους βαθμούς έτσι, ώστε το 70% των μαθητών να είναι πάνω από τη βάση.
 - **Πρακτικότητα**: Μία μέθοδος αξιολόγησης έχει πρακτικότητα αν απαιτεί λίγο χρόνο κατά την εξέταση και κατά τη διόρθωση των δοκιμίων. Εξετάσεις με

πολυσέλιδες εκθέσεις γεγονότων, σκέψεων και ιδεών έχουν συνήθως μικρή πρακτικότητα.

4.5. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Για την αξιολόγηση χρησιμοποιούνται διάφορες **τεχνικές**, οι οποίες βρίσκονται σε άμεση συνάρτηση με τα χαρακτηριστικά, τους στόχους και το περιεχόμενο του γνωστικού αντικειμένου. Οι στόχοι των χρησιμοποιούμενων τεχνικών αξιολόγησης αφορούν στη:

- διερεύνηση του γνωστικού αποτελέσματος
- παροχή έμφασης στην ικανότητα απόκτησης και διαχείρισης της γνώσης και στην πολλαπλή εφαρμογή και χρησιμοποίησή της
- ανάδειξη των επικοινωνιακών δεξιοτήτων
- μαθησιακή "ταυτότητα" κάθε μαθητή.

Στις τεχνικές αξιολόγησης περιλαμβάνονται (*Airsian, 1994*), (*Χαρίσης, 2004*), (*Solomon, 2005*), (*Παμουκτσόγλου, 2005*), (*Costa & Kallick, 2000*), (*Ματσαγγούρας, 2004*), (*Μακρή, 2012*):

- γραπτές ή προφορικές εξετάσεις με ερωτήσεις κλειστού ή ανοιχτού τύπου. Οι ερωτήσεις λειτουργούν ως τα μέσα ελέγχου της μάθησης, καθώς η ποιότητα της απάντησης υποδηλώνει στον εκπαιδευτικό το βαθμό κατανόησης της διδασκόμενης ύλης από τον μαθητή.
- ημι-δομημένος δυναμικός διάλογος μεταξύ των συμμετεχόντων στη μαθησιακή διαδικασία
- συνθετικές δημιουργικές - διερευνητικές εργασίες (σχέδια εργασίας) – αξιολόγηση project
- συστηματική παρατήρηση, που αφορά σε μια μορφή άτυπης αξιολόγησης
- φάκελος εργασιών (portfolio) / δελτίο μαθητή: Περιλαμβάνει στοιχεία που συμβάλλουν στη σφαιρικότερη εκπαιδευτική αξιολόγηση των μαθητών, τα οποία δεν προκύπτουν από άλλες διαδικασίες αποτίμησης της επίδοσής τους, π.χ. εργασίες και σχολικές δράσεις, επιτυχίες σε εξωσχολικές δραστηριότητες ελεύθερου χρόνου, ερωτηματολόγια αυτοαξιολόγησης, παρατηρήσεις ή προτάσεις για τα μαθήματα
- μαθητική αυτοαξιολόγηση: προσφέρει αυτορρύθμιση, αυτοδιαχείριση, αυτοέλεγχο, αυτοτροποποίηση και συμβάλλει ώστε ο μαθητής να γίνει ένας ανεξάρτητος ερευνητής της μάθησης και της γνώσης. Αφορά σε ερωτήματα που διαπραγματεύονται οι μαθητές και ο εκπαιδευτικός κατά την ολοκλήρωση μιας εκπαιδευτικής διαδικασίας. Ερωτήματα των μαθητών μπορεί να είναι:
 - Τι μας άρεσε στη διδασκαλία;
 - Τι μας δυσκόλεψε στη διδασκαλία;
 - Τι θα θέλαμε ακόμα να κάνουμε;
 - Από όσα μελετήσαμε, τι θα θέλαμε να κρατήσουμε;

- Πώς τα μελετήσαμε (σχεδιασμός, προγραμματισμός, μεθοδολογία εργασίας);
- Πού θα μας χρειαστούν όσα μελετήσαμε;
- Πώς εργαστήκαμε στην ομάδα μας;
- Ποιες πηγές χρησιμοποιήσαμε και πώς μας βοήθησαν;
- ετεροαξιολόγηση (αξιολόγηση του μαθητή από τους συμμαθητές του): χρήσιμο είναι ο μαθητής να αναλαμβάνει, εκτός από το ρόλο του αξιολογούμενου, και το ρόλο του αξιολογητή, τεκμηριώνοντας κάθε αξιολογική του κρίση
- συνδυασμός διαφορετικών τεχνικών (π.χ. τεστ και προφορική εξέταση).

Οι νέες μέθοδοι αξιολόγησης τείνουν να αντικαταστήσουν τις παραδοσιακές, οι οποίες χαρακτηρίζονται από τη δυνατότητα επίτευξης μιας πιο δίκαιης, αντικειμενικής και έγκυρης βαθμολογίας και επιπλέον δεν απαιτούν πολύ χρόνο κατά την εξέταση και διόρθωση των γραπτών. Η πιο συχνή μέθοδος είναι τα τεστ επιδόσεως ή τεστ γνώσεων ή αντικειμενικά τεστ. Τα τεστ αυτά διακρίνονται σε (Μαρκαντώνης, 1993):

- Μη σταθμισμένα τεστ επιδόσεως: Μπορούν να γίνουν από τον εκπαιδευτικό μέσα στην τάξη του
- Σταθμισμένα τεστ επιδόσεως: Εκπονούνται από ειδικούς παιδαγωγούς, επιδίδονται δοκιμαστικά σε μικρό δοκιμαστικό σε μικρό δείγμα μαθητών προκειμένου να ελεγχθεί η καταλληλότητά τους και να γίνουν οι απαραίτητες τροποποιήσεις, σταθμίζονται σε ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα μαθητών και δίνονται στη συνέχεια προς χρησιμοποίηση.

Οι κυριότεροι τύποι ερωτήσεων ενός αντικειμενικού τεστ είναι οι ακόλουθοι (Μαρκαντώνης, 1993):

- Ερωτήσεις σύντομης απάντησης: Ο μαθητής καλείται να απαντήσει με μια μόνο λέξη ή με μια μικρή φράση.
- Ερωτήσεις συμπληρώσεως: Πρόκειται για προτάσεις λογικές, στις οποίες έχει αφαιρεθεί κάποιο κενό που καλείται να συμπληρώσει ο εξεταζόμενος.
- Ερωτήσεις πολλαπλής εκλογής: Αποτελούνται από το στέλεχος, την ορθή απάντηση και τις παρεμβολές. Το στέλεχος περιλαμβάνει την ερώτηση. Κάτω από αυτή σημειώνονται διάφορες απαντήσεις, μεταξύ των οποίων περιλαμβάνεται και η ορθή ή οι ορθές απαντήσεις. Οι μη ορθές απαντήσεις λέγονται παρεμβολές και από την καλή επιλογή των παρεμβολών εξαρτάται η αξία της ερώτησης. Πρέπει να είναι ομοιογενείς αναφορικά με τη σχέση τους με το πρόβλημα, χωρίς όμως να αποκλείει η μία την άλλη.
- Ερωτήσεις τύπου σωστό – λάθος: Ο εξεταζόμενος καλείται να σημειώσει συνήθως με σταυρό εάν αυτό που εκφράζεται στην ερώτηση είναι ορθό ή εσφαλμένο. Η ερώτηση μπορεί να περιλαμβάνει περισσότερες από μία περιπτώσεις.
- Ερωτήσεις συζεύξεως: Δίνεται μία σειρά από ερωτήσεις και εν συνεχεία οι απαντήσεις τους μπερδεμένες. Ο εξεταζόμενος καλείται να σημειώσει δίπλα από κάθε ερώτηση τον αριθμό ή το γράμμα που αντιστοιχεί στην ορθή

απάντηση. Οι ερωτήσεις και οι απαντήσεις μπορούν να γραφούν σε δύο παράλληλες στήλες και ο εξεταζόμενος καλείται να συζεύξει με μία γραμμή κάθε ερώτηση με μία από τις απαντήσεις της απέναντι στήλης.

- Ερωτήσεις ιεραρχήσεως ή διάταξης ή κλιμάκωσης: Παρέχεται στον εξεταζόμενο μία σειρά ονομάτων, γεγονότων ή πραγμάτων και ζητείται να τα ιεραρχήσει βάσει συγκεκριμένου κριτηρίου.
- Ερωτήσεις αναπτύξεως: Είναι οι ερωτήσεις που απαιτούν εκτεταμένη απάντηση, για τη σύνταξη της οποίας απαιτείται, πέρα από τις γνώσεις, συνθετική ικανότητα και κρίση. Συνήθως τέτοιου τύπου ερωτήσεις δεν συμπεριλαμβάνονται στα αντικειμενικά τεστ.

Αναφορικά με τη διάταξη των ερωτήσεων ενός αντικειμενικού τεστ επιδόσεως, προτάσσονται οι εύκολες ερωτήσεις και ακολουθούν οι δύσκολες, προκειμένου να μην αποθαρρυνθούν οι μαθητές και εγκαταλείψουν την προσπάθεια. Ο αριθμός των ερωτήσεων μπορεί να εξαρτάται από την έκταση της διδακτέας ύλης ή από τον διαθέσιμο χρόνο.

Σχετικά με τη διατύπωση των ερωτήσεων, υπάρχουν ορισμένοι γενικοί κανόνες που καλό είναι να πληρούνται (*Μακρή, 2012*):

- Οι ερωτήσεις πρέπει να είναι συγκεκριμένες, σαφείς και σύμφωνες με τους σκοπούς του μαθήματος
- Οι ερωτήσεις πρέπει να είναι διατυπωμένες σε απλή γλώσσα, χωρίς ιδιοματισμούς
- Οι διφορούμενες ερωτήσεις πρέπει να αποφεύγονται
- Οι ερωτήσεις δεν πρέπει να περιέχουν αφηρημένες έννοιες
- Οι ερωτήσεις – οδηγοί πρέπει να αποφεύγονται, γιατί οδηγούν τους μαθητές να απαντήσουν με συγκεκριμένο τρόπο (π.χ. συμφωνείτε να γίνει ..., πότε πήγατε για τελευταία φορά...)
- Οι υποθετικές ερωτήσεις πρέπει να αποφεύγονται, γιατί δεν αποτελούν εμπειρικό υλικό
- Οι ερωτήσεις που ενδεχομένως φέρνουν σε δύσκολη θέση το μαθητή πρέπει να αποφεύγονται

Ο βαθμός ή δείκτης δυσκολίας μιας ερώτησης προσδιορίζεται από το ποσοστό των μαθητών που απάντησαν σωστά στη συγκεκριμένη ερώτηση και δίνεται από τον τύπο (*Κασσωτάκης, 1999*), (*Δήμος, Σταμοβλάσης & Παγανιάς, 2007*):

$$\Delta\Delta = \frac{N_{\Lambda\Lambda\Theta}}{N_{\text{ΟΛ}}}$$

όπου: $N_{\Lambda\Lambda\Theta}$ = ο αριθμός των μαθητών που απάντησαν λανθασμένα

$N_{\text{ΟΛ}}$ = ο συνολικός αριθμός των μαθητών που απάντησαν στην ερώτηση

Ο βαθμός ή δείκτης δυσκολίας παίρνει τιμές από 0 έως 1. Μία ερώτηση θεωρείται «καλή» όταν παρουσιάζει βαθμό δυσκολίας περίπου 0,5. Μεγάλος δείκτης σημαίνει μεγάλη δυσκολία της ερώτησης και συνεπώς μπορεί να παραλειφθεί. Το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση που ο δείκτης είναι πολύ μικρός,

δηλαδή η ερώτηση είναι πολύ εύκολη. Οι αποδεκτές τιμές κυμαίνονται μεταξύ 0,3 και 0,7.

Για τον υπολογισμό του βαθμού ή δείκτη διακριτικότητας (Δημητρόπουλος, 1998), (Ebel, 1979) η βαθμολογία των μαθητών χωρίζεται σε ομάδες:

- Άνω Ομάδα (ΑΟ): Η ομάδα που αποτελεί το άνω 1/3 των επιδόσεων
- Κάτω Ομάδα (ΚΟ): Η ομάδα που αποτελεί το κάτω 1/3 των επιδόσεων

Ο βαθμός ή δείκτης διακριτικότητας της εξέτασης δίνεται από τον τύπο:

$$\Delta\Delta I = \frac{\overline{X_{AO}} - \overline{X_{KO}}}{X_{MAX}}$$

όπου: $\overline{X_{AO}}$ = μέσος όρος βαθμών της Άνω Ομάδας

$\overline{X_{KO}}$ = μέσος όρος βαθμών της Κάτω Ομάδας

X_{MAX} = μέγιστος βαθμός που μπορεί να πάρει ένας μαθητής

Ο βαθμός διακριτικότητας κυμαίνεται μεταξύ 0 και 1. Αντανακλά την ικανότητα που έχει η ερώτηση να διακρίνει τους «υψηλούς» από τους «χαμηλούς» σε απόδοση μαθητές. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του, τόσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός διακριτικότητας της ερώτησης. «Καλός» δείκτης διακριτικότητας θεωρείται όταν λαμβάνει την τιμή 0,40 για ποσοστό 50% των ερωτήσεων του τεστ, μεταξύ 0,40 και 0,20 για ποσοστό 40% και μικρότερος του 0,20 για το υπόλοιπο 10% των ερωτήσεων.

Για την εξουδετέρωση του παράγοντα τύχη, χρησιμοποιούνται διάφοροι εμπειρικοί μαθηματικοί τύποι, με τους οποίους επιτυγχάνεται η διόρθωση του τελικού βαθμού επιτυχίας. Για παράδειγμα:

$$B = O - [L / (N - 1)]$$

όπου: B = ο βαθμός

O = ο αριθμός των σωστών απαντήσεων

L = ο αριθμός των εσφαλμένων απαντήσεων

N = ο αριθμός των εναλλακτικών λύσεων

Η διαδικασία για την εκπόνηση ενός αντικειμενικού τεστ περνά από τις εξής τρεις φάσεις (Μαρκαντώνης, 1993):

- τον προγραμματισμό του τεστ: βασική προϋπόθεση για την εκπόνηση του τεστ είναι ο ακριβής προσδιορισμός του τι θέλουμε να ελέγξουμε (την απομνημόνευση των γνώσεων σε κάποιο γνωστικό τομέα, την κατανόησή τους, την ικανότητα του μαθητή να χρησιμοποιεί πρακτικά τις γνώσεις αυτές, τη συνθετική ή αναλυτική του ικανότητα ή κάτι άλλο. Καθορίζουμε δηλαδή τους αντικειμενικούς στόχους του τεστ.
- τη σύνταξη του τεστ
- τη στάθμιση του τεστ (δεν υφίσταται στα μη σταθμισμένα τεστ).

Οι στόχοι αυτοί δεν πρέπει να συγχέονται με αυτό που ονομάζεται **σκοπός** του μαθήματος, όπως αυτός καθορίζεται στα επίσημα αναλυτικά προγράμματα. Οι

στόχοι διαιρούνται σε γενικούς, οι οποίοι καλύπτουν μια ευρύτερη περιοχή και έχουν γενική κατά τρόπο έννοια, και ειδικούς, οι οποίοι είναι συγκεκριμένοι και αποτελούν υποδιαίρεσεις των γενικών στόχων.

Κατά τον προγραμματισμό της κατασκευής κάποιου τεστ εξετάσεως καθορίζονται οι γενικοί και οι ειδικοί στόχοι του. Ο καθορισμός γίνεται έτσι, ώστε η συμπεριφορά στην οποία αναφέρεται ο κάθε στόχος να είναι παρατηρήσιμη κατά τρόπο αντικειμενικό από οποιονδήποτε παρατηρητή και μετρήσιμη με κάποια συγκεκριμένη και αυστηρή μέθοδο μέτρησης. Πρέπει να καθορίζεται με λεπτομέρεια πού θα παρατηρηθεί η συμπεριφορά που ζητούμε, κάτω από ποιες συνθήκες και με ποια μέσα.

Ο καθορισμός ενός αντικειμενικού στόχου περιλαμβάνει:

- τον ακριβή καθορισμό της συμπεριφοράς που αναμένεται από το μαθητή
- τις συνθήκες κάτω από τις οποίες θα εκδηλωθεί η συμπεριφορά αυτή
- το κριτήριο ελέγχου της ακρίβειας στην εκτέλεση του έργου.

4.6. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ

Η διασφάλιση της ποιότητας της εκπαίδευσης αποτελεί στρατηγικό στόχο στην Ευρωπαϊκή Ένωση σήμερα, συνδεδεμένη με την κοινωνία της πληροφορίας, την οικονομία της γνώσης και την ενίσχυση της κοινωνικής συνοχής. Επιδίωξη της Ε.Ε. είναι να γίνει η ανταγωνιστικότερη και δυναμικότερη οικονομία της γνώσης, ικανή για βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη, με περισσότερες και καλύτερες θέσεις εργασίας και με μεγαλύτερη κοινωνική συνοχή (*European Council, 2000*).

Η ποιότητα του εκπαιδευτικού έργου αποτελεί προτεραιότητα στη σύγχρονη εποχή στο ευρωπαϊκό και διεθνές περιβάλλον. Αποτελεί, ωστόσο, περίπλοκο ζήτημα, το οποίο επηρεάζεται από κοινωνικές και ιστορικές συγκυρίες, αλλά και πολιτικές επιλογές. Ο μετασχηματισμός της σύγχρονης κοινωνίας σε κοινωνία της γνώσης διαμορφώνει νέα δεδομένα στο χώρο των εκπαιδευτικών συστημάτων, τα οποία καλούνται να ανταποκριθούν στις νέες απαιτήσεις και να διασφαλίσουν την κοινωνική ενσωμάτωση των πολιτών, αλλά και τη δυναμική ένταξή τους στην αγορά εργασίας. (*Βλάχος, 2008*).

Σε πολλές χώρες έχει δημιουργηθεί ένα δίκτυο οργανισμών, όπως: Office for Standards in Education, Quality Assurance Agency, Qualifications and Curriculum Authority, Quality Improvement Agency, Training and Development Agency for Schools κ.ά., που παρακολουθούν, ελέγχουν και προωθούν την ποιότητα σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης (*Δαγκλής, 2008*).

Τα συστήματα αξιολόγησης σε ευρωπαϊκό επίπεδο διαφέρουν ως προς τη φιλοσοφία, τις αρχές και τις μεθόδους εφαρμογής και κατηγοριοποιούνται στο (*Ομάδα Εργασίας Υπουργείου Παιδείας, 2012*):

- παραδοσιακό διοικητικό μοντέλο με έμφαση στον δημόσιο διοικητικό έλεγχο των εκπαιδευτικών ως ατόμων και της απόδοσής τους στην εκπαιδευτική πράξη («επιθεωρητισμός» – εξωτερική αξιολόγηση)
- τεχνοκρατικό - ανταγωνιστικό μοντέλο με έμφαση στην προσαρμογή στις απαιτήσεις της αγοράς και την απόδοση λόγου του εκπαιδευτικού και του σχολείου στην κοινωνία (εξωτερική αξιολόγηση - αξιολόγηση με βάση τις εκροές, οι γονείς ως καταναλωτές – φορολογούμενοι πολίτες)

- δημοκρατικό συμμετοχικό μοντέλο με έμφαση στη βελτίωση της ποιότητας του εκπαιδευτικού έργου μέσα από την ανάπτυξη συνεργατικών διαδικασιών (έμφαση στις διαδικασίες της εσωτερικής αξιολόγησης και της αυτοαξιολόγησης της ποιότητας του εκπαιδευτικού έργου και των εκπαιδευτικών με βάση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της σχολικής μονάδας).

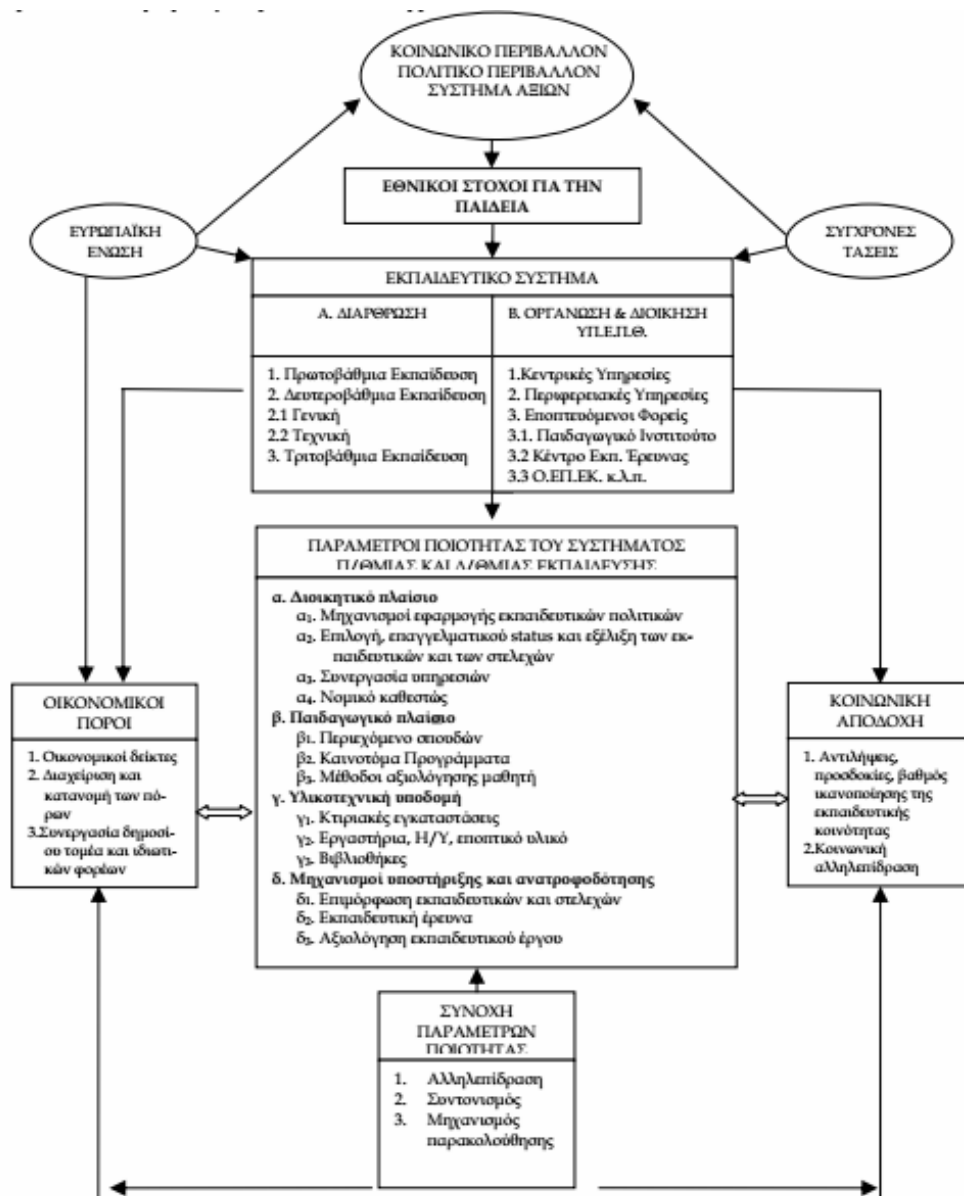
Σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες έχει θεσπιστεί διακριτός ή/και ανεξάρτητος φορέας/αρχή εποπτείας, αξιολόγησης και διασφάλισης της ποιότητας της εκπαίδευσης και του εκπαιδευτικού έργου. Ο φορέας αυτός έχει την ευθύνη της αξιολόγησης του εκπαιδευτικού συστήματος σε όλα τα επίπεδα (κεντρικό, περιφερειακό, τοπικό) αναφορικά με τις δομές, τις διαδικασίες και το ανθρώπινο δυναμικό (*Ομάδα Εργασίας Υπουργείου Παιδείας, 2012*).

Στην ελληνική εκπαίδευση, ορισμένες από τις βασικές αρχές και τα πρότυπα ποιότητας που τη διέπουν παρουσιάζονται ακολούθως (*Ομάδα Εργασίας Υπουργείου Παιδείας, 2012*):

- Το σχολείο επιδιώκει την ολόπλευρη ανάπτυξη των ατομικών και κοινωνικών ικανοτήτων των μαθητών ανεξαρτήτως γένους, κοινωνικής, πολιτισμικής προέλευσης ή άλλων ιδιαιτεροτήτων
- Η οργάνωση και λειτουργία του σχολείου βασίζεται στη διαμόρφωση ενός συμμετοχικού, συλλογικού και συνεργατικού πλαισίου εργασίας όλων των παραγόντων της σχολικής μονάδας
- Η οργάνωση και διοίκηση του σχολείου βασίζεται στην αξιοποίηση της εμπειρίας και των ικανοτήτων των εκπαιδευτικών και υποστηρίζει την επαγγελματική τους ανάπτυξη και εξέλιξη
- Οι εκπαιδευτικοί είναι συνεπείς προς τις υποχρεώσεις τους και ασκούν με επάρκεια και αποτελεσματικότητα τα καθήκοντά τους προς τους μαθητές και το σχολείο
- Οι εκπαιδευτικοί σχεδιάζουν και προσαρμόζουν τη διδασκαλία στις ιδιαίτερες ανάγκες των μαθητών, χρησιμοποιούν κατάλληλες και ποικίλες διδακτικές μεθόδους, αξιοποιούν τον διαθέσιμο εξοπλισμό και επιδιώκουν την ενεργό συμμετοχή των μαθητών στις διαδικασίες της μάθησης
- Οι εκπαιδευτικοί διαμορφώνουν θετικό παιδαγωγικό κλίμα στη σχολική τάξη, ενισχύουν τη δημιουργική συνεργασία μεταξύ των μαθητών, παρακολουθούν συστηματικά την πρόοδο των μαθητών και χρησιμοποιούν ποικίλες μεθόδους αξιολόγησης για την ανατροφοδότηση της διδασκαλίας και των εργασιών των μαθητών
- Οι σχέσεις στο σχολείο διέπονται από τις αρχές της μη διάκρισης, του σεβασμού των δικαιωμάτων και της προσωπικότητας των μαθητών και της δημιουργίας ασφαλούς περιβάλλοντος μάθησης.
- Στο σχολείο εφαρμόζονται πρακτικές παρακολούθησης της φοίτησης των μαθητών, υποστηρίζεται τακτική και αμφίδρομη επικοινωνία με τους γονείς και αναπτύσσονται εποικοδομητικές συνεργασίες με άλλα σχολεία, εκπαιδευτικούς και κοινωνικούς φορείς.
- Στο σχολείο υλοποιούνται εκπαιδευτικά προγράμματα, αναλαμβάνονται καινοτόμες πρωτοβουλίες και αναπτύσσονται υποστηρικτικές και αντισταθμιστικές παρεμβάσεις.
- Στο σχολείο υποστηρίζεται μια συνεχής και συστηματική διαδικασία προγραμματισμού και βελτίωσης του εκπαιδευτικού έργου, που βασίζεται

στη διευρυμένη συμμετοχή των μελών της σχολικής κοινότητας και διασφαλίζει την αξιοποίηση και την βιωσιμότητα των αποτελεσμάτων.

Το Τμήμα Ποιότητας της Εκπαίδευσης του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου ξεκίνησε το 2005 πρόγραμμα για τη διερεύνηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του συστήματος πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Οι παράμετροι ποιότητας του εκπαιδευτικού συστήματος αφορούν στο διοικητικό πλαίσιο, στο παιδαγωγικό πλαίσιο, στην υλικοτεχνική υποδομή, στο μηχανισμό υποστήριξης και ανατροφοδότησης. Στόχος είναι τα αποτελέσματα να συνδράμουν στην υιοθέτηση δεικτών για την παρακολούθηση της προόδου που συντελείται στην εκπαίδευση και στην υιοθέτηση κατάλληλης μεθοδολογίας.



Σχήμα 38: Διαμόρφωση των παραμέτρων ποιότητας του συστήματος πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Βλάχος, 2008)

4.7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

- Βλάχος Δ. (2008). Το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο και οι σύγχρονες απαιτήσεις από την εκπαίδευση, Εκπαίδευση και ποιότητα στο ελληνικό σχολείο, Εισηγήσεις διημερίδων, ΕΠΕΑΕΚ II, Γ'ΚΠΣ
- Γεωργούσης Π.(1999). Η Μέτρηση και η Αξιολόγηση της Επίδοσης των Μαθητών, Αθήνα
- Δαγκλής Ι. (2008). Η έρευνα για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του συστήματος πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, Εκπαίδευση και ποιότητα στο ελληνικό σχολείο, Εισηγήσεις διημερίδων, ΕΠΕΑΕΚ II, Γ'ΚΠΣ
- Δημητρόπουλος Γ. Ε. (1989). Εκπαιδευτική Αξιολόγηση - Η αξιολόγηση του μαθητή, Μέρος δεύτερο, Αθήνα, Εκδόσεις Γρηγόρη
- Δημητρόπουλος Γ.Ε. (1998). Εκπαιδευτική αξιολόγηση του μαθητή, Αθήνα, Εκδόσεις Γρηγόρη,
- Δήμος Α., Σταμοβλάσης Δ. & Παγανιάς Γ. (2007). Μια ανάλυση των Πανελλαδικών εξετάσεων στη φυσική θετικής κατεύθυνσης του έτους 2005, Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση, Πρακτικά 5^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου, Τεύχος Β', 566 - 574
- Ζαβλανός Μ. (2003). Διδακτική και Αξιολόγηση, Αθήνα, Εκδόσεις Σταμούλη
- Κανίδης Ε. & Ραχωβίτσας Η. (2005). Αξιολόγηση των θεμάτων του μαθήματος «Ανάπτυξη εφαρμογών σε προγραμματιστικό περιβάλλον» στις Πανελλαδικές εξετάσεις 2003 – 2004, 3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ με θέμα «Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη», Σύρος
- Κασσωτάκης Ι. Μ. (1999). Η Αξιολόγηση της επιδόσεως των μαθητών. Μέσα, μέθοδοι, προβλήματα, προοπτικές, Αθήνα, Εκδόσεις Γρηγόρη
- Κωνσταντίνου Χ. (2000). Η αξιολόγηση της επίδοσης του μαθητή ως Παιδαγωγική λογική και σχολική πρακτική, Αθήνα, Εκδόσεις Gutenberg
- Λεοντίου Ν. (1978). Αξιολόγηση της εκπαίδευσης, Περιοδικό Νέα Παιδεία
- Μακρή Δ. (2012). Σημειώσεις για το μάθημα Διδακτική της Γεωλογίας, Ζ' Εξ., Τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- Μαρκαντώνης Ι.Σ. (1993). Ανθρωπαγωγική, Παιδαγωγική, Ψυχολογία και Διδακτική, Τόμος 2, Ανατύπωση, Αθήνα
- Μатσαγγούρας Η. (2004). Στρατηγικές διδασκαλίας, Αθήνα, Εκδόσεις Gutenberg
- Ομάδα Εργασίας Υπουργείου Παιδείας και Θρησκευμάτων, Πολιτισμού και Αθλητισμού (2012). Πρόταση για ένα σύστημα αξιολόγησης της ποιότητας του εκπαιδευτικού έργου (δομών, εκπαιδευτικού υλικού, διαδικασιών και ανθρώπινου δυναμικού
- Παμουκτσόγλου Α. (2005). Η αξιολόγηση και Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (*.Ε.Π.Π.Σ.): Ατομικός φάκελος αξιολόγησης. Στο: Τριλιανός, Α. & Καράμηνας, Ι. (επιμ.) Μάθηση και διδασκαλία στην κοινωνία της γνώσης. Πρακτικά Συνεδρίου, τόμ. Β'. Αθήνα: Κέντρο Έρευνας Επιστήμης και Εκπαίδευσης, 388-396
- Παπακωνσταντίνου Π. (1993). Εκπαιδευτικό Έργο Και Αξιολόγηση Στο Σχολείο, Αθήνα, Εκδόσεις Έκφραση

- Π.Δ. 8/1995 «Αξιολόγηση μαθητών»
- Σύμβουλοι Επιχειρήσεων Estimate Consulting (2007). Μελέτη αποτύπωσης συστήματος αξιολόγησης της εκπαίδευσης, Β' Παραδοτέο «Συστήματα αξιολόγησης της εκπαίδευσης στις χώρες της Ε.Ε.», Γ' Παραδοτέο «Προτάσεις της μελέτης και παράρτημα»
- ΦΕΚ 304, Τεύχος Δεύτερο, Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (Δ.Ε.Π.Π.Σ.) και Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών (Α.Π.Σ.) Δημοτικού – Γυμνασίου, 13 Μαρτίου 2003
- Χαρίσης Α. (2004). Η αξιολόγηση της σχολικής μάθησης: 1974-2000. Στο: Χατζηδήμου, Δ. κ.ά.(επιμ.) Ελληνική Παιδαγωγική και Εκπαιδευτική Έρευνα, Πρακτικά τον 4^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου της Παιδαγωγικής Εταιρείας Ελλάδος στην Αλεξανδρούπολη, Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Κυριακίδη, 437-444

Ξενόγλωσση

- Airsian M.(1994). Classroom assessment, New York, Mc Craw Hill
- Anderson R. & Faust G. (1975). Educational Psychology. The Science of Instruction and Learning, Dodd, Mead & Co. New York
- Bloom S., Hastings T.& Madaus G. (1971). Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning, New York, McGraw-Hill
- Costa A. L. & Kallick B. (2000). Assessing the habits on mind, In: Costa, A. L, & Kallick, B. (eds), Assessing and reporting on habits of mind, Alexandria, VA: ASCD, 29-51
- Ebel R.L. (1979). Essentials of education measurement, Prentice Hall, N.J., pp. 20 - 24
- European Council (2000). Presidency Conclusions, Lisbon
- Kerlinger R.J. (1979). Foundations of behavioral research, Holt, Rinehart & Winston, N. Y., pp. 40 – 43
- Kirk J. & Miller M.L. (1986). Reliability and validity in qualitative research, Beverly Hills, Sage Publications
- Slavin R. (2007). Εκπαιδευτική Ψυχολογία, Αθήνα, Εκδόσεις Μεταίχμιο
- Solomon N. (2005). Identity work and pedagogy: textually producing the learner-worker, Journal of Vocational Education and Training, 57, 1, 95-108
- Stufflebeam D. (1971). Educational Evaluation and Decision Making in Education, Peacock, Itaska
- Wainer H. & Braun H.I. (1988), Test validity, Hilldale, NJ, Lawrence Earlbaum Associates

ΕΙΔΙΚΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

- **ΚΕΦ. 5: ΘΕΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ, ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ (STEM) ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**
- **ΚΕΦ. 6: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΩΝ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΩΝ ΜΑΘΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ STEM**
- **ΚΕΦ. 7: ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΓΝΩΣΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΤΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΜΝΗΜΕΙΩΝ ΩΣ ΤΟΜΕΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΘΕΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ, ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ (STEM) ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ευημερία κάθε χώρας βρίσκεται σε άμεση συνάρτηση με τη βελτίωση των επιδόσεων σε όλο το φάσμα της εκπαίδευσης. Δεδομένης της ταχύτητας με την οποία εξελίσσεται η τεχνολογία, η κατανόηση της επιστήμης αποτελεί κρίσιμο σημείο της εκπαίδευσης σήμερα. Η Ευρώπη χρειάζεται περισσότερους επιστήμονες και περισσότερο εξειδικευμένο προσωπικό στον τομέα της επιστήμης και της τεχνολογίας, προκειμένου να είναι ανταγωνιστική (ΟΟΣΑ, 2011). Σύμφωνα με το Στρατηγικό Πλαίσιο για την Ευρωπαϊκή συνεργασία στην εκπαίδευση και την επιμόρφωση (Council Conclusions, 2009), οι καλά εκπαιδευμένοι πολίτες αποτελούν το «κλειδί» για την απασχόληση, την ανταγωνιστικότητα, την παραγωγικότητα και την κοινωνική συνοχή.

Σημαντικό ρόλο στην κατεύθυνση αυτή διαδραματίζει το ενδιαφέρον, η ενασχόληση, ο επαγγελματικός προσανατολισμός των μαθητών σε θέματα φυσικών επιστημών, τεχνολογίας, μηχανικής και μαθηματικών (θέματα STEM). Τα θέματα αυτά καλύπτουν ένα ευρύ πεδίο, καθώς περιλαμβάνουν τις επιστήμες ιατρικής, μηχανικής (επιστήμη πολιτικού μηχανικού, τοπογράφου μηχανικού, χημικού μηχανικού, μηχανικού υλικών, μηχανολόγου μηχανικού, ηλεκτρολόγου μηχανικού, αρχιτέκτονα μηχανικού), φυσικής, χημείας, γεωλογίας, βιολογίας, αστρονομίας, μαθηματικών, στατιστικής, επικοινωνιών πληροφορικής κ.ά.

Τα θέματα STEM θεωρούνται ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη και την οικονομική ευημερία κάθε χώρας, καθώς συμβάλλουν στην Έρευνα και Ανάπτυξη και η γνώση τους αποτελεί προαπαιτούμενο για το σχεδιασμό καινοτόμων προϊόντων, την εισαγωγή και αξιοποίηση νέων τεχνολογιών που αναπτύσσονται με ταχύτετους ρυθμούς, την υποστήριξη της βιομηχανικής παραγωγής, την υποστήριξη επιχειρήσεων, την ανάπτυξη υπηρεσιών, την επιστημονική προσέγγιση των σύγχρονων προβλημάτων, την ανάλυση δεδομένων, τη λήψη αποφάσεων, την ανταπόκριση στις σημερινές εξελίξεις.

5.2. ΘΕΜΑΤΑ STEM ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Η παρουσία των θεμάτων Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας, Μηχανικής και Μαθηματικών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση όσον αφορά στο Γενικό Λύκειο έχει σημαντική παρουσία στην ελληνική σχολική πραγματικότητα, μέσω των διδασκομένων μαθημάτων Γενικής Παιδείας και Επιλογής, αλλά και μέσω της Θετικής και Τεχνολογικής Κατεύθυνσης.

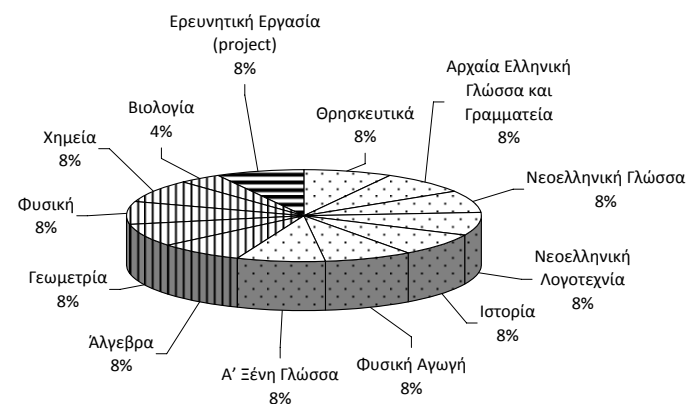
Συγκεκριμένα, για το σχολικό έτος 2012 - 2013 ισχύουν τα ακόλουθα (ΦΕΚ 1163/2012):

Α' ΤΑΞΗ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ		
Μάθημα	ώρες/εβδ	Παρουσία των θεμάτων STEM
Ελληνική Γλώσσα	9	<p>Θέματα STEM: 33% επί του συνόλου των μαθημάτων</p> <p>➔ Η Ερευνητική Εργασία μπορεί να άπτεται των θεμάτων STEM</p>
ο Αρχαία Ελληνική Γλώσσα & Γραμματεία	ο 5	
ο Νέα Ελληνική Γλώσσα	ο 2	
ο Νέα Ελληνική Λογοτεχνία	ο 2	
Θρησκευτικά	2	
Ιστορία	2	
Ξένη Γλώσσα	3	
Φυσική Αγωγή	2	
Αρχές Οικονομίας	2	
Μαθηματικά	5	
ο Άλγεβρα	ο 3	
ο Γεωμετρία	ο 2	
Φυσικές Επιστήμες	6	
ο Φυσική	ο 3	
ο Χημεία	ο 2	
ο Βιολογία	ο 1	
Ερευνητική Εργασία (Project)	2	
Σύνολο ωρών ανά εβδομάδα	33	

Πίνακας 6: Θέματα STEM στα μαθήματα της Α' Τάξης Γενικού Λυκείου στην Ελλάδα

Β' ΤΑΞΗ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ		ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ	
Μάθημα	ώρ/εβδ	Μάθημα (Επιλογή ενός)	ώρ/εβδ
Θρησκευτικά	2	Β' Ξένη Γλώσσα	2
Αρχαία Ελληνική Γλώσσα & Γραμματεία	2	Νεότερη Ευρωπαϊκή Λογοτεχνία: Ιστορία και Κείμενα	2
Νεοελληνική Γλώσσα	2	Αρχές Οικονομίας	2
Νεοελληνική Λογοτεχνία	2	Στοιχεία Αστρονομίας και Διαστημικής	2
Ιστορία	2	Σχέδιο Γραμμικό	2
Φυσική Αγωγή	2	Σχέδιο Ελεύθερο	2
Α' Ξένη Γλώσσα	2	Εφαρμογές Υπολογιστών	2
Άλγεβρα	2	Διαχείριση φυσικών πόρων	2
Γεωμετρία	2	Σύνολο ωρών ανά εβδομάδα	2
Βιολογία	1	ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ	
Φυσική	2	Μαθηματικά	3
Χημεία	2	Φυσική	2
Ερευνητική Εργασία (Project)	2	Τεχνολογία Επικοινωνιών	2
Σύνολο	25	Σύνολο	7
ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ		ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ	
Αρχαία Ελληνικά Κείμενα	4	Μαθηματικά	3
Αρχές Φιλοσοφίας ή Πολιτική & Δίκαιο	2	Φυσική	2
Λατινικά	2	Χημεία	2
Σύνολο	8	Σύνολο	7



Θέματα STEM:
36% επί του συνόλου των μαθημάτων Γενικής Παιδείας

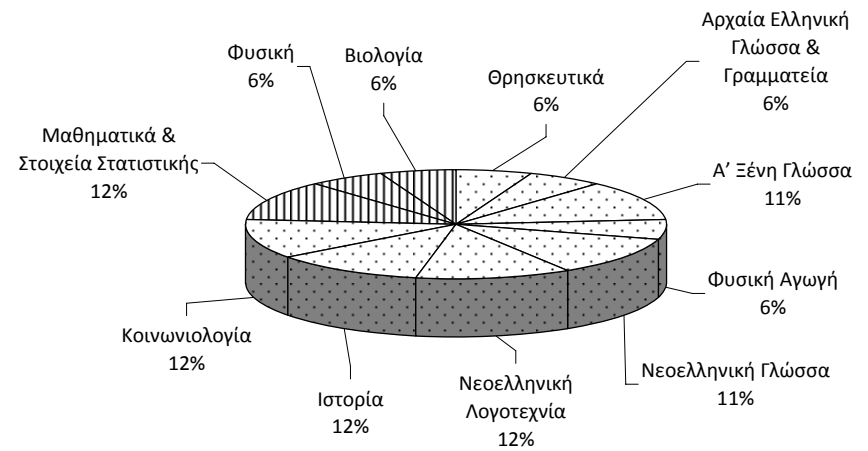
➔ Η Ερευνητική Εργασία μπορεί να άπτεται των θεμάτων STEM

➔ 5 από τα 8 μαθήματα επιλογής & 2 από τις 3 κατευθύνσεις άπτονται των θεμάτων STEM

Πίνακας 7: Θέματα STEM στα μαθήματα της Β' Τάξης Γενικού Λυκείου στην Ελλάδα

Γ' ΤΑΞΗ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ		ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ	
Μάθημα	ώρ/εβδ	Μάθημα (Επιλογή ενός)	ώρ/εβδ
Θρησκευτικά	1	Β' Ξένη Γλώσσα	2
Αρχαία Ελληνική Γλώσσα & Γραμματεία	1	Αρχές Οικονομικής Θεωρίας	2
Α' Ξένη Γλώσσα	2	Στατιστική	2
Φυσική Αγωγή	1	Λογική: Θεωρία και Πρακτική	2
Νεοελληνική Γλώσσα	2	Εφαρμογές Υπολογιστών	2
Νεοελληνική Λογοτεχνία	2	Ιστορία της Τέχνης	2
Ιστορία	2	Ιστορία των Επιστημών & της Τεχνολογίας	2
Μαθηματικά & Στοιχεία Στατιστικής	2	Προβλήματα Φιλοσοφίας	2
Φυσική	1	Νεοελληνική Λογοτεχνία	2
Βιολογία	1	Τεχνολογία και Ανάπτυξη	2
Κοινωνιολογία	2	Στοιχεία Γεωπονίας & Αγροτική Ανάπτυξη	2
Σύνολο	17	Βιομηχανική Παραγωγή & Ενέργεια	2
		Αρχές Λογιστικής	2
		Σχέδιο Τεχνικό	2
		Σχέδιο Αρχιτεκτονικό	2
		Τεχνολογία Υπολογιστικών Συστημάτων & Λειτουργικά Συστήματα	2
		Πολυμέσα - Δίκτυα	2
		Εφαρμογές Λογισμικού	2
		Σύνολο	2



Θέματα STEM: 24% επί του συνόλου των μαθημάτων Γενικής Παιδείας

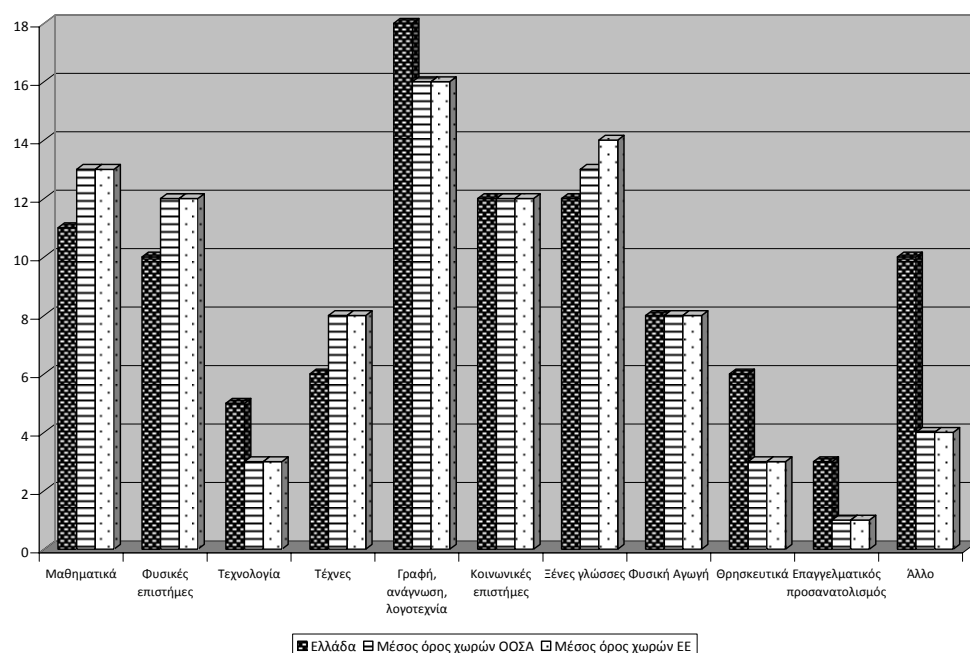
➔ 13 από τα 18 μαθήματα επιλογής άπτονται των θεμάτων STEM

➔ 2 από τις 3 κατευθύνσεις άπτονται των θεμάτων STEM

Γ' ΤΑΞΗ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ							
Θεωρητικής κατεύθυνσης		Θετικής Κατεύθυνσης		Τεχνολογικής Κατεύθυνσης Κύκλος Τεχνολογίας – Παραγωγής		Τεχνολογικής Κατεύθυνσης Κύκλος Πληροφορικής και Υπηρεσιών	
Μάθημα	ώρ/εβδ	Μάθημα	ώρ/εβδ	Μάθημα	ώρ/εβδ	Μάθημα	ώρ/εβδ
Αρχαία Ελληνικά	5	Φυσική	3	Φυσική	3	Μαθηματικά	5
Νεοελληνική Λογοτεχνία	3	Χημεία	2	Χημεία – Βιοχημεία	2	Φυσική	3
Ιστορία	2	Μαθηματικά	5	Μαθηματικά	5	Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον	2
Λατινικά	2	Βιολογία	2	Ηλεκτρολογία	2	Αρχές Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων και Υπηρεσιών	2
Σύνολο	12	Σύνολο	12	Σύνολο	12	Σύνολο	12

Πίνακας 8: Θέματα STEM στα μαθήματα της Γ' Τάξης Γενικού Λυκείου στην Ελλάδα

Συγκρίνοντας τη διάρθρωση του προγράμματος σπουδών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης της Ελλάδας με τις χώρες του ΟΟΣΑ και της ΕΕ, προκύπτει το ακόλουθο διάγραμμα (OECD, 2012):



Διάγραμμα 1: Διάρθρωση προγράμματος σπουδών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Ελλάδα σε σχέση με τις χώρες του ΟΟΣΑ και της ΕΕ

Αναφορικά με τη διδασκαλία των θεμάτων των Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας, Μηχανικής και Μαθηματικών γίνεται φανερό από τον ακόλουθο Πίνακα ότι οι μέσοι όροι δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ της Ελλάδας και των χωρών του ΟΟΣΑ ή των χωρών της ΕΕ. Πρέπει να σημειωθεί, ωστόσο, ότι ο διαχωρισμός των θεμάτων STEM από τα υπόλοιπα μαθήματα δεν μπορεί να θεωρηθεί απόλυτος. Για παράδειγμα, τα μαθήματα των Τεχνών προσεγγίζονται μέσω συνδυασμού θεμάτων, μεταξύ αυτών και τα STEM, και στον ακόλουθο Πίνακα συυπολογίζονται μεταξύ των θεμάτων αυτών.

Μάθημα STEM	% του συνόλου των μαθημάτων		
	Ελλάδα	Μέσος όρος χωρών ΟΟΣΑ	Μέσος όρος χωρών ΕΕ
Μαθηματικά	11	13	13
Φυσικές επιστήμες	10	12	12
Τεχνολογία	5	3	3
Τέχνες	6	8	8
Σύνολο	32	36	36

Πίνακας 9: Ποσοστό διδασκαλίας θεμάτων STEM στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση επί του συνόλου των μαθημάτων στην Ελλάδα, στις χώρες του ΟΟΣΑ και της ΕΕ

5.3. ΕΠΙΔΟΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΣΕ ΘΕΜΑΤΑ STEM

Σύμφωνα με έρευνα του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης για την Εκπαίδευση (ΟΟΣΑ, 2011), η Ελλάδα υστερεί πολλών χωρών του ΟΟΣΑ αναφορικά με τις επιδόσεις της στο διεθνές πρόγραμμα αξιολόγησης μαθητών (PISA), συγκρινόμενη ακόμα και με χώρες με όμοια ή χαμηλότερα επίπεδα δαπανών ανά μαθητή.

Συγκεκριμένα, το 2009 πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση της PISA (*Programme for International Student Assessment, 2011*), στην οποία συμμετείχαν συνολικά 65 χώρες (χώρες του ΟΟΣΑ και συνεργαζόμενες χώρες) και αξιολογήθηκαν 470.000 μαθητές 15 ετών. Από την Ελλάδα συμμετείχαν 4.969 μαθητές από 184 σχολεία.

Η αξιολόγηση πραγματοποιείται από το 2000 κάθε τρία χρόνια και αφορά στις επιδόσεις των μαθητών σε θέματα κατανόησης κειμένου, μαθηματικών και φυσικών επιστημών, όχι όμως ως στείρα γνώση και απομνημόνευση πληροφοριών, αλλά ως δυνατότητα εφαρμογής της γνώσης σε πραγματικές καταστάσεις και προβλήματα της καθημερινότητας. Οι βαθμολογίες των μαθητών της κάθε χώρας αθροίζονται και εξάγεται ο μέσος όρος που αντιστοιχεί στην κατάταξη της κάθε χώρας, καθώς στόχος δεν είναι η ατομική αξιολόγηση του κάθε μαθητή, αλλά η αξιολόγηση της επιτυχίας και της αποτελεσματικότητας του συστήματος της κάθε χώρας.

Ειδικότερα, η αξιολόγηση των επιδόσεων των μαθητών σε θέματα κατανόησης κειμένου αφορά στην εξέταση της ικανότητας του μαθητή να εστιάζει το ενδιαφέρον του στην ανάγνωση γραπτών κειμένων, να τα κατανοεί, να τα χρησιμοποιεί και να αναστοχάζεται σε σχέση με αυτά, για να επιτυγχάνει τους στόχους του, να διευρύνει τις γνώσεις και τις δυνατότητές του και να συμμετέχει στην κοινωνία. Η αξιολόγηση των επιδόσεων των μαθητών στα Μαθηματικά αφορά στην εξέταση της ικανότητας του μαθητή να προσδιορίζει και να κατανοεί το ρόλο των Μαθηματικών στην καθημερινότητα, να αναπτύσσει τεκμηριωμένες κρίσεις και να χρησιμοποιεί τη μαθηματική γνώση και τις δεξιότητες που σχετίζονται με αυτή, για να αντιμετωπίζει τις ανάγκες της καθημερινής ζωής του ως σκεπτόμενος, δημιουργικός και ενεργός πολίτης. Η αξιολόγηση των μαθητών στις φυσικές επιστήμες αφορά στην εξέταση της ικανότητας του μαθητή να χρησιμοποιεί την επιστημονική γνώση για να αναγνωρίζει τα επιστημονικά ζητήματα, να αποκτά νέα γνώση, να εξηγεί φαινόμενα με επιστημονικό τρόπο και να οδηγείται σε συμπεράσματα βασισμένα σε επιστημονικά τεκμήρια για θέματα σχετικά με τις Φυσικές Επιστήμες και την τεχνολογία. Επιπλέον, περιλαμβάνεται η κατανόηση της επιστήμης ως μιας μορφής ανθρώπινης γνώσης και διερεύνησης, η επίγνωση τού πώς η επιστήμη και η τεχνολογία διαμορφώνουν το υλικό, πνευματικό και πολιτισμικό περιβάλλον και η προθυμία του για ενασχόληση και συμμετοχή ως ενεργού πολίτη σε ζητήματα που σχετίζονται με τις Φυσικές Επιστήμες.

Σύμφωνα με την έρευνα, τα στοιχεία που προκύπτουν δε δίνουν ικανοποιητική σειρά κατάταξης στην Ελλάδα, καθώς αυτή καταλαμβάνει την 31^η, 39^η, 40^η θέση μεταξύ των χωρών του ΟΟΣΑ και την 22^η, 28^η, 29^η θέση μεταξύ όλων των συνεργαζόμενων χωρών για την έρευνα σε θέματα κατανόησης κειμένου, μαθηματικών και φυσικών επιστημών αντίστοιχα.

Επίδοση μαθητών (μέσος όρος επίδοσης) σε θέματα κατανόησης κειμένου (Με γκρίζο χρώμα οι χώρες του ΟΟΣΑ)									
α/α	Χώρα	Μ.Ο.	α/α	Χώρα	Μ.Ο.	α/α	Χώρα	Μ.Ο.	Παρατηρήσεις
1	Κιργιστάν	314	23	Ντουμπάι	459	45	Γαλλία	496	<p>Μέσος όρος επιδόσεων:</p> <ul style="list-style-type: none"> ο Ελλάδα: 483 ο Χώρες ΟΟΣΑ: 493 ο Σύνολο χωρών: 464 <p>Θέση Ελλάδας:</p> <ul style="list-style-type: none"> ο 31^η στο σύνολο των χωρών ο 22^η στο σύνολο των χωρών του ΟΟΣΑ
2	Αζερμπαϊτζάν	362	24	Ρωσία	459	46	Σουηδία	497	
3	Περού	370	25	Τουρκία	464	47	Γερμανία	497	
4	Παναμάς	371	26	Λιθουανία	468	48	Λιχτενστάιν	499	
5	Κατάρ	372	27	Αυστρία	470	49	Πολωνία	500	
6	Αλβανία	385	28	Λουξεμβούργο	472	50	Ισλανδία	500	
7	Καζακστάν	390	29	Ισραήλ	474	51	ΗΠΑ	500	
8	Αργεντινή	398	30	Κροατία	476	52	Εσθονία	501	
9	Ινδονησία	402	31	Σλοβακία	477	53	Ελβετία	501	
10	Τυνησία	404	32	Τσεχία	478	54	Νορβηγία	503	
11	Ιορδανία	405	33	Ισπανία	481	55	Βέλγιο	506	
12	Μαυροβούνιο	408	34	Σλοβενία	483	56	Ολλανδία	508	
13	Βραζιλία	412	35	Ελλάδα	483	57	Αυστραλία	515	
14	Κολομβία	413	36	Λετονία	484	58	Ιαπωνία	520	
15	Τρινιντάντ - Τομπάγκο	416	37	Ιταλία	486	59	Νέα Ζηλανδία	521	
16	Ταϊλάνδη	421	38	Μακάο - Κίνα	487	60	Καναδάς	524	
17	Ρουμανία	424	39	Πορτογαλία	489	61	Σιγκαπούρη	526	
18	Μεξικό	425	40	Ηνωμένο Βασίλειο	494	62	Χονγκ Κονγκ - Κίνα	533	
19	Ουρουγουάη	426	41	Ουγγαρία	494	63	Φινλανδία	536	
20	Βουλγαρία	429	42	Ταϊπέι	495	64	Κορέα	539	
21	Σερβία	442	43	Δανία	495	65	Σανγκάη - Κίνα	556	
22	Χιλή	449	44	Ιρλανδία	496				

Πίνακας 7: Επίδοση μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως σε θέματα κατανόησης κειμένου

Επίδοση μαθητών (μέσος όρος επίδοσης) σε θέματα μαθηματικών (*: Χώρες ΟΟΣΑ)									
α/α	Χώρα	Μ.Ο.	α/α	Χώρα	Μ.Ο.	α/α	Χώρα	Μ.Ο.	Παρατηρήσεις
1	Κιργιστάν	293	23	Τουρκία	445	45	Νορβηγία	498	Μέσος όρος επιδόσεων: ο Ελλάδα: 466 ο Χώρες ΟΟΣΑ: 496 ο Σύνολο χωρών: 467 Θέση Ελλάδας: ο 39 ^η στο σύνολο των χωρών ο 28 ^η στο σύνολο των χωρών του ΟΟΣΑ
2	Παναμάς	360	24	Ισραήλ	447	46	Σλοβενία	501	
3	Περού	365	25	Ντουμπάι	453	47	Δανία	503	
4	Κατάρ	368	26	Κροατία	460	48	Ισλανδία	507	
5	Τυνησία	371	27	Ελλάδα	466	49	Εσθονία	512	
6	Ινδονησία	371	28	Ρωσία	468	50	Γερμανία	513	
7	Αλβανία	377	29	Λιθουανία	477	51	Αυστραλία	514	
8	Κολομβία	381	30	Λετονία	482	52	Βέλγιο	515	
9	Βραζιλία	386	31	Ιταλία	483	53	Νέα Ζηλανδία	519	
10	Ιορδανία	387	32	Ισπανία	483	54	Μακάο - Κίνα	525	
11	Αργεντινή	388	33	ΗΠΑ	487	55	Ολλανδία	526	
12	Μαυροβούνιο	403	34	Ιρλανδία	487	56	Καναδάς	527	
13	Καζακστάν	405	35	Πορτογαλία	487	57	Ιαπωνία	529	
14	Τρινιντάντ - Τομπάγκο	414	36	Λουξεμβούργο	489	58	Ελβετία	534	
15	Μεξικό	419	37	Ουγγαρία	490	59	Λιχτενστάιν	536	
16	Ταϊλάνδη	419	38	Ηνωμένο Βασίλειο	492	60	Φινλανδία	541	
17	Χιλή	421	39	Τσεχία	493	61	Ταϊπέι	543	
18	Ουρουγουάη	427	40	Σουηδία	494	62	Κορέα	546	
19	Ρουμανία	427	41	Πολωνία	495	63	Χονγκ Κονγκ - Κίνα	555	
20	Βουλγαρία	428	42	Αυστρία	496	64	Σιγκαπούρη	562	
21	Αζερμπαϊτζάν	431	43	Γαλλία	497	65	Σανγκάη - Κίνα	600	
22	Σερβία	442	44	Σλοβακία	497				

Πίνακας 11: Επίδοση μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως σε θέματα μαθηματικών

Επίδοση μαθητών (μέσος όρος επίδοσης) σε θέματα φυσικών επιστημών (*: Χώρες ΟΟΣΑ)									
α/α	Χώρα	Μ.Ο.	α/α	Χώρα	Μ.Ο.	α/α	Χώρα	Μ.Ο.	Παρατηρήσεις
1	Κιργιστάν	331	23	Τουρκία	454	45	Βέλγιο	507	Μέσος όρος επιδόσεων: <ul style="list-style-type: none"> ο Ελλάδα: 470 ο Χώρες ΟΟΣΑ: 501 ο Σύνολο χωρών: 472 Θέση Ελλάδας: <ul style="list-style-type: none"> ο 40^η στο σύνολο των χωρών ο 29^η στο σύνολο των χωρών του ΟΟΣΑ
2	Περου	369	24	Ισραήλ	455	46	Πολωνία	508	
3	Αζερμπαϊτζάν	373	25	Ντουμπάι	466	47	Ιρλανδία	508	
4	Παναμάς	376	26	Ελλάδα	470	48	Μακάο - Κίνα	511	
5	Κατάρ	379	27	Ρωσία	478	49	Σλοβενία	512	
6	Ινδονησία	383	28	Λουξεμβούργο	484	50	Ηνωμένο Βασίλειο	514	
7	Αλβανία	391	29	Κροατία	486	51	Ελβετία	517	
8	Καζακστάν	400	30	Ισπανία	488	52	Λιχτενστάιν	520	
9	Μαυροβούνιο	401	31	Ιταλία	489	53	Γερμανία	520	
10	Τυνησία	401	32	Σλοβακία	490	54	Ταϊπέι	520	
11	Αργεντινή	401	33	Λιθουανία	491	55	Ολλανδία	522	
12	Κολομβία	402	34	Πορτογαλία	493	56	Αυστραλία	527	
13	Βραζιλία	405	35	Λετονία	494	57	Εσθονία	528	
14	Τρινιντάντ - Τομπάγκο	410	36	Αυστρία	494	58	Νέα Ζηλανδία	532	
15	Ιορδανία	415	37	Σουηδία	495	59	Κορέα	538	
16	Μεξικό	416	38	Ισλανδία	496	60	Καναδάς	539	
17	Ταϊλάνδη	425	39	Γαλλία	498	61	Ιαπωνία	539	
18	Ουρουγουάη	427	40	Δανία	499	62	Σιγκαπούρη	542	
19	Ρουμανία	428	41	Νορβηγία	500	63	Χονγκ Κονγκ - Κίνα	549	
20	Βουλγαρία	439	42	Τσεχία	500	64	Φινλανδία	554	
21	Σερβία	443	43	ΗΠΑ	502	65	Σανγκάη - Κίνα	575	
22	Χιλή	447	44	Ουγγαρία	503				

Πίνακας 12: Επίδοση μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως σε θέματα φυσικών επιστημών

5.4. ΘΕΜΑΤΑ STEM ΚΑΙ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ ΜΑΘΗΤΩΝ

Η ολοκλήρωση των σπουδών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση δε διασφαλίζει ότι οι μαθητές είναι επαρκώς εξοπλισμένοι με τις βασικές δεξιότητες και γνώσεις που απαιτούνται για την επιτυχή εισαγωγή τους στην αγορά εργασίας ή στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Στις περισσότερες χώρες η δευτεροβάθμια εκπαίδευση έχει σχεδιασθεί έτσι, ώστε να εστιάζει στην προετοιμασία των μαθητών για την εισαγωγή τους στην τριτοβάθμια εκπαίδευση (OECD, 2012).

Στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί το ποσοστό των μαθητών (από 15% το 1995 έφθασε στο 42% το 2008) που εισέρχονται στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, αλλά ακόμα παραμένει χαμηλότερα από το μέσο όρο των χωρών του ΟΟΣΑ (56%) και της ΕΕ (54%).

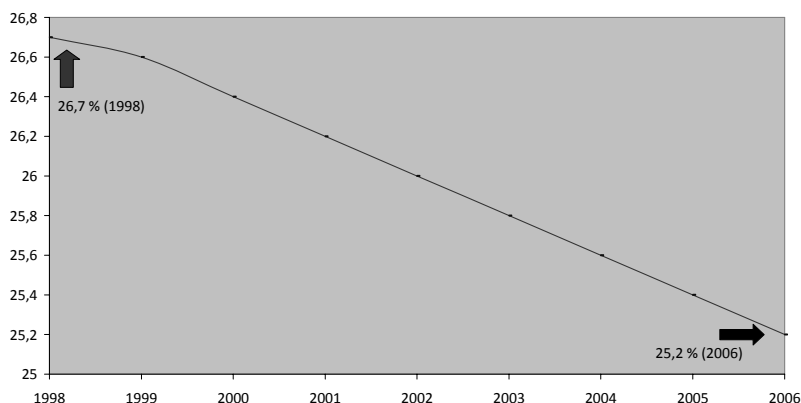
Περιγραφή	Ποσοστό μαθητών			
	1995	2000	2005	2008
Ποσοστό μαθητών που εισάγονται στην τριτοβάθμια εκπαίδευση στην Ελλάδα	15 %	30 %	43 %	42 %
Μέσος όρος χωρών ΟΟΣΑ	37 %	47 %	54 %	56 %
Μέσος όρος χωρών ΕΕ	35 %	46 %	53 %	54 %

Πίνακας 13: Εξέλιξη ποσοστού μαθητών που εισάγονται στην τριτοβάθμια εκπαίδευση στην Ελλάδα σε σχέση με τις χώρες του ΟΟΣΑ και της ΕΕ

Καταγράφοντας τη γενική τάση, τα **αγόρια** μετά την ολοκλήρωση των σπουδών τους στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση επιλέγουν συνήθως να σπουδάσουν σε θέματα μηχανικής και κατασκευής, με εξαίρεση την Αργεντινή, σε αντίθεση με τα κορίτσια, τα οποία προτιμούν τις οικονομικές επιστήμες, τη νομική, τις κοινωνικές επιστήμες, τις υπηρεσίες και τις επιστήμες υγείας (OECD, 2006).

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο (European Commission, 2007), παρατηρείται τα τελευταία χρόνια μείωση του ενδιαφέροντος των μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στα θέματα STEM (ECB, 2011). Τα θέματα αυτά διδάσκονται με τρόπο μη ελκυστικό και σαφή, αλλά αφηρημένα, χωρίς επίτευξη εις βάθος κατανόησης (European Commission, 2004).

Ποσοστό αποφοίτων δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που εγγράφονται σε σχολές STEM τριτοβάθμιας εκπαίδευσης

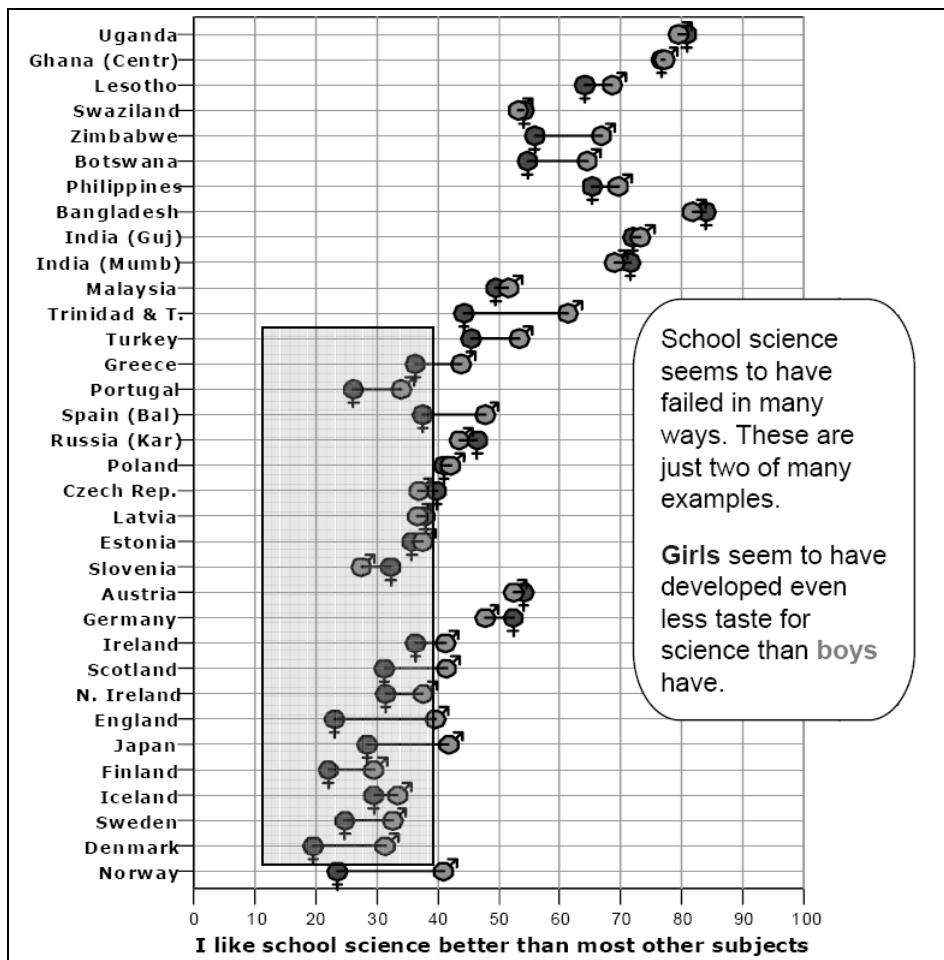


Διάγραμμα 2: Εξέλιξη ποσοστού αποφοίτων δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην ΕΕ που εγγράφονται σε σχολές STEM τριτοβάθμιας εκπαίδευσης

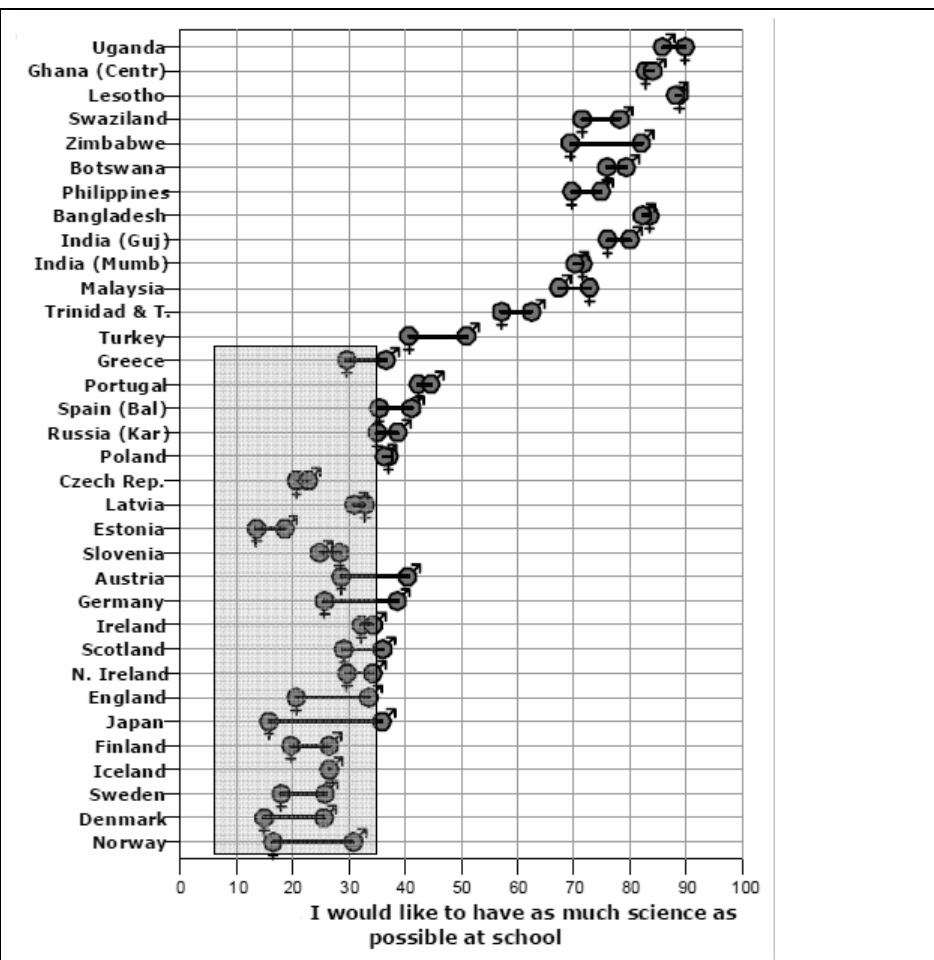
Ανισορροπία εμφανίζεται μεταξύ των φύλων σε πολλές θεματικές περιοχές. Για παράδειγμα, στις σχολές μηχανικής οι γυναίκες απόφοιτοι αντιπροσωπεύουν το 18% του συνόλου, στις επιστήμες υπολογιστών 20%, στην αρχιτεκτονική και στην κατασκευή 36%, ενώ στα μαθηματικά και τη στατιστική υπάρχει ισορροπία μεταξύ των δύο φύλων. Αντίθετα, οι γυναίκες κυριαρχούν στον τομέα των ανθρωπιστικών επιστημών, με ποσοστό που αντιπροσωπεύει το 62% του συνόλου (OECD, 2008).

Στο πλαίσιο του ανταγωνιστικού διεθνούς ερευνητικού προγράμματος ROSE "The Relevance of Science Education" (<http://roseproject.no/>) διεξήχθη έρευνα σε μαθητές 15 ετών προερχομένων από 33 χώρες του κόσμου (Αυστρία, Μπαγκλαντές, Μποτσουάνα, Τσεχία, Δανία, Αγγλία, Εσθονία, Φινλανδία, Γερμανία, Γκάνα, Ελλάδα, Ισλανδία, Ινδία, Ιρλανδία, Ιαπωνία, Λετονία, Μαλαισία, Ιρλανδία, Νορβηγία, Φιλιππίνες, Πολωνία, Πορτογαλία, Ρωσία, Σκωτία, Σλοβενία, Ισπανία, Σουηδία, Τουρκία, Τρινιντάντ, Ουγκάντα, Ζιμπάμπουε, Λεσότο, Σουαζιλάνδη). Οι μαθητές κλήθηκαν να εκφράσουν τις απόψεις τους για ποικίλα θέματα έρευνας και τεχνολογίας μέσω ερωτηματολογίων (Sjøberg S. & Schreiner C., 2008), (ERT, 2010). Από την έρευνα προέκυψαν τα ακόλουθα στοιχεία για την Ελλάδα:

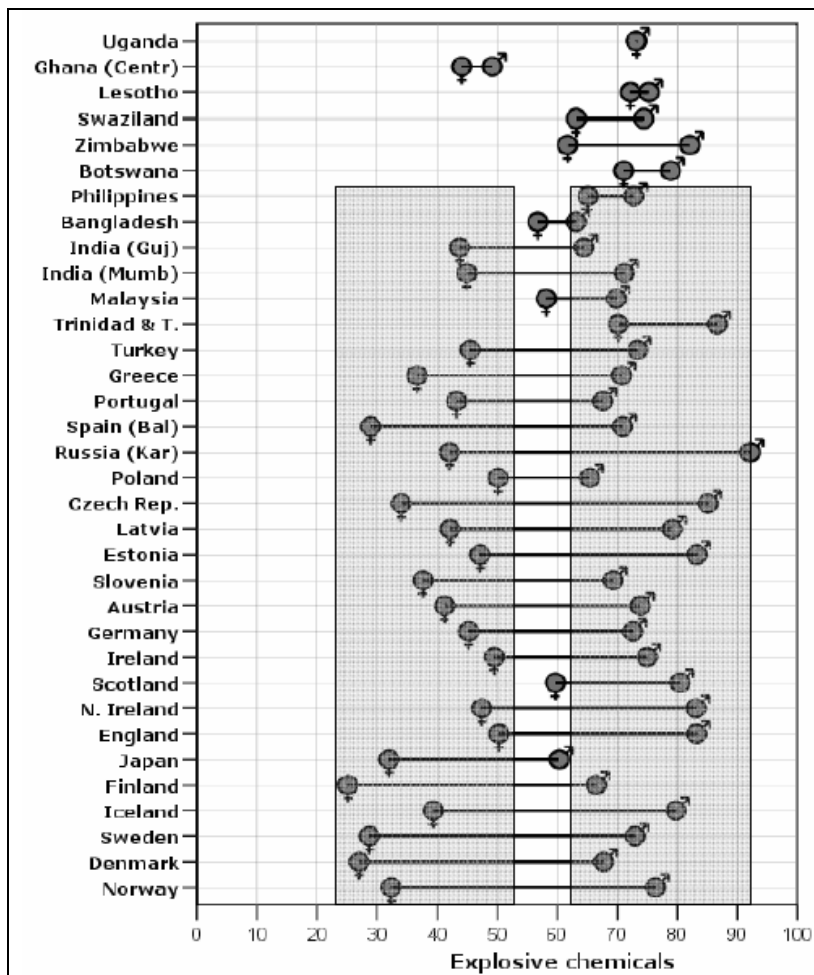
- Το ποσοστό των μαθητών που προτιμούν τα μαθήματα των φυσικών επιστημών στο σχολείο είναι 35% για τα κορίτσια και 45% για τα αγόρια
- Το ποσοστό των μαθητών που θα προτιμούσαν να ασχολούνται όσο το δυνατό περισσότερο με τις φυσικές επιστήμες στο σχολείο είναι 30% για τα κορίτσια και 35% για τα αγόρια
- Αναφορικά με συγκεκριμένα παραδείγματα ενασχόλησης με θέματα STEM:
 - το ποσοστό των μαθητών που δείχνει ενδιαφέρον σχετικά με τα εκρηκτικά χημικά είναι 35% για τα κορίτσια και 70% για τα αγόρια
 - το ποσοστό των μαθητών που δείχνει ενδιαφέρον σχετικά με το πώς λειτουργούν οι υπολογιστές είναι 75% για τα κορίτσια και 85% για τα αγόρια
- Το ποσοστό των μαθητών που πιστεύει ότι απαιτείται μεγαλύτερη φροντίδα για την προστασία του περιβάλλοντος από τον άνθρωπο είναι 90% για τα κορίτσια και τα αγόρια
- Το ποσοστό των μαθητών που πιστεύει ότι η επίλυση των περιβαλλοντικών προβλημάτων πρέπει να γίνεται μόνο από τους ειδικούς είναι 25% για τα κορίτσια και 35% για τα αγόρια
- Το ποσοστό των μαθητών που πιστεύει ότι η επιστήμη και η τεχνολογία μπορούν να οδηγήσουν στην επίλυση όλων των περιβαλλοντικών προβλημάτων είναι 40% για τα κορίτσια και 50% για τα αγόρια
- Το ποσοστό των μαθητών που πιστεύει ότι η επιστήμη και η τεχνολογία μπορούν να επιλύσουν σχεδόν όλα τα προβλήματα είναι 30% για τα κορίτσια και 45% για τα αγόρια
- Το ποσοστό των μαθητών που προτιμά να εργασθεί με ανθρώπους παρά με «πράγματα» (μηχανήματα) είναι 75% για τα αγόρια και 85% για τα κορίτσια
- Το ποσοστό των μαθητών που προτιμά να εργασθεί με μηχανές ή εργαλεία είναι 20% για τα κορίτσια και 65% για τα αγόρια
- Το ποσοστό των μαθητών που επιθυμεί να γίνει επιστήμονας είναι 25% για κορίτσια και 35% για τα αγόρια
- Το ποσοστό των μαθητών που επιθυμεί να ασκήσει επάγγελμα σχετικό με την τεχνολογία είναι 30% για τα κορίτσια και 60% για τα αγόρια.



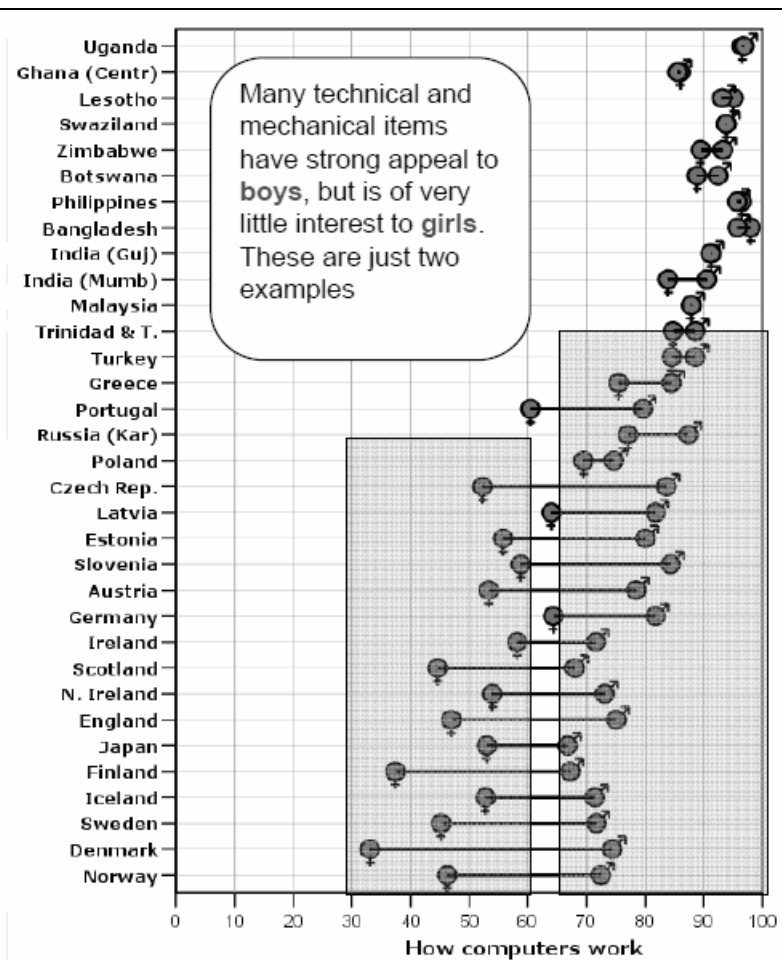
Διάγραμμα 3: Ενδιαφέρον μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως για τις φυσικές επιστήμες



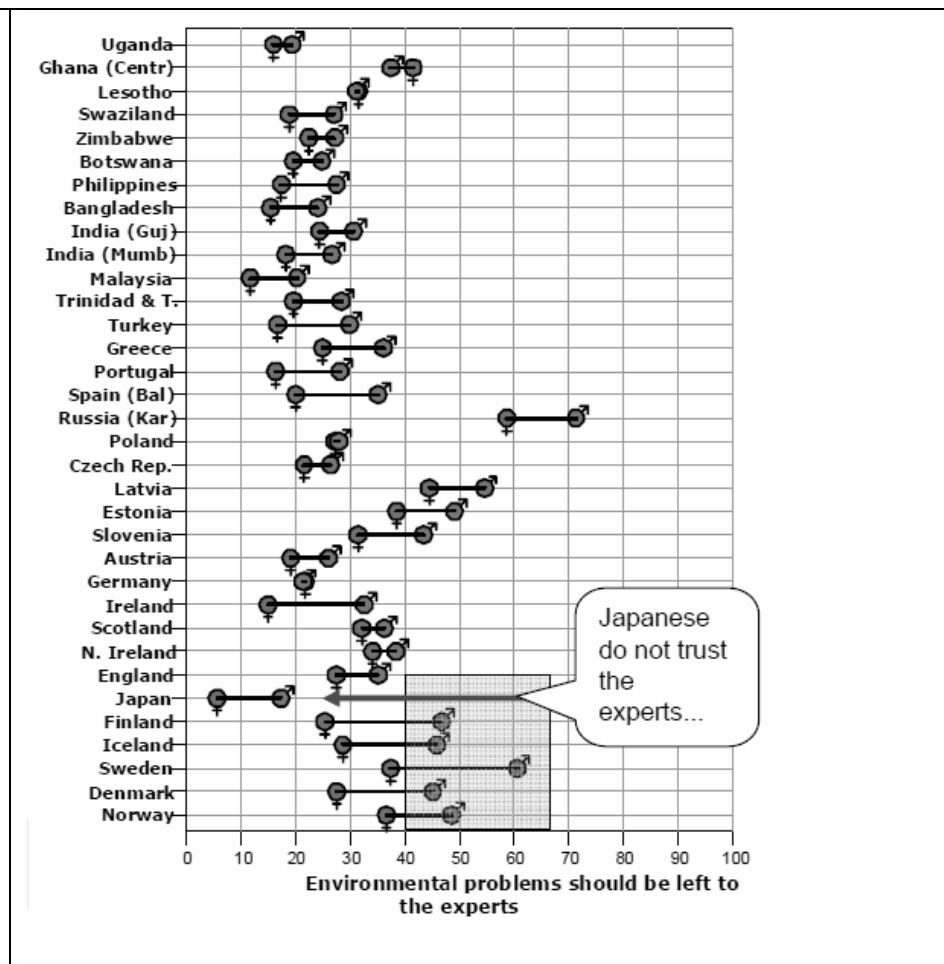
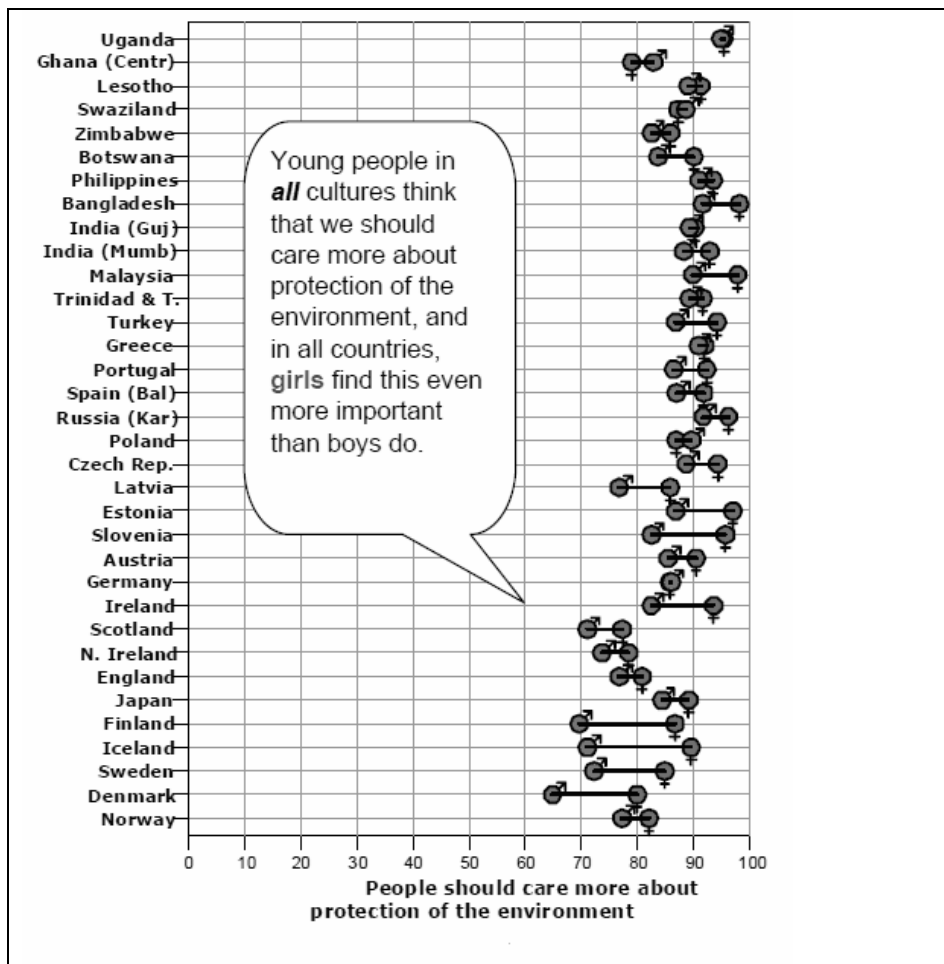
Διάγραμμα 4: Επιθυμία μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως για μεγαλύτερη ενασχόληση με θέματα φυσικών επιστημών



Διάγραμμα 5: Ενδιαφέρον μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως σχετικά με τα εκρηκτικά χημικά

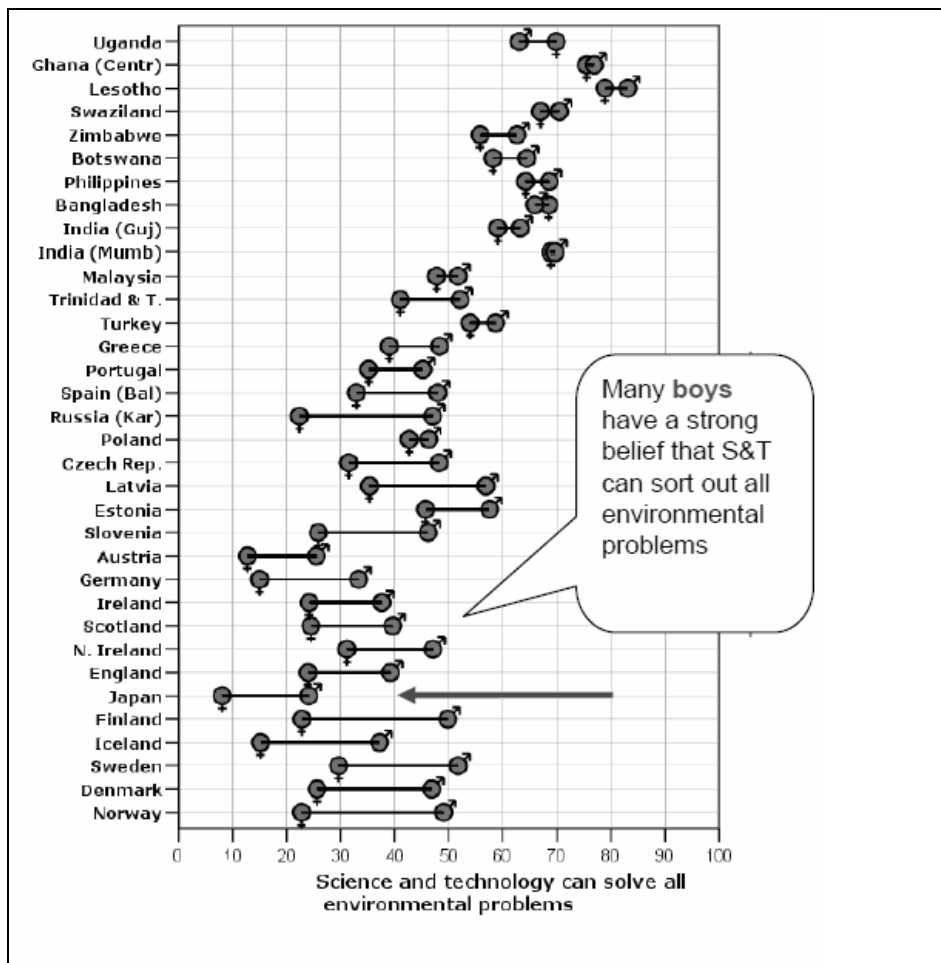


Διάγραμμα 6 : Ενδιαφέρον μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως σχετικά με το πώς λειτουργούν οι υπολογιστές

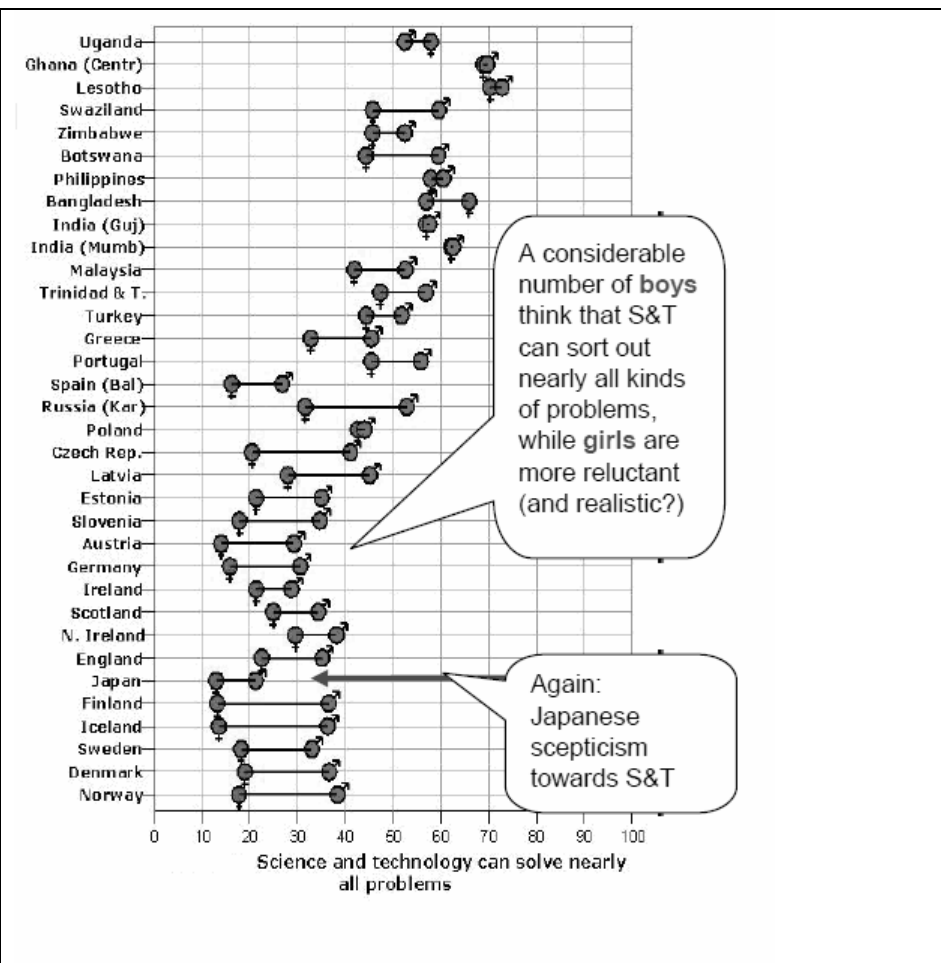


Διάγραμμα 7: Πεποίθηση μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως σχετικά με την αναγκαιότητα μεγαλύτερου ενδιαφέροντος του ανθρώπου για την προστασία του περιβάλλοντος

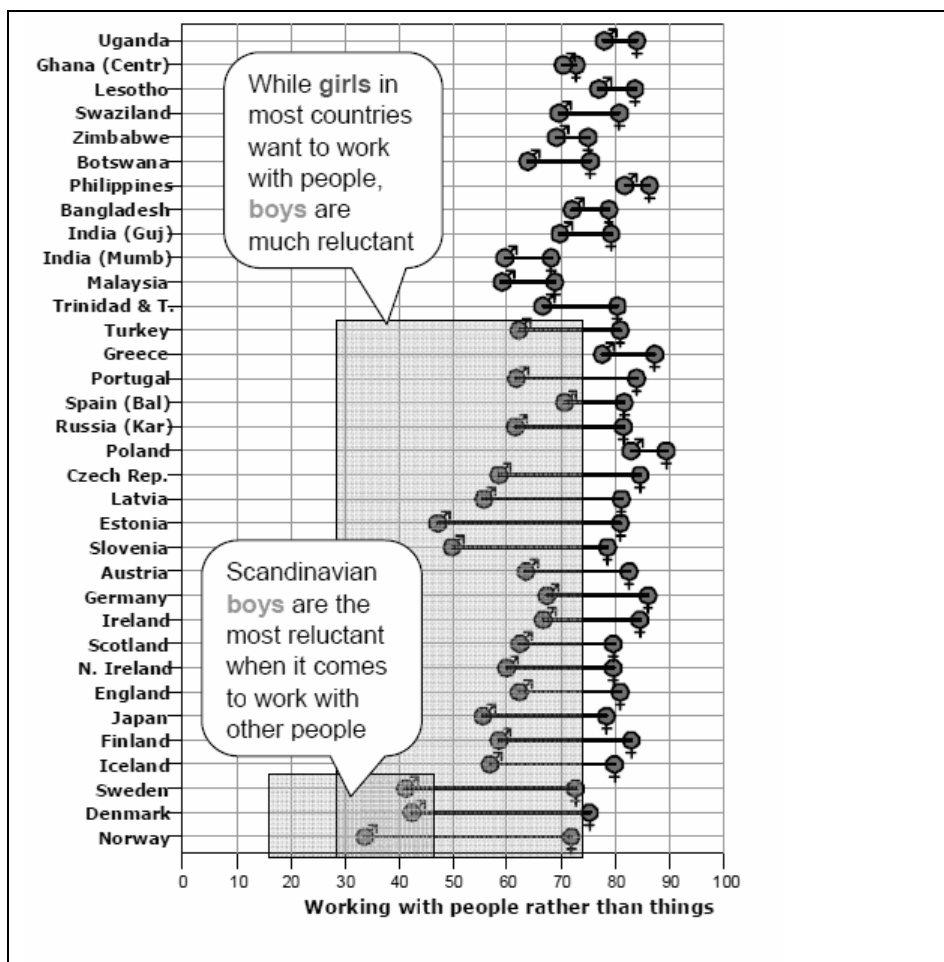
Διάγραμμα 8: Πεποίθηση μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως σχετικά με την επίλυση των περιβαλλοντικών προβλημάτων μόνο από τους ειδικούς



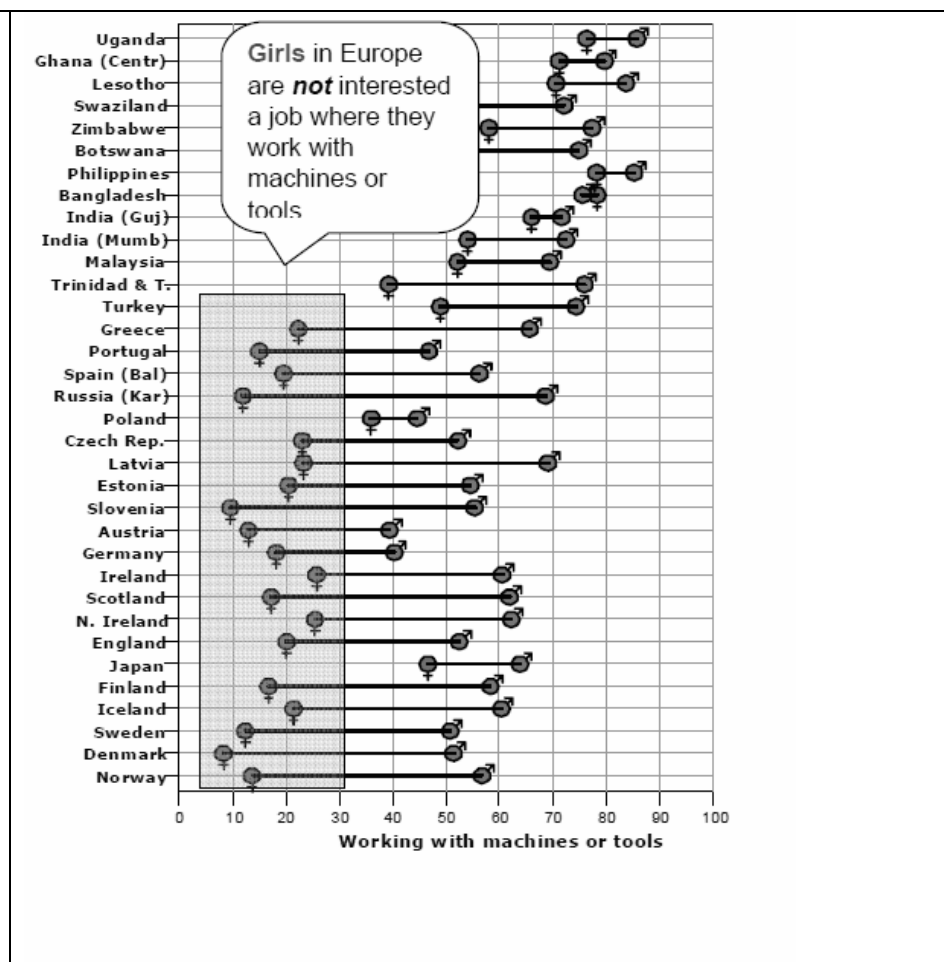
Διάγραμμα 9: Πεποίθηση μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως σχετικά με τη δυνατότητα επίλυσης όλων των περιβαλλοντικών προβλημάτων μέσω επιστήμης και τεχνολογίας



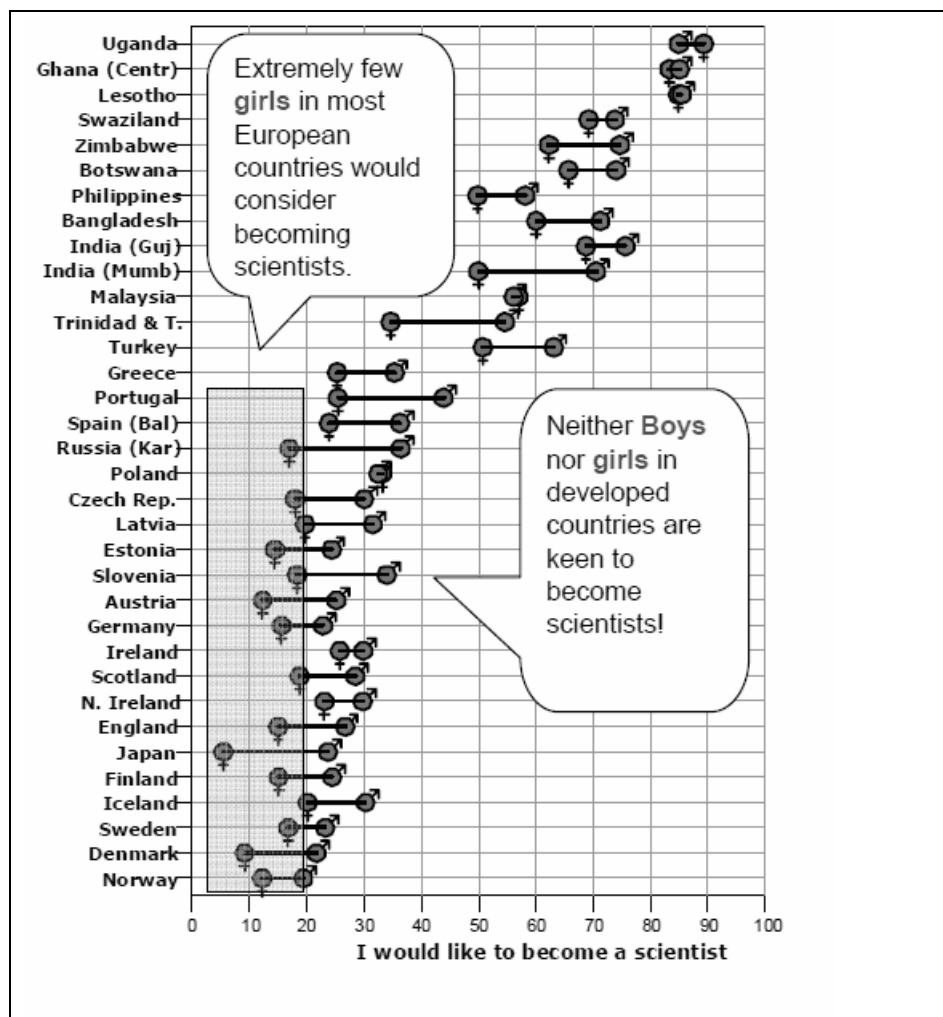
Διάγραμμα 10: Πεποίθηση μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως σχετικά με τη δυνατότητα επίλυσης σχεδόν όλων των προβλημάτων μέσω επιστήμης και τεχνολογίας



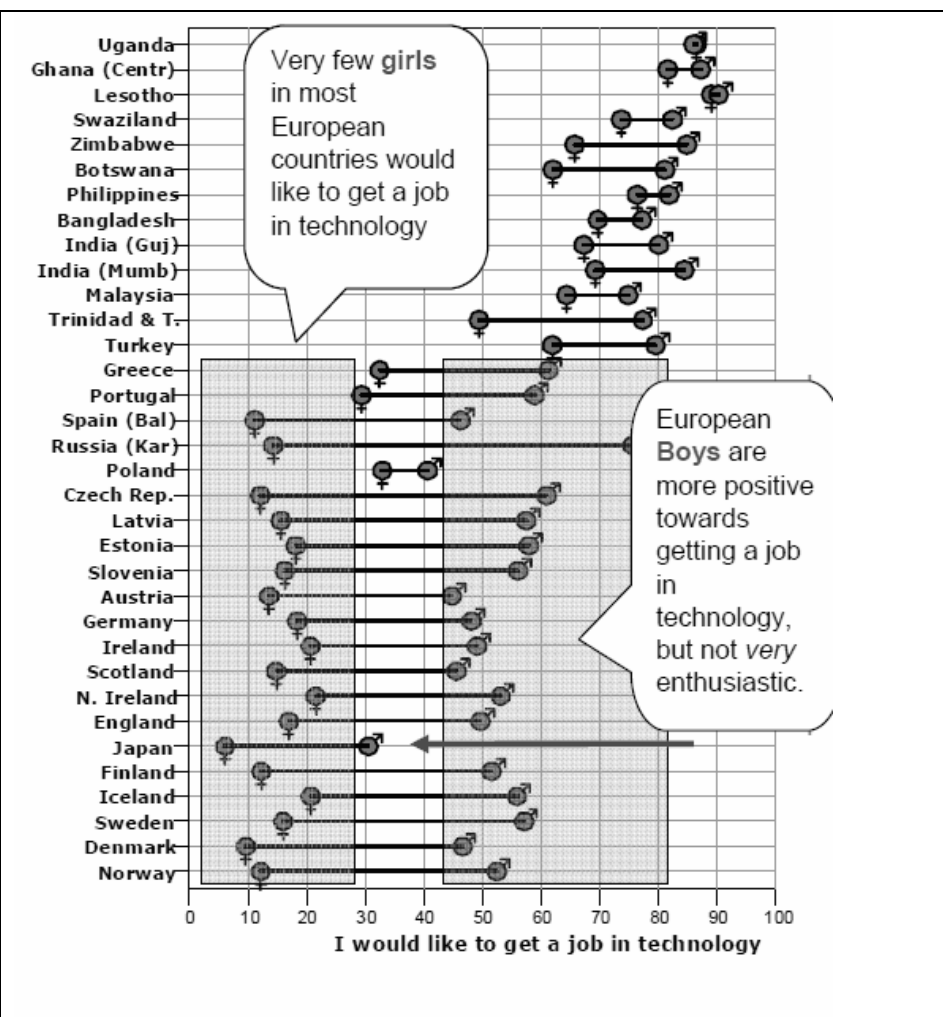
Διάγραμμα 11: Ενδιαφέρον μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως σχετικά με την επιλογή εργασίας με ανθρώπους παρά με «πράγματα» (μηχανήματα)



Διάγραμμα 12: Ενδιαφέρον μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως σχετικά με την επιλογή εργασίας με μηχανήματα ή εργαλεία



Διάγραμμα 13: Επιθυμία μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως να γίνουν επιστήμονες



Διάγραμμα 14: Επιθυμία μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως να ασκήσουν επάγγελμα σχετικό με την τεχνολογία

5.5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

- ΟΟΣΑ (2011). Καλύτερες επιδόσεις και Επιτυχείς Μεταρρυθμίσεις στην Εκπαίδευση, Συστάσεις για την Εκπαιδευτική Πολιτική στην Ελλάδα, ISBN 978-89-26-411958-1
- ΦΕΚ 1163 / 10 Απριλίου 2012, Ωρολόγιο πρόγραμμα των μαθημάτων της Α΄ τάξης Γενικού Λυκείου, Ωρολόγιο πρόγραμμα των μαθημάτων της Β΄ τάξης Γενικού Λυκείου
- Programme for International Student Assessment (2011). PISA 2009 - Πρώτα αποτελέσματα για την Ελλάδα, Τεύχος Ι - Διεθνές Πρόγραμμα του ΟΑΣΑ για την αξιολόγηση των μαθητών, Αθήνα

Ξενόγλωσση

- Council conclusions (2009). Council Conclusions of 12 May 2009 on a strategic framework for European cooperation in education and training (ET 2020), 2009/C 119/2
- ECB – European Coordinating Body for Maths, Science and Technology (2011). ECB - WP2 D2.1 Observatory Methodology, Report delivered to EC in the framework of the ECB Project Contract number 266622
- ERT (2010). Mathematics, Science & Technology Education: School-Business Cooperation
- European Commission (2004). Europe needs more scientists. Report by the High Level Group on Increasing Human Resources for Science and Technology in Europe, ISBN 92-894-8458-6
- European Commission (2007). Science education now: a renewed pedagogy for the future of Europe, ISSN 1018 – 5593
- OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development (2006). Global Science Forum “Evolution of student interest in Science and Technology Studies Policy Report”
- OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development (2008). Encouraging student interest in science and technology studies Report, ISBN : 9789264040892 (pdf)
- OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development (2012). Education at a Glance 2012: Highlights, OECD Publishing
- Sjøberg S. & Schreiner C. (2008). Young people, science and technology. Attitudes, values, interests and possible recruitment, Selected results from recent research, ERT Event, Brussels, Oct. 2, 2008

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΩΝ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΩΝ ΜΑΘΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ STEM

6.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διδασκαλία των θεμάτων STEM αποτελεί μία περίπλοκη διαδικασία, για την επιτυχία της οποίας απαιτείται η συντονισμένη προσπάθεια (*National Committee on Science Education Standards and Assessment, 1996*):

- των εκπαιδευτικών, οι οποίοι καλούνται να δημιουργήσουν το περιβάλλον μέσα στο οποίο οι μαθητές θα λειτουργήσουν αποτελεσματικά ως ενεργοί συμμετοχοί στην όλη εκπαιδευτική διαδικασία, αλλά και να επεκτείνουν τις γνώσεις των μαθητών πέρα από τα θέματα των φυσικών επιστημών, της τεχνολογίας, της μηχανικής, των μαθηματικών, συνδυάζοντάς τες με κοινωνικές θεωρήσεις
- των μαθητών προκειμένου να μετάσχουν ενεργά και αποτελεσματικά στην εκπαιδευτική διαδικασία, κατορθώνοντας όχι μόνο να αυξήσουν τις γνώσεις τους πάνω στα συγκεκριμένα θεματικά αντικείμενα, αλλά και να ασκηθούν σε δημιουργικό και κριτικό τρόπο σκέψης και αυτενέργειας.

Δεδομένου ότι οι παραδοσιακοί τρόποι διδασκαλίας δεν καταφέρνουν σήμερα να κεντρίσουν το ενδιαφέρον των μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στα θέματα STEM, η εισαγωγή καινοτόμων μεθοδολογιών απαιτεί σύγχρονη απαίτηση. Οι μεθοδολογίες αυτές σκόπιμο είναι να:

- είναι ελκυστικές για τους μαθητές
- παρέχουν βαθιά κατανόηση των σχετικών θεμάτων
- ακολουθούν ολοκληρωμένη διεπιστημονική προσέγγιση
- δίνουν βαρύτητα σε επιστημονικές μεθόδους και όχι σε απλή συγκράτηση πληροφοριών
- ακολουθούν την προσέγγιση διασύνδεσης των τεχνικών λύσεων στα σύγχρονα προβλήματα με κοινωνικές θεωρήσεις.

6.2. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΘΕΜΑΤΑ STEM

Προκειμένου να αυξηθεί το ενδιαφέρον των μαθητών, αλλά ταυτόχρονα να αναπτυχθούν κίνητρα στους καθηγητές ως προς την εξέλιξη του τρόπου διδασκαλίας, υιοθετούνται σήμερα καινοτόμες προσεγγίσεις για τα θέματα STEM. Οι προσεγγίσεις αυτές έχουν ως βασικό στόχο την ενεργό συμμετοχή των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία.

6.2.1. ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ

Σε διεθνές επίπεδο, προωθείται σήμερα σε σημαντικό βαθμό η διερευνητική μάθηση (*inquiry based learning*) και συντελείται προσπάθεια εισαγωγής της στα επίσημα προγράμματα σπουδών σε πρωτοβάθμιο και δευτεροβάθμιο επίπεδο εκπαίδευσης, καθώς έχει δώσει ενθαρρυντικά αποτελέσματα (*Στυλιανίδου κ.ά., 2011*), (*European Commission, 2007*).

Σε μια προσπάθεια ορισμού από τον θεμελιωτή της, διερεύνηση είναι η ενεργητική, επίμονη και προσεκτική θεώρηση κάθε αντίληψης ή μορφής γνώσης υπό το πρίσμα των τεκμηρίων που την υποστηρίζουν και των περαιτέρω συμπερασμάτων προς τα οποία τείνει (*Dewey, 1963*). Η διερεύνηση έχει σκοπό τη θεμελίωση των πεποιθήσεων με τη χρήση της αιτιολόγησης, τεκμηρίων, συμπερασμάτων και γενικεύσεων. Ο εκπαιδευόμενος βρίσκεται αντιμέτωπος με μία «εναλλακτική κατάσταση» η με ένα περίπλοκο πρόβλημα που προξενεί αμηχανία. Η σκέψη μεταφέρεται από μία κατάσταση αμφιβολίας ή σύγχυσης (προ - ανακλαστική κατάσταση) σε κατάσταση που χαρακτηρίζεται από «κυριαρχία» πάνω στις αρχικές συνθήκες που δημιούργησαν αμφιβολία και αμηχανία (μετα - ανακλαστική σκέψη) (*Βαϊνάς κ.ά., 2007*).

Η διερεύνηση αποτελεί μία προσέγγιση εξερεύνησης του φυσικού, εμπειρικού, υλικού κόσμου, που οδηγεί στη διατύπωση ερωτημάτων, σε ανακαλύψεις και σε επαλήθευση αυτών με δοκιμή. Η διερεύνηση αποτελεί συνειδητή διαδικασία διάγνωσης προβλημάτων, κριτικής θεώρησης πειραμάτων και διάκρισης εναλλακτικών λύσεων, σχεδιασμού ερευνών, διερεύνησης εικασιών, αναζήτησης πληροφοριών, κατασκευής μοντέλων, συζήτησης με ομοίους και διατύπωσης συνεκτικών επιχειρημάτων (*Linn et al., 2004*).

Η διερευνητική μάθηση μπορεί να εφαρμοσθεί σε όλα τα επίπεδα εκπαίδευσης, καθώς και στην τυπική και άτυπη εκπαίδευση. Ωστόσο, δεδομένου ότι αποτελεί χρονοβόρα διαδικασία, η χρήση της ενδείκνυται κυρίως για τις κατώτερες βαθμίδες (δημοτικό, γυμνάσιο) (*Ραγιαδάκος, 2011*).

Η διαδικασία της διερεύνησης ξεκινά όταν ο μαθητής παρατηρεί κάτι που του κεντρίζει την προσοχή, τον εκπλήσσει ή του διεγείρει το ενδιαφέρον για ερώτηση. Ο μαθητής εγείρει ερευνητικά ερωτήματα, διατυπώνει υποθέσεις, σχεδιάζει πειράματα για να τις ελέγξει, δημιουργεί και αναλύει επιχειρήματα βασισμένα σε στοιχεία, αναγνωρίζει τις εναλλακτικές εξηγήσεις, αλλά και επικοινωνεί τα επιστημονικά επιχειρήματα προς τους άλλους (*Tamir, 1985*).

Ο μαθητής (*Ραγιαδάκος, 2011*):

- κάνει ερωτήσεις, οι οποίες μπορούν να απαντηθούν μέσα από επιστημονική έρευνα
- σχεδιάζει και διεξάγει μία αναζήτηση - επιστημονική έρευνα
- χρησιμοποιεί κατάλληλα εργαλεία για τη συγκέντρωση, ανάλυση και περιγραφή των δεδομένων
- χρησιμοποιεί τα δεδομένα για την κατασκευή λογικής περιγραφής, ερμηνείας του φαινομένου, ανάπτυξη σχετικού μοντέλου
- κοινοποιεί – παρουσιάζει την έρευνά του.

Οι ερωτήσεις μπορεί να είναι (Wolf, 2002):

- *Συναγωγής (inference)*: Μέσω αυτών των ερωτήσεων οι μαθητές προχωρούν πέρα από την άμεση διαθέσιμη πληροφορία, βρίσκουν συμπεράσματα, τα εξετάζουν, τα συζητούν και αναλύουν ποια συμπεράσματα δικαιολογούνται
- *Ερμηνευτικές (interpretation)*: χρησιμοποιούνται στην περίπτωση που οι ερωτήσεις συναγωγής απαιτούν από τους μαθητές να συμπληρώσουν πληροφορίες που λείπουν
- *Μεταφοράς (transfer)*: Εάν οι ερωτήσεις συναγωγής και οι ερμηνευτικές ερωτήσεις «ζητούν» από το μαθητή να εμβαθύνει, οι ερωτήσεις μεταφοράς προκαλούν διεύρυνση της σκέψης και οδηγούν τους μαθητές σε νέα μονοπάτια γνώσης
- *Υποθετικές (hypotheses)*: Οι μαθητές ρωτούν σχετικά με το περιεχόμενο, προβλέπουν αποτελέσματα, διατυπώνουν υποθέσεις για όσα διαβάζουν
- *Ανακλαστικές (reflective)*: Οι μαθητές διερωτώνται «Πώς ξέρω ότι γνωρίζω;», «Ποια πράγματα υποθέτω παρά εξετάζω;»

Κατά τη διερευνητική μάθηση οι μαθητές μαθαίνουν να χρησιμοποιούν συστηματικά τους κανόνες της λογικής και της επιστήμης προκειμένου να επαληθεύσουν έννοιες και ιδέες (Μασσιάλας, 1989). Βασικά χαρακτηριστικά της μεθόδου αποτελούν τα ακόλουθα (Βαϊνάς κ.ά., 2007):

- Βασίζεται στην αναλυτική σκέψη
- Απαιτεί λογική ακολουθία
- Πραγματοποιείται με βαθμιαία βήματα
- Υπάρχει πλήρης συνείδηση του σκοπού κάθε βήματος
- Έχει αντικειμενικό χαρακτήρα
- Προϋποθέτει εξοικείωση με τους κανόνες της λογικής

Η μέθοδος κρίνεται εξίσου επιτυχής για διαφορετικό επίπεδο μαθητών και προωθεί το ενδιαφέρον και τη συμμετοχή του γυναικείου φύλου στις δραστηριότητες των φυσικών επιστημών. Επιπρόσθετα, ευνοεί τη διασύνδεση των σχετικών φορέων που εκπροσωπούν την τυπική και την άτυπη εκπαίδευση, καθώς και δημιουργεί ευκαιρίες και προϋποθέσεις για τη συνεργασία επιστημόνων, ερευνητών, επαγγελματιών, εταιρειών, τοπικών αρχών, χρηστών κ.λ.π.

Η διερευνητική μάθηση αποτελεί συνεχή διαδικασία και δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από μία σειρά βημάτων που οδηγούν στην επίτευξη της μάθησης. Η μάθηση συντελείται ως συνάρτηση δραστηριοτήτων και περιεχομένου μέσα στο οποίο πραγματοποιείται, παρά μέσω αφηρημένων παρουσιάσεων.

Τα επίπεδα ή οι μορφές της διερεύνησης διακρίνονται σε (Chambers, 2002):

- *Ελεγχόμενη (controlled)*: Η επιλογή του θέματος γίνεται από τον καθηγητή.
- *Καθοδηγούμενη (guided)*: Οι μαθητές δουλεύουν πάνω στην έρευνα, συνήθως σε ομάδες, και το σύνολο των μαθητών αναμένεται να δημιουργήσει παρόμοια τελικά προϊόντα
- *Μοντελοποιημένη (modeled)*: Οι μαθητές γίνονται οι μαθητευόμενοι του καθηγητή και έχουν μεγαλύτερη ελευθερία στην επιλογή του θέματος, της μεθόδου και της διαδικασίας.

- *Ελεύθερη (free)*: Ο μαθητής είναι υπεύθυνος για όλα, δηλαδή για την επιλογή του θέματος, την επιλογή των κατάλληλων ερωτήσεων για την παραγωγή και παρουσίαση του τελικού προϊόντος.

Η διερευνητική μάθηση πρέπει να ενσωματώνει μία διαδικασία σχηματισμού κατάλληλων ερευνητικών ερωτήσεων, οργάνωσης δεδομένων έρευνας, ανάλυσης και αξιολόγησης των δεδομένων, συνεκτικής παρουσίασης των αποτελεσμάτων (Chambers, 2002). Τα βασικά στοιχεία που πρέπει να ενσωματώνει είναι τα ακόλουθα (American Association of School Librarians, 1999):

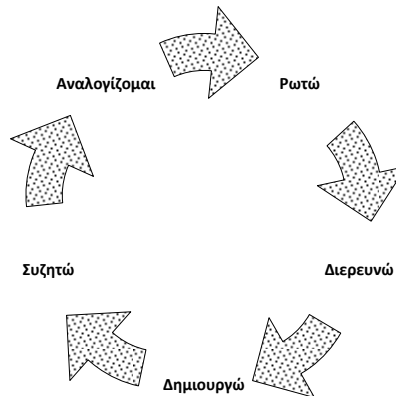
- Τίθενται οι σχετικές ερωτήσεις που προέρχονται από τα υψηλότερα επίπεδα της ταξινόμησης του Bloom, δηλαδή την κατανόηση, την εφαρμογή, την ανάλυση και τη σύνθεση.
- Οι ερωτήσεις κινούν το ενδιαφέρον των μαθητών. Η πραγματική ζωή επιβάλλει συνεχώς καινούρια και πολύπλοκα προβλήματα. Καθοδηγώντας τους μαθητές μέσω σεναρίων, τους επιτρέπουμε να μάθουν να επιλύουν προβλήματα με τη βοήθεια των συμμαθητών και των καθηγητών τους
- Η προσέγγιση της διερευνητικής μάθησης κάνει χρήση ποικίλων πηγών ούτως ώστε οι μαθητές να είναι σε θέση να συλλέγουν πληροφορίες και να σχηματίζουν άποψη.
- Ο καθηγητής παίζει το ρόλο του καθοδηγητή ή του ατόμου που διευκολύνει την όλη διαδικασία. Ο καθηγητής χρησιμοποιεί την εμπειρία του προκειμένου να καθοδηγήσει το μάθημα μέσω διερεύνησης. Ο καθηγητής αξιολογεί συνεχώς την πρόοδο των μαθητών και την πορεία της διερευνητικής μάθησης.

Σχηματικά, η διερευνητική μάθηση μπορεί να απεικονισθεί μέσω ενός κύκλου διερεύνησης, αποτελώντας μια συνεχή διαδικασία (<http://people.lis.illinois.edu/~chip/inqdef.shtml>). Η διαδικασία αφορά στα ακόλουθα:

- *Ρωτώ - Διατύπωση ερωτημάτων*: Οι ερωτήσεις εμπνέονται από τη γνήσια περιέργεια σχετικά με πραγματικές εμπειρίες. Ο μαθητής ξεκινά να ορίζει ή να περιγράφει την ερώτηση.
- *Διερευνώ - Διερεύνηση λύσεων*: Ο μαθητής ξεκινά να συλλέγει πληροφορίες (πηγές έρευνας, μελέτη, σχεδιασμός πειράματος, παρατήρηση κ.ά.). ο μαθητής μπορεί να αναδιατυπώσει – αναπροσαρμόσει την ερώτηση σύμφωνα με τις ανάγκες και τα δεδομένα που προκύπτουν.
- *Δημιουργώ - Δημιουργία νέας γνώσης καθώς γίνεται η συλλογή πληροφοριών*: Δεδομένου ότι οι πληροφορίες που συγκεντρώνονται στο στάδιο της διερεύνησης αρχίζουν να συγχωνεύονται, ο μαθητής δημιουργεί διασυνδέσεις. Ο μαθητής προχωρά στη σύνθεση της έννοιας και με δημιουργική και κριτική σκέψη σχηματοποιεί νέες σκέψεις, ιδέες και θεωρίες πέρα από την πρότερη εμπειρία που διαθέτει.
- *Συζητώ - Συζήτηση σχετικά με τις ανακαλύψεις και τις εμπειρίες*: Οι μαθητές μοιράζονται μεταξύ τους τις νέες ιδέες, ρωτούν τους άλλους σχετικά με τις εμπειρίες και τις ανακαλύψεις τους, συγκρίνουν τα ευρήματά τους, μοιράζονται εμπειρίες.
- *Αναλογίζομαι - Αναλογισμός σχετικά με τη νέα γνώση*: Ο μαθητής «κοιτά πίσω» στην αρχική ερώτηση, στην πορεία της έρευνας και στα συμπεράσματα που προέκυψαν, κάνει παρατηρήσεις και πιθανώς λαμβάνει

νέες αποφάσεις. Αναλογίζεται εάν έχει βρεθεί λύση, εάν νέες ερωτήσεις έχουν έρθει στην επιφάνεια και ξεκινά από την αρχή τα βήματα του κύκλου της διερεύνησης.

Ωστόσο, η διερευνητική μάθηση δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από μία σειρά βημάτων για την επίτευξη της μάθησης, αλλά αποτελεί τοποθετημένη μάθηση (*situated learning*) σύμφωνα με την οποία η μάθηση συντελείται ως συνάρτηση δραστηριοτήτων και περιεχομένου μέσα στο οποίο πραγματοποιείται, παρά μέσω αφηρημένων παρουσιάσεων (*Lave & Wenger, 1990*).



Σχήμα 39: Ο κύκλος της διερεύνησης

Για την επίτευξη τη «ανανέωσης» των πρακτικών διδασκαλίας των φυσικών επιστημών στην Ευρώπη, προτείνεται η εκτεταμένη χρήση της διερευνητικής μάθησης στην εκπαιδευτική διαδικασία και η ανάλογη επιμόρφωση των καθηγητών στην κατεύθυνση αυτή. Στον αντίποδα βρίσκονται δύο άλλες παιδαγωγικές προσεγγίσεις:

- *Αφαιρετική προσέγγιση (deductive approach)*, σύμφωνα με την οποία ο καθηγητής παρουσιάζει τις βασικές ιδέες, τα όσα λογικά - επαγωγικά προκύπτουν και παραθέτει παραδείγματα εφαρμογών. Η μέθοδος ονομάζεται και από πάνω προς τα κάτω προσέγγιση (*top - down approach*), πηγαίνοντας από το γενικό προς το ειδικό. Για την εφαρμογή της προσέγγισης αυτής, οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση να χειριστούν αφηρημένες έννοιες, συνεπώς αυτό δεν μπορεί να συμβεί επιτυχώς πριν το επίπεδο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.
- *Επαγωγική προσέγγιση (inductive approach)*, σύμφωνα με την οποία δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στην παρατήρηση και στο πείραμα. Η μέθοδος ονομάζεται και από κάτω προς τα πάνω προσέγγιση (*bottom - up approach*).

Η επαγωγική προσέγγιση θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε ότι μετεξελίχθηκε κατά ένα τρόπο στη διερευνητική προσέγγιση μάθησης στον τομέα των φυσικών επιστημών (*Inquiry Based Science Education*). Εξ ορισμού, η διερεύνηση (*inquiry*) αποτελεί την συνειδητή διαδικασία διάγνωσης προβλημάτων, την κριτική πειραμάτων, την αναγνώριση εναλλακτικών, το σχεδιασμό διερευνήσεων, τη διερεύνηση υποθέσεων, την έρευνα πληροφοριών, την κατασκευή μοντέλων, την ανταλλαγή απόψεων με συνομιλήκους, την εμπειριστατωμένη επιχειρηματολογία (*Linn et al., 2004*).

Για τη διερευνητική μέθοδο έχουν προταθεί διάφορα διδακτικά μοντέλα - πρότυπα, που συνοψίζονται ακολούθως (*Ραγιαδάκος, 2011*):

Μοντέλο καθοδηγούμενης έρευνας (Guided research model)		Μοντέλο διερευνητικής διδασκαλίας (Inquiry based teaching)	
Ανάδειξη του φαινομένου σε πρόβλημα	<i>Παρουσίαση:</i> Ο καθηγητής παρουσιάζει την έννοια / το πρόβλημα / τη θεωρία για συζήτηση και εναλλακτικές θεωρίες ή ιδέες <i>Συζήτηση:</i> Ο καθηγητής συζητά με τους μαθητές για την έννοια / το πρόβλημα / τη θεωρία και για τις εναλλακτικές θεωρίες ή ιδέες	Δραστηριότητες για την εκμείευση ερωτήσεων	<i>Ανάδειξη περιέργειας:</i> Ο καθηγητής προσπαθεί να τραβήξει την προσοχή των μαθητών παρουσιάζοντάς τους κατάλληλα υλικά. <i>Καθορισμός ερωτήσεων από υπάρχουσα γνώση:</i> Οι μαθητές ασχολούνται με επιστημονικές ερωτήσεις που βάζει ο καθηγητής
Προτάσεις για την αντιμετώπιση του προβλήματος	<i>Επιστημονική πρόβλεψη:</i> Οι μαθητές κάνουν υποθέσεις, προβλέψεις και προτάσεις για την αντιμετώπιση του προβλήματος	Ενεργός έρευνα	<i>Προτείνουν προκαταρκτικές υποθέσεις:</i> Οι μαθητές προτείνουν πιθανές υποθέσεις / εξηγήσεις στις ερωτήσεις που αναδείχθηκαν στην προηγούμενη φάση. Ο καθηγητής καταγράφει τυχόν λανθασμένες - εναλλακτικές αντιλήψεις <i>Σχεδιασμός και διεξαγωγή απλής έρευνας:</i> Οι μαθητές δίνουν προτεραιότητα στα στοιχεία που τους επιτρέπουν να αναπτύξουν επιστημονικές εξηγήσεις. Ο καθηγητής διευκολύνει τη διαδικασία.
Εφαρμογή μιας πρότασης	<i>Εγκατάσταση του πειράματος:</i> Οι μαθητές φτιάχνουν το πείραμα με την υποστήριξη - καθοδήγηση του καθηγητή <i>Μέτρηση - καταγραφή:</i> Οι μαθητές κάνουν μετρήσεις και καταγράφουν τα ευρήματά τους	Δημιουργία	<i>Συγκέντρωση στοιχείων με παρατήρηση:</i> Ο καθηγητής χωρίζει τους μαθητές σε ομάδες. Κάθε ομάδα διαμορφώνει και αξιολογεί τις εξηγήσεις των στοιχείων.
«Θεωρίκευση» των ευρημάτων	<i>Σύγκριση ευρημάτων με πρόβλεψη:</i> Οι μαθητές συγκρίνουν τα αποτελέσματα με την πρόβλεψή τους. Ο καθηγητής διευκολύνει τη διαδικασία. <i>Συζήτηση:</i> Συζήτηση των θεωρητικών ζητημάτων / θεμάτων που προκύπτουν από τις πειραματικές δραστηριότητες	Συζήτηση	<i>Εξήγηση βάσει των στοιχείων:</i> Ο καθηγητής δίνει τη σωστή εξήγηση για το συγκεκριμένο θέμα έρευνας <i>Θεώρηση άλλων εξηγήσεων:</i> Κάθε ομάδα μαθητών αξιολογεί τις εξηγήσεις που έδωσε

Παγίωση	<i>Συζητήσεις, ασκήσεις, εργασίες:</i> Ο καθηγητής κάνει ερωτήσεις και αναθέτει ασκήσεις και εργασίες με σκοπό την παγίωση της αποκτηθείσας γνώσης	Σκέψη	Ανακοίνωση εξήγησης: Κάθε ομάδα μαθητών ανακοινώνει την εξήγηση που έδωσε εντοπίζοντας / δικαιολογώντας τυχόν λάθη της.
---------	--	-------	---

Μοντέλο μάθησης βασισμένης σε ερευνητική εργασία (Project – based learning)		Μοντέλο διδασκαλίας 5E (5E Instructional model)	
Καθορισμός στόχου	<i>Οργάνωση σε ομάδες:</i> Ο καθηγητής χωρίζει τους μαθητές σε ομάδες εξασφαλίζοντας κάθε ομάδα να αποτελείται από μαθητές διαφορετικών ικανοτήτων <i>Παρουσίαση του προβλήματος:</i> Ο καθηγητής παρουσιάζει το πρόβλημα στους μαθητές <i>Συζήτηση:</i> Οι μαθητές συζητούν για το πρόβλημα και διατυπώνουν γνώμες και ιδέες. Ο καθηγητής δίνει εξηγήσεις και κάνει παρατηρήσεις πάνω στις γνώμες των μαθητών	Ενασχόληση (Engagement)	<i>Βιωματική εμπειρία (minds-on, hands-on):</i> Ο καθηγητής εισάγει τους μαθητές στο πρόβλημα με συγκεκριμένα παραδείγματα <i>Οργάνωση των σκέψεων των μαθητών:</i> Ο καθηγητής οργανώνει τις σκέψεις των μαθητών προς τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα των δραστηριοτήτων.
Σχεδιάζοντας την ερευνητική εργασία	<i>Συζήτηση μεταξύ των μελών της ομάδας:</i> Οι μαθητές συζητούν για το πρόβλημα και κατανέμουν εργασία. Ο καθηγητής παρεμβαίνει για να διορθώσει τυχόν παρεξηγήσεις.	Εξερεύνηση (Exploration)	<i>Εξερεύνηση - παρατήρηση:</i> Οι μαθητές αφιερώνουν χρόνο στην εξερεύνηση αντικειμένων, φαινομένων, γεγονότων ή καταστάσεων με αποτέλεσμα να βρουν μεταβλητές, σχέσεις, πρότυπα.
Εκτελώντας την εργασία	<i>Συλλογή πληροφορίας:</i> Κάθε μέλος της ομάδας συλλέγει για το θέμα της εργασίας. Ο καθηγητής βοηθάει τους μαθητές επισημαίνοντας διάφορα σημεία του προβλήματος. <i>Σύνθεση της πληροφορίας:</i> στο πλαίσιο της ομάδας οι μαθητές συνθέτουν τις πληροφορίες	Εξήγηση (Explanation)	<i>Εντοπισμός των γνώσεων των μαθητών:</i> Ο καθηγητής κατευθύνει την προσοχή των μαθητών σε ορισμένες πτυχές της δραστηριότητας που απασχολούνται – ερευνούν. <i>Εξηγώντας έννοιες:</i> Ο καθηγητής δίνει επιστημονικές ή τεχνολογικές εξηγήσεις με άμεσο

	<p>που έχουν συγκεντρώσει. Ο καθηγητής τους βοηθάει κάνοντας ερωτήσεις σε διάφορες έννοιες – θέματα και τη σχέση μεταξύ τους.</p> <p><i>Δημιουργία της ερευνητικής εργασίας:</i> Οι μαθητές εργάζονται συλλογικά, ενώ ο καθηγητής τους διευκολύνει στην προσπάθειά τους.</p>		και τυπικό τρόπο.
Παρουσίαση των αποτελεσμάτων	<p><i>Παρουσίαση αποτελεσμάτων του project:</i> Κάθε ομάδα παρουσιάζει τα αποτελέσματα στους άλλους μαθητές και στον καθηγητή.</p> <p><i>Συζήτηση - ανάδραση:</i> Οι μαθητές απαντούν στις ερωτήσεις και τα σχόλια των άλλων μαθητών και του καθηγητή.</p>	Επεξεργασία (Elaboration)	<p><i>Συζήτηση:</i> Κάθε μαθητής συζητά τι έχει καταλάβει από το αντικείμενο μελέτης και παίρνει αναδράσεις από άλλους μαθητές και τον καθηγητή.</p> <p><i>Αναζήτηση πληροφορίας:</i> η συζήτηση έχει ως αποτέλεσμα τον καλύτερο προσδιορισμό του έργου και της συγκέντρωσης της μέγιστης δυνατής σχετικής πληροφορίας.</p>
Αξιολόγηση των εργασιών	<i>Αξιολόγηση:</i> Ο καθηγητής αξιολογεί τις εργασίες των μαθητών.	Αξιολόγηση (Evaluation)	<i>Αξιολόγηση εννοιών, στάσεων, δεξιοτήτων:</i> Οι μαθητές αξιολογούν την κατανόηση και τις ικανότητές τους, ενώ ο καθηγητής αξιολογεί την πρόδοό τους στην επίτευξη των εκπαιδευτικών στόχων.

Πίνακας 14: Διδακτικά μοντέλα διερευνητικής μεθόδου μάθησης

Στο πλαίσιο ευρωπαϊκών προγραμμάτων συντελείται σήμερα αξιοσημείωτη προσπάθεια προσέγγισης και εφαρμογής της διερευνητικής μάθησης για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Το πρόγραμμα “The Pathway to Inquiry Based Teaching” εντός του 7^{ου} Προγράμματος Πλαισίου (www.pathway-project.eu/) αναπτύσσεται προσέγγιση σύμφωνα με την οποία η έναρξη της διαδικασίας συντελείται με τον προσδιορισμό των «προσανατολισμένων στη διερεύνηση αποτελεσμάτων» για τη μάθηση των φυσικών επιστημών, τα οποία ομαδοποιούνται ως:

- Κατανόηση του αντικειμένου της διδασκαλίας
- Ανάπτυξη των απαραίτητων ικανοτήτων για την πραγματοποίηση επιστημονικής διερεύνησης
- Ανάπτυξη κατανόησης της επιστημονικής διερεύνησης.

Στο πλαίσιο της διερευνητικής μάθησης, ο μαθητής:

- Ασχολείται με ερωτήματα με επιστημονικό προσανατολισμό
- Δίνει προτεραιότητα στα αποδεικτικά στοιχεία κατά την απάντηση των ερωτημάτων
- Διατυπώνει εξηγήσεις βασιζόμενος στα στοιχεία
- Συνδέει τις εξηγήσεις με την επιστημονική γνώση
- Παρουσιάζει και δικαιολογεί τις εξηγήσεις.

Συχνά, στον τομέα κυρίως των μαθηματικών, η διερευνητική μάθηση παίρνει τη μορφή της μάθησης βασισμένης στο πρόβλημα (problem based learning). Στην προσέγγιση αυτή, τα προβλήματα οδηγούν στη μάθηση. Η μάθηση ξεκινά με ένα πρόβλημα που πρέπει να επιλυθεί και το πρόβλημα τίθεται με τέτοιο τρόπο που οι μαθητές απαιτείται να αποκτήσουν νέα γνώση πριν προχωρήσουν στην επίλυση του προβλήματος. Αντί οι μαθητές να αναζητούν μία μόνο σωστή λύση, ερμηνεύουν το πρόβλημα, συγκεντρώνουν τις απαιτούμενες πληροφορίες, προσδιορίζουν πιθανές λύσεις, αξιολογούν τις επιλογές και παρουσιάζουν συμπεράσματα. Η διερευνητική μάθηση αποτελεί μία προσέγγιση μάθησης βασισμένης στο πρόβλημα, αλλά προχωράει πέρα από αυτή, δίνοντας μεγαλύτερη βαρύτητα στην πειραματική προσέγγιση.

6.2.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΒΑΣΙΣΜΕΝΗ ΣΕ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

6.2.2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο παρελθόν οι μηχανικοί και οι επιστήμονες άλλων κλάδων ήταν σε θέση να επιλύουν τα τεχνικά προβλήματα που προέκυπταν από τις ανάγκες και τις απαιτήσεις της κοινωνίας μέσω ενός συνδυασμού γνώσεων των φυσικών επιστημών, των μαθηματικών και των τεχνολογικών εφαρμογών. Στη σύγχρονη εποχή τα όρια των γνώσεων και των δεξιοτήτων διευρύνονται και ο σαφής προσδιορισμός τους καθίσταται δύσκολος.

Προκειμένου να ανταπεξέλθουν στις σημερινές απαιτήσεις οι σύγχρονοι επιστήμονες πρέπει να διαθέτουν έναν συνδυασμό ικανοτήτων, όχι μόνο τεχνικών, αλλά και δεξιότητες οι οποίες σχετίζονται με τη δυνατότητα επίλυσης προβλημάτων, την παραγωγή καινοτομίας, την αποτελεσματική εφαρμογή της διεπιστημονικότητας, την ικανότητα συνεργασίας, επικοινωνίας και διαχείρισης σε

ποικίλα κοινωνικά και πολιτιστικά περιβάλλοντα. Επιβεβλημένο είναι να είναι σε θέση να αναλύουν, να αναπτύσσουν και να δημιουργούν γνωστικές και κοινωνικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ατόμων, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη της τεχνολογίας και στην ανάλυση των θετικών και αρνητικών επιπτώσεων της στην κοινωνία (*Lehmann et al., 2008*).

Η ραγδαία τεχνολογική ανάπτυξη στη σύγχρονη εποχή επιβάλλει νέους ρόλους στους μηχανικούς, οι οποίοι καλούνται να κάνουν αποτελεσματική αναζήτηση και εξόρυξη των πληροφοριών, να είναι ευέλικτοι, να κάνουν χρήση κριτικής και δημιουργικής σκέψης, να εργάζονται ομαδικά, να αντιμετωπίζουν πολύπλευρα τα συναντώμενα προβλήματα, να συνδυάζουν τις τεχνικές γνώσεις με κοινωνικές θεωρήσεις. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού χρησιμοποιείται η μέθοδος βασισμένη σε πρόβλημα, η οποία βοηθά τους επιστήμονες στην κατάλληλη προετοιμασία για την αγορά εργασίας, καθώς και τους μελλοντικούς πολίτες για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των σύγχρονων προκλήσεων (*Khairiyah et al., 2004*).

6.2.2.2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η μέθοδος αρχικά εφαρμόστηκε στον Καναδά, και συγκεκριμένα στο Πανεπιστήμιο McMaster, στα τέλη του 1960. Πρωταρχικός τομέας εφαρμογής ήταν η ιατρική και οι επιστήμες υγείας (όπως οι ιατρικές σχολές του Maastricht της Ολλανδίας, 1974, και του NewCastle της Αυστραλίας, 1976).

Εν συνεχεία, η προσέγγιση άρχισε να εισαγάγεται και σε άλλους θεματικούς τομείς (*Boud & Feletti, 1991*), (*Banerjee & De Graaff, 1996*). Η μέθοδος επεκτάθηκε και σε άλλες επιστήμες, όπως για παράδειγμα στις οικονομικές επιστήμες, στη νομική, στην αρχιτεκτονική, στη μηχανική αναφορικά με θέματα μηχανολόγων, ηλεκτρολόγων, πολιτικών μηχανικών, υλικών (όπως *Queen Mary University of London – School of Engineering and Materials Science*), στον περιβαλλοντικό σχεδιασμό - διαχείριση (όπως *UK - University of Portsmouth – Department of Environmental Design and Management*).

Παγκοσμίως, ένας μεγάλος αριθμός Ιδρυμάτων έχει μετασηματίσει ή είναι σε φάση αλλαγής των παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας, υιοθετώντας την προσέγγιση αυτή. Τα παραδοσιακά προγράμματα σπουδών συνήθως κάνουν χρήση διδακτικών μεθόδων που σκοπό έχουν την απλή μετάδοση πληροφοριών στους μαθητές, οι οποίοι δρουν περισσότερο ως παθητικοί δέκτες και λαμβάνουν θεωρητικές γνώσεις χωρίς να τις εφαρμόζουν στην πράξη.

6.2.2.3. ΟΡΙΣΜΟΣ – ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

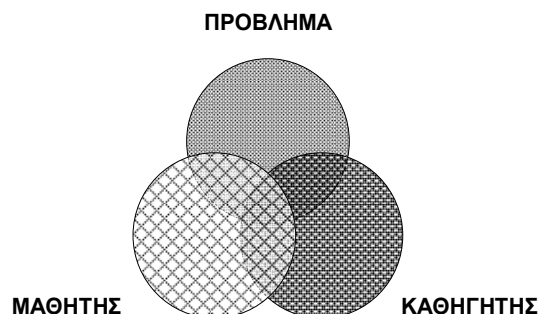
Η μάθηση βασισμένη σε πρόβλημα αφορά σε καινοτόμο εκπαιδευτική προσέγγιση διδασκαλίας και μάθησης. Η έναρξή της πραγματοποιείται με την εισαγωγή ενός ρεαλιστικού προβλήματος προς επίλυση. Οι μαθητές συνεργάζονται σε μικρές ομάδες, προκειμένου να ταυτοποιήσουν, να βρουν και να δομήσουν τη γνώση σε νέες έννοιες που πρέπει να μάθουν προκειμένου να επιλύσουν το πρόβλημα (*Duch et al., 2001*), (*Boud & Feletti, 1997*).

Η μετάβαση από τη διδασκαλία στη μάθηση θεωρείται σημαντικό και καινοτόμο στοιχείο, δίνοντας νέο ρόλο στον εκπαιδευτή, που αφορά όχι σε απλή μεταφορά γνώσης αλλά σε επίτευξη της διευκόλυνσης και βελτίωσης της μαθησιακής διαδικασίας των εκπαιδευομένων. Η προσέγγιση της μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα αποτελεί μέθοδο ενεργητικής και μαθητο-κεντρικής μάθησης. Μη δομημένα προβλήματα χρησιμοποιούνται, αποτελώντας το σημείο εκκίνησης και το έναυσμα για διερεύνηση. Δεν αποτελεί απλά διαδικασία επίλυσης προβλημάτων, αλλά παιδαγωγική μέθοδο που έχει τη βάση της στον κονστрукτιβισμό, όπου ρεαλιστικά προβλήματα χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με το σχεδιασμό ενός μαθησιακού περιβάλλοντος, το οποίο ενσωματώνει δραστηριότητες διερεύνησης, αυτό-κατευθυνόμενη μάθηση, εξόρυξη πληροφοριών, διάλογο και συνεργατική επίλυση προβλημάτων (Tan, 2004A).

Η μαθησιακή διαδικασία ξεκινά με ένα πρόβλημα. Αντί οι μαθητές να παρακολουθούν απλώς θεωρητικές διαλέξεις, οι οποίες συχνά δεν είναι εύκολα κατανοητές και δεν τους κεντρίζουν το ενδιαφέρον σε μεγάλο βαθμό, καλούνται να συζητήσουν διάφορα προβλήματα, θέτοντας ερωτήματα τα οποία οδηγούν σε μαθησιακούς στόχους (Banerjee & De Graaff, 1996). Με τον τρόπο αυτό δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να ανακαλύψουν το πεδίο του εξεταζόμενου προβλήματος.

Συνοψίζοντας, η μάθηση χαρακτηρίζεται από τα ακόλουθα στοιχεία (Kolmos, 2006), (Biley & Smith, 1998), (Barrows & Tamblyn, 1980) (Dominowski, 1998), (Allen & Rooney, 1998): Προέρχεται από τη διαδικασία προσπάθειας κατανόησης - επίλυσης ενός προβλήματος / δίνεται έμφαση στη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων, παρά στο καθεαυτό περιεχόμενο του προβλήματος, προάγοντας σημαντικά μαθησιακά αποτελέσματα / έχει ως επίκεντρο το μαθητή / Είναι ενεργητική / είναι αυτό - κατευθυνόμενη / είναι συνεργατική και πραγματοποιείται σε μικρές ομάδες εκπαιδευομένων / η ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης και επίλυσης προβλημάτων θεωρείται εξίσου σημαντική με την απόκτηση γνώσεων περιεχομένου για την επίλυση του προβλήματος / συνοδεύεται από αξιολόγηση της αποκτηθείσας εμπειρίας - γνώσεων του εκπαιδευόμενου και της συνολικής διαδικασίας.

Τα βασικά χαρακτηριστικά της μεθόδου αποτελούν το πρόβλημα, ο μαθητής και ο καθηγητής, τα οποία αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.



Σχήμα 40: Βασικά χαρακτηριστικά της μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα

Ειδικότερα, ισχύουν τα ακόλουθα (Barrows, 1996), (Boud & Feletti, 1997), (Tan, 2003), (Green et al., 2004), (Maudsley, 1999), (Baker, 2000), (Haith – Cooper, 2000 & 2003), (Kilroy, 2004), (Chang & Wang, 2011), (Roberts & Ousey, 2004), (Wood, 2003) για τα βασικά χαρακτηριστικά:

A. Το πρόβλημα

Το πρόβλημα αποτελεί το σημείο έναρξης της μαθησιακής διαδικασίας, το μέσο για την απόκτηση της γνώσης και την ανάπτυξη των δεξιοτήτων σχετικών με την επίλυση προβλημάτων. Είναι ρεαλιστικό, πηγάζει από την πραγματικότητα ή την καθημερινότητα και κινεί το ενδιαφέρον των μαθητών. Η παρουσίαση του προβλήματος προς επίλυση προηγείται της διδασκαλίας των σχετικών θεωρητικών θεμάτων, αλλά κινητοποιεί την πρότερη γνώση των εκπαιδευομένων σε θεμελιώδεις γνώσεις και βασικές αρχές που έχουν διδαχθεί στο παρελθόν, π.χ. των Φυσικών Επιστημών, χωρίς οι εκπαιδευόμενοι να έχουν διδαχθεί για τα εξειδικευμένα θέματα με τα οποία καλούνται να ασχοληθούν και να επιλύσουν.

Ο σχεδιασμός του προβλήματος που «πυροδοτεί» τη μάθηση κατέχει κεντρική θέση στη διαδικασία της μάθησης. Τα προβλήματα πρέπει να επιλεγούν με προσοχή και να παρουσιαστούν στους μαθητές με την κατάλληλη σειρά, ώστε να μπορούν να διερευνηθούν αξιοποιώντας το υπάρχον γνωστικό υπόβαθρο των μαθητών. Τα προβλήματα θα πρέπει να απορρέουν από τους αντικειμενικούς σκοπούς κάθε θεματικής ενότητας και να είναι σε συμφωνία με τη φιλοσοφία του συνολικού προγράμματος σπουδών.

Το πρόβλημα είναι πολυδιάστατο, η λύση του δεν είναι αναγκαστικά μοναδική και απαιτεί τη συνεκτίμηση διαφόρων επιστημονικών πεδίων και σχετικών παραμέτρων. Το πρόβλημα πρέπει να είναι κατάλληλα σχεδιασμένο έτσι, ώστε να παρέχει περιεχόμενο, να έχει νόημα, να λαμβάνει υπ' όψιν το υπόβαθρο, τις γνώσεις, τις ανάγκες των εκπαιδευομένων.

Παρουσιάζεται συνήθως σε μη δομημένη μορφή, ωστόσο δεν είναι επαρκές ο εκπαιδευόμενος να παρέχει στους μαθητές λίγες μόνο σειρές, παρέχοντας ένα σενάριο χωρίς καθόλου επεξηγήσεις ουσιαστικά. Οι σχετικές με το πρόβλημα πληροφορίες μπορεί να παρέχονται κλιμακωτά στους εκπαιδευομένους, δηλαδή αρχικά να δίνονται ορισμένες πληροφορίες και εν συνεχεία μέσω διερευνητικών ερωτήσεων να παρέχονται επιπλέον πληροφορίες για την επίλυση του προβλήματος.

Το πρόβλημα πρέπει να στηρίζεται σε πραγματικά δεδομένα, ώστε να αντανακλά με ακρίβεια τις καταστάσεις που θα κληθούν να αντιμετωπίσουν οι εκπαιδευόμενοι σε πραγματική κλίμακα και να αφορά καταστάσεις που συναντώνται συχνά στην καθημερινή πράξη. Απαιτείται να έχει τον κατάλληλο βαθμό πολυπλοκότητας, ώστε να κινητοποιεί τους εκπαιδευόμενους και να προκαλεί το ενδιαφέρον για μάθηση, αλλά ταυτόχρονα να μην είναι υπερβολικά σύνθετο και να αποθαρρύνει.

Η διαδικασία προσδιορισμού των θεμάτων για μάθηση και η επίλυση προβλημάτων είναι τόσο σημαντική όσο και η απόκτηση νέας γνώσης προκειμένου να οδηγηθούν στη λύση.

Β. Ο μαθητής

Οι μαθητές αναλαμβάνουν ενεργό ρόλο στην όλη διαδικασία και καλούνται να οδηγηθούν στην επίλυση του προβλήματος δουλεύοντας κριτικά και δημιουργικά εντός ολιγομελών ομάδων. Οι μαθητές έχουν σε μεγάλο βαθμό την ευθύνη για την απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων. Οι καθηγητές απλώς διευκολύνουν τη σκέψη των μαθητών και τη λειτουργία τους εντός της ομάδας και τους βοηθούν στην επίλυση του προβλήματος.

Οι μαθητές μαθαίνουν μέσα σε ομάδες συνεργασίας, όπου χρειάζεται να αλληλεπιδράσουν και να επικοινωνήσουν προκειμένου να μοιραστούν τη γνώση, να συζητήσουν τα όσα κατανοούν και να συζητήσουν αντικρουόμενες απόψεις. Προκειμένου να οδηγηθούν στην επίλυση του προβλήματος απαιτείται σύνθεση γνώσεων και πληροφοριών. Πραγματοποιείται εξόρυξη πληροφοριών από ποικίλες πηγές και αξιολόγηση του τι είναι χρήσιμο μέσα από διεργασίες κριτικής και δημιουργικής σκέψης.

Γ. Ο καθηγητής

Ο ρόλος του καθηγητή είναι να διευκολύνει ή να καθοδηγεί τη μάθηση, κάνοντας χρήση κατάλληλων διερευνητικών ερωτήσεων. Αποτελεί το μέσο, όντας παρών σε όλα τα στάδια της διαδικασίας και παρεμβαίνει όταν του ζητηθεί. Μπορεί, ωστόσο, και ο ίδιος να παρέμβει όταν το κρίνει απαραίτητο. Για παράδειγμα, όταν η συζήτηση εκτραπεί εκτός θέματος, επεμβαίνει, παρέχει πληροφορίες, υποβάλλει ερωτήσεις για έλεγχο της κατανόησης των μαθητών.

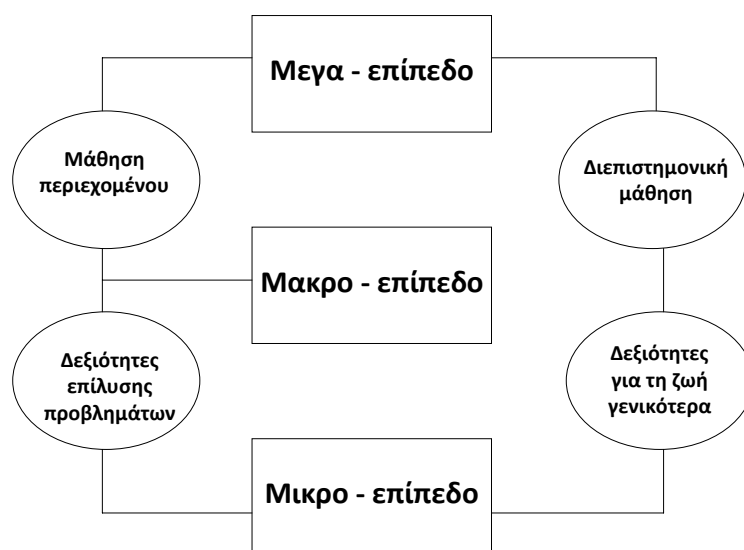
Έχει την ευθύνη της εποικοδομητικής ανατροφοδότησης στην πορεία της μάθησης. Προτείνει πηγές πληροφόρησης και αξιολογεί την καταλληλότητα και αξιοπιστία τους. Υποβάλλει ερωτήσεις για να θέσει υπό κρίση τις υποθέσεις που έχουν σχηματίσει οι μαθητές και διατυπώνει εύστοχα σχόλια.

Βοηθά τους μαθητές να αξιολογήσουν τη μάθηση, συνθέτει τη γνώση που αποκτήθηκε από την εξέταση του προβλήματος και ολοκληρώνει κάθε ενότητα ενθαρρύνοντας τον αναστοχασμό. Φροντίζει οι μαθητές να αισθάνονται ελεύθεροι να εκφέρουν τις απόψεις τους, καλλιεργώντας την αντίληψη ότι δεν υπάρχουν ανούσιες ή λανθασμένες ερωτήσεις.

Ο καθηγητής πρέπει να πρόθυμος να απαντήσει χωρίς να κρίνει το επίπεδο της ερώτησης, καθώς η μέθοδος που θα μπορούσαμε να πούμε ότι εμπεριέχει την έννοια του αγνώστου για τους μαθητές, προξενεί μεγαλύτερο άγχος σε σχέση με τις παραδοσιακές θεωρητικές διδασκαλίες.

6.2.2.4. ΕΠΙΠΕΔΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Η μάθηση βασισμένη σε πρόβλημα εφαρμόζεται σε μεγα-, μακρο- και μικρο- επίπεδο (Tan, 2003):



Σχήμα 41: Επίπεδα εφαρμογής της μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα

Το **μεγα-επίπεδο** αφορά σε δραστικές αλλαγές σε επίπεδο δομών και μαθησιακού περιβάλλοντος των Ιδρυμάτων στους οποίους εφαρμόζεται η μέθοδος, απαιτώντας ουσιαστική συμβολή των διοικητικών αρχών. Το **μακρο-επίπεδο** αφορά σε μετασχηματισμό επιλεγμένων μαθημάτων και αποτελεί λιγότερο χρονοβόρα και επίπονη διαδικασία, απαιτώντας ωστόσο επαρκή σχεδιασμό. Το **μικρο-επίπεδο** αφορά σε εισαγωγή της μεθόδου σε ένα συγκεκριμένο σχέδιο ερευνητικής εργασίας στο πλαίσιο ενός μαθήματος. Καλό είναι ο καθηγητής να ξεκινά από το επίπεδο αυτό, προκειμένου οι μαθητές να προετοιμαστούν κατάλληλα.

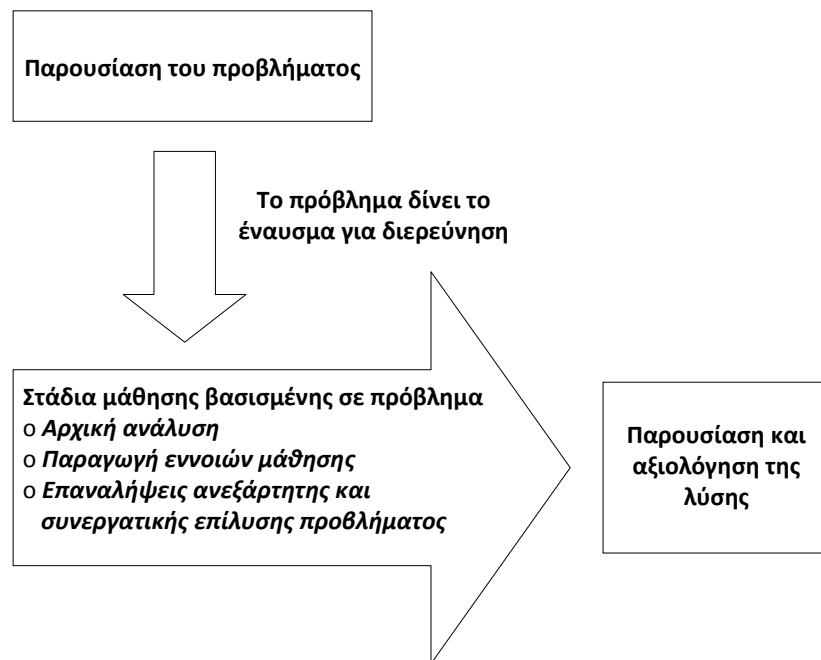
6.2.2.5. ΔΟΜΗ

Η δομή της μεθόδου (Tan, 2003) και ο «κύκλος» της διαδικασίας της μάθησης (Khairiyah et al., 2004) απαρτίζονται από τα ακόλουθα στάδια:

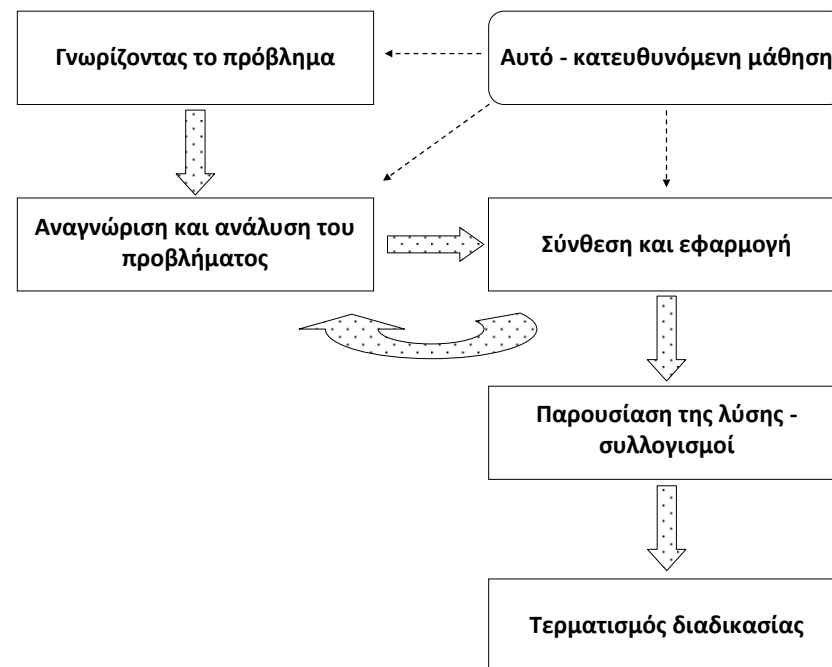
- **Γνωρίζοντας το πρόβλημα:** Οι μαθητές διαβάζουν το σενάριο του προβλήματος, σκέφτονται και αρθρώνουν πιθανά θέματα ατομικά. Ενθαρρύνονται να προβούν σε ατομικό διάβασμα συναφών θεμάτων. Πραγματοποιείται αποσαφήνιση των βασικών εννοιών και όρων.
- **Αναγνώριση και ανάλυση του προβλήματος:** Οι ομάδες των μαθητών φθάνουν σε επίτευξη συναίνεσης στη δήλωση του προβλήματος. Αναλύουν το πρόβλημα μέσω καταιγισμού ιδεών. Αναγνωρίζουν την κατάλληλη υπάρχουσα γνώση και τα θέματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν μέσω αυτό - κατευθυνόμενης μάθησης. Αυτά πραγματοποιούνται με την κατάλληλη καθοδήγηση των

εκπαιδευτών, οι οποίοι ελέγχουν εάν τα θέματα που επιλέγουν οι μαθητές είναι αντιπροσωπευτικά.

- **Σύνθεση και εφαρμογή:** Οι μαθητές εκθέτουν τα ευρήματά τους από την έρευνα και την αυτό - κατευθυνόμενη μάθηση στις ομάδες τους. Οι πληροφορίες μοιράζονται και επανεξετάζονται με κριτικό τρόπο έτσι, ώστε να γίνει σύνθεση και εφαρμογή των σχετικών πληροφοριών προκειμένου να επιλυθεί το πρόβλημα. Οι εκπαιδευτές σε αυτό το στάδιο έχουν το ρόλο να ελέγξουν εάν η κάλυψη του προβλήματος είναι επαρκής και οι πληροφορίες των μαθητών είναι ακριβείς και αξιόπιστες. Οι μαθητές μπορεί να χρειαστεί να επαναξιολογήσουν την ανάλυση του προβλήματος, να επιδιώξουν περαιτέρω ενασχόληση - διδασκαλία για τα συναφή θέματα.
- **Παρουσίαση της λύσης – συλλογισμοί:** Η λύση του προβλήματος παρουσιάζεται στην αίθουσα, ακολουθούμενη από πιο σχολαστικές ερωτήσεις από τον εκπαιδευτή για την επίτευξη βαθύτερης κατανόησης και μάθησης. Οι μαθητές καλούνται να συλλογιστούν επάνω στο περιεχόμενο και τη διαδικασία.
- **Τερματισμός διαδικασίας:** Ο εκπαιδευτής ολοκληρώνει τη γνώση, της οποίας η μάθηση έχει επιτευχθεί μέσω της επίλυσης του προβλήματος και ενθαρρύνει τους μαθητές να εκφράσουν τη γνώμη τους σχετικά με την αξία και τη χρησιμότητα για μελλοντική μάθηση και εφαρμογή στο χώρο εργασίας. Ο εκπαιδευτής, επίσης, συνοψίζει τις βασικές αρχές και έννοιες, καθώς και ελαχιστοποιεί τυχόν αμφιβολίες που μπορεί να έχουν εγερθεί από τους μαθητές.



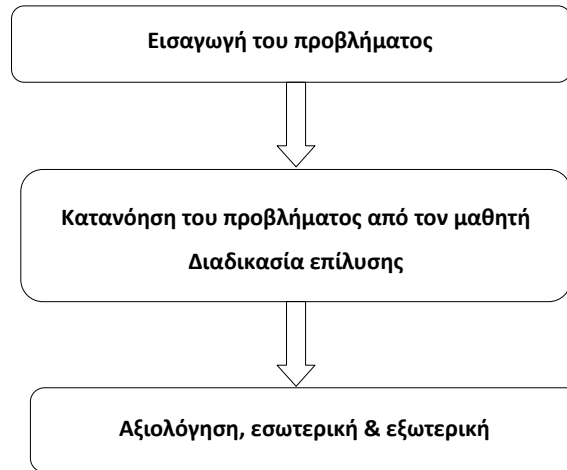
Σχήμα 42: Δομή της προσέγγισης της μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα



Σχήμα 43 : Ο «κύκλος» της διαδικασίας της μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα

Σε μία συνοπτικότερη σχηματική μορφή, ισχύουν τα ακόλουθα στάδια (Schmidt, 1983), (Schultz & Christensen, 2004), (Wood, 2003), (Williams, 2001), (Baker, 2000), (Williams, 2004):

- **Εισαγωγή του προβλήματος:** Η διαδικασία αυτή πρέπει να είναι ευχάριστη για τον μαθητή και να του επιτρέπει να αισθανθεί ότι είναι σε θέση να γίνει γνώστης του προβλήματος. Το επίπεδο αυτό διαρκεί για σύντομο χρονικό διάστημα. Ξεκινά με την παρουσίαση στους μαθητές ενός πραγματικού προβλήματος, το οποίο προέρχεται από την καθημερινή πράξη και «πυροδοτεί» τη μάθηση. Το πρόβλημα μπορεί να παρουσιαστεί με μορφή βιντεοταινίας, ηχογραφημένου υλικού, εργαστηριακών δεδομένων, άρθρων από επιστημονικά περιοδικά ή σεναρίου τυπωμένου σε χαρτί και πλαισιωμένου από φωτογραφίες.
- **Κατανόηση του προβλήματος από τον μαθητή - μεθοδολογία επίλυσης:** Για μεγαλύτερο από το προηγούμενο χρονικό διάστημα ο μαθητής εξερευνά και μαθαίνει να κατανοεί και να κάνει χρήση της θεωρίας. Οι μαθητές προσδιορίζουν τι γνωρίζουν ήδη σχετικά με την κατάσταση που περιγράφεται και τι χρειάζεται να μάθουν ώστε να κατανοήσουν αυτό που συμβαίνει. Τέλος, καταλήγουν στη διατύπωση των αντικειμενικών σκοπών της μάθησης και συμφωνούν στο πλάνο που θα ακολουθηθεί για να επιτευχθούν οι στόχοι αυτοί. Τα άτομα που εμπλέκονται στη διαδικασία περιλαμβάνουν τους μαθητές, τον εκπαιδευτικό, καθώς και πιθανούς εξειδικευμένους συνεργάτες που μπορούν να αποτελέσουν πόρους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Οι μαθητές επιλέγουν ένα μέλος της ομάδας, το οποίο θα προεδρεύει της ομάδας, και έναν άλλο μαθητή, ο οποίος θα τηρεί τα πρακτικά και θα καταγράφει, π.χ., τους σκοπούς της μάθησης. Το ιδανικό μέγεθος της ομάδας των μαθητών είναι 6–9 άτομα, ώστε να εξασφαλίζεται η ενεργός συμμετοχή όλων των ατόμων στη διαδικασία. Οι μαθητές επιδίδονται σε αυτο-κατευθυνόμενη μελέτη με την αξιοποίηση διαφόρων πηγών, όπως βιβλίων, περιοδικών και ειδικών από τον συναφή χώρο. Οι μαθητές ενθαρρύνονται να αναζητήσουν και να χρησιμοποιήσουν ερευνητικά δεδομένα σχετικά με το θέμα το οποίο διερευνούν. Οι μαθητές επιστρέφουν στη συζήτηση του προβλήματος, εφαρμόζοντας τη γνώση που αποκόμισαν κατά την ατομική μελέτη και οδηγούνται στα μαθησιακά αποτελέσματα.
- **Αξιολόγηση, εσωτερική και εξωτερική:** Αξιολογείται το τι έχει μάθει ο μαθητής και πραγματοποιείται τόσο σε μικρο - επίπεδο (κομμάτι της θεωρίας που έχει μάθει ο μαθητής) όσο και σε μακρο - επίπεδο (αξιολόγηση της δομής του συνολικού προγράμματος). Οι μαθητές σε αλληλεπίδραση με τον καθηγητή συνοψίζουν τι έμαθαν μέσω της διαδικασίας αυτής και συζητούν το πώς θα εφαρμόσουν στο μέλλον τις γνώσεις και τις δεξιότητες που απέκτησαν.



Σχήμα 44: Στάδια διεξαγωγής της μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα

Ένα προτεινόμενο μοντέλο για τη διδασκαλία μέσω της προσέγγισης μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα απεικονίζεται ακολούθως (Chang & Wang, 2011):



Σχήμα 45: Μοντέλο διδασκαλίας μέσω της προσέγγισης μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα

6.2.2.6. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Η αξιολόγηση των μαθητών στο πλαίσιο εκπαιδευτικών προγραμμάτων όπου εφαρμόζεται η μάθηση βασισμένη σε πρόβλημα είναι σημαντικό να γίνεται με τρόπους οι οποίοι ελέγχουν την ικανότητα εφαρμογής της γνώσης στην πράξη (Frost, 1996). Προκειμένου να υπάρχει η απαιτούμενη ανατροφοδότηση για την εκπαιδευτική διαδικασία, κρίνεται σκόπιμο να υπάρχουν και ενδιάμεσες αξιολογήσεις, πέρα από τις τελικές αξιολογήσεις (Baker, 2000). Οι αυτο –

αξιολογήσεις θεωρούνται χρήσιμες, σε αντίθεση με τις ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών (Frost, 1996).

Για την αξιολόγηση της προσέγγισης της μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα έχουν προταθεί τα ακόλουθα (Schultz & Christensen, 2004):

Ποιοτική αξιολόγηση

Αφορά σε παρατηρήσεις των καθηγητών σχετικά τους μαθητές, την ανάπτυξη ομαδικού πνεύματος και συνεργασίας, την επιμέρους συνεισφορά του καθενός στην ομάδα, το συγκερασμό των διαφορετικών χαρακτηριστικών - προσωπικότητας των μαθητών, την κατανόηση των βασικών εννοιών. Περιλαμβάνει, επίσης, τα σχόλια των μαθητών σχετικά με την χρησιμοποιούμενη μέθοδο, τη συνεργασία τους με τους συμμαθητές τους και τη δυνατότητα αντιμετώπισης των προβλημάτων που τίθενται προς εξέταση.

Ποσοτική αξιολόγηση

Αφορά σε σύνταξη ερωτηματολογίου, σύμφωνα με το οποίο γίνεται φανερό εάν η επίτευξη της μάθησης έχει επιφανειακό ή βαθύ και ουσιαστικό χαρακτήρα. Αυτό σημαίνει ότι εάν η γνώση έχει βάθος ο μαθητής πραγματικά προσπαθεί να καταλάβει τι συμβαίνει και αναζητά το νόημα, αντίθετα στην επιφανειακή προσέγγιση απλά προσπαθεί να πάρει ένα καλό βαθμό στο μάθημα, αναπαράγοντας και αποστηθίζοντας.

Ενδεικτικές ερωτήσεις προσέγγισης σε βάθος που μπορεί να τεθούν στους μαθητές είναι οι ακόλουθες:

- Προσπαθώ να συσχετίσω ιδέες μεταξύ τους στο μάθημα, όποτε αυτό είναι εφικτό
- Συνήθως κατανοώ πλήρως την έννοια αυτού που μου ζητείται να διαβάσω στο μάθημα
- Γενικά καταβάλλω μεγάλη προσπάθεια προκειμένου να κατανοήσω τα πράγματα, τα οποία αρχικά φαίνονται δύσκολα
- Προσπαθώντας να κατανοήσω νέες ιδέες στο μάθημα συχνά προσπαθώ να τις συνδέσω με πραγματικές καταστάσεις όπου μπορεί να έχουν εφαρμογή
- Όταν διαβάζω ένα άρθρο ή μια τεχνική έκθεση στο μάθημα, εξετάζω γενικά τα στοιχεία που παρέχονται προκειμένου να αποφασίσω εάν το συμπέρασμα που εξάγεται είναι δικαιολογημένο
- Το βρίσκω χρήσιμο στο μάθημα να θέσω ένα νέο θέμα προς εξέταση για τον εαυτό μου, βλέποντας πώς οι ιδέες ταιριάζουν μεταξύ τους.

Ενδεικτικές ερωτήσεις επιφανειακής προσέγγισης που μπορεί να τεθούν στους μαθητές είναι οι ακόλουθες:

- Πρέπει να συγκεντρώνομαι στην απομνημόνευση όσων έχω διδαχθεί στο μάθημα
- Αν και γενικά θυμάμαι γεγονότα και λεπτομέρειες του μαθήματος, το βρίσκω δύσκολο να τα συνδέσω μεταξύ τους σε μία συνολική εικόνα
- Συχνά κατά τη διάρκεια του μαθήματος πρέπει να διαβάζω διάφορα πράγματα χωρίς να έχω τη δυνατότητα πραγματικά να τα κατανοήσω
- Ο καλύτερος τρόπος για να κατανοήσω το νόημα των τεχνικών όρων είναι να θυμηθώ τους ορισμούς του βιβλίου

- Έχω την τάση να θυμάμαι καλύτερα τα πράγματα εάν συγκεντρωθώ στη σειρά με την οποία παρουσιάστηκαν από τον καθηγητή
- Συχνά δεν έχω χρόνο να σκεφτώ σχετικά με τις επιπτώσεις του τι έχω μελετήσει στο μάθημα.

Στο Πανεπιστήμιο του Nairobi (*University of Nairobi – College of Health Sciences*), όπου η μέθοδος της μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα εφαρμόζεται στο πρόγραμμα σπουδών, έχουν αναπτυχθεί τα ακόλουθα ερωτηματολόγια αξιολόγησης:

Αναφέρατε το βαθμό συμφωνίας σας στις ακόλουθες προτάσεις					
Βαθμός συμφωνίας	1	2	3	4	5
Η συμμετοχή της ομάδας είναι καλή					
Το περιεχόμενο της συζήτησης είναι συστηματικό, καλά οργανωμένο και ουσιαστικό					
Τα μέλη της ομάδας προσπαθούν να διερευνήσουν και να συλλέξουν πληροφορίες					
Το μάθημα διευκολύνει την αλληλεπίδραση μεταξύ των συμμαθητών					
Κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας η απόδοσή μου είναι καλή σε γενικές γραμμές					
Η διδασκαλία οδηγεί σε σημαντική αύξηση των γνώσεών μου					
Η διδασκαλία επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τον τρόπο μάθησής μου					
Αναφέρετε το βαθμό συμφωνίας σας για τα στοιχεία του μαθήματος που θεωρείτε ότι ήταν ευεργετικά για τη μάθησή σας					
Βαθμός συμφωνίας	1	2	3	4	5
Η χρήση προβλημάτων					
Παραγωγική εργασία με την ομάδα					
Επικοινωνία – ανταλλαγή απόψεων σχετικά με την εξεταζόμενη θεματική ενότητα εντός της ομάδας					
Χρήση πηγών βιβλιοθήκης, συμπεριλαμβάνοντας βιβλία και περιοδικά					
Εύρεση σχετικών πληροφοριών μέσω της χρήσης ηλεκτρονικών πηγών					
Γράψιμο σχετικά με τη θεματική ενότητα					
Ανάλυση και σύνθεση των πληροφοριών					
Συμμετοχή σε συζητήσεις					
Συμμαθητές ως δάσκαλοι					

1. Συμφωνώ ισχυρά, 2. Συμφωνώ, 3. Καμία προτίμηση, 4. Διαφωνώ, 5. Διαφωνώ ισχυρά

6.2.2.7. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Η μάθηση βασισμένη σε πρόβλημα παρουσιάζει πλεονεκτήματα έναντι των παραδοσιακών μεθόδων, τα οποία συνοψίζονται στα ακόλουθα (Kilroy, 2004), (Haith-Cooper, 2003), (Duch et al., 2001), (Tan, 2003), (Tan 2004B), (Major & Palmer, 2001), (Sharp & Primrose, 2003), (Carey & Whittaker, 2002), (Michel et al., 2002), (Shelton & Smith, 1998), (Ehnfors & Grobe, 2004), (Milligan, 1999), (Harwell, 1997), (Frost, 1996), (Williams, 2001 & 2004), (Biley & Smith, 1998), (Bechtel et al., 1999), (Johnston & Tinning, 2001) :

- Επίκεντρο της μάθησης είναι ο μαθητής
- Δίνεται έμφαση στην ανάπτυξη ικανοτήτων αυτο - κατευθυνόμενης μάθησης
- Η μάθηση είναι συνεχής και ανεξάρτητη
- Προάγει τη συνοχή θεωρίας και πράξης
- Καλλιεργεί τη βιωματική προσέγγιση
- Αποτελεί τρόπο ενεργητικής μάθησης
- Δεν αναλώνεται στις γνώσεις που πρέπει να αποκτήσουν οι μαθητές, αλλά υποδεικνύει τον τρόπο μάθησης και απόκτησης δεξιοτήτων
- Υπάρχει ελευθερία των μαθητών να καθορίσουν οι ίδιοι τους αντικειμενικούς σκοπούς της μάθησης
- Δίνεται έμφαση στην ομαδική εργασία, προάγοντας τη συνεργασία
- Οι μαθητές μαθαίνουν να συνδέουν τις πληροφορίες με την προηγούμενη γνώση και εμπειρία που διαθέτουν με νέες ιδέες, προοπτικές άλλων ανθρώπων και πραγματικές καταστάσεις που συναντώνται στην πράξη Το γεγονός αυτό τους καθιστά ικανούς να αντιμετωπίζουν και να εφαρμόζουν τη γνώση σε ποικίλα προβλήματα που συναντούν στη ζωή τους
- Βοηθά στην ανάπτυξη κριτικής, αναλυτικής και συνθετικής σκέψης και της δημιουργικότητας για τον προσδιορισμό και την επίλυση περίπλοκων προβλημάτων
- Καλλιεργεί μεταβιβάσιμες δεξιότητες, δεξιότητες που μπορούν να εφαρμοστούν και σε χώρους διαφορετικούς από αυτούς στους οποίους αποκτήθηκαν
- Βοηθά στην καλλιέργεια της αυτοπεποίθησης και αυτο-εκτίμησης
- Οι μαθητές μαθαίνουν να κάνουν άντληση πληροφοριών μέσω κατάλληλων και αξιόπιστων πηγών
- Βοηθά στην επίτευξη αποτελεσματικής επικοινωνίας των μαθητών σε γραπτό και προφορικό λόγο
- Συντελεί στην αύξηση του ενθουσιασμού των εκπαιδευομένων για το μάθημα σε σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους
- Οι μαθητές αποκτούν δεξιότητες που αφορούν στην:
 - τήρηση κοινών αξιών για το σεβασμό, την προστασία και τη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς
 - ικανότητα συνεργασίας και επικοινωνίας
 - γνώση και τη δυνατότητα εφαρμογής πρακτικών βασισμένων σε τεκμήρια (*evidence based practice*)
 - ικανότητα εφαρμογής μεθόδων διασφάλισης ποιότητας.

- Ενισχύεται η διεπιστημονική προσέγγιση των εξεταζόμενων θεμάτων και απαιτείται σύνθεση κατανόηση της γνώσης. Τα επιμέρους γνωστικά πεδία δε διδάσκονται χωριστά, αλλά συνθέτονται μέσω της διαδικασίας διερεύνησης ή επίλυσης του προβλήματος
- Οι μαθητές υιοθετούν μεθοδολογίες παρόμοιες με αυτές που καλούνται να αντιμετωπίσουν στην πραγματική ζωή. Σχεδιάζουν, εκτελούν και αποτιμούν σχέδια εργασίας, τα οποία έχουν πραγματικές εφαρμογές πέρα από τη σχολική αίθουσα. Η προσέγγιση της μεθόδου αποτελεί ιδανική προσέγγιση για την ανάπτυξη ποικίλων δεξιοτήτων του μαθητού προκειμένου να προσδιορίζει, να σχηματοποιεί και να επιλύει προβλήματα.

6.2.2.8. ΠΙΘΑΝΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Παρόλο που η μέθοδος είναι πολλά υποσχόμενη, κατά την εφαρμογή της μπορεί να προκύψουν προβλήματα, τα οποία αφορούν:

- στο σχεδιασμό του προβλήματος
- στο ρόλο του καθηγητή
- στα τιθέμενα ερωτήματα διερεύνησης
- στην επαρκή προετοιμασία των μαθητών
- στην παιδεία και τη δεκτικότητα των μαθητών για αποδοχή και χρήση της μεθόδου.

Για την επιτυχή εφαρμογή της μεθόδου, οι καθηγητές πρέπει να:

- είναι πρόθυμοι να μετášχουν στις απαιτούμενες αλλαγές
- κατανοήσουν τη μέθοδο σε βάθος και να εκπαιδευτούν κατάλληλα
- είναι πρόθυμοι να μεταπηδήσουν από το κλασικό μοντέλο διδασκαλίας που τους τοποθετεί στο κέντρο της μαθησιακής διαδικασίας στο ρόλο του διαμεσολαβητή και του επιβλέποντα
- έχουν στη διάθεσή τους τον απαιτούμενο χρόνο για τη σωστή εφαρμογή της μεθόδου, η οποία συνήθως δεν προβλέπεται εντός των κλασικών προγραμμάτων σπουδών. Δοκιμαστικά θα μπορούσαν αρχικά να κάνουν χρήση της μεθόδου για 2 – 4 εβδομάδες και εν συνεχεία, ανάλογα με την επιτυχία της μεθόδου, να επεκτείνουν τη χρήση της
- έχουν την εμπειρία επιτυχούς διαχείρισης των ομάδων των φοιτητών. Για το λόγο αυτό θα μπορούσαν να κάνουν χρήση των τεχνικών συνεργατικής μάθησης πριν την εφαρμογή της μεθόδου.

Η εφαρμογή της μεθόδου δεν είναι συνετό να γίνεται άκριτα, καθώς ελλοχεύουν κίνδυνοι και αναγνωρίζονται ορισμένα προβλήματα κατά την εφαρμογή της (*Wray, 2004*), (*Kilroy, 2004*), (*Frost, 1996*), (*Holt, 2013*):

- Αποτελεί επίπονη και χρονοβόρα διαδικασία για τον εκπαιδευτικό και τον μαθητή, απαιτώντας έντονη σωματική και διανοητική προσπάθεια
- Για να αποδώσει τα μέγιστα οφέλη, απαιτείται ο εκπαιδευτικός που θα την εφαρμόσει να έχει αναπτυγμένες ικανότητες επικοινωνίας, αξιολόγησης και ανάλυσης

- Απαιτεί πρόσβαση σε ποιοτικές πηγές έντυπης και ηλεκτρονικής βιβλιογραφίας, κάτι το οποίο μπορεί να μην είναι διαθέσιμο σε όλα τα εκπαιδευτικά ιδρύματα Υπάρχουν πρακτικά προβλήματα κατά την εφαρμογή της, π.χ. στα περισσότερα εκπαιδευτικά ιδρύματα έχουν προβλεφθεί αίθουσες διδασκαλίας που δεν διευκολύνουν την εργασία σε μικρές ομάδες. Επίσης, η εργασία σε μικρές ομάδες απαιτεί κατάλληλο αριθμό εκπαιδευτικού προσωπικού και έτσι δεν μπορεί να εφαρμοστεί επιτυχώς όταν υπάρχει μεγάλος αριθμός μαθητών
- Καθώς στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στην εργασία σε μικρές ομάδες, η διαδικασία της μεθόδου μπορεί να καταστεί δυσλειτουργική σε περιπτώσεις όπου θα προκύψουν τριβές και προβλήματα επικοινωνίας μέσα στην ομάδα ή σχηματισμός κλειστών υποομάδων
- Είναι δυνατό ορισμένοι εκπαιδευόμενοι ή και εκπαιδευτές να μη συμμετέχουν ενεργά στη διαδικασία μάθησης και να παραμένουν αδρανείς παρατηρητές
- Η εφαρμογή της προϋποθέτει κατάλληλη εκπαιδευτική προετοιμασία των εκπαιδευτών, καθώς απαιτεί δεξιότητες που δεν χρησιμοποιούνται ευρέως στις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας. Κυρίως απαιτείται αλλαγή της εκπαιδευτικής κουλτούρας, ώστε να εστιάσει στο μαθητή και τις μαθησιακές του ανάγκες και να μην περιορίζεται στη μετάδοση γνώσεων στο πλαίσιο ενός προγράμματος σπουδών υπερφορτωμένου σε περιεχόμενο και απομονωμένου από τις ανάγκες του σύγχρονου περιβάλλοντος.
- Η βαθμολόγηση δεν αποτελεί απλή υπόθεση, καθώς τυπικά δεν υπάρχει μόνο μία σωστή απάντηση
- Ο καθηγητής απαιτείται να είναι γνώστης της προσέγγισης και να είναι σε θέση να αξιολογήσει κριτικά τις προτεινόμενες λύσεις των μαθητών
- Η εφαρμογή της μεθόδου στην αίθουσα αποτελεί περίπλοκη διαδικασία, καθώς διαφορετικές ομάδες μαθητών θα πρέπει ταυτόχρονα να δουλεύουν και να συνυπάρχουν αρμονικά με τους υπολοίπους
- Οι μαθητές που διαθέτουν τη σχετική παιδεία μπορεί να δυσκολευτούν στην εφαρμογή της μεθόδου, καθώς θα πρέπει να καταβάλουν σημαντική προσωπική και ενεργή προσπάθεια
- Ο συνυπολογισμός ποικίλων παραμέτρων και η τοποθέτηση ηθικών διλημάτων αποτελεί δύσκολη και περίπλοκη διαδικασία για τους μαθητές

Προσοχή χρειάζεται επίσης σε ορισμένες συνήθεις παρανοήσεις που γίνονται από τους εκπαιδευτικούς (*Khairiyah et al., 2004*). Έτσι, η μάθηση βασισμένη σε πρόβλημα δεν αφορά στο:

- να θέτει ο καθηγητής στους μαθητές προβλήματα προς επίλυση αφού έχει διδάξει ένα συγκεκριμένο κεφάλαιο της ύλης
- να πραγματοποιούνται οι εργαστηριακές ασκήσεις αφού οι μαθητές έχουν λάβει τις απαιτούμενες θεωρητικές γνώσεις κατά τη διάρκεια των μαθημάτων στην αίθουσα. Αυτό αφορά σε εφαρμογή της γνώσης, που πραγματοποιείται τη μάθηση βασισμένη σε σχέδιο εργασίας, και όχι στην απόκτηση γνώσης, με την οποία ασχολείται η μάθηση βασισμένη σε πρόβλημα

- η διαδικασία της μάθησης να συντελείται απουσία του καθηγητή. Ο καθηγητής καλείται να σχεδιάσει το πρόβλημα και να καθοδηγεί τους μαθητές κατάλληλα καθ' όλη τη διάρκεια.

6.2.2.9. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ

Η μάθηση βασισμένη σε πρόβλημα έχει εφαρμοσθεί σε επίπεδο τριτοβάθμιας εκπαίδευσης και έχει αποτιμηθεί η αποτελεσματικότητά της (Alexander et al., 2002), (Clancy, 2005).

Στην περίπτωση του Πολυτεχνείου της Μαλαισίας (Universiti Teknologi Malaysia) η μέθοδος εφαρμόστηκε στη Σχολή Χημικών Μηχανικών για το μάθημα του δευτέρου έτους των προπτυχιακών σπουδών «Ισοζύγια μάζας και ενέργειας» το ακαδημαϊκό έτος 2004 - 2005 (Khairiyah et al., 2004). Οι φοιτητές που διδάχθηκαν το μάθημα με τη νέα μέθοδο πέτυχαν σε μεγαλύτερο ποσοστό στις εξαμηνιαίες εξετάσεις του μαθήματος σε σχέση με τους φοιτητές που είχαν διδαχθεί το μάθημα με τις παραδοσιακές διαλέξεις την προηγούμενη χρονιά. Αντίστοιχα αποτελέσματα ελήφθησαν και στην περίπτωση του μαθήματος «Ρύθμιση διεργασιών» του 4^{ου} έτους των προπτυχιακών σπουδών.

Σύμφωνα με τις απαντήσεις των ίδιων των φοιτητών σε σχετικό ερωτηματολόγιο που κλήθηκαν να συμπληρώσουν, το 70% των φοιτητών απάντησε ότι τους άρεσε η μέθοδος και το 95% δήλωσε ότι είχαν κέρδος από την εφαρμογή της μεθόδου σχετικά με την ανάπτυξη ικανότητας επίλυσης προβλημάτων, αυτό - κατευθυνόμενης μάθησης, αλληλεπίδρασης και συνεργασίας μεταξύ τους, αυτοπεποίθησης και θα ήταν πρόθυμοι να παρακολουθήσουν και άλλα μαθήματα με εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθόδου.

Οι φοιτητές, επίσης, δήλωσαν ότι διεύρυναν τους ορίζοντές τους και είχαν τη δυνατότητα να γνωρίσουν τι συμβαίνει πέρα από το συγκεκριμένο πρόγραμμα σπουδών και να σκεφτούν περαιτέρω, καθώς και ότι απέκτησαν μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση σχετικά με την αντιμετώπιση των προβλημάτων.

Ωστόσο, εκφράσθηκε και η άποψη ότι η εφαρμογή της μεθόδου είναι πολύ αργά να πραγματοποιηθεί στο τέταρτο έτος των σπουδών, αλλά θα πρέπει να ενσωματωθεί από την αρχή των σπουδών. Για την επίτευξη δε καλύτερων αποτελεσμάτων θα ήταν εξαιρετικά χρήσιμο η μέθοδος να εισαχθεί από το επίπεδο της σχολικής εκπαίδευσης (πρωτοβάθμιας - δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης).

6.2.3. ΜΑΘΗΣΗ ΒΑΣΙΣΜΕΝΗ ΣΕ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η προσέγγιση ανήκει στις μεθόδους του εποικοδομητισμού και μπορεί να αφορά σε ατομική ή ομαδική εργασία που συντελείται για μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο, οδηγώντας σε ένα τελικό προϊόν. Έχει ένα καθορισμένο χρονοδιάγραμμα καθώς και στόχους και ορόσημα. Αποτελεί μαθητο - κεντρική μέθοδο και οι μαθητές έχουν λόγο στην επιλογή των θεματικών εννοιών των ερευνητικών εργασιών.

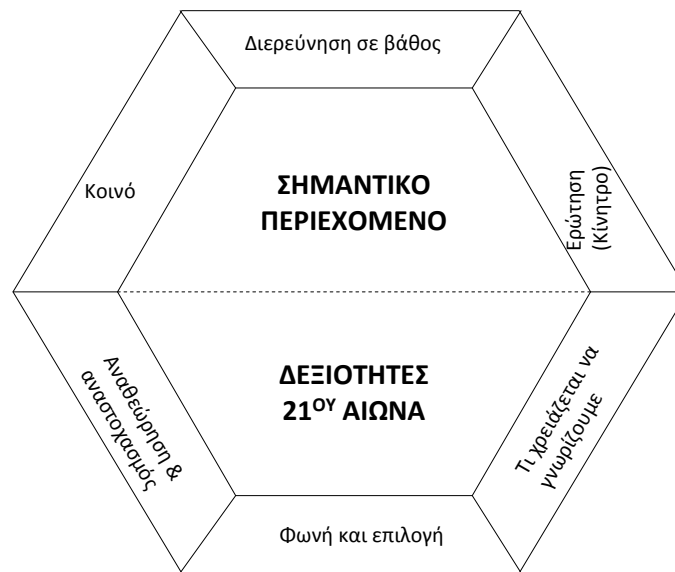
Η μέθοδος εστιάζει στο να κατανοήσουν οι μαθητές τι κάνουν, γιατί αυτό που κάνουν είναι σημαντικό και πώς αυτό αποτιμάται και αξιολογείται. οι μαθητές

ενθαρρύνονται να μετάσχουν ενεργά στην εκπαιδευτική διαδικασία και καλούνται να συνεργαστούν δημιουργικά και αποτελεσματικά μεταξύ τους.

Κατά τη μέθοδο μάθησης βασισμένης σε ερευνητική εργασία, οι μαθητές περνούν από μία εκτεταμένη διαδικασία διερεύνησης αποκρινόμενοι σε ένα περίπλοκο ερώτημα, πρόκληση, πρόβλημα. Οι ερευνητικές εργασίες σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο έτσι, ώστε να συμβάλουν στην απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων των μαθητών, πνεύματος συνεργασίας και κριτικής σκέψης, καθώς και στη δημιουργία αυθεντικών προϊόντων υψηλής ποιότητας(BIE, 2013).

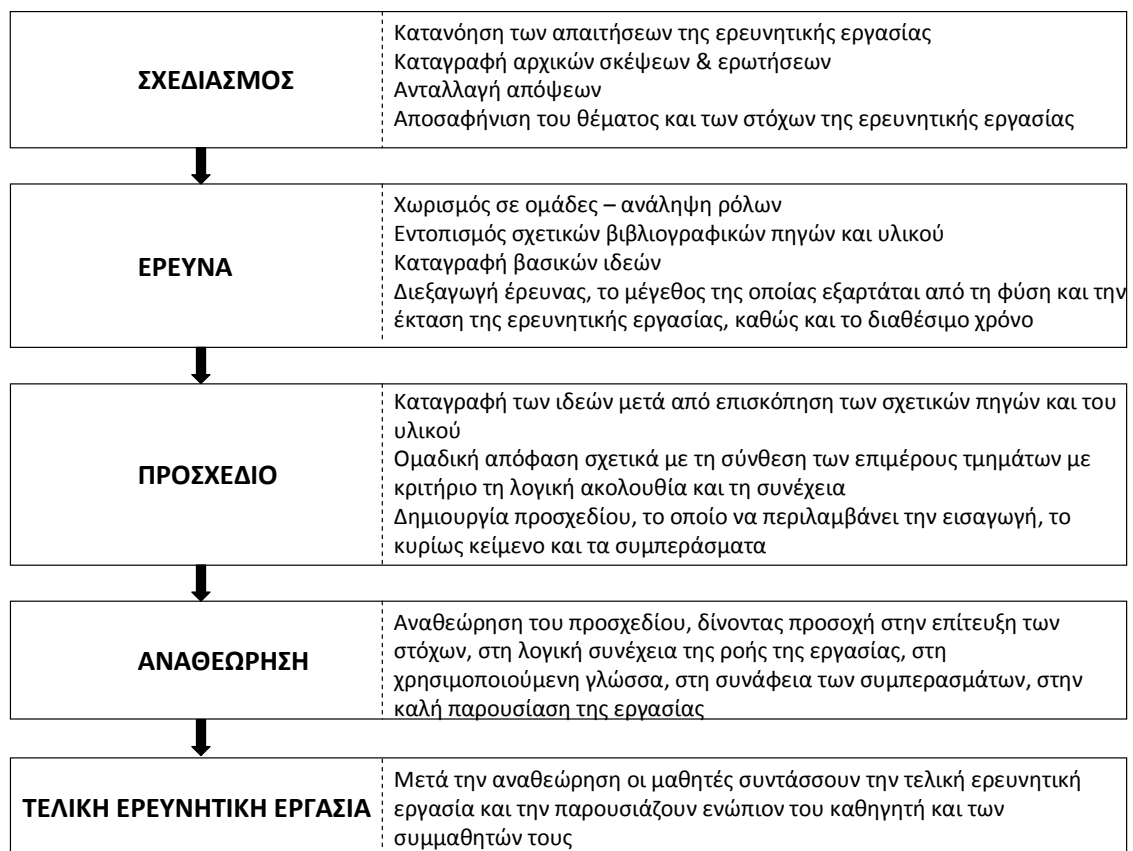
Η αποτελεσματική εφαρμογή της μεθόδου:

- στοχεύει στη διδασκαλία σημαντικού περιεχομένου. Οι μαθησιακοί στόχοι προέρχονται από τα πρότυπα περιεχομένου και τις βασικές αρχές των επιστημονικών πεδίων υπό εξέταση.
- απαιτεί κριτική σκέψη, επίλυση προβλημάτων, συνεργασία, ποικίλους τρόπους επικοινωνίας. Προκειμένου οι μαθητές να ανταποκριθούν στις προκλήσεις που τίθενται δεν αρκεί η απλή συγκράτηση πληροφοριών, αλλά η χρήση δεξιοτήτων σκέψης υψηλότερης τάξης και η αποτελεσματική εργασία σε ομάδες. Οι δεξιότητες αυτές ονομάζονται δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα, καθώς αποτελούν προαπαιτούμενο για επιτυχημένη εργασία στον 21^ο αιώνα.
- απαιτεί διερεύνηση ως μέρος της διαδικασίας μάθησης και δημιουργίας κάτι καινούριου. Οι μαθητές θέτουν ερωτήματα, αναζητούν απαντήσεις, φθάνουν σε συμπεράσματα, τα οποία τους οδηγούν στην κατασκευή κάτι καινούριου: μιας ιδέας, μιας ερμηνείας, ενός προϊόντος.
- οργανώνεται γύρω από μία ερώτηση ανοιχτού τύπου, η οποία αποτελεί το κίνητρο για την έναρξη της όλης διαδικασίας.
- δημιουργεί την ανάγκη για γνώση ουσιαστικού περιεχομένου και δεξιοτήτων. Η μέθοδος αντιστρέφει τη σειρά με την οποία παραδοσιακά παρουσιάζονται οι πληροφορίες και οι ιδέες, καθώς ξεκινά με το όραμα του τελικού προϊόντος, το οποίο δημιουργεί το περιεχόμενο και το λόγο της μάθησης και της κατανόησης. Αντίθετα, ο παραδοσιακό τρόπος διδασκαλίας αφορά στην παρουσίαση στους μαθητές των βασικών γνώσεων και αρχών και δίνει τη δυνατότητα στη συνέχεια στους μαθητές να την εφαρμόσουν στην πράξη.
- επιτρέπει, μέχρι έναν ορισμένο βαθμό, αυτενέργεια και ελεύθερη επιλογή του μαθητή. Οι μαθητές μαθαίνουν να δουλεύουν ανεξάρτητα και αναλαμβάνουν την ευθύνη της προσωπικής επιλογής.
- Περιλαμβάνει διαδικασίες αναθεώρησης και αναστοχασμού. Οι μαθητές μαθαίνουν να δίνουν και να λαμβάνουν ανάδραση προκειμένου να βελτιστοποιήσουν την ποιότητα των προϊόντων που δημιουργούν και καλούνται να σκεφτούν τι και πώς το μαθαίνουν.
- Περιλαμβάνει την παρουσίαση μπροστά σε κοινό, καθώς οι μαθητές καλούνται να παρουσιάσουν το τελικό προϊόν συνήθως ενώπιον του καθηγητή τους και των συμμαθητών τους.



Σχήμα 46: Δεξιότητες 21^{ου} αιώνα

Η εκπόνηση μίας ερευνητικής εργασίας εμπεριέχει τα ακόλουθα στάδια (Donnelly & Fitzmaurice, 2005):



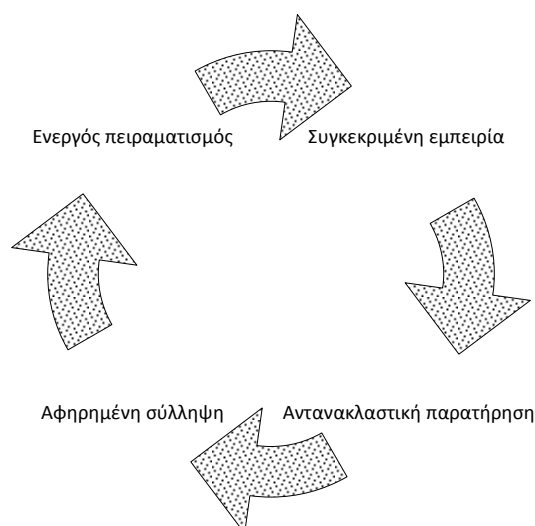
Σχήμα 47: Στάδια ερευνητικής εργασίας

Αναφορικά με τα πλεονεκτήματα, μέσω της μεθόδου οι μαθητές οδηγούνται σε βαθύτερη κατανόηση των βασικών αρχών και των προτύπων που διέπουν την ερευνητική εργασία. Αποτελούν ζωτικό χώρο καλλιέργειας δεξιοτήτων και δια βίου συνθηκών γύρω από τη μάθηση. Οι ερευνητικές εργασίες παρέχουν τη δυνατότητα στους μαθητές να ασχοληθούν με κοινωνικά θέματα, να αλληλεπιδράσουν με τους ενηλίκους καθηγητές τους, να κάνουν χρήση της τεχνολογίας, να παρουσιάσουν το έργο τους μπροστά σε κοινό, να ενεργοποιηθούν και να ασχοληθούν με κάτι ενδιαφέρον και συναρπαστικό, πέρα από τις στείρες παραδοσιακές διαλέξεις.

6.2.4. ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ

Σύμφωνα με τον Dewey (*Dewey, 1938*) η μάθηση επιτυγχάνεται με το συνδυασμό εμπειρίας και συλλογισμού. Κατά τη δεκαετία του 1980, ο όρος της βιωματικής μάθησης αναγνωρίστηκε επισήμως στο χώρο της εκπαίδευσης (*Warner Weil & McGill, 1989*), (*Hobbs, 1987*). Στην καρδιά της μάθησης βρίσκεται ο τρόπος που επεξεργαζόμαστε την εμπειρία και ειδικότερα η κριτική σκέψη της εμπειρίας μας (*Mezirow, 1981 & 1989*), (*Freire, 1972*).

Ο Kolb (*Kolb, 1984*) εισήγαγε την έννοια του κύκλου της βιωματικής μάθησης στην εκπαίδευση. Σύμφωνα με την προσέγγιση αυτή, η μάθηση εμπεριέχει τέσσερα στάδια που εμφανίζουν ακολουθία. Η συγκεκριμένη – «χειροπιαστή» εμπειρία ακολουθείται από την ανακλαστική παρατήρηση σε προσωπική βάση. Ακολουθεί η αφηρημένη σύλληψη, προερχόμενη από τους γενικούς κανόνες που περιγράφουν την εμπειρία ή από την εφαρμογή γνωστών θεωριών σε αυτή. Στη συνέχεια συντελείται η «κατασκευή» τρόπων μετασχηματισμού της επόμενης εμφάνισης της εμπειρίας (ενεργός πειραματισμός), οδηγώντας στην επόμενη συγκεκριμένη εμπειρία. Ο κύκλος της βιωματικής μάθησης μπορεί να λάβει χώρα απευθείας, σε διάρκεια ορισμένων ημερών, εβδομάδων ή μηνών.



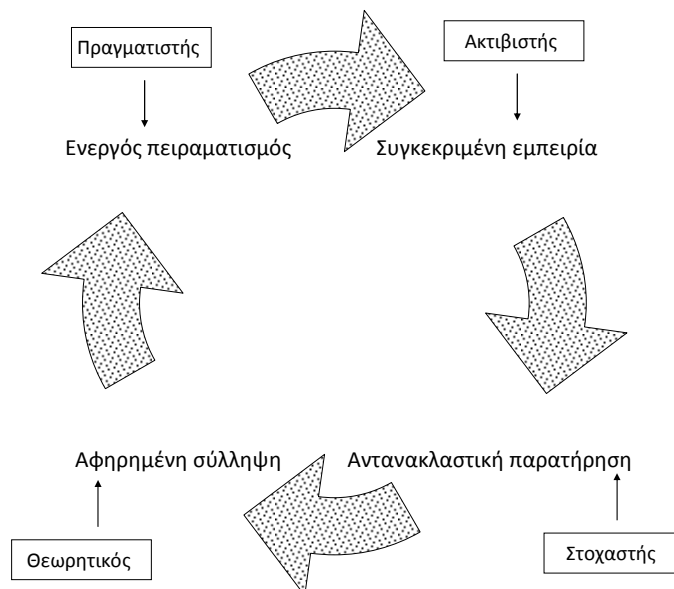
Σχήμα 48: Ο κύκλος της βιωματικής μάθησης κατά Kolb

Ο εκπαιδευόμενος μπορεί να ανήκει σε έναν από τους ακόλουθους τύπους (<http://www.learningandteaching.info/>):

- Ακτιβιστής: προτιμά να πράττει και να πειραματίζεται

- Στοχαστής: παρατηρεί και στοχάζεται
- Θεωρητικός: επιθυμεί να κατανοήσει βάσει συλλήψεων, ιδεών, σχέσεων
- Πραγματιστής: επιθυμεί να δοκιμάσει μία σειρά πραγμάτων προκειμένου να δει εάν λειτουργούν

Έτσι, το σχήμα του κύκλου της βιωματικής μάθησης παίρνει την ακόλουθη μορφή:



Σχήμα 49: Ο κύκλος της βιωματικής μάθησης κατά Kolb σε συνάρτηση με τους τύπους εκπαιδευομένων

Η βιωματική μάθηση δίνει έμφαση στο σημαντικό ρόλο της εμπειρίας στη διαδικασία της μάθησης. Περιγράφει τη διαδικασία μεταξύ εκπαιδευόμενου και εκπαιδευτή, που επιτρέπει την άμεση εμπειρία με τη μαθησιακό περιβάλλον και το περιεχόμενο (Itin, 1999).

Η σχολική πραγματικότητα συχνά υπαγορεύει στους μαθητές τη σύνδεση με τα γνωστικά αντικείμενα μέσω απομνημόνευσης και επαναληπτικής εξάσκησης. Με τον τρόπο αυτό, όμως, η σχέση που καλλιεργείται με τη γνώση συνήθως είναι εξωτερική και μηχανική. Η βιωματική μάθηση δίνει έμφαση στο ρόλο της εμπειρίας στη διαδικασία της μάθησης, καθώς και στους δεσμούς μεταξύ της σχολικής τάξης, της καθημερινής ζωής των μαθητών και της κοινωνικής πραγματικότητας (Δεδούλη, 2001).

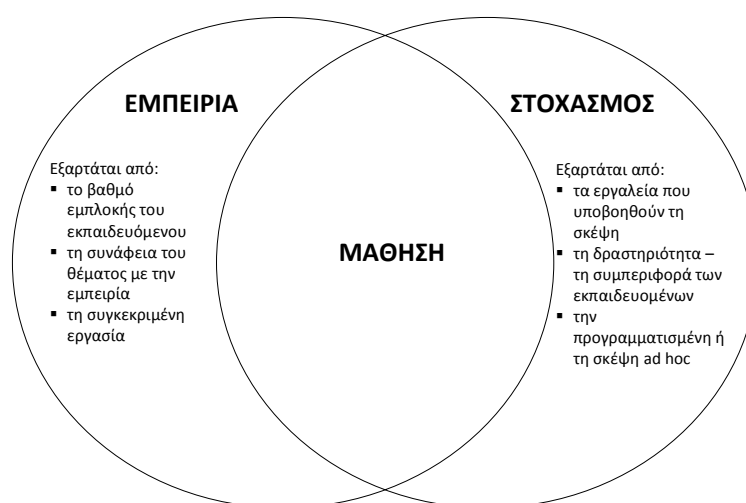
Σύμφωνα με τον Dewey (Dewey, 1938, 1980), κάθε γνήσια μορφή εκπαίδευσης γεννιέται μέσα από την εμπειρία. Ο Lewin ανέδειξε τη σύνδεση θεωρίας και πράξης και την αξία της υποκειμενικής προσωπικής εμπειρίας στη μάθηση. Σύμφωνα με τον Piaget, η μάθηση περιγράφεται ως διαδικασία αλληλεπίδρασης μεταξύ του προσώπου και του περιβάλλοντος (Δεδούλη, 2001).

Κατά μία προσέγγιση, η βιωματική μάθηση περιγράφεται από τη διαδικασία «μαθαίνω κάνοντας» (*learning by doing*), το οποίο εμπεριέχει την ενεργό συμμετοχή των μαθητών σε έρευνα, εργασία πεδίου, παρατήρηση, συνεντεύξεις, προσομοιώσεις, δημιουργικές συνθέσεις (Fowler, 2008). Με τον τρόπο αυτό μπορεί να θεωρηθεί ότι η βιωματική μάθηση σχετίζεται με τη διερευνητική μάθηση, τη μέθοδο μάθησης βασισμένη σε πρόβλημα και τη μέθοδο μάθησης βασισμένη σε ερευνητική εργασία (Δεδούλη, 2011). Σε μία προσπάθεια ορισμού, βιωματική είναι

η εμπειρία που βιώνεται ως κάτι που αφορά και συν - κινεί (Μπακιρτζής, 2008). Κεντρική θέση κατέχει το βίωμα και για να κατανοήσουμε το βίωμα του άλλου, θα πρέπει να συναισθανθούμε και να συν - κινηθούμε (Μπακιρτζής, 2005α). Η παιδαγωγική της βιωματικής εμπειρίας έχει ως βάση το «Ακούω (τις ανάγκες, τις επιθυμίες και τα ενδιαφέροντα των μαθητών) - Προτείνω (και δεν επιβάλλω) - Συνοδεύω (συν-πάσχοντας με εν-συναίσθηση, γνησιότητα, θετική αποδοχή» (Μπακιρτζής, 2005β).

Ο όρος βιωματική μάθηση ενσωματώνει διάφορες έννοιες και χρησιμοποιείται ποικιλοτρόπως από τους ερευνητές. Σε μία προσπάθεια ευρύτερης προσέγγισης του όρου, η βιωματική μάθηση είναι η διαδικασία κατά την οποία οι εκπαιδευόμενοι εμπλέκονται σε άμεσες καταστάσεις, αναλογίζονται σκοπίμως πάνω σε αυτές, επιβεβαιώνουν, μετασχηματίζουν, δίνουν προσωπικό νόημα και ψάχνουν για την ολοκλήρωση των διαφορετικών τρόπων γνώσης. Κατά αυτόν τον τρόπο, η βιωματική μάθηση επιτρέπει την ανακάλυψη δυνατοτήτων, οι οποίες μπορεί να μη γίνονται φανερές από την άμεση εμπειρία και μόνο (McGill & Warner Weis, 1989).

Από το συνδυασμό εμπειρίας και στοχασμού προκύπτει η μάθηση, σε εξάρτηση με συγκεκριμένα κριτήρια που αφορούν μεταξύ άλλων στο βαθμό εμπλοκής του εκπαιδευόμενου, στη συνάφεια του θέματος, στα εργαλεία που υποβοηθούν τη σκέψη, στη συμπεριφορά των εκπαιδευομένων (Fowler, 2003), (Fowler, 2006):



Σχήμα 50: Συνδυασμός εμπειρίας και στοχασμού για την επίτευξη της μάθησης

Η βιωματική μάθηση διέπεται από τις ακόλουθες βασικές αρχές (Δεδούλη, 2011), (Postle, 1993): αξιοποιεί τα βιώματα των μαθητών ή προκαλεί νέα βιώματα / ενθαρρύνει τον μαθητή να μετάσχει στη διαδικασία της μάθησης / προτρέπει τον μαθητή να ερευνά, να ανακαλύπτει, να ενεργοποιεί τη φαντασία και τη δημιουργικότητά του / προτείνει την αναζήτηση νοήματος αντί της απομνημόνευσης πληροφοριών / κινητοποιεί τον μαθητή διανοητικά και συναισθηματικά, καθώς η μάθηση βασίζεται στη σχέση και την αλληλεπίδραση

γνώσης και συναισθηματικών διεργασιών / βοηθά τον μαθητή να αντιληφθεί το ρόλο των κοινωνικών, οικονομικών, ιστορικών και πολιτισμικών παραγόντων στη διαμόρφωση του κοινωνικού γίνεσθαι / προωθεί την αυτογνωσία του μαθητή.

6.3. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗΣ ΒΑΣΙΣΜΕΝΗΣ ΣΕ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Και οι δύο μέθοδοι μπορούν να χαρακτηριστούν ως πολλά υποσχόμενες την τελευταία τριακονταετία, ελάχιστα άμεσα κατευθυνόμενες (*minimally direct instructional methods*) και μαθητο-κεντρικές (*student - centred*). Μπορεί να θεωρηθεί ότι η διερευνητική μάθηση αποτελεί το βασικό πλαίσιο της μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα ή αλλιώς ότι η διερευνητική μάθηση δίνει τη θέση της σε ορισμένες περιπτώσεις στη μάθηση βασισμένη σε πρόβλημα.

Η διερευνητική μάθηση αναφέρεται στις δραστηριότητες των μαθητών μέσα από τις οποίες αναπτύσσουν γνώσεις και κατανόηση επιστημονικών ιδεών, καθώς και κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι επιστήμονες μελετούν το φυσικό κόσμο (*Anderson, 2002*). Βασική αρχή της μεθόδου αποτελεί η απόκτηση γνώσεων από άμεσες παρατηρήσεις κάνοντας χρήση επαγωγικών ερωτήσεων. Η μέθοδος εναρμονίζεται με τη φύση του ανθρώπου και θεωρείται κατάλληλη για τη μελέτη των φυσικών επιστημών, καθώς οι παρατηρήσεις, οι μαθησιακές απαιτήσεις και οι διερωτήσεις ενστικτωδώς απαιτούν την έγερση διερευνητικών ερωτημάτων. Έτσι, η μέθοδος ξεκινά με ερωτήματα που βασίζονται σε πραγματικές παρατηρήσεις. Η φύση των ερωτήσεων επιτρέπει να την εξαγωγή συμπερασμάτων με συζητήσεις και ερμηνείες που βασίζονται σε αποδείξεις (*Cuevas et al., 2005*). Οι απαντήσεις στις ερωτήσεις που τίθενται επιτρέπουν νέες ανοιχτού τύπου ερωτήσεις και η διαδικασία οδηγείται από ερωτήσεις που γεννώνται από τους διδάσκοντες (*Blumenfeld et al., 1991*), (*Linn et al., 1996*).

Η διαδικασία δεν απαιτεί την πρότερη γνώση των μαθητών, παρά μόνο ορισμένων βασικών εννοιών, καθώς η γνώση δομείται από τους ίδιους τους μαθητές καθώς διεξάγουν παρατηρήσεις και πειράματα. Οι μαθητές προβλέπουν, εξηγούν, υποθέτουν, σχεδιάζουν, κατευθύνουν τα καθήκοντα που τους έχουν ανατεθεί. Τα αποτελέσματα της μεθόδου περιλαμβάνουν αύξηση της ευφυΐας και της δημιουργικότητας των μαθητών, κατανόηση και αντίληψη γύρω από την επιστήμη, απόκτηση γνωστικών ικανοτήτων, κατανόηση του πώς παράγεται η γνώση από διαφορετικές επιστήμες και προώθηση της ανάπτυξης, μετατροπής και αναπαράστασης ιδεών (*Lawson, 2010*), (*Anderson, 2002*), (*Krajcik et al, 1998*).

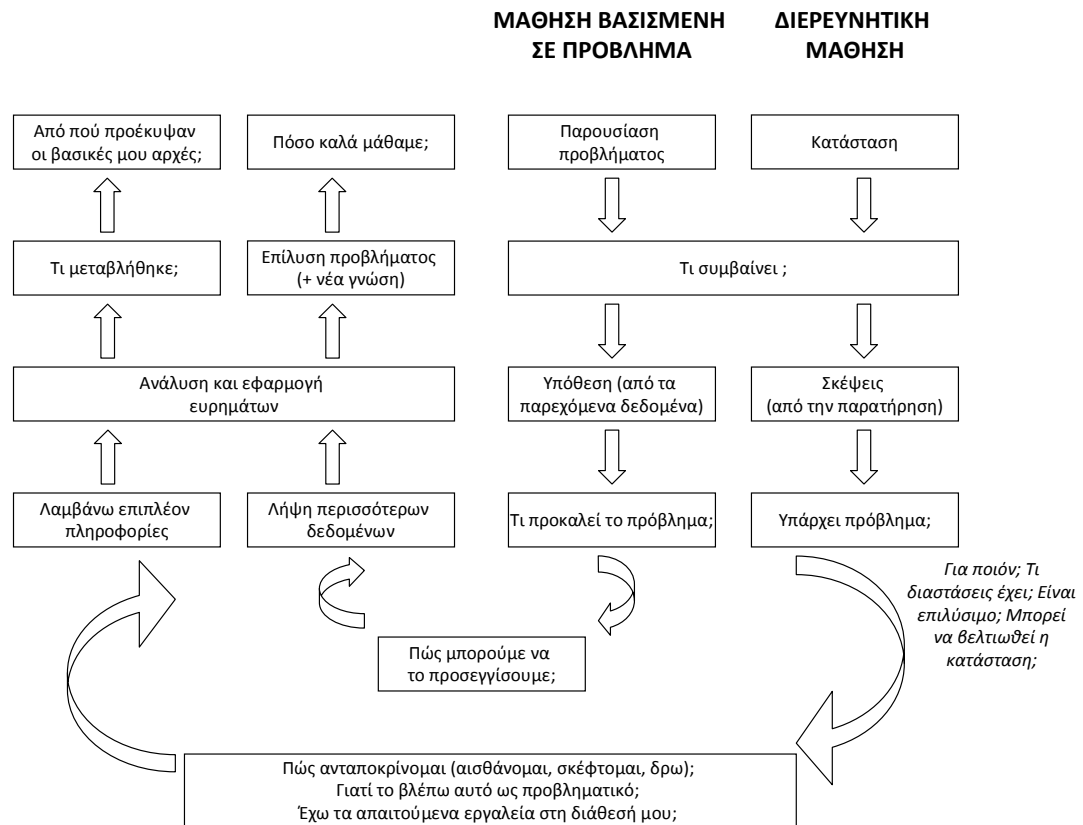
Η μέθοδος της μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα προέκυψε ως παραλλαγή κατά μία έννοια της διερευνητικής μάθησης από διαφορετικές απαιτήσεις διδασκαλίας (*Anderson et al., 1970*), (*Lawson, 2010*). Ο αρχικός σχεδιασμός της μεθόδου προοριζόταν για Ιατρικές Σχολές (McMaster University). Έκτοτε, η μέθοδος επεκτάθηκε παγκοσμίως σε σχολές τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, αλλά και πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (*Savery & Duffy, 2001*), (*Savery, 2006*). Η σύγκριση των δύο μεθόδων απεικονίζεται συνοπτικά στον ακόλουθο πίνακα (*Oguz - Unver & Arabacioglu, 2011*):

		ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ	ΜΑΘΗΣΗ ΒΑΣΙΣΜΕΝΗ ΣΕ ΠΡΟΒΛΗΜΑ
ΙΣΤΟΡΙΑ	<i>Φιλοσοφικός στόχος</i>	Οδηγείται από τη δημιουργία ερωτημάτων που βασίζονται σε πραγματικές παρατηρήσεις	Εστιάζει στην επίλυση προβλημάτων που δεν είναι καλά δομημένα
	<i>Βασικό πλαίσιο</i>	Διερεύνηση	Διερεύνηση
	<i>Εισηγητές</i>	Εργαστήρια φυσικών επιστημών	Ιατρικές Σχολές
ΒΑΣΙΚΗ ΑΡΧΗ		Απόκτηση γνώσης από άμεσες παρατηρήσεις με τη χρήση αφαιρετικών ερωτήσεων	Μεγιστοποίηση της μάθησης με διερεύνηση, επεξήγηση, ανάλυση, ξεκινώντας από πραγματικά προβλήματα
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	<i>Τύπος</i>	Ελάχιστη κατευθυνόμενη μάθηση (minimally direct instruction)	Ελάχιστη κατευθυνόμενη μάθηση
	<i>Βασικά στοιχεία</i>	Ανακάλυψη, εφεύρεση, εφαρμογή	Προσδιορισμός προβλημάτων, ενεργοποίηση πρότερης γνώσης, επεξεργασία της γνώσης
	<i>Προηγούμενη γνώση μαθητών</i>	Δεν είναι απαραίτητη - οι μαθητές μπορούν να παράξουν γνώση μετά από τις παρατηρήσεις τους	Σημαντική η εφαρμογή της πρότερης γνώσης και των δεξιοτήτων των μαθητών
	<i>Ρόλος διδάσκοντα</i>	Καθοδηγεί, εκπαιδεύει, διευκολύνει, αποτελεί την πηγή για την καθοδήγηση των ερωτήσεων	Διευκολύνει και εκπαιδεύει, παρά καθοδηγεί
	<i>Ρόλος μαθητή</i>	Ερμηνεύουν, εξηγούν, υποθέτουν, σχεδιάζουν, κατευθύνουν	Καθορίζουν, ταυτοποιούν το πρόβλημα, θέτουν τους στόχους, δημιουργούν πλάνο εργασίας, αποτελούν την πηγή για την καθοδήγηση των ερωτήσεων
	<i>Πεδίο-επίπεδο εφαρμογής</i>	Για όλα τα πεδία - για όλα τα επίπεδα, με έμφαση στα χαμηλότερα	Για όλα τα πεδία, με έμφαση σε όσα περιλαμβάνουν μελέτες περιπτώσεων - για όλα τα επίπεδα, με έμφαση στα υψηλότερα
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ		Εννοιολογική κατανόηση αρχών της επιστήμης, κατανόηση επιστημονικής διερεύνησης, αντίληψη εφαρμογών επιστημονικής γνώσης σε κοινωνικά και προσωπικά θέματα, δημιουργικότητα, ευφυΐα	Αποτελεσματικές δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, αυτό-κατευθυνόμενη μάθηση, αποτελεσματικές συνεργασίες

Πίνακας 15: Σύγκριση διερευνητικής μάθησης - μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα

Η μάθηση βασισμένη σε πρόβλημα θα μπορούσαμε να πούμε ότι ξεκινάει όπως και η διερευνητική μάθηση, αλλά δεν εξελίσσεται με τον ίδιο τρόπο, καθώς η διαδικασία που συντελείται δεν αφορά απλά τη διατύπωση μίας ερώτησης, αλλά περιλαμβάνει μεταφορά γνώσεων καθώς και τη διαδικασία χειροπιαστών λύσεων. Οι μαθητές καλούνται να διατυπώσουν ερωτήματα και να ερμηνεύσουν τις αρχικές τους υποθέσεις σχετικά με τα προβλήματα που τίθενται, για το λόγο αυτό πρέπει να διαθέτουν γνώσεις από πριν προκειμένου να είναι σε θέση να αντεπεξέλθουν (Mills & Treagust, 2003).

Η σύγκριση των δύο μεθόδων απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα (Feletti, 1993).



Σχήμα 51: Σύγκριση πορείας μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα και διερευνητικής μάθησης

6.4. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΒΑΣΙΣΜΕΝΗΣ ΣΕ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΚΑΙ ΣΕ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Συχνά γίνεται σύγχυση μεταξύ των μεθόδων της μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα (problem - based learning - PBL) και της μάθησης βασισμένης σε σχέδιο εργασίας (project - based learning - PjBL). Κατά έναν τρόπο, θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι η μάθηση βασισμένη σε πρόβλημα αποτελεί υποσύνολο της μάθησης βασισμένης σε σχέδιο εργασίας.

Η προσέγγιση μάθησης βασισμένης σε ερευνητική εργασία αποτελεί μία ατομική ή ομαδική δραστηριότητα για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, που οδηγεί σε ένα προϊόν ή μία παρουσίαση. Έχει συγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα και στόχους – ορόσημα, καθώς και περιλαμβάνει προοδευτική αξιολόγηση καθώς εξελίσσεται η ερευνητική εργασία.

Η προσέγγιση μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα αποτελεί τόσο πρόγραμμα μαθημάτων όσο και διαδικασία. Το πρόγραμμα μαθημάτων αποτελείται από προσεκτικά επιλεγμένα και σχεδιασμένα προβλήματα, που απαιτούν την απόκτηση κριτικής γνώσης, επάρκεια στην επίλυση προβλημάτων, στρατηγικές αυτοκατευθυνόμενης μάθησης, δεξιότητες συμμετοχής σε ομάδες. Η διαδικασία αναπαράγει τη συστηματική προσέγγιση για την επίλυση προβλημάτων ή την ανταπόκριση σε προκλήσεις που συναντώνται στη ζωή και στην καριέρα.

Και οι δύο τρόποι μάθησης αφορούν σε Instructional στρατηγικές, που στοχεύουν στην εμπλοκή των μαθητών σε αυθεντικά, πραγματικά καθήκοντα για τη βελτίωση της μάθησης. Παρέχονται στους μαθητές ανοιχτού τύπου ερευνητικές εργασίες και προβλήματα με περισσότερες από μία σωστές απαντήσεις, προσομοιάζοντας επαγγελματικές καταστάσεις. Είναι μαθητο – κεντρικές μέθοδοι, στις οποίες ο καθηγητής παρέχει διευκολυντικό ρόλο. Οι μαθητές συνήθως δουλεύουν σε ομάδες και ενθαρρύνονται να αναζητήσουν πληροφορίες σε ποικίλες πηγές (*Donnelly & Fitzmaurice, 2005*).

Στον ακόλουθο Πίνακα πραγματοποιείται μία προσπάθεια αποσαφήνισης των δύο όρων και διαχωρισμού των δύο εκπαιδευτικών προσεγγίσεων μέσω της ανάδειξης των κοινών χαρακτηριστικών αλλά και των διαφορών που παρουσιάζουν (*EduTech Wiki, 2009*):

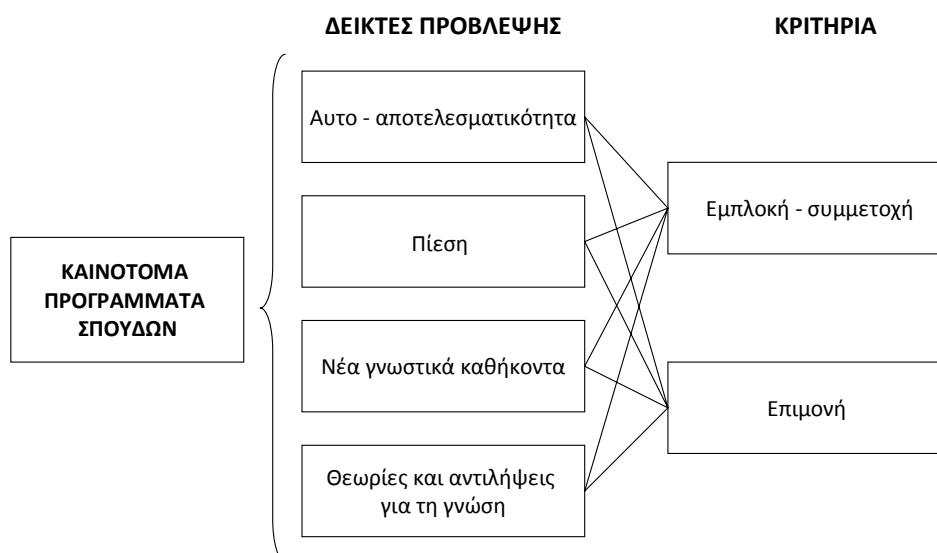
ΜΑΘΗΣΗ ΒΑΣΙΣΜΕΝΗ ΣΕ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΜΑΘΗΣΗ ΒΑΣΙΣΜΕΝΗ ΣΕ ΠΡΟΒΛΗΜΑ
Εστιάζει στην εφαρμογή των γνώσεων που αποκτήθηκαν κατά τη διάρκεια θεωρητικής - παραδοσιακής διδασκαλίας	Εστιάζει στην απόκτηση γνώσεων
Τίθεται προς «επίλυση» μία ερευνητική εργασία, η οποία αποτελεί το έναυσμα για το σχεδιασμό και την εκτέλεση των επιμέρους σταδίων για την επίτευξη λήψης του τελικού προϊόντος	Τίθεται προς επίλυση ένα πρόβλημα, το οποίο λειτουργεί ως ερέθισμα προς τους εκπαιδευόμενους και δίνει το έναυσμα για σκέψη, έρευνα, σχεδιασμό και επίλυση
Η ερευνητική εργασία αφορά σε πραγματική κατάσταση για την «επίλυση» προς οποίας πρέπει να προκύψει ένα τελικό προϊόν	Το πρόβλημα αφορά σε πραγματικό πρόβλημα προς επίλυση και συνδέεται με τη ζωή των εκπαιδευομένων
Η ερευνητική εργασία μπορεί να είναι γύρω από περιεχόμενο ή πρότυπα, παρά να αποτελεί μία πρόκληση ή μία ερώτηση, όπου οι εκπαιδευόμενοι επιδεικνύουν σχετικό υπόβαθρο γνώσεων. Αν και η ερευνητική εργασία μπορεί να παρουσιασθεί ως πρόβλημα ή πρόκληση, συνήθως καταλήγει σε επίλυση της μορφής «σωστό - λάθος»	Το σενάριο που χρησιμοποιείται μπορεί να μην έχει μία συγκεκριμένη λύση, συνεπώς η επίλυση δεν καταλήγει στη μορφή «σωστό - λάθος»
Εστιάζει στο τελικό προϊόν	Εστιάζει στο πρόβλημα και στην ακολουθούμενη διαδικασία για την επίλυσή του
<p>Παραγωγικό μοντέλο:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Οι μαθητές καθορίζουν το σκοπό δημιουργίας του τελικού προϊόντος. Ερευνούν σχετικά με το θέμα, σχεδιάζουν το προϊόν, δημιουργεί ένα διαχειριστικό πλάνο για την ερευνητική εργασία ▪ Οι μαθητές ξεκινούν την ερευνητική εργασία, επιλύουν προβλήματα και θέματα που προκύπτουν στην παραγωγή και ολοκληρώνουν το προϊόν τους. Οι μαθητές μπορεί να χρησιμοποιήσουν το προϊόν τους, να αναλογιστούν αυτό που δημιούργησαν και να αξιολογήσουν τη δουλειά τους. ▪ Η επιτυχία της προσέγγισης έγκειται στη γνώση του περιεχομένου και στις δεξιότητες που αποκτώνται κατά τη 	<p>Διερευνητικό μοντέλο:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Το πρόβλημα τίθεται στους μαθητές ▪ Οι μαθητές ξεκινούν οργανώνοντας τις προηγούμενες γνώσεις τους πάνω στο συγκεκριμένο αντικείμενο, θέτοντας συμπληρωματικές ερωτήσεις και προσδιορίζοντας τους τομείς για τους οποίους απαιτείται η συλλογή περισσότερων πληροφοριών ▪ Οι μαθητές «εφευρίσκουν» ένα πλάνο για τη συλλογή περισσότερων πληροφοριών, εκτελούν την απαιτούμενη έρευνα και συνεργάζονται προκειμένου να μοιραστούν και να συνοψίσουν τη νέα γνώση ▪ Οι μαθητές μπορεί να παρουσιάσουν τα συμπεράσματά τους,

διαδικασία παραγωγής.	χωρίς απαραίτητα να οδηγηθούν σε ένα τελικό προϊόν <ul style="list-style-type: none"> ▪ Παρέχεται χρόνος στους μαθητές για σκέψη και αυτο – αξιολόγηση.
Περιλαμβάνει κατά βάση τα ακόλουθα: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 	Περιλαμβάνει κατά βάση τα ακόλουθα στάδια: <ul style="list-style-type: none"> ▪ αναγνώριση του προβλήματος ▪ καθορισμός στόχων ▪ προσδιορισμός των απαιτούμενων πληροφοριών ▪ προσδιορισμός των πηγών που θα χρησιμοποιηθούν για την άντληση των πληροφοριών ▪ ανάπτυξη πιθανής λύσης ▪ ανάλυση και βελτίωση της λύσης ▪ γραπτή ή προφορική παρουσίαση της τελικής λύσης
Παραδοσιακά έχει χρησιμοποιηθεί στην εκπαίδευση που αφορά στα θέματα STEM	Παραδοσιακά έχει χρησιμοποιηθεί στην εκπαίδευση σε Ιατρικές Σχολές
Είναι μαθητο – κεντρική μέθοδος	
Είναι εποικοδομητική προσέγγιση μάθησης	
Αφορά σε ομαδική εργασία	
Αποτελεί στρατηγική η οποία εμπλέκει τους μαθητές σε πραγματικές καταστάσεις και καθήκοντα, στοχεύοντας στη βελτίωση της μάθησης	
Ο εκπαιδευτής δρα ως διευκολυντής – εκγυμναστής	
Εμπλέκει πολλαπλές πηγές πληροφόρησης	

Πίνακας 16: Βασικά χαρακτηριστικά της μάθησης βασισμένης σε σχέδιο εργασίας και της μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα

Στην προσέγγιση της μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα, οι μαθητές αντί να έχουν κατά νου συγκεκριμένα αποτελέσματα ως προς την κατασκευή του τελικού προϊόντος, όπως στην ερευνητική εργασία (π.χ. κατασκευή μιας γέφυρας), πρέπει να σκεφτούν και άλλες παραμέτρους που αφορούν πραγματικές καταστάσεις (π.χ. πού πρέπει να χτιστεί η γέφυρα, τι τύπος γέφυρας πρέπει να κατασκευασθεί κ.λ.π.). έτσι, αντί οι μαθητές να σκέφτονται σε όρους τελικού προϊόντος (δηλαδή της γέφυρας), στη μάθηση βασισμένη σε πρόβλημα έχουν να αντιμετωπίσουν ηθικά διλήμματα, που αφορούν για παράδειγμα στο πού θα πρέπει να χτιστεί η γέφυρα, ποιοι θα επηρεαστούν και με ποιον τρόπο, ποιες θα είναι οι περιβαλλοντικές και οικονομικές επιπτώσεις, εάν η γέφυρα αποτελεί την καλύτερη λύση ή υπάρχουν και άλλες πιθανές λύσεις. Όπως συμβαίνει και στον πραγματικό κόσμο, τα προβλήματα δεν έχουν αναγκαστικά μόνο μία σωστή λύση (Holt, 2013).

Οι παράγοντες που καθορίζουν το βαθμό εμπλοκής και επιμονής των μαθητών σε καινοτόμα προγράμματα σπουδών μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα και σε σχέδιο εργασίας απεικονίζονται στο ακόλουθο σχήμα (Bedard et al., 2012):



Σχήμα 52: Καθοριστικοί παράγοντες για την εμπλοκή και την επιμονή των μαθητών σε καινοτόμα προγράμματα σπουδών (μάθηση βασισμένη σε πρόβλημα και σε ερευνητική εργασία)

- Αυτό – αποτελεσματικότητα: Ορίζεται ως η κριτική που ασκείται από τον καθένα ως προς την ικανότητα επίδειξης μίας σειράς συγκεκριμένων συμπεριφορών με στόχο να φθάσει σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο επίτευξης (Bandura, 1997).
- Πίσση: Η επίδραση ενός πειστικού περιβάλλοντος σε κάθε άτομο φιλτράρεται από την αντίληψή του για το περιβάλλον αυτό. Η πίσση

αντιπροσωπεύει ό,τι βιώνουν οι μαθητές κατά τη θεώρηση των ποικίλων δραστηριοτήτων που καλούνται να φέρουν εις πέρας (*Vanier, 2002*).

- Νέα γνωστικά καθήκοντα: τα καινοτόμα μαθητο – κεντρικά προγράμματα σπουδών επιβάλλουν νέα γνωστικά εργαλεία, όπως την άρθρωση της γνώσης, η οποία αφορά στην ικανότητα των μαθητών να διαχωρίσουν τη γνώση και τις στρατηγικές που εφαρμόζονται σε ένα συγκεκριμένο καθήκον και την αντανακλαστική σκέψη, η οποία συμβάλλει στην εδραίωση της ανάπτυξης νέων στρατηγικών (*Collins et al., 1989*), (*McLellan, 1996*).
- Θεωρίες και αντιλήψεις για τη γνώση: τα στάδια γνωστικής ανάπτυξης των μαθητών περιλαμβάνουν το δυαδικό στάδιο, όπου ο μαθητής αντιλαμβάνεται τις δύο έννοιες σωστό ή λάθος, το υποκειμενικό στάδιο, στο οποίο προστίθενται οι προσωπικές αντιλήψεις και τα βιώματα των μαθητών και το σχετικιστικό στάδιο, στο οποίο η αλήθεια εξαρτάται από το συγκεκριμένο (context) (*Perry, 1970 & 1981*), (*Finster 1989 & 1991*).

6.5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

- Βαϊνάς Δ., Βλάσση Μ., Καραλιώτα Α. (2007). Εφαρμογή της καθοδηγούμενης διερευνητικής μεθόδου κατά τη διδασκαλία μιας εργαστηριακής άσκησης χημείας (αντιδράσεις απλής αντικατάστασης), Πρακτικά 5^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση», Τεύχος Β
- Δεδούλη Μ. (2001). Βιωματική μάθηση – δυνατότητες αξιοποίησής της στο πλαίσιο της ευέλικτης ζώνης, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Επιθεώρηση Εκπαιδευτικών Θεμάτων, Τεύχος 6
- Μασσιάλας Β. (1989). Παιδαγωγική Ψυχολογική Εγκυκλοπαίδεια, Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα
- Μπακιρτζής Κ. (2005α). Το βίωμα και η σημασία του, Περιβαλλοντική εκπαίδευση – ο νέος πολιτισμός που αναδύεται, Γεωργόπουλος Α. (επιμ.), Αθήνα, Gutenberg
- Μπακιρτζής Κ. (2005β). Βασικές θέσεις για μία παιδαγωγική της βιωματικής εμπειρίας. Το βίωμα και η σημασία του, Περιβαλλοντική εκπαίδευση – ο νέος πολιτισμός που αναδύεται, Γεωργόπουλος Α. (επιμ.), Αθήνα, Gutenberg
- Μπακιρτζής Κ. (2008). Η χαρά της μάθησης, Κοινωνία και ψυχική υγεία, Τεύχος 7, σ. 53 - 68
- Ραγιαδάκος Χ. (2011). Βασικά χαρακτηριστικά της διερευνητικής μεθόδου στη μάθηση και τη διδασκαλία, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αγία Παρασκευή, Μάιος 2011 (FP7 project PATHWAY D2.1 The basic features of the inquiry learning and teaching “A short review for the Greek teachers”)
- Στυλιανίδου Φ., Κουλούρης Π., Σωτηρίου Σ., «Τρόποι προαγωγής της διερευνητικής μάθησης των φυσικών επιστημών με την αξιοποίηση των ΤΠΕ», 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Ένταξη και χρήση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία», Πάτρα, 28–30/4/2011 http://www.etpe.gr/files/proceedings/27/1305149924_2-1215.pdf
- Dewey J. (1938, 1980). Εμπειρία και Εκπαίδευση, μτφ. Λ. Πολενάκης, Αθήνα, Γλάρος

Ξενόγλωσση

- Alexander J, McDaniel G, Baldwin M, Money B. (2002). Promoting, applying and evaluating problem-based learning in the undergraduate nursing curriculum. *Nurs. Educ. Perspect*, 23:248–253
- Allen R. & Rooney P. (1998). Designing a problem-based learning environment for ESL students in business communication. *Business Communication Weekly*, 61 (2), 48–56
- American Association of School Librarians (1999). *A panning guide for information power: Building partnerships for learning*, Chicago, IL
- Anderson R.D. (2002). Reforming science teaching: what research says about inquiry?, *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), p. 1-12
- Baker C. (2000). Problem-based learning for nursing: integrating lessons from other disciplines with nursing experiences. *J Profess Nurs*, 16:258–266

- Bandura A. (1997). *Self – efficacy: the exercise of control*, New York, W.H. Freeman
- Banerjee H.K. & De Graaff E. (1996). Problem – based learning in architecture: problems of integration of technical disciplines, *European Journal of Engineering Education*, Vol. 21 Issue 2, p.185 - 196
- Barrows H & Tamblyn R. (1980). *Problem-based learning: an approach to medical education*. New York, Springer
- Barrows H. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: a brief overview. In: Wilkinson L, Gijsselaers W (eds) *New directions for teaching and learning*. San Fransisco, Josey Bass Publ
- Bechtel G, Davidhizar R, Bradshaw M. (1999). Problem-based learning in a competency-based world. *Nurse Educ Today*, 19:182–187
- Bedard D., Lison C., Dalle D., Cote D. & Boutin N. (2012). Problem – based and project – based learning in engineering and medicine: determinants of students’ engagement and persistence, *Interdisciplinary Journal of Problem – based Learning*, Vol. 6, Issue 2, Article 8, p. 7 - 30
- BIE - Buck Institute for Education (2013). Project based learning for the 21th century, What is PBL? (<http://www.bie.org/>)
- Biley F & Smith K. (1998). Exploring the potential of problem-based learning in nurse education. *Nurse Education Today*, 18:353–361
- Blumenfeld P.C., Soloway E., Marx R.W., Krajcik J.S., Guzdial M. & Palincsar A. (1991). Motivating project – based learning: sustaining the doing, supporting the learning, *Educational Psychologist*, 26 (3 – 4), p. 369 - 398
- Boud D. & Feletti G. (1991). *The challenge of problem based learning*. New York: St. Martins’ Press
- Boud D. & Feletti G. (1997). *The challenge of problem - based learning*, New York, St Martins’ Press
- Carey L. & Whittaker K.A. (2002). Experiences of problem - based learning: Issues for community specialist practitioner students, *Nurse Education Today*, 22, 661 – 668
- Chambers C. (2002). Multi - curricular inquiry - based learning, City College of the City University of New York, EDUC 0500 - Fall 2002
- Chang P.F. & Wang D.C. (2011). Cultivating engineering ethics and critical thinking: a systematic and cross-cultural education approach using problem-based learning, *European Journal of Engineering Education*, 36:4, 377-390
- Clancy A. (2005). The design, development and implementation of a PBL curriculum in nurse education. *Proceedings of the 2005 International Conference on problem-based learning*, University of Tampere, Finland
- Collins A., Brown J.S. & Newman S.E. (1989). Cognitive apprenticeship: teaching the craft of reading, writing and mathematics, L.B. Resnick (Ed.) *Knowing, learning, and instruction: Essays in honor of Robert Glaser*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum
- Cuevas P., Lee O., Hart J. & Deaktor R. (2005). Improving science inquiry with elementary students of diverse backgrounds, *Journal of Research in Science Teaching*, 42(3), p. 337 - 357
- Dewey, J. (1938). *Experience and Education* Kappa Delta PI Lecture Series, Collier-Macmillan Books 1963, London

- Dewey J. (1963). *How we think: a restatement of the relation of reflective thinking to the education process*, Heath and Company, Boston
- Dominowski R.L. (1998). Verbalization and problem solving. In: D.J. Hacker, J. Dunlosky, and A.C. Graesser, eds. *Metacognition in educational theory and practice*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 25–36
- Donnelly R. & Fitzmaurice M. (2005). Collaborative project – based learning and problem – based learning in higher education: a consideration of tutor and student roles in learner - focused strategies, *Emerging issues in the practice of University learning and teaching*, AISHE Readings
- Duch B.J., Groh S.E. & Allen D.E. (2001). *The power of problem - based learning*, Stylus Publishing, Virginia, USA
- EduTech Wiki (2009). Project - based and problem - based: the same or different? (http://edutechwiki.unige.ch/en/Project-Based_and_Problem-Based:_The_same_or_different%3F)
- Ehnfors M, Grobe S. (2004). Nursing curriculum and continuous education: future directions. *Int J Med Inform*, 73:591–598
- European Commission, Directorate-General for Research, Directorate L - Science, Economy and Society, Unit L4 - Scientific Culture and Gender, Science, Economy and Society High Level Group on Science Education: M. Rocard (Chair), P. Csermely, D. Jorde, D. Lenzen, H. Walberg-Henriksson, V. Hemmo (Rapporteur) “Science Education Now: A renewed pedagogy for the future of Europe”, 2007 http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
- Feletti G. (1993). Inquiry based and problem based learning: how similar are these approaches to nursing and medical education?, *Higher Education Research & Development*, Vol. 12, No. 2, p. 143 - 156
- Finster D.C. (1989). Developmental instruction: Part I. Perry’s model of intellectual growth, *Journal of Chemical Education*, 66(8), p. 659 – 661
- Finster D.C. (1991). Developmental instruction: Part II. Application of the Perry model to general chemistry, *Journal of Chemical Education*, 68(9), p. 752 - 756
- Fowler, J. (2003). *Supporting Staff in Giving High Quality Care*, Nursing Practice and Health Care, Hinchliff, Norman and Schober, Arnold Press, London
- Fowler J. (2006). *Nurse consultations – Implementing the learning plan*, The Good Consultation Guide Ed Hastings and Redsell, Radcliff London
- Fowler J. (2008). Experiential learning and its facilitation, *Nurse Education Today*, 28, 427 - 433
- Freire, P. (1972). *Pedagogy of the Oppressed*. Harmondsworth Penguin, London
- Frost M. (1996). An analysis of the scope and value of problem-based learning in the education of health care professionals. *J Adv Nurs*, 24:1047–1053
- Green C.J., Van Gyn G.H., Moehr J.R., Lau F.Y., Coward P.M. (2004). Introducing a technology - enabled problem - based learning approach into a health informatics curriculum, *international Journal of Medical Informatics*, 73, 173 - 179

- Haith - Cooper M. (2000). Problem-based learning within health professional education. What is the role of the lecturer? A review of the literature. *Nurse Educ Today*, 20:267–272
- Haith - Cooper M. (2003). An exploration of tutor's experiences of facilitating problem-based learning. Part 2. Implications for the facilitation of problem-based learning. *Nurse Educ. Today*, 23:65–75
- Harwell S. (1997). Project based learning. In W.E. Blank & S. Harwell (eds.), *Promising practices for connecting high school to the real world* (pp. 23 – 28), Tampa, FL: University of South Florida
- Hobbs T. (1987). *Running Workshops*, Croom Helm, London
- Why Problem-Based Learning Is Better
- Holt T. (2013). Why problem - based learning is better, *Less Teacher, More Student, Making The Shift, The How of 21st Century Teaching Voices*, Jan. 10, 2013 (<http://plpnetwork.com/2013/01/10/problem-vs-project-based-learning/>)
- Johnston A & Tinning R. (2001). Meeting the challenge of problem-based learning: developing the facilitators. *Nurse Educ. Today*, 21:161–169
- Itin C. M. (1999). Reasserting the Philosophy of Experiential Education as a Vehicle for Change in the 21st Century, *The Journal of Experiential Education*, 22(2), 91-98
- Khairiyah M.Y., Azila A.A., Mohd Kamarudding A.H., Mohd. Ariffin A.H., Mimi H.H., Syed A.H.S.H., Azila NMA (2004). Problem based learning in engineering education: a viable alternative for shaping graduates for the 21th century?, *Conference on Engineering Education*, Kuala Lumpur
- Kilroy D. (2004). Problem based learning. *Emerg. Med. J.*, 21:411–413
- Krajcik J., Blumenfeld P.C., Marx R.W., Bass K.M., Fredricks J. & Soloway E. (1998). Inquiry in project – based science classrooms: initial attempts by middle school students, *The Journal of the Learning Sciences*, 7 (3-4), p. 313 – 350
- Kolb, D. (1984). *Experiential Learning - Experience as the Source of Learning and Development*, Prentice-Hall, New Jersey
- Kolmos, A. (2006). Future engineering skills, knowledge, and identity. In: J. Christensen, A.L.B. Henriksen, and A.Kolmos, eds. *Engineering science, skills, and Bildung*, Aalborg: Aalborg University Press, pp. 165–185
- Lave J. & Wenger E. (1990). *Situated learning: legitimate peripheral participation*, Cambridge, UK, Cambridge University Press
- Lawson A.E. (2010). *Teaching inquiry science in middle and secondary schools*, Los Angeles, Sage
- Lehmann M., Christensen P., Du X. & Thrane M. (2008). Problem-oriented and project-based learning (POPBL) as an innovative learning strategy for sustainable development in engineering education, *European Journal of Engineering Education*, 33:3, 283-295
- Linn M.C., Songer N.B. & Eylon B.S. (1996). Shots and convergences in science learning and instruction, R. Calfee & D. Berliner (Ed.), *Handbook of Educational Psychology*, p. 438 – 490, Riverside, NJ: Macmillan

- Linn M.C., Davis E.A. & Bell P.L. (2004). *Inquiry and technology*, M.C. Linn, E.A. Davis & P.L. Bell (Eds), Internet environments for science education, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates
- Major C.H. & Palmer B. (2001). Assessing the effectiveness of problem - based learning in higher education: lessons from the literature, *Academic Exchange Quarterly*, 5, 4 - 9
- Maudsley G. (1999). Roles and responsibilities of the problem-based learning tutor in the undergraduate medical curriculum. *Br Med J*, 318:657–661
- McGill I. & Warner Weis S. (1989). Continuing the dialogue: new possibilities for experiential learning, Warner Weil, S., McGill, I. (Eds.), *Making Sense of Experiential Learning*. The Society for Research into Higher Education and Open University Press, Milton Keynes
- McLellan H. (1996). *Situated learning: Multiple perspectives*, H. McLellan (Ed.) *Situated Learning Perspectives*, Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications
- Mezirow J. (1981). A critical theory of adult learning and education, *Adult Education* 32 (1), 3–24
- Mezirow J. (1998). On critical reflection. *Adult Education Quarterly* 48 (3), 185–199
- Michel M.C., Bischoff A. & Jacobs K.H. (2002). Comparison of problem – and lecture – based pharmacology teaching, *Trends in Pharmacology Sciences*, 23(4), 168 – 170
- Milligan F. (1999). Beyond the rhetoric of problem-based learning: emancipatory limits and links with andragogy. *Nurse Educ Today*, 19:548–555
- Mills J.E. & Treagust D.F. (2003). Engineering education: Is problem – based or project – based learning the answer?, *Journal of the Australian Association of Engineering Education* [http://www.aeee.com.au/journal/2003/mills_treagust03.pdf]
- National Committee on Science Education Standards and Assessment, National Research Council (1996). *National Science Education Standards*, National Academy Press, Washington, DC, ISBN: 0-309-54985-X
- Oguz - Unver A. & Arabacioglu S. (2011). Overviews of inquiry based and problem based learning methods, *Western Anatolia Journal of Educational Science - Special issue: selected papers presented at WCNTSE*, ISSN 1308 - 8971, p. 303 - 309
- Perry W.G. (1970). *Forms of intellectual and ethical development in the college years: A scheme*, New York, Holt, Rinehart and Winston
- Perry W.G. (1981). *Cognitive and ethical growth: The making of meaning*, A.W. Chickering and Associates, The Modern American College, San Francisco, Jossey - Bass
- Postle D. (1993). Putting the heart back into learning, D. Boud, R. Cohen, D. Walker (Eds), *Using experience for learning*
- Roberts D. & Ousey K. (2004). Problem-based learning: developing the triggers. Experiences from a first wave site. *Nurse Educ. Pract.*, 4:154–158
- Savery J.R. & Duffy T.M. (2001). Problem based learning: an instructional model and its constructivist framework, *CRLT Technical Report No. 16 – 01*,

The Center for Research on Learning and Technology, Indiana University, Bloomington, IN 47405

- Savery J.R. (2006). Overview of problem – based learning: definitions and distinctions, *The Interdisciplinary Journal of Problem – Based Learning*, 1(1)
- Schmidt H. (1983). Problem-based learning: rationale and description. *Med Educ.*, 17:11–16
- Schultz N. and Christensen H.P. (2004). Seven – step problem – based learning in an interaction design course, *European Journal of Engineering Education*, 29:4, 533 – 541
- Sharp D.M.M. & Primrose C.S. (2003). The “virtual” family: an evaluation of an innovative approach using problem - based learning to integrate curriculum themes in a nursing undergraduate programme, *Nurse Education Today*, 23, 219 - 225
- Shelton J.B. & Smith R.F. (1998). Problem - based learning in analytical science undergraduate teaching: *Research in Science and Technological Education*, 16(1), 19 - 29
- Tamir P. (1985). Content analysis focusing on inquiry, *Journal of Curriculum Studies*, 17(1), p. 87-94
- Tan O.S. (2003). *Problem - based learning innovation: using problems to power learning in the 21th century*, Thomson learning, Singapore
- Tan O.S. (2004A). Challenges of problem – based learning, Editorial – special issue in *Innovations in Educational and Teaching International*, 41(2)
- Tan O.S. (2004B). Cognition, meta-cognition, and problem – based learning, In Tan O.S. eds: *Enhancing thinking through problem - based learning approaches: international perspectives*, Singapore, Thomson learning
- University of Nairobi – College of Health Sciences:
<http://chs.uonbi.ac.ke/sites/default/files/chs/chs/Student%20self%20evaluation.pdf>
- Vanier C. (2002). L’ épuisement professionnel: un phénomène complexe et controversé. *Equilibre en tête*, 14(3), 1 - 4
- Warner Weil, S. & McGill I. (1989). *Making Sense of Experiential Learning* Society for Research into Higher Education, Open University Press, Milton Keynes
- Williams B. (2001). Developing critical reflection for professional practice through problem-based learning. *J Adv Nurs*, 34:27–34
- Williams B. (2004). Creating cohesion between the discipline and practice of nursing using problem-based learning. *Int. J. Nurs. Educ. Scholarship*, 1:1–15
- Wolf D.P. (2002). The art of questioning, *Academic Connections*, Nov. 17, 2002
- Wood D. (2003). Problem based learning. *Br Med J*, 326:328–330
- Wray J. (2004). A view from the field—some of the realities of “doing problem-based learning”. *Nurse Educ. Pract.*, 4: 151–153
- <http://www.learningandteaching.info/>
- www.pathway-project.eu/

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΓΝΩΣΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΤΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΜΝΗΜΕΙΩΝ ΩΣ ΤΟΜΕΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ

7.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής επιλέγεται το γνωστικό πεδίο της Προστασίας Μνημείων ως πρότυπος τομέας για τη διδασκαλία των θεμάτων STEM στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Το πεδίο αυτό παρουσιάζει ιδιομορφία σε γνωσιολογικό επίπεδο και η εφαρμογή μιας καινοτόμου εκπαιδευτικής μεθοδολογίας για την προσέγγισή του στο επίπεδο των μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

7.2. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΝΗΜΕΙΩΝ – Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΣΤΟ ΧΡΟΝΟ

Το μνημείο αναφέρεται σε καθετί που ανακαλεί στη μνήμη κάποιο γεγονός που έχει συμβεί. Υπό αυτό το πρίσμα, ως μνημεία μπορούν να θεωρηθούν ακόμα και μικρά χρηστικά αντικείμενα παρωχημένων εποχών. Ο όρος φορτίστηκε με το νόημα του εντυπωσιακού και επιβλητικού (μνημειώδους) λόγω της ανεγέρσεως κτισμάτων με σκοπό τη διαιώνιση της μνήμης προσώπου ή γεγονότος.

Στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής ο όρος μνημείο αναφέρεται σε αρχιτεκτονικά μνημεία, ή αλλιώς στην αρχιτεκτονική ή δομημένη πολιτιστική κληρονομιά, που αποτελεί το σύνολο του δομημένου περιβάλλοντος που κληρονόμησε η σημερινή ανθρωπότητα από τις προηγούμενες γενεές.

Σύμφωνα με το Διεθνές Συμβούλιο Μνημείων και Τοποθεσιών - ICOMOS, μνημείο θεωρείται κάθε ακίνητο, κτισμένο ή όχι, το οποίο διακρίνεται για το αρχαιολογικό, ιστορικό, αισθητικό ή εθνογραφικό του ενδιαφέρον. Στον ορισμό περιλαμβάνονται τα ακίνητα αγαθά, τα οποία θεωρούνται διατηρητέα λόγω της φύσης ή του προορισμού τους, καθώς και τα κινητά που βρίσκονται μέσα στα μνημεία.

Η πεποίθηση ότι τα αρχιτεκτονικά μνημεία πρέπει να προστατεύονται και να διατηρούνται ανεξάρτητα από τη χρηστικά τους αξία δεν είναι πολύ παλιά (*Σημειώσεις μαθήματος 1.1. ΔΠΜΣ «Προστασία Μνημείων», 2000*). Κατά την περίοδο της **Αναγέννησης** στην Ιταλία τον 15^ο αιώνα παρατηρείται στροφή στις σχέσεις της κοινωνίας με την πολιτιστική της κληρονομιά. Πραγματοποιούνται ανασκαφικές έρευνες σε μνημεία και επαναχρησιμοποιήσεις αρχαίων κτηρίων. Στις εργασίες αποκατάστασης, ωστόσο, δεν υπάρχει φροντίδα για την προβολή και διατήρηση του αυθεντικού, αλλά οι αρχιτέκτονες εργάζονται ελεύθερα με οδηγό την καλλιτεχνική τελείωση του έργου και την επίτευξη του μεγαλείου και της ομορφιάς των αρχαίων ρυθμών, καθώς και της λειτουργικότητας που επιβάλλει η νέα χρήση του έργου. Τα μνημεία «χρησιμοποιούνται» είτε σαν πρότυπα είτε σαν χρηστικά στοιχεία, δηλαδή αναγνωρίζονται οι αισθητικές και πρακτικές τους αξίες,

αλλά καθόλου οι ιστορικές. Στο πνεύμα αυτό κατεδαφίζονται πολλά αρχαία μνημεία στη Ρώμη και αλλοιώνονται μεσαιωνικές εκκλησίες με τροποποιήσεις στις προσόψεις ή στο εσωτερικό τους.

Κατά τον 17^ο και 18^ο αιώνα, στη διανοήση της Ευρώπης δημιουργούνται οι προϋποθέσεις των μεγάλων αλλαγών των νεότερων χρόνων. Η άνοδος του πολιτιστικού επιπέδου, η διάδοση των γνώσεων και της παιδείας και το συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για την ιστορία και τις τέχνες δημιουργούν νέο κλίμα. Το νέο πνεύμα της συντήρησης έχει διαμορφωθεί. Τα γεγονότα που ακολουθούν την έκρηξη της Γαλλικής Επανάστασης (1789) φέρνουν μεγάλες καταστροφές στα μνημεία της Γαλλίας, σε μοναστήρια, εκκλησίες και παλάτια. Η αντίδραση στις καταστροφές αυτές οδηγεί στη νομοθετική προστασία των μνημείων για πρώτη φορά στην ιστορία. Το 1790 συγκροτείται Επιτροπή Τεχνών και Μνημείων και το 1794 πραγματοποιείται η πρώτη επίσημη διακήρυξη «Οι βάρβαροι και οι δούλοι περιφρονούν τις επιστήμες και καταστρέφουν τα μνημεία της τέχνης. Οι ελεύθεροι άνθρωποι τα αγαπούν και τα συντηρούν». Αναγνωρίζεται ότι τα μνημεία αποτελούν κοινό αγαθό και ότι η διατήρησή τους αφορά την πολιτεία και το έθνος. Οι πρώτες μελέτες αποκατάστασης κάνουν την εμφάνισή τους και η έννοια της εθνικής κληρονομιάς συσχετίζεται με τις εθνικές ιδέες.

Κατά τον 19^ο αιώνα, η στροφή προς το παρελθόν συνδυάζεται με την αγάπη προς τη γνώση. Η στροφή προς τις ρίζες θα αποκαλύψει τις αξίες της τέχνης και του πολιτισμού και θα καλλιεργήσει την έννοια της συντήρησης της προβολής του μνημειακού πλούτου στη δυτική Ευρώπη. Η συντήρηση ενισχύεται και ως συνέπεια της βιομηχανικής επανάστασης, της αστυφιλίας, της δημογραφικής έκρηξης των πόλεων, των κινδύνων που απειλούν το φυσικό περιβάλλον.

Σύμφωνα με τον **Χάρτη της Βενετίας για την αποκατάσταση και συντήρηση μνημείων και μνημειακών συνόλων [1964]** (Μπίρης, 2000), την πρώτη και θεμελιώδη διακήρυξη αρχών για την προστασία και αποκατάσταση των μνημείων σε διεθνές επίπεδο, ο όρος «μνημείο» λαμβάνει διευρυμένη και εκσυγχρονισμένη έννοια και ταυτόχρονα υποδεικνύεται μία πρωτοποριακή κατεύθυνση για την ερμηνεία και διαχείριση του αντικειμένου της προστασίας. Έτσι ορίζονται τα ακόλουθα (Φερρεντίνος, 1975):

- *Άρθρο 1:* Η έννοια ενός ιστορικού μνημείου δεν καλύπτει μόνο το μεμονωμένο αρχιτεκτονικό έργο αλλά και την αστική ή αγροτική τοποθεσία που μαρτυρεί 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.
- *Άρθρο 2:* Η συντήρηση και η αποκατάσταση των μνημείων αποτελεί έναν επιστημονικό κλάδο ο οποίος πρέπει να αποτείνεται στη συνεργασία όλων των επιστημών και όλων των τεχνών που μπορούν να συνεισφέρουν στη μελέτη και τη διάσωση της μνημειακής κληρονομιάς.
- *Άρθρο 3:* Η συντήρηση και η αποκατάσταση των μνημείων αποσκοπούν να τα διασώσουν τόσο σαν έργα τέχνης όσο και ιστορικές μαρτυρίες.
- *Άρθρο 4:* Η συντήρηση των μνημείων έχει σαν πρωταρχική απαίτηση τη συνεχή και μόνιμη φροντίδα για τη διατήρησή τους.
- *Άρθρο 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 κτηρίων. Οι διαρρυθμίσεις που επιβάλλει η αλλαγή της λειτουργίας τους (από νέες χρήσεις) πρέπει να αντιμετωπίζονται και ενδεχομένως να επιτρέπονται μέσα σ' αυτά τα όρια.

- *Άρθρο 6:* Η συντήρηση ενός μνημείου συνεπάγεται τη διατήρηση του άμεσου περιβάλλοντός του στην κλίμακά του. Αν το παραδοσιακό πλαίσιο δεν έχει εξαφανισθεί, 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.
- *Άρθρο 7:* Το μνημείο είναι αναπόσπαστο από την ιστορική στιγμή που αντιπροσωπεύει και από τον χώρο που είναι τοποθετημένο. Επομένως η μετακίνηση του όλου ή τμήματος ενός μνημείου μπορεί να γίνει παραδεκτή μόνο αν επιβάλλεται από την ανάγκη διασώσεως του, ή δικαιολογείται από λόγους μεγάλης εθνικής ή διεθνούς σημασίας.
- *Άρθρο 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 εξασφαλιστεί η διάσωση τους.
- *Άρθρο 9:* Η διαδικασία της αποκατάστασης είναι μια επέμβαση υψηλής εξειδίκευσης που επιβάλλεται να γίνεται κατ' εξαίρεση. Έχει σαν στόχο να διατηρήσει και να αποκαλύψει τις ιστορικές και αισθητικές αξίες του μνημείου και βασιζέται στον σεβασμό προς την αρχική του υπόσταση και τα αυθεντικά του στοιχεία. Σταματάει στο σημείο που αρχίζουν να υπάρχουν υποθέσεις. Πέρα από αυτό το σημείο, οποιαδήποτε εργασία που ενδεχομένως θα θεωρηθεί απαραίτητη για τεχνικούς ή αισθητικούς λόγους, θα πρέπει να διαχωρίζεται από την αρχική αρχιτεκτονική σύνθεση και να φέρνει την σφραγίδα της εποχής μας. Σε όλες τις περιπτώσεις η αρχαιολογική μελέτη θα προηγείται της αποκατάστασης και θα την ακολουθεί.
- *Άρθρο 10:* Όταν οι παραδοσιακές τεχνικές αποδεικνύονται ανεπαρκείς, η στερέωση ενός μνημείου μπορεί να εξασφαλιστεί με την προσφυγή σε όλες σε όλες τις σύγχρονες τεχνικές συντηρήσεως και κατασκευές, που η αποτελεσματικότητα θα έχει αποδειχθεί από τα επιστημονικά δεδομένα και τις οποίες θα εγγυάται η πείρα της εφαρμογής τους.
- *Άρθρο 11:* Οι αξιόλογες προσθήκες όλων των εποχών στη σημερινή υπόσταση ενός μνημείου πρέπει να γίνουν σεβαστές, γιατί σκοπός της αποκατάστασης του δεν είναι η 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 η σύνθεση που θα αποκαλυφθεί είναι μεγάλης ιστορικής, αρχαιολογικής ή αισθητικής αξίας κι ακόμη αν η κατάσταση της διατηρήσεως του μνημείου κριθεί αρκετά ικανοποιητική. Η κρίση σχετικά με την αξιολόγηση των μεταγενέστερων στοιχείων και η απόφαση για την

απάλειψη τους, δεν θα πρέπει να εξαρτώνται μόνο από το άτομο που ανέλαβε την μελέτη του έργου.

- *Άρθρο 12:* Τα στοιχεία που προορίζονται να αντικαταστήσουν τμήματα του μνημείου που 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 κτηρίου.
- *Άρθρο 13:* Οι προσθήκες δεν μπορεί να γίνουν ανεκτές παρά μόνο αν σέβονται όλα τα ενδιαφέροντα μέρη του κτηρίου, το παραδοσιακό του πλαίσιο, την ισορροπία της συνθέσεως του και τις σχέσεις του με τον περιβάλλοντα χώρο.
- *Άρθρο 14:* Τα μνημειακά σύνολα πρέπει να γίνουν αντικείμενο ειδικών φροντίδων για να σωθεί η ακεραιότητά τους και να εξασφαλισθεί η εξυγίανσή τους, η διαρρύθμισή και η αξιοποίησή τους. Οι εργασίες για την συντήρηση και την αποκατάστασή τους, πρέπει να εμπνέονται από τις αρχές που διατυπώνονται στα προηγούμενα άρθρα.
- *Άρθρο 15:* Οι ανασκαφές πρέπει να γίνονται σύμφωνα με τους 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 την συντήρηση και την μόνιμη προστασία των αρχιτεκτονικών στοιχείων και των ευρημάτων. Εξάλλου, θα είναι ευπρόσδεκτη κάθε πρωτοβουλία που θα διευκολύνει την κατανόηση του μνημείου χωρίς να παραμορφώνει την σημασία του. Ωστόσο, κάθε εργασία ανακατασκευής θα πρέπει να αποκλείεται εκ των προτέρων. Μόνο η αναστήλωση μπορεί να αντιμετωπισθεί, δηλαδή η ανασύνθεση μελών που σώθηκαν αλλά έχουν μετακινηθεί. Οι συμπληρώσεις όμως θα είναι πάντα αναγνωρίσιμες και θα αντιπροσωπεύουν το ελάχιστο που απαιτείται για να εξασφαλιστούν οι συνθήκες συντηρήσεως του μνημείου και να αποκατασταθεί η μορφολογική του συνέχεια.
- *Άρθρο 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, την στερέωση, την ανασύνθεση και την ένταξη νέων (στοιχείων), καθώς και όλα τα τεχνικά και μορφολογικά στοιχεία που θα εξακριβώνονται κατά την διάρκεια των εργασιών, θα πρέπει να καταγράφονται λεπτομερειακά. Αυτή η τεκμηρίωση θα κατατίθεται στα αρχεία ενός δημοσίου ιδρύματος και θα είναι προσιτή στους ερευνητές. Προτείνεται η δημοσίευσή τους.

Το πνεύμα του Χάρτη της Βενετίας κινήθηκε προς την αναβίωση της ιστορικής φυσιογνωμίας των μνημείων και των συνόλων έναντι της ριζοσπαστικής επιβολής «εκκαθαρίσεων» διαμέσου ενός πολεοδομικού ρασιοναλισμού, μετά τη θλιβερή πραγματικότητα της καταστροφής μνημείων και συνόλων του αρχιτεκτονικού πλούτου της Ευρώπης κατά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο. Έτσι, προτιμήθηκε η σιγουριά και ο οικειότητα της παράδοσης, καθώς και η προστασία

της εθνικής ταυτότητας, που καθιστά τα διατηρητέα μνημεία - με την ευρύτερη έννοια του όρου - κοινωνικών αναγκαία, ως τεκμήρια πολιτισμού και επιπλέον ως βιώσιμα αγαθά. Η αντίληψη του σεβασμού προς το μνημείο και ο βαθμός της αξιοπιστίας των επεμβάσεων θεωρήθηκαν μέσα από την αμφίδρομη σχέση τους ως εχέγγυα για την ορθότητα και εγκυρότητα της αποκατάστασης (Μπίρης, 2000).

Σύμφωνα με τη **Σύμβαση για την προστασία της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς Της Ευρώπης που υπογράφηκε στη Γρανάδα το 1985** από το Συμβούλιο της Ευρώπης και κυρώθηκε σε νέο του ελληνικού κράτους το 1992, η αρχιτεκτονική κληρονομιά περιλαμβάνει τα ακόλουθα ακίνητα αγαθά (Ν. 2039/1992):

- **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 της.
- **Τα αρχιτεκτονικά σύνολα:** ομοιογενή σύνολα αστικών ή αγροτικών κατασκευών, σημαντικών λόγω του ιστορικού, αρχαιολογικού, καλλιτεχνικού, επιστημονικού, κοινωνικού ή τεχνικού τους ενδιαφέροντος, συναφή μεταξύ τους ώστε να σχηματίζουν ενότητες, που να μπορούν να οριοθετηθούν τοπογραφικά
- **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 και τεχνικού τους ενδιαφέροντος.

Στη Σύμβαση της Γρανάδας αναγνωρίζεται ότι η αρχιτεκτονική κληρονομιά αποτελεί μια αναντικατάστατη έκφραση του πλούτου και της ποικιλίας της πολιτιστικής κληρονομιάς της Ευρώπης, μια ανεκτίμητη μαρτυρία του παρελθόντος και ένα κοινό αγαθό για τους Ευρωπαίους. Αναγνωρίζεται, επίσης, η σημασία της μετάδοσης ενός συνόλου πολιτιστικών αναφορών στις μελλοντικές γενιές, της βελτίωσης του τρόπου ζωής στην πόλη και στην ύπαιθρο και κατά συνέπεια της οικονομικής, κοινωνικής και πολιτιστικής ανάπτυξης των διαφόρων κρατών και περιοχών.

Συνοψίζοντας τις βασικές αρχές συντήρησης, όπως αυτές εμπλουτίζονται από τις Διεθνείς Χάρτες αλλά κυρίως κάτω από τις συνθήκες αναστήλωσης των μνημείων της Ακρόπολης, προκύπτουν τα ακόλουθα (Μπίρης, 2000):

- **Αρχή της αναστρεψιμότητας:** Πλήρης τεκμηρίωση πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την επέμβαση / διασφάλιση του μέγιστου ποσοστού της υφιστάμενης μάζας του μνημείου και των πάσης φύσεως τεκμηρίων που αυτή φέρει / αποφυγή ισχυρών – μη αναστρέψιμων – συγκολλήσεων – κάθε ξένο σώμα (υλικό στερέωσης) πρέπει να παραμένει αναλλοίωτο και αβλαβές στη μέγιστη χρονική διάρκεια.
- **Αρχή της αυθεντικότητας του δομικού συστήματος:** Επανατοποθέτηση των επιμέρους δομικών στοιχείων στην αρχική (και «μοναδική») τους θέση. Εξασφάλιση των ιδιαιτεροτήτων του αρχικού κατασκευαστικού συστήματος.

- **Αποφυγή μετακινήσεων** και συναφών παρεμβάσεων σε τμήματα του κτηρίου που έμειναν αμετακίνητα από την αρχαιότητα: Ένα μεγάλο ποσοστό της αρχαιολογικής τους αξίας οφείλεται στο γεγονός ότι δεν υπέστησαν επεμβάσεις σε ενδιάμεσες φάσεις.
- **Ελαχιστοποίηση των μεταβολών**, κυρίως σε ό,τι αφορά την αποκτηθείσα - διαμέσου του χρόνου – γενική εικόνα του ερειπίου. Όμως οι απαραίτητες συμπληρώσεις μορφολογούνται πιστά, σύμφωνα με την κλασική ρυθμολογία.
- **Εγκυρότητα των επιλογών επέμβασης**: Διασφαλίζεται με τη δημοσιοποίηση και συζήτηση σε διεθνή συνέδρια ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Έπεται η δημοσίευση λεπτομερώς των μελετών που εγκρίθηκαν.

7.3. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΓΝΩΣΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΤΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΜΝΗΜΕΙΩΝ

Σύμφωνα με τον Ν. 3028/2002 «Περί Αρχαιοτήτων και εν γένει της πολιτιστικής κληρονομιάς» - Άρθρο 3, το περιεχόμενο της προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς συνίσταται κυρίως:

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

Παραδοσιακά, ο όρος πολιτιστική κληρονομιά έχει συσχετισθεί με την τέχνη, την αρχιτεκτονική και την αρχαιολογία. Η δομημένη πολιτιστική κληρονομιά, ειδικότερα, έχει μετατοπιστεί προς την κατεύθυνση των ιστορικών κατασκευών, των μνημείων, των ιστορικών τόπων και των φυσικών τοπίων.

Για την αιεφόρο διατήρηση της δομημένης κληρονομιάς κρίνεται επιβεβλημένη η χρήση των τελευταίων τεχνολογικών εξελίξεων στην Επιστήμη, την Τεχνολογία, τη Μηχανική και τα Μαθηματικά. Η βασική γνώση που απαιτείται για τη μελέτη του συγκεκριμένου γνωστικού αντικείμενου αφορά συνοπτικά στα ακόλουθα:

- Το σύνολο των αξιών της δομημένης κληρονομιάς και η σύνθετη ισορροπία μεταξύ τους, με το περιβάλλον τους και με την κοινωνία. Βασικές έννοιες που περιλαμβάνονται είναι:
 - Τι ακριβώς περιλαμβάνει η δομημένη κληρονομιά
 - Ποιοι λόγοι επιβάλλουν τη διατήρηση της δομημένης κληρονομιάς
 - Ποια η κοινωνική σημασία της δομημένης κληρονομιάς

- Γνώση σχετικά με τη φύση και το χαρακτήρα της πολιτιστικής κληρονομιάς. Κατανόηση του κτηρίου / μνημείου ως ολότητα (αρχιτεκτονική, αυθεντικά δομικά και διακοσμητικά υλικά) και ως τμήμα του περιβάλλοντός του, ολοκλήρωση της τέχνης – αρχιτεκτονικής, των υλικών και της δομής, κατανόηση των κοινωνικών και τεχνικών αναγκών που οδηγούν στην εξέλιξη των ιστορικών δομικών συστημάτων, λειτουργική - περιβαλλοντική συμπεριφορά, σύγχρονες μέθοδοι για την αποκάλυψη της γνώσης και της τεχνοτροπίας του παρελθόντος.
- Προσδιορισμός της αλληλεπίδρασης μεταξύ της φυσικής φθοράς της πολιτιστικής κληρονομιάς και του περιβάλλοντος. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της αντίληψης της επίδρασης του περιβάλλοντος στη φθορά των μνημείων, της κατανόησης του ρόλου της ατμόσφαιρας, των αέριων ρυπαντών, των ατμοσφαιρικών σωματιδίων και μέσω της κατανόησης της σπουδαιότητας του ρόλου του νερού.
- Ολοκληρωμένη διάγνωση της φθοράς και προσεγγίσεις πρόληψης της φθοράς της πολιτιστικής κληρονομιάς.
- Βασικές αρχές και οδηγίες, διαδικασίες, υλικά και τεχνολογίες για τη συντήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς. Κατανόηση των απαιτήσεων που πρέπει να πληρούν τα υλικά και οι επεμβάσεις συντήρησης προκειμένου να διασφαλιστεί η συμβατότητα με τις ιστορικές κατασκευές, η επιτελεσματικότητα των επεμβάσεων και η κατά το δυνατόν αναστρεψιμότητά τους.
- Παρακολούθηση και έλεγχος της κατάστασης φθοράς της πολιτιστικής κληρονομιάς και αποτίμηση της αποτελεσματικότητας των επεμβάσεων συντήρησης και προστασίας. Η έννοια της προληπτικής συντήρησης εμπεριέχεται ως μέρος της ολοκληρωμένης διατήρησης, με στόχο στην ελαχιστοποίηση της επίδρασης του περιβάλλοντος.
- Διαχείριση και χρήση της πολιτιστικής κληρονομιάς - αιεφόρος διαχείριση και χρήση των μνημείων ως τουριστικών προορισμών (αρχαιολογικοί χώροι, ιστορικοί τόποι, αρχαιολογικά πάρκα, ιστορικές πόλεις), με παράλληλη ενσωμάτωσή τους στα σχέδια κοινωνικο - οικονομικής ανάπτυξης.

Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμη η παράθεση ορισμένων βασικών ορισμών προς αποσαφήνισή (*Σημειώσεις μαθήματος 1.1. ΔΠΜΣ «Προστασία Μνημείων», 2000*):

- **Αναστήλωση:** Επανατοποθέτηση στοιχείων ενός κτηρίου που έχει καταπέσει, ανασύνθεση ενός μνημείου από τα αυθεντικά του κομμάτια. Ο όρος χρησιμοποιήθηκε κατά βάση για αρχαία κτίσματα, σήμερα όμως έχει γενικευτεί.
- **Αποκατάσταση:** Επαναφορά ενός κτηρίου στην αρχική του κατάσταση, προκειμένου να συντελείται όχι μόνο συντήρηση, αλλά και να αποδίδονται οι χρήσεις του μνημείου.
- **Συντήρηση:** Συνεχείς επιμέρους αποκαταστάσεις που δεν αλλοιώνουν τη μορφή και τη δομή του μνημείου, οι οποίες αποβλέπουν στην άρση των αποτελεσμάτων της φυσικής φθοράς.
- **Στερέωση:** Συντηρητική επέμβαση στον φέροντα οργανισμό του κτηρίου με σκοπό την εξασφάλιση της επάρκειάς του.
- **Ανακατασκευή:** Αποκατάσταση ενός μνημείου σε μεγάλο ποσοστό με την προσθήκη νέων αρχιτεκτονικών μελών και νέων εν γένει υλικών. Στην

περίπτωση αυτή το ποσοστό του αυθεντικού υλικού είναι ελάχιστο σε σχέση με το καινούριο, συνεπώς η έννοια δεν είναι συνυφασμένη με την επιστήμη της αναστήλωσης.

- **Αναπαλαίωση:** επαναφορά στην παλαιά μορφή με την αφαίρεση νεότερων προσθηκών. Ο όρος προέκυψε για την περιγραφή της επέμβασης που έχει σκοπό την άρση μιας νεότερης αποκατάστασης.
- **Αναπαράσταση:** Σχεδιαστική απεικόνιση ενός κτηρίου σε μορφή που είχε κάποτε και δεν έχει πια σήμερα.
- **Αξιοποίηση:** Προβολή μνημείων ως πολιτιστικών αγαθών.

7.4. ΙΔΙΟΜΟΡΦΙΑ ΤΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΤΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΜΝΗΜΕΙΩΝ ΣΕ ΓΝΩΣΙΟΛΟΓΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

Τα ιστορικά μνημεία αποτελούν ζωντανή μαρτυρία του παρελθόντος. Στη σημερινή εποχή οι άνθρωποι ολοένα και περισσότερο συνειδητοποιούν την ολότητα του συνόλου των αξιών που τα διέπουν, θεωρούν τα μνημεία ως κοινή κληρονομιά και αναγνωρίζουν την αναγκαιότητα προστασίας και διάσωσής τους προκειμένου να διασωθεί η αυθεντικότητά τους στις επόμενες γενεές.

Σε μια προσπάθεια σύνοψης της σπουδαιότητας των μνημείων και της ανάγκης προστασίας τους, τα μνημεία αποτελούν «προϊόντα» διαφόρων σκοπιμοτήτων (Τάσιος, 2009):

- διατήρηση εξαιρετικών φυσικών αγαθών (τοπία ιδιαίτερου κάλλους ή τόποι μέγιστης επιστημονικής και περιβαλλοντικής σημασίας)
- ανάμνηση της συλλογικής ιστορίας, κατηγορία στην οποία υπάγονται τύμβοι, νεκροπόλεις, παλαιοί οικισμοί, άλλοι αρχαιολογικοί χώροι, κτήρια ιστορικά, τόποι λατρείας, καθώς και παλαιότερες σπουδαίες βιομηχανικές εγκαταστάσεις ή σημαντικά αντικείμενα, ανεξαρτήτως της ενδεχόμενης αισθητικής τους αξίας
- συντήρηση παλαιών τεχνημάτων μεγάλης αισθητικής αξίας (ναοί, αγάλματα, πλοία), ασχέτως του γεγονότος ότι ενέχουν συνήθως και μεγάλη ιστορική αξία
- κατασκευή σύγχρονων σημάτων ανάμνησης πρόσφατων γεγονότων και ατόμων ή προβολής ιδεών (επινίκια και ταφικά μνημεία ή και ιδεολογικής σκοπιμότητας κτίσματα)
- προστασία και διάδοση παραδόσεων, από εθνικές ενδυμασίες μέχρι παραδοσιακές τεχνικές παραγωγής αντικειμένων.

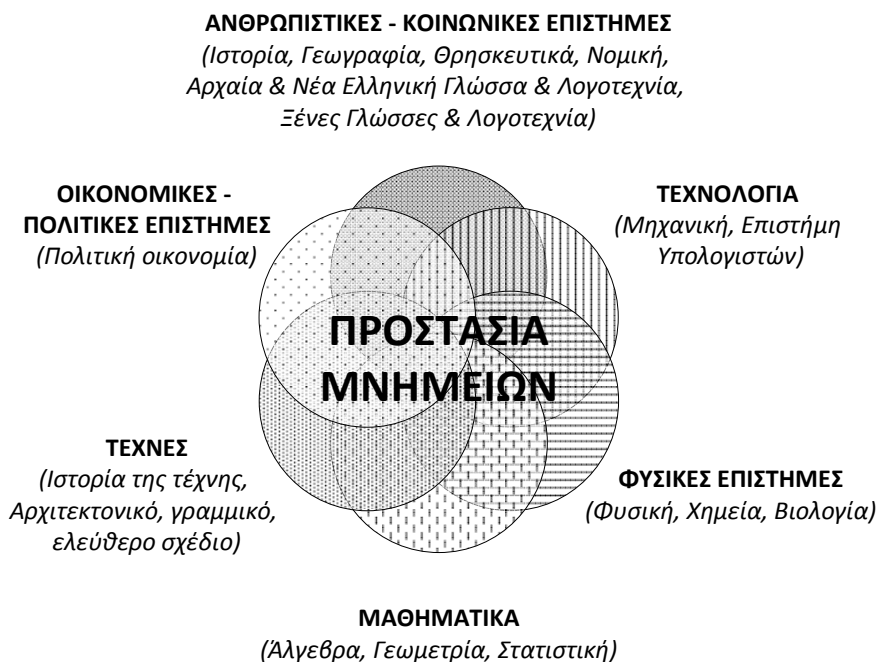
Η Προστασία Μνημείων αποτελεί ένα ερευνητικό πεδίο που δίνει έμφαση στην αξιοποίηση των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνολογιών για την παροχή των βέλτιστων λύσεων. Επιπρόσθετα, αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα όπου η εφαρμογή των βασικών αρχών της υπεύθυνης έρευνας και καινοτομίας μπορεί να διασφαλίσει την αποτελεσματική προστασία και διατήρηση της δομημένης κληρονομιάς προς όφελος της κοινωνίας.

Η Προστασία της Πολιτιστικής Κληρονομιάς περιλαμβάνεται στα εθνικά αναπτυξιακά προγράμματα μέσω κοινωνικών και οικονομικών δραστηριοτήτων καθώς και μέσω της τοπικής ανάπτυξης. Στο πλαίσιο αυτό, σε ορισμένες περιοχές

μπορεί να αποτελεί κρίσιμο παράγοντα στην τοπική ανάπτυξη, τη δημιουργία και την ανάπτυξη των σχετικών επαγγελματικών προφίλ, τη στήριξη της βιομηχανίας, την αναζωογόνηση των ιστορικών πόλεων, την αξιοποίηση του τουρισμού. Η ενεργός συμμετοχή των πολιτών σε όλη τη διάρκεια των εφαρμοζόμενων διαδικασιών – επεμβάσεων είναι απαραίτητη, προκειμένου να αυξηθεί στο μέγιστο η αποτελεσματικότητα των υλοποιούμενων επεμβάσεων (*European Commission, 2009*).

Σε γνωσιολογικό επίπεδο, η Προστασία Μνημείων παρουσιάζει ιδιομορφία, η οποία έγκειται στα ακόλουθα χαρακτηριστικά (*Μπούρας, 2000*), (*Konstanti & Moropoulou, 2013*):

- αποτελεί σύνθετο γνωστικό πεδίο, το οποίο παρουσιάζει διεπιστημονικότητα, συγκεράζοντας έννοιες των φυσικών επιστημών, της τεχνολογίας, των μαθηματικών, των ανθρωπιστικών επιστημών και των τεχνών. Έτσι, εμπλέκει για παράδειγμα έννοιες της ιστορίας της αρχιτεκτονικής και της τέχνης, της θεωρίας της αρχιτεκτονικής, της οικοδομικής, της φυσικοχημείας και των θεμάτων των δομικών υλικών, της αρχαιολογίας, της νομικής, της δημόσιας διοίκησης, της διαχείρισης πληροφοριών, της πληροφορικής, της τοπογραφίας, της συντήρησης, της στατιστικής, της βιολογίας κ.ά.
- αποτελεί ελκυστικό τομέα για τους νέους
- εμπεριέχει «χειροπιαστές» έννοιες
- συνδέει την εικόνα και την ιστορία της τέχνης και της αρχιτεκτονικής με τη σημερινή εικόνα του μνημείου
- παρουσιάζει συνάφεια με τις εμπειρίες και τα ενδιαφέροντα των μαθητών
- ανταποκρίνεται στη φυσική προδιάθεση των νέων για την επιστήμη
- προωθεί τεχνολογικά επιτεύγματα
- η ενασχόλησή με το πεδίο απαιτεί από τους μαθητές το συνδυασμό τεχνικών λύσεων με κοινωνικές θεωρήσεις
- επιτρέπει την εφαρμογή πολύ-πολιτιστικής και πολύ-γλωσσικής εκπαίδευσης
- προωθεί την καλλιέργεια του τρόπου σκέψης των σύγχρονων μηχανικών για την επίλυση των προβλημάτων που συναντώνται στην πράξη στα μνημεία
- προωθεί την κριτική και δημιουργική σκέψη, καθώς κάθε παρέμβαση απαιτεί τον κατάλληλο σχεδιασμό, σύνθεση, υλοποίηση, αποτίμηση, διαρκή παρακολούθηση και έλεγχο
- επιτρέπει την αξιολόγηση των ευρημάτων επί τόπου στην κλίμακα του μνημείου και τη βαθμονόμηση σε εργαστηριακή κλίμακα, αξιοποιώντας και ερμηνεύοντας τα φαινόμενα φθοράς, την παθολογία του μνημείου, χαρτογραφώντας τις πληροφορίες σε συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών, αποτιμώντας συσχετίζοντας τα περιβαλλοντικά αίτια με την κατάσταση των υλικών κ.ό.κ.
- η ενασχόλησή των μαθητών με το πεδίο μπορεί να καταστήσει τους μαθητές ικανούς να αναλύουν και να επιλύουν προβλήματα πάσης φύσεως, να αξιολογούν και να κρίνουν, να συμβάλουν στην ανάδειξη των αξιών που αντιπροσωπεύουν τα μνημεία, να ισορροπούν μεταξύ ισορροπίας θεωρητικής σκέψης και δημιουργικής δράσης, να συνεργάζονται αποτελεσματικά μεταξύ τους



Σχήμα 53: Διεπιστημονικότητα του γνωστικού πεδίου της Προστασίας Μνημείων

Βάσει όλων των παραπάνω χαρακτηριστικών, αλλά και σε συνδυασμό με τη σπουδαιότητα του ίδιου του γνωστικού αντικειμένου και της σημασίας ενασχόλησης και ευαισθητοποίησης των μελλοντικών γενεών με αυτό, στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής επιλέγεται το γνωστικό πεδίο της Προστασίας Μνημείων ως πιλοτικό πεδίο προνομακής άσκησης καινοτόμου εκπαιδευτικής προσέγγισης για μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

7.5. ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΤΟΥ ΓΝΩΣΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΤΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΜΝΗΜΕΙΩΝ ΣΤΗ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Παρά τη σπουδαιότητά του και του ιδιόμορφου χαρακτήρα του, το γνωστικό πεδίο της Προστασίας Μνημείων απουσιάζει από το πρόγραμμα σπουδών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, τουλάχιστον ως ξεχωριστό μάθημα ή διακριτό αντικείμενο. Διάσπαρτες επιμέρους έννοιες διδάσκονται αποσπασματικά, κυρίως μέσα από τα μαθήματα των ανθρωπιστικών επιστημών (Ιστορία, Ιστορία της Τέχνης, Λογοτεχνία, Έκφραση - Έκθεση) και λιγότερο των φυσικών επιστημών (Χημεία, Φυσική, Βιολογία).

Οι διάσπαρτες έννοιες εμφανίζονται κυρίως στο Γυμνάσιο, για παράδειγμα μέσα από:

- το μάθημα της Ιστορίας της Α΄ Γυμνασίου, όπου ζητείται από τους μαθητές να περιγράψουν και να συγκρίνουν το Ερέχθειο με τον Παρθενώνα, να αναζητήσουν και να περιγράψουν ρωμαϊκά κτήρια στην ιδιαίτερη πατρίδα τους, να αναζητήσουν τις διαφορές ανάμεσα στο «Μουσείον» της

Αλεξάνδρειας και τα σύγχρονά μας μουσεία, να συγκεντρώσουν πληροφορίες για τις τεχνικές κατασκευής των ψηφιδωτών

- το μάθημα της Ιστορίας της Β΄ Γυμνασίου, όπου ζητείται από τους μαθητές, αξιοποιώντας και τις γνώσεις τους από το μάθημα των Εικαστικών, να προσδιορίσουν τον τύπο των εκκλησιών που δίνονται σε εικόνα
- το μάθημα της Νεοελληνικής Γλώσσας της Β΄ Γυμνασίου, όπου ζητείται από τους μαθητές να διαμορφώσουν έναν απλό τουριστικό οδηγό για την πόλη ή την περιοχή τους για την προβολή της
- το μάθημα των Θρησκευτικών της Β΄ Γυμνασίου, όπου ζητείται από τους μαθητές να καταγράψουν τους ναούς της περιοχής τους που είναι αφιερωμένοι στην Παναγία
- τον Οδηγό Πολιτιστικών Εκδηλώσεων του Γυμνασίου, όπου δίνονται πληροφορίες για το πρόγραμμα Μελίνα – Εκπαίδευση και Πολιτισμός των Υπουργείων Παιδείας και Πολιτισμού, με στόχο την αναβάθμιση του ρόλου των τεχνών και του πολιτισμού στην εκπαιδευτική διαδικασία μέσα από την παραγωγή εκπαιδευτικού υλικού και την επιμόρφωση όλων των εκπαιδευτικών στη μεθοδολογία εφαρμογής, εικονικά μουσεία, μουσεία και πινακοθήκες, επισκέψεις σε χώρους πολιτισμικής αναφοράς, μέσα και μεθόδους τεκμηρίωσης, πληροφόρησης και επικοινωνίας.

Η διεπιστημονική εκπαιδευτική προσέγγιση που απαιτείται για την ολοκληρωμένη μελέτη του γνωστικού πεδίου απουσιάζει. Επιπρόσθετα, η ενασχόληση με το γνωστικό πεδίο της Προστασίας Μνημείων θα μπορούσε να φανεί ιδιαιτέρως χρήσιμη, καθώς από το σχολικό έτος 2011 - 2012 καθιερώνεται η διδασκαλία της ερευνητικής εργασίας (*project*) στο πρόγραμμα σπουδών της Α΄ & Β΄ τάξης του Γενικού Λυκείου (*Εγκύκλιος ΥΠΔΒΜΘ, 2011*). Οι ερευνητικές εργασίες αποτελούν διακριτή ενότητα του προγράμματος σπουδών, υλοποιώντας βασικές αρχές του Νέου Σχολείου, η οποία αντιλαμβάνεται τους μαθητές ως μικρούς «διανοούμενους», «επιστήμονες» και «ερευνητές» που συνεργάζονται στενά σε πλαίσιο πρωτοβουλιών και επιλογών και προσεγγίζουν βιωματικά και με διαφορετικούς τρόπους τη νέα σχολική γνώση μέσα από διεπιστημονικής φύσης ερωτήματα, πειραματισμούς και διερευνήσεις (*Ματσαγγούρας, 2011*).

Η θεματολογία των ερευνητικών εργασιών αφορά στα ακόλουθα πεδία:

- *Ανθρωπιστικές και κοινωνικές επιστήμες*
- *Τέχνη και πολιτισμός*
- *Μαθηματικά, φυσικές επιστήμες και τεχνολογία*
- *Περιβάλλον και αειφόρος ανάπτυξη*
- *ή συνδυασμό τους*

Τα θέματα των ερευνητικών εργασιών πρέπει να:

- ανταποκρίνονται στα ενδιαφέροντα των μαθητών
- τους εμπλέκουν σε διαδικασίες διερεύνησης
- αξιοποιούν το περιεχόμενο, τα εννοιολογικά σχήματα και τις μεθοδολογικές προσεγγίσεις των διδασκομένων μαθημάτων
- συσχετίζουν πραγματικές καταστάσεις που βιώνουν οι μαθητές με ενότητες των μαθημάτων που διδάσκονται.

Το γνωστικό πεδίο της Προστασίας Μνημείων αποτελεί πρόσφορο δυνητικό πεδίο εφαρμογής των ερευνητικών εργασιών, συνδυάζοντας όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά.

7.6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

- Ν. 2039/1992 «Κύρωση της Σύμβασης για την προστασία της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς της Ευρώπης», ΦΕΚ 61 / 13-4-1992
- Ν. 3028/2002 «Για την προστασία των Αρχαιοτήτων και εν γένει της Πολιτιστικής Κληρονομιάς», ΦΕΚ 153 / 28-6-2002
- Εγκύκλιος Υπουργείου Παιδείας, Δια Βίου Μάθησης και Θρησκευμάτων, Οδηγίες για τη διδασκαλία της ερευνητικής εργασίας της Α' τάξης Γενικού Λυκείου για το σχ. έτος 2011 – 2012, Μαρούσι, 30/8/2011, Αριθμ. Πρωτ. 97364/Γ2
- Ματσαγγούρας Η. (2011). Η καινοτομία των Ερευνητικών Εργασιών στο Νέο Λύκειο, Βιβλίο Εκπαιδευτικού, Υπουργείο Παιδείας, Δια Βίου Μάθησης & Θρησκευμάτων, Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών βιβλίων, Αθήνα
- Μπίρης Μ. (2000). Χάρτης της Βενετίας - Το πλαίσιο της δημιουργίας του, Σημειώσεις για το μάθημα 1.1. «Θεωρία και ιστορία των αποκαταστάσεων» του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Προστασία Μνημείων», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα
- Μπούρας Χ. (2000). Τι είναι οι σπουδές συντήρησης, αποκατάστασης, αναστήλωσης, Σημειώσεις για το μάθημα 1.1. «Θεωρία και ιστορία των αποκαταστάσεων» του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Προστασία Μνημείων», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα
- Σημειώσεις μαθήματος 1.1. «Θεωρία και ιστορία των αποκαταστάσεων» του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Προστασία Μνημείων» (2000). Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα
- Τάσιος Θ. (2009). Τι τα θέμε τα μνημεία..., Άρθρο στην εφημερίδα το Βήμα, 7/6/2009
- Φερεντίνος Ε. (1975) μτφ. Ο Χάρτης της Βενετίας, Αρχιτεκτονικά θέματα, 9

Ξενόγλωσση

- European Commission (2009). Preserving our heritage, improving our environment, Vol. 1, 20 years of EU research into cultural heritage, edited by Michel Chapuis
- Konstanti A. & Moropoulou A. (2013). Hybrid educational methodology for the cognitive domain of built heritage protection interconnecting secondary with tertiary level education, International Journal of Engineering Pedagogy, Vol. 3, Issue 4, Oct. 2013

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑΣ - ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΣΤΟ ΓΝΩΣΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΤΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΜΝΗΜΕΙΩΝ

- **ΚΕΦ. 8: ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ**
- **ΚΕΦ. 9: ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ**
- **ΚΕΦ. 10: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ**
- **ΚΕΦ. 11: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ**
- **ΚΕΦ. 12: ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ**
- **ΚΕΦ. 13: ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ - ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗΣ**
- **ΚΕΦ. 14: ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ**
- **ΚΕΦ. 15: ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΓΙΑ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ ΚΑΙ ΜΑΘΗΤΕΣ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

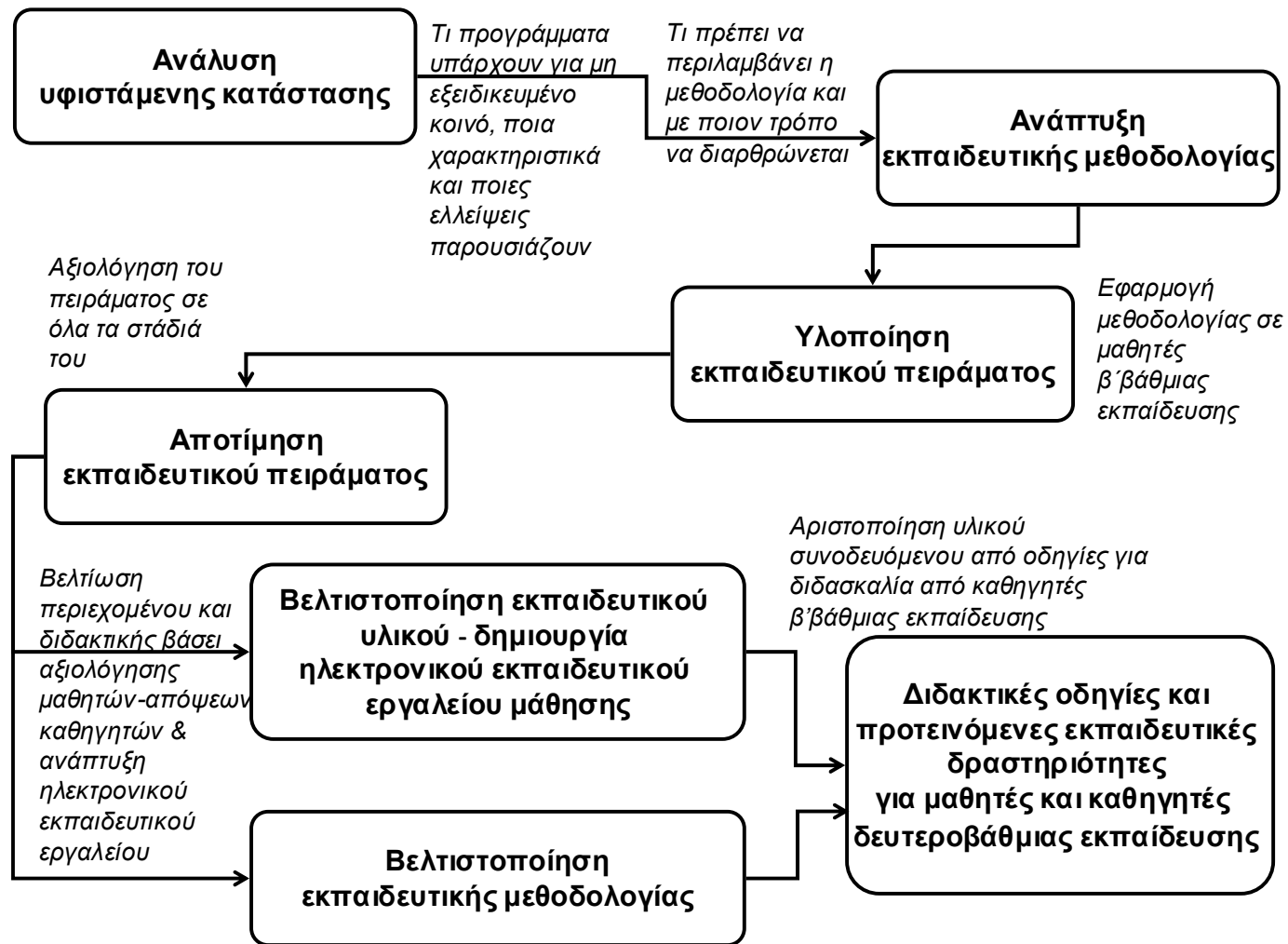
Στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής σχεδιάσθηκε, υλοποιήθηκε, αποτιμήθηκε και βελτιστοποιήθηκε εκπαιδευτικό πείραμα διασύνδεσης της τριτοβάθμιας με τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση για το γνωστικό πεδίο της Προστασίας Μνημείων.

Πολύτιμος αρωγός στην προσπάθεια αυτή υπήρξε το ευρω-μεσογειακό πρόγραμμα EUROMED Heritage IV ELAICH “Educational linkage approach in cultural heritage” με συντονιστή το Ισραήλ (Technion Israel Institute of Technology – Dr. A. Lobonikov – Katz), στο οποίο το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο μετείχε ως εταίρος με επιστημονική υπεύθυνο την Καθ. Αντωνία Μοροπούλου. Οι υπόλοιποι εταίροι του προγράμματος προερχόταν από το Βέλγιο (University of Antwerp – Prof. R. Van Grieken), την Ιταλία (University Ca Foscari of Venice – Prof. G. Biscontin) και τη Μάλτα (Prof. J. Cassar).

Η εφαρμογή περιλαμβάνει τα ακόλουθα βασικά στάδια:

- *Ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης:* Προκειμένου να σχεδιασθεί το εκπαιδευτικό πείραμα, πραγματοποιείται έρευνα για την καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης αναφορικά με τα διατιθέμενα εκπαιδευτικά προγράμματα στο γνωστικό πεδίο της Προστασίας Μνημείων για μη εξειδικευμένο κοινό σε εθνικό επίπεδο, συγκρίνοντας και με άλλες χώρες διεθνώς. Με τον τρόπο αυτό αναδεικνύονται οι ελλείψεις και οι ανάγκες που πρέπει να καλυφθούν μέσω της συγκεκριμένης εφαρμογής, εξειδικεύοντας τους αποδέκτες του στους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.
- *Ανάπτυξη της εκπαιδευτικής μεθοδολογίας:* Λαμβάνοντας υπ’ όψιν τα δεδομένα που προκύπτουν από το προηγούμενο στάδιο, αναπτύσσεται η εκπαιδευτική μεθοδολογία ως προς τους σκοπούς που πρέπει να επιτελεί, το εκπαιδευτικό περιεχόμενο, την ακολουθούμενη διδακτική προσέγγιση προκειμένου να είναι ελκυστική, κατανοητή και προσιτή από τους μαθητές. Έμφαση δίνεται στο γεγονός ότι στόχος της εφαρμογής δεν είναι η συσσώρευση εξειδικευμένων γνώσεων, αλλά πρωτίστως η ευαισθητοποίηση των νέων σε θέματα Προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς. Η αρχική αντίληψη των μαθητών στο τέλος επιδιώκεται να μετασχηματιστεί σε ουσιαστική γνώση και ικανότητα επίλυσης προβλημάτων που συναντώνται στην πράξη.
- *Υλοποίηση του εκπαιδευτικού πειράματος:* Μετά την ανάπτυξη της μεθοδολογίας ακολουθεί η εφαρμογή της κατά το στάδιο της υλοποίησης του εκπαιδευτικού πειράματος. Το πείραμα αυτό διασυνδέει την τριτοβάθμια εκπαίδευση, που διαθέτει την απαιτούμενη τεχνογνωσία, εμπειρία, υποδομές και εξοπλισμό στο γνωστικό πεδίο της Προστασίας Μνημείων, με τους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

- *Αποτίμηση του εκπαιδευτικού πειράματος:* Το πείραμα αξιολογείται ως προς την αποτελεσματικότητά του, την κάλυψη των ενδιαφερόντων των μαθητών, τη γνώση που απέκτησαν σε σχέση με την αρχική αντίληψη που είχαν για τα θέματα που εξετάζονται, την αύξηση της ευαισθητοποίησής τους σε θέματα προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς, την καταλληλότητα της χρησιμοποιούμενης μεθοδολογίας, τα πιο ενδιαφέροντα μέρη του πειράματος κ.ά.
- *Βελτιστοποίηση του εκπαιδευτικού υλικού - δημιουργία ηλεκτρονικού εργαλείου μάθησης:* Με βάση την αποτίμηση του πειράματος και τις απόψεις των μαθητών σε συνεργασία με τους καθηγητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και το ερευνητικό και επιστημονικό προσωπικό της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, το εκπαιδευτικό υλικό αναπροσαρμόζεται και βελτιστοποιείται προκειμένου να ανταποκρίνεται στις ανάγκες και τις απαιτήσεις των μαθητών σε όσο το δυνατό μεγαλύτερο βαθμό. Για τη διάθεση του εκπαιδευτικού υλικού δημιουργείται ηλεκτρονικό εργαλείο μάθησης, παρέχοντας τη δυνατότητα στους μαθητές να μελετήσουν ολοκληρωμένα και να παρακολουθήσουν τον κύκλο μαθημάτων ακόμα και από απόσταση.
- *Βελτιστοποίηση της εκπαιδευτικής μεθοδολογίας:* Η εκπαιδευτική μεθοδολογία μετά την εφαρμογή της και τον εντοπισμό των δυνατών και αδύναμων σημείων της βελτιστοποιείται για την επίτευξη των καλύτερων δυνατών αποτελεσμάτων, την αύξηση της ελκυστικότητάς της για τους μαθητές και την επίτευξη ουσιαστικής γνώσης των θεμάτων και όχι απλής συσσώρευσης γνώσεων.
- *Αριστοποιημένο προτεινόμενο εκπαιδευτικό υλικό & οδηγίες για τους καθηγητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης:* Λαμβάνοντας υπ' όψιν όλα τα παραπάνω προτείνεται αριστοποιημένο εκπαιδευτικό υλικό για την προσέγγιση του γνωστικού πεδίου της Προστασίας Μνημείων, συνοδευόμενο από οδηγίες για τους καθηγητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης προκειμένου να επιτευχθεί η βέλτιστη δυνατή χρήση του.



Σχήμα 54: Εκπαιδευτικό πείραμα διασύνδεσης τριτοβάθμιας - δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στο γνωστικό πεδίο της Προστασίας Μνημείων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

9.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το αρχικό στάδιο της εφαρμογής περιλαμβάνει την ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης σε εθνικό επίπεδο. Η ανάλυση αφορά σε καταγραφή των υφιστάμενων προγραμμάτων, σεμιναρίων, εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων στο γνωστικό πεδίο της Προστασίας Μνημείων με ομάδα - στόχο το μη εξειδικευμένο κοινό. Συγκεκριμένα, η ομάδα - στόχος περιλαμβάνει μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, ευρύ κοινό, μη επαγγελματίες στο χώρο της συντήρησης, προστασίας, διατήρησης και ανάδειξης της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Η συλλογή και καταγραφή των στοιχείων πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια ερωτηματολογίων, στα οποία καταχωρούνταν οι ακόλουθες πληροφορίες:

- *Φορέας υλοποίησης εκπαιδευτικού προγράμματος*
- *Τίτλος εκπαιδευτικού προγράμματος και ευρύτερη θεματική περιοχή στην οποία εντάσσεται*
- *Στόχος προγράμματος*
- *Διάρκεια*
- *Δομή (θεωρητικές διαλέξεις, εργαστηριακές ασκήσεις, επί τόπου εργασία πεδίου, μάθηση από απόσταση)*
- *Θεματολογία*
- *Περιγραφή αποδεκτών / κοινού - στόχου*
- *Τόπος υλοποίησης εκπαιδευτικού προγράμματος*
- *Χρησιμοποιούμενα μέσα υλοποίησης εκπαιδευτικού προγράμματος*
- *Διδακτικές μέθοδοι*
- *Χαρακτήρας προγράμματος (μόνιμος / προσωρινός)*
- *Πιθανές προαπαιτούμενες γνώσεις.*

Η καταγραφή ξεκίνησε την άνοιξη και ολοκληρώθηκε το καλοκαίρι του 2009 με τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων και τη διεξαγωγή συμπερασμάτων, τα οποία ελήφθησαν υπ' όψιν για το σχεδιασμό της εκπαιδευτικής μεθοδολογίας για τους μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στο γνωστικό αντικείμενο της Προστασίας Μνημείων.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η συλλογή των στοιχείων σκοπό είχε την καταγραφή της γενικής τάσης των πολιτιστικών προγραμμάτων που υφίστανται για τους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως πλήρης καταγραφή του συνόλου των προγραμμάτων που προσφέρονται σε εθνικό επίπεδο.

Σε εθνικό επίπεδο έγινε καταγραφή των προγραμμάτων με αποδέκτες τους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για το σχολικό έτος 2008-2009, τα οποία κατηγοριοποιούνται ως ακολούθως:

Φορέας Υλοποίησης	Αριθμός Πολιτιστικών Προγραμμάτων
Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων	3.443
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Πολιτιστικά Προγράμματα στο πλαίσιο των Καινοτόμων Προγραμμάτων ▪ Ευρωπαϊκά προγράμματα eTwinning ▪ Ευρωπαϊκά προγράμματα Comenius 	2.821 607 15
Υπουργείο Πολιτισμού	16
Μουσεία – Πολιτιστικά Ιδρύματα και Οργανισμοί	16
Σύνολο	3.475

Πίνακας 17: Αριθμός πολιτιστικών προγραμμάτων στην Ελλάδα για μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης κατά το σχολικό έτος 2008 - 2009

9.2. ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ

Για το Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων (ονομασία που ίσχυε το έτος 2009) ισχύουν τα ακόλουθα:

9.2.1. ΚΑΙΝΟΤΟΜΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ

Οργανώνεται και υλοποιείται πληθώρα Προγραμμάτων Πολιτιστικών Θεμάτων (Πολιτιστικά Προγράμματα), αντίστοιχα με τα Προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης και τα Προγράμματα Αγωγής Υγείας, που αποτελούν τα Καινοτόμα Προγράμματα. Βασικός στόχος των Καινοτόμων Προγραμμάτων είναι να βοηθήσουν τους μαθητές να αναπτύξουν κοινωνικές δεξιότητες, κριτική σκέψη και αυτονομία μάθησης. Ειδικότερα, στοχεύουν στη δημιουργία των προϋποθέσεων για την «επικοινωνία» του σχολείου με το φυσικό, κοινωνικό και πολιτιστικό περιβάλλον και την ενεργό συμμετοχή των μαθητών στην απόκτηση γνώσεων, στάσεων και δεξιοτήτων που θα τους καταστήσουν ικανούς να αντιμετωπίζουν και να διαχειρίζονται με υπευθυνότητα προβλήματα της σύγχρονης ζωής (ΥΠΕΠΘ, 2008).

Αν και ο θεσμός των Πολιτιστικών Προγραμμάτων εισήχθη στην ελληνική σχολική πραγματικότητα μεταγενέστερα των υπόλοιπων Καινοτόμων Προγραμμάτων, λόγω του ιδιαίτερου ενδιαφέροντός του για τους μαθητές και της σπουδαιότητας του αντικειμένου, τα εν λόγω προγράμματα κατόρθωσαν να υπερισχύσουν αριθμητικά έναντι των υπολοίπων καινοτόμων δράσεων.

Αναφορικά με τη θεματολογία των Πολιτιστικών Προγραμμάτων (ΥΠΕΠΘ, 2007), τα οποία ορίζονται ως δημιουργικές διαδικασίες για την καλλιέργεια της αισθητικής και για την ανάδειξη - προώθηση στοιχείων πολιτισμού, αυτή μπορεί να αναπτυχθεί σε δράσεις που αφορούν στους ακόλουθους θεματικούς άξονες:

- **Θεατρικό εργαστήριο:** ανάπτυξη παραστατικών δεξιοτήτων των μαθητών, προετοιμασία παράστασης θεατρικού έργου επωνύμου συγγραφέα, δημιουργία πρωτότυπης παράστασης των μαθητών, θεατρικό αναλόγιο, κ.ά.

- **Μουσικό / χορευτικό εργαστήριο:** συγκρότηση χορωδίας ή ομάδας χορού. Μια τέτοια δραστηριότητα, για να συνιστά πρόγραμμα, προϋποθέτει πρακτική και θεωρητική προσέγγιση του θέματος (π.χ. παραδοσιακοί χοροί μιας συγκεκριμένης περιοχής και διερεύνηση των ιστορικών, κοινωνικών, οικονομικών παραγόντων που επηρεάζουν την εξέλιξή του ή αφιέρωμα στην συγκεκριμένη φορεσιά, κόσμημα, κ.ά.).
- **Εικαστικό εργαστήριο:** πρακτική και θεωρητική προσέγγιση μιας συγκεκριμένης μορφής ή τεχνοτροπίας (π.χ. εργαστήριο κεραμικής, ψηφιδωτού, αγιογραφίας, κ.λπ.) ή συγκρότηση ομάδας αισθητικής παρέμβασης στον χώρο του σχολείου.
- **Μαθητικός τύπος:** έκδοση εφημερίδας ή περιοδικού σε έντυπη ή και ηλεκτρονική μορφή.
- **Λέσχη φωτογραφίας:** γνωριμία με την τέχνη και τεχνική της φωτογραφίας, πρακτική άσκηση με αφορμή συγκεκριμένο θέμα και στόχο τον συνδυασμό θεωρίας και πράξης.
- **Θέματα πολιτιστικής κληρονομιάς και τοπικής ιστορίας και μυθολογίας** (π.χ. αρχιτεκτονική κληρονομιά μιας περιοχής, «υιοθεσία» μνημείων), κοινωνικά (π.χ. ρατσισμός, πρόσφυγες) με προσέγγιση μέσω των διαφόρων μορφών τέχνης, λαογραφικά (π.χ. ήθη, παραδόσεις, παιχνίδια), κ.ά.
- **Δημιουργία ντοκιμαντέρ** με θέματα όπως πορτρέτα προσωπικοτήτων, θέματα της τοπικής κοινωνίας ή της καθημερινής ζωής.
- **Κινηματογραφική Λέσχη:** γνωριμία με την τέχνη και την τεχνική του κινηματογράφου μέσα από τις προβολές ταινιών, αφιερώματα σε σκηνοθέτες, πρακτική άσκηση δημιουργίας κινηματογραφικού ή διαφημιστικού σποτ κ.λπ.
- **Άλλα καινοτόμα πολιτιστικά προγράμματα.**

Τα Πολιτιστικά Προγράμματα, ωστόσο, έχουν προαιρετικό χαρακτήρα και πραγματοποιούνται εκτός του σχολικού ωραρίου, εναπόκεινται δε στην προθυμία και το ζήλο του καθηγητή που τα αναλαμβάνει. Οι προσπάθειες που καταβάλλονται είναι αποσπασματικού - ατομικού χαρακτήρα, καθώς δεν υφίσταται κεντρικός σχεδιασμός των προγραμμάτων από το Υπουργείο, αλλά τα θέματά τους προτείνονται από κάθε σχολείο και τίθενται προς έγκριση στο Υπουργείο, ενώ εκπονούνται με την καθοδήγηση του οικείου Σχολικού Συμβούλου και των υπευθύνων πολιτιστικών θεμάτων.

Οι προσπάθειες των καθηγητών είναι αξιοσημείωτες, παρά τη μηδαμινή αποζημίωσή τους, ιδιαίτερα στις περιφέρειες εκτός πρωτεύουσας και συμπρωτεύουσας, καθώς εκεί διατίθεται περισσότερος ελεύθερος χρόνος για τους μαθητές, αλλά και μεγαλύτερη «δίψα» για πολιτιστικές δραστηριότητες, οι οποίες αφθονούν στις μεγάλες πόλεις.

Στους ακόλουθους Πίνακες καταγράφονται ενδεικτικά τα Πολιτιστικά Προγράμματα που πραγματοποιήθηκαν στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση για το σχολικό έτος 2008 - 2009 ανά Περιφερειακή Διεύθυνση, καθώς και οι τίτλοι των Προγραμμάτων μιας επιλεγμένης Περιφέρειας. Τα δεδομένα αφορούν στις 43 από τις 58 Περιφέρειες, καθώς για τις υπόλοιπες δεν κατέστη εφικτή η συλλογή των στοιχείων ή η επικοινωνία με τους Υπευθύνους Πολιτιστικών Προγραμμάτων.

α/α	Περιφέρεια	Αριθμός Πολιτιστικών Προγραμμάτων	α/α	Περιφέρεια	Αριθμός Πολιτιστικών Προγραμμάτων
1	Ανατολική Αττική	479	23	Αργολίδα	37
2	Γ' Αθήνας	233	24	Μαγνησία	35
3	Πειραιάς	190	25	Ηλεία	34
4	Δ' Αθήνας	171	26	Φλώρινα	33
5	Α' Αθήνας	170	27	Μεσσηνία	30
6	Β' Αθήνας	121	28	Φθιώτιδα	28
7	Αιτωλοακαρνανία	109	29	Ροδόπη	28
8	Ανατολική Θεσσαλονίκη	93	30	Άρτα	27
9	Δωδεκάνησα	87	31	Πέλλα	27
10	Δυτική Θεσσαλονίκη	84	32	Ρέθυμνο	27
11	Δυτική Αττική	68	33	Φωκίδα	27
12	Κορινθία	61	34	Ζάκυνθος	25
13	Ξάνθη	60	35	Λακωνία	24
14	Εύβοια	55	36	Βοιωτία	21
15	Δράμα	50	37	Γρεβενά	18
16	Χανιά	49	38	Κεφαλληνία	17
17	Πιερία	45	39	Χαλκιδική	15
18	Καβάλα	43	40	Καστοριά	12
19	Λέσβος	43	41	Λασιθι	10
20	Πρέβεζα	43	42	Κιλκίς	7
21	Σέρρες	42	43	Ευρυτανία	2
22	Κυκλάδες	41	Σύνολο		2821

Πίνακας 18: Πολιτιστικά Προγράμματα Υπουργείου Παιδείας για μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης το σχολικό έτος 2008 - 2009

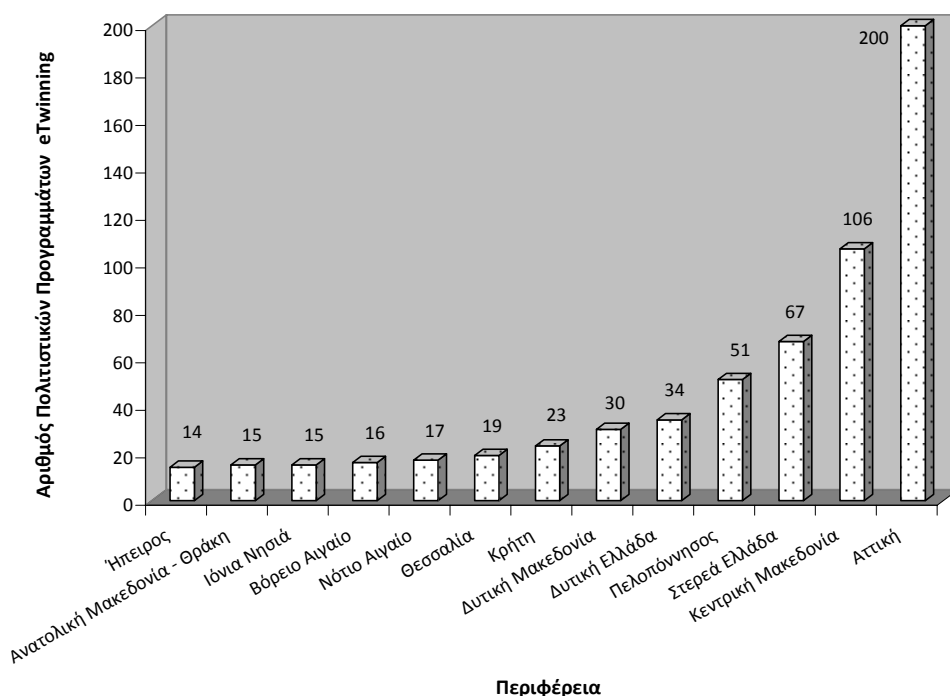
α/α	Τίτλος Πολιτιστικού Προγράμματος	α/α	Τίτλος Πολιτιστικού Προγράμματος
1	Εργαστήρι παραδοσιακού χορού	22	Θεατρικό Εργαστήρι
2	Σχολική εφημερίδα "Γυμνάσιο στην πρέσα"	23	Θεατρική Παράσταση "'Η Μαντάμ Σουσουό"
3Δημιουργική Κίνηση - Σύγχρονος χορός	24	Ο Κόσμος του Αλκοόλ
4	Το λιμάνι της Σύρου, τόπος συνάντησης και αποχωρισμού	25	Φωτογραφικός Τομέας Πολιτιστικής Ομάδας ΕΠΑΛ Πάρου
5	Θέατρο σκιών - Καραγκιόζης	26	Κινηματογραφικός Τομέας Πολιτιστικής Ομάδας ΕΠΑΛ Πάρου
6	Θεατρικό - Μουσικό Εργαστήρι	27	Εργαστήρι Παραδοσιακού Χορού "Βλάχα"
7	Το Αμπέλι, δώρο της γης	28	Σχολική Εφημερίδα "2ο Λογίες"
8	Σχολική ηλεκτρονική εφημερίδα	29	Η Εκκλησία στη ζωή μας
9	"Το Γ/σιο Τήνου πάει σινεμά" Κινηματογραφική Λέσχη	30	'Καλλιτεχνικό Εργαστήρι"
10	Θεατρικό Εργαστήρι για την προετοιμασία και παρουσίαση της θεατρικής παράστασης "Σμιλεύοντας το χρόνο"	31	Προλήψεις- Θρύλοι, Τοπικά Έθιμα και Παραδόσεις της νήσου Ηρακλείας Κυκλάδων
11	Παραδοσιακοί χοροί και παραδοσιακά παιχνίδια	32	Ομάδα Σύγχρονου Χορού
12	Θεατρική ομάδα	33	Ο Μάνος Χατζηδάκης και το έργο του
13	Κινηματογραφική Λέσχη	34	Κινηματογραφική ομάδα
14	Θεατρικό Εργαστήρι	35	Θεατρική Ομάδα
15	Θεατρικό Εργαστήρι	36	Θεατρική Ομάδα
16	Θεατρικό Εργαστήρι	37	Μουσικά Βήματα
17	"Το Σκλαβί" της Ξένιας Καλογεροπούλου	38	Παραδοσιακοί Χοροί-Έρευνα Τοπικών Εθίμων
18	Θεατρικό Εργαστήρι	39	Θεατρικό Εργαστήριο
19	Ανακαλύπτοντας την 7η τέχνη & τον κόσμο μέσω αυτής	40	Θεατρικό Εργαστήριο
20	Καταγραφή της παραδοσιακής μουσικής Κιμώλου	41	Πτυχές του δημοσίου Βίου
21	Εργαστήριο Θεατρικής Αγωγής		

Πίνακας 19: Πολιτιστικά Προγράμματα Διεύθυνσης Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Κυκλάδων το σχολικό έτος 2008 - 2009

9.2.2. ΕΥΡΩΠΑΪΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ eTWINNING

Άλλη μία σημαντική κατηγορία πολιτιστικών προγραμμάτων αποτελούν τα Ευρωπαϊκά προγράμματα. Συγκεκριμένα, υφίστανται τα προγράμματα eTwinning. Το **eTwinning** (www.etwinning.net) είναι μια ευρωπαϊκή δράση του προγράμματος Διά Βίου Μάθησης, μέσω της οποίας σχολεία από διαφορετικές ευρωπαϊκές χώρες, κάνοντας χρήση εργαλείων Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών, συνεργάζονται ώστε να αποκομίσουν παιδαγωγικά, κοινωνικά και πολιτισμικά οφέλη. Η δράση παροτρύνει τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς από τις χώρες της Ευρώπης να γνωριστούν, να ανταλλάξουν απόψεις και να δημιουργήσουν δεσμούς φιλίας και συνεργασίας.

Η ελληνική συμμετοχή στα προγράμματα αυτά ανέρχεται για το έτος 2008 - 2009 σε 1564 προγράμματα, από τα οποία τα 607 αφορούν σε προγράμματα σχετικά με την πολιτιστική κληρονομιά. Συγκεκριμένα, ανά Περιφέρεια ισχύουν τα ακόλουθα:



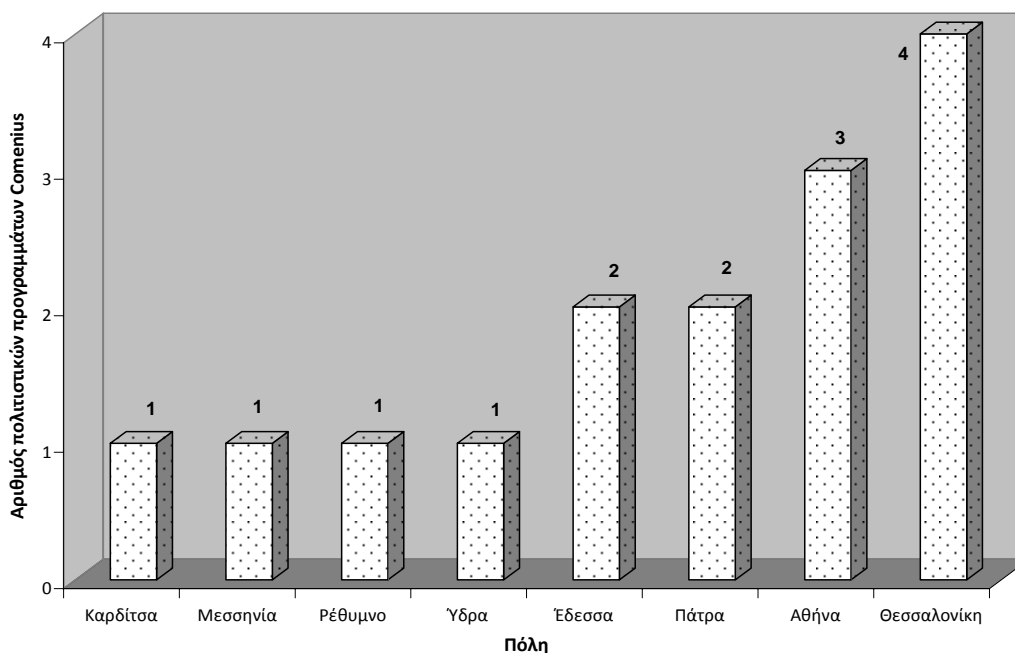
Διάγραμμα 15: Πολιτιστικά Προγράμματα eTwinning για μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης το σχολικό έτος 2008 - 2009

9.2.3. ΕΥΡΩΠΑΪΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ COMENIUS

Υπάρχουν, επίσης, τα ευρωπαϊκά προγράμματα **Comenius** (<http://www.iky.gr/europaika-programmata/comenius-scholiki-ekraideysi>), τα οποία αποσκοπούν στη βελτίωση της ποιότητας της σχολικής εκπαίδευσης και στην ενίσχυση της ευρωπαϊκής διάστασής της, ιδίως μέσω της ενθάρρυνσης της διακρατικής συνεργασίας μεταξύ εκπαιδευτικών ιδρυμάτων σχολικής και προσχολικής εκπαίδευσης με την επιχορήγηση σχολικών συμπράξεων και δράσεων διακρατικής κινητικότητας μαθητών και εκπαιδευτικού προσωπικού, καθώς και

δραστηριοτήτων ενδοϋπηρεσιακής κατάρτισης εκπαιδευτικών. Οι νέοι υποστηρίζονται προκειμένου να αποκτήσουν συνείδηση της ποικιλομορφίας των ευρωπαϊκών πολιτισμών, καθώς και γνώσεις και δεξιότητες απαραίτητες για την προσωπική τους ανάπτυξη, τη μελλοντική εργασιακή τους απασχόληση και τη δραστηριοποίησή τους ως ενεργών πολιτών.

Για το σχολικό έτος 2008 - 2009 η ελληνική συμμετοχή σε πολιτιστικά προγράμματα Comenius ανήρθε σε 15, έναντι των 121 συνολικών ελληνικών συμμετοχών σε όλα τα θέματα. Ενδεικτικά, η κατανομή των εν λόγω προγραμμάτων ανά πόλη φαίνεται στο ακόλουθο διάγραμμα:



Διάγραμμα 16: Πολιτιστικά Προγράμματα Comenius για μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης το σχολικό έτος 2008 - 2009

9.3. ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ

Το Υπουργείο Πολιτισμού (ονομασία που ίσχυε το έτος 2009) οργανώνει πληθώρα προγραμμάτων σε όλες τις περιοχές της Ελλάδας για τους μαθητές, ωστόσο το μεγαλύτερο μερίδιο αφορά σε μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στο πλαίσιο των εκπαιδευτικών του δράσεων. Τα εν λόγω προγράμματα αφορούν κατά βάση επί τόπου επισκέψεις και εργασίες σε Μνημεία και αρχαιολογικούς χώρους και οι προσπάθειες σκόπιμο θα ήταν να επεκταθούν περαιτέρω στους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, καθώς το γνωστικό και ηλικιακό τους επίπεδο επιτρέπει την εμβάθυνση και αποτελεσματική ενασχόληση με τα συγκεκριμένα θέματα.

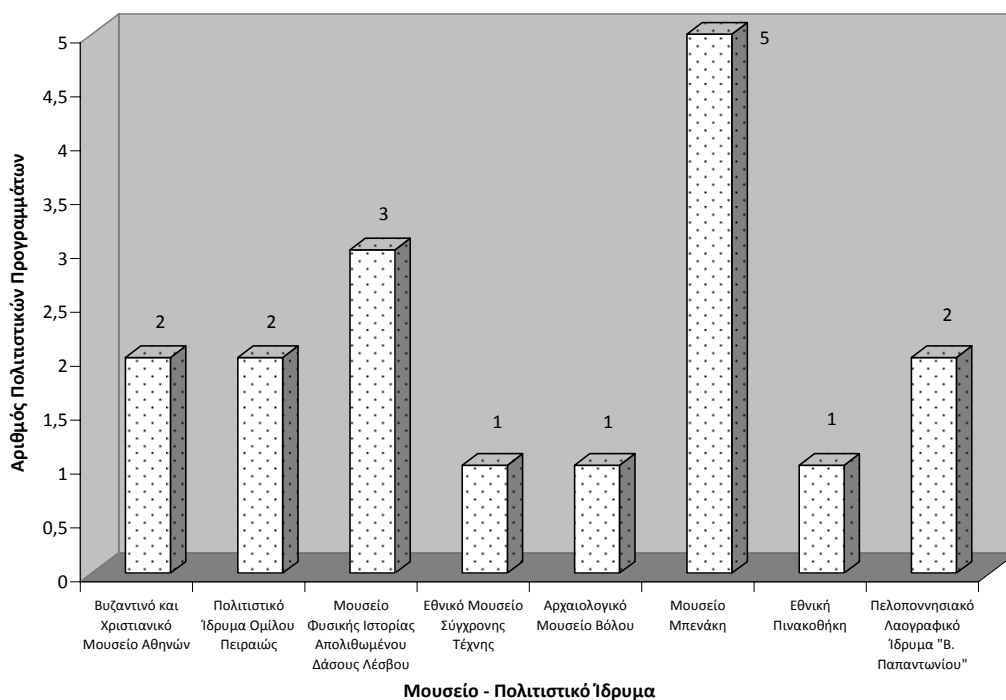
Για το σχολικό έτος 2008 - 2009 τα προγράμματα του Υπουργείου Πολιτισμού που υλοποιήθηκαν για μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης συνοψίζονται στον ακόλουθο Πίνακα:

Περιοχή	Τίτλος προγράμματος	Αριθμός προγραμμάτων
Ανατολική Μακεδονία - Θράκη	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ανακαλύπτοντας την ιστορία ▪ Η Αρχαία Αγορά της Θεσσαλονίκης. Ιστορία και τοπογραφία ▪ Το παλάτι του Γαλέριου 	3
Αττική	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ένα Βυζαντινό μνημείο στην Ερμού (εκκλησία Καπνικαρέας) ▪ Η σημασία του ακρωτηρίου του Σουνίου – του Ναού του Ποσειδώνα ▪ Πώς πραγματοποιείται μία ανασκαφή ▪ Γνώση και πολιτισμός – ο θολωτός τάφος των Αχαρνών ▪ Μία μέρα κτίζοντας αρχαίους ναούς ▪ Μία μέρα στο Κέντρο Μελετών της Ακρόπολης ▪ Μία μέρα στην Ακρόπολη αναστηλώνοντας τα Μνημεία ▪ Μία μέρα στα Παναθήναια μέσα από τη Ζωφόρο του Παρθενώνα ▪ Μια μέρα στην Ακρόπολη με τα κείμενα του Πλούταρχου και του Πausανία ▪ Μια μέρα στην Ακρόπολη αναζητώντας τη θεά Αθηνά ▪ Πάμε στον Περίπατο της Ακρόπολης 	11
Ήπειρος	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Μία μέρα στο Βυζαντινό Λουτρό στην Παραμυθιά 	1
Νοτιοανατολικό Αιγαίο	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Στην πόλη των Ιπποτών 	1
Σύνολο		16

Πίνακας 20: Πολιτιστικά Προγράμματα Υπουργείου Πολιτισμού για μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης το σχολικό έτος 2008 - 2009

9.4. ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΜΟΥΣΕΙΩΝ - ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

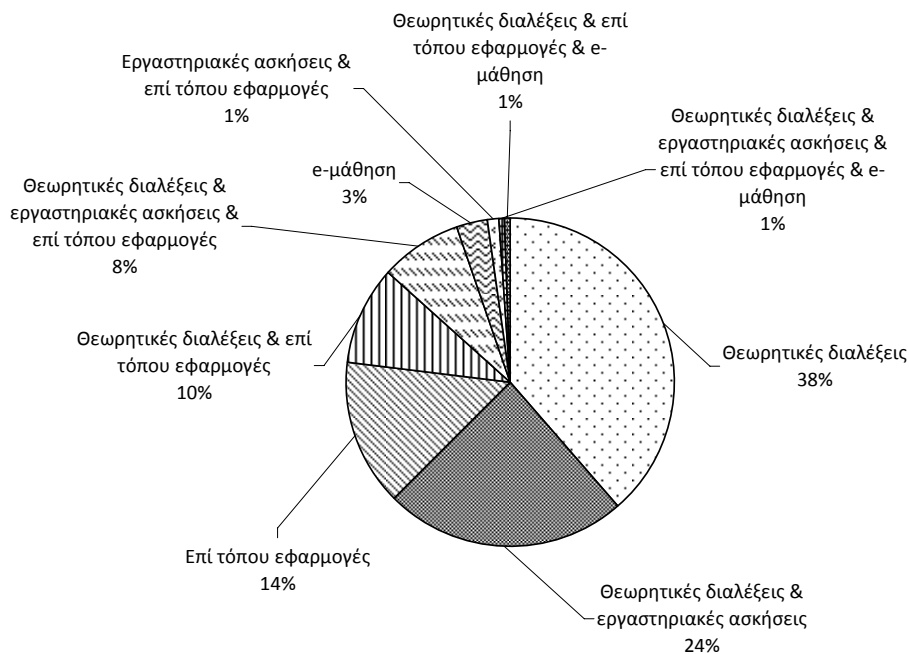
Τα Μουσεία και τα Πολιτιστικά Ιδρύματα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο αναφορικά με τα εκπαιδευτικά σεμινάρια που υλοποιούν για μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Για το σχολικό έτος 2008 - 2009 συλλέχθηκαν πληροφορίες για 16 προγράμματα που απεικονίζονται στο ακόλουθο διάγραμμα:



Διάγραμμα 17.: Πολιτιστικά Προγράμματα Μουσείων - Πολιτιστικών Ιδρυμάτων για μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης το σχολικό έτος 2008 - 2009

9.5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΠΟΥ ΠΡΟΕΚΥΨΑΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΕ ΔΙΕΘΝΕΣ ΕΠΙΠΕΔΟ

Από την ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης που πραγματοποιήθηκε σε διεθνές επίπεδο στο πλαίσιο του προγράμματος ELAICH προέκυψε ότι η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών σεμιναρίων που παρέχονται για τους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης αφορά σε παραδοσιακές θεωρητικές διαλέξεις, ενώ οι εργαστηριακές ασκήσεις και οι επί τόπου εφαρμογές σε Μνημεία συνήθως απουσιάζουν:



Διάγραμμα 18: Δομή εκπαιδευτικών σεμιναρίων σε διεθνές επίπεδο

Αναφορικά με τις χρησιμοποιούμενες μεθόδους, σε ποσοστό 50% οι υφιστάμενες εκπαιδευτικές δραστηριότητες χρησιμοποιούν καινοτόμες μεθόδους, ελκυστικούς προς τους μαθητές. Αυτό συμβαίνει έντονα κυρίως στις χώρες που παραδοσιακά δίνεται βαρύτητα σε θέματα προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς, (π.χ. Ιταλία, Ελλάδα, Μεγάλη Βρετανία, σε αντιδιαστολή με το Ισραήλ).

Οι καινοτομίες αφορούν, για παράδειγμα, σε ανάληψη ενεργών ρόλων από τους μαθητές κατά τη μαθησιακή διαδικασία, σε διαδραστικές δραστηριότητες, σε εντυπωσιακά γραφικά και τρισδιάστατες αναπαραστάσεις, σε διαδραστικές ψηφιακές πηγές, κουίζ που συμπληρώνονται on line από τους μαθητές, προσομοιώσεις, εκπαιδευτικά «πακέτα» (π.χ. μουσειοσκευές), προτάσεις για πρωτότυπες δραστηριότητες, επί τόπου «επιχειρήσεις» σε Μνημεία και αρχαιολογικούς χώρους.

Σημαντικός είναι ο ρόλος Διεθνών Οργανισμών, χαρακτηριστικών για τη συνεισφορά τους, όπως για παράδειγμα UNESCO, Getty Conservation Institute, Council of Europe, Organisation of World Heritage Cities, ICOMOS, ICCROM, οι οποίοι δρουν ως «εργαστήρια» ιδεών, προωθούν τη συνεργασία μεταξύ των χωρών στα θέματα προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς, ενισχύουν τον πολυ – πολιτιστικό διάλογο, προωθούν την ιδιαιτερότητα της πολιτιστικής έκφρασης.

Ειδικότερα, η UNESCO έχει θεσπίσει από το 1994 το πρόγραμμα Young People's World Heritage Education Programme, το οποίο δίνει την ευκαιρία στους μελλοντικούς επαγγελματίες το συναφούς γνωστικού επιστημονικού πεδίου να μετάσχουν σε πραγματικές εργασίες συντήρησης, προστασίας, ανάδειξης και διατήρησης των Μνημείων που απειλούνται από ποικίλους φυσικούς και ανθρωπογενείς κινδύνους.

Το Ινστιτούτο Getty από την ίδρυσή του το 1985 έως σήμερα εμπλέκεται σε πλήθος εκπαιδευτικών προγραμμάτων, τα οποία όμως απευθύνονται κυρίως σε ενήλικες και επαγγελματίες του χώρου και στοχεύουν στην πρακτική τους εξάσκηση.

Το Συμβούλιο της Ευρώπης (Council of Europe) έχει θεσπίσει το πρόγραμμα Europe: from One Street to the Other, το οποίο ενθαρρύνει τους μαθητές να ανακαλύψουν άλλους μαθητές, να γνωρίσουν και να ευαισθητοποιηθούν σε θέματα προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς σε ευρωπαϊκό επίπεδο, να εντοπίσουν κοινά χαρακτηριστικά και τάσεις με άλλους Ευρωπαϊκούς πολιτισμούς.

Ο Οργανισμός των Πόλεων Παγκόσμιας Κληρονομιάς (OWHC) έχει θεσπίσει το πρόγραμμα Youth on the Trail of World Heritage, το οποίο εμπλέκει σχολεία από διάφορες Πόλεις της Παγκόσμιας Κληρονομιάς και παρέχει τη δυνατότητα να γνωρίσουν τον τοπικό τους πολιτισμό και αντίστοιχα να ανακαλύψουν τον παγκόσμιο.

Το Διεθνές Συμβούλιο για τα Μνημεία και τους Χώρους (ICOMOS) έχει θεσπίσει την Διεθνή Επιτροπή Εκπαίδευσης (International Training Committee), με σκοπό την προώθηση της διεθνούς συνεργασίας στον τομέα της εκπαίδευσης σε θέματα συντήρησης, προστασίας και διατήρησης Μνημείων και Αρχαιολογικών Χώρων.

Αντίστοιχα, το Διεθνές Κέντρο για τη Μελέτη της Διατήρησης και Αποκατάστασης της Πολιτιστικής Ιδιοκτησίας (ICCROM) παρέχει εκπαιδευτικές δραστηριότητες, στοχεύοντας στην προώθηση της συντήρησης των Μνημείων και στη διατήρηση της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς.

9.6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

- Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων - Ενιαίος Διοικητικός Τομέας Σπουδών Επιμόρφωσης και Καινοτομιών (2007). Έγγραφο υπ' Αρ. Πρ. 117302/Γ7-19/10/2007 με θέμα «Σχεδιασμός και υλοποίηση προγραμμάτων Σχολικών Δραστηριοτήτων: Αγωγής Σταδιοδρομίας, περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, Αγωγής Υγείας, Πολιτιστικών θεμάτων, Comenius - Leonardo da Vinci και eTwinning”
- Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων - Ενιαίος Διοικητικός Τομέας Σπουδών Επιμόρφωσης και Καινοτομιών (2008). Έγγραφο υπ' Αρ. Πρ. Φ.12/682/72791/Γ1-4/6/2008 με θέμα «Προγραμματισμός εκπαιδευτικού έργου σχολικού έτους 2008 – 2009»

Ιστοσελίδες

- www.etwinning.net
- www.iky.gr/europaika-programmata/comenius-sxoliki-ekpaideysi
- www.yppo.gr
- www.minedu.gov.gr
- www.unesco.org
- www.getty.edu
- www.coe.int
- www.ovpm.org
- www.iccrom.org
- www.icomos.org

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

10.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η χαρτογράφηση και η αποτίμηση της κατάστασης στον τομέα της Προστασίας Μνημείων αναφορικά με τα διατιθέμενα προγράμματα για μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης αποτέλεσαν τα δεδομένα εισόδου για την ανάπτυξη της εκπαιδευτικής μεθοδολογίας.

Ειδικότερα, συντέλεσαν στην ανάδειξη:

- των αναγκών και των απαιτήσεων των μαθητών
- της θεματολογίας που είναι ελκυστική και χρήσιμη για τους μαθητές
- των προτιμητέων τεχνικών και μεθόδων μάθησης
- των «καλών» παραδειγμάτων που πρέπει να υιοθετηθούν
- των κενών και των προβλημάτων που πρέπει να καλυφθούν.

Η ανάπτυξη της μεθοδολογίας είχε ως βάση την ανταπόκριση στα ακόλουθα τρία βασικά ερωτήματα:

1. Ποιες είναι οι βασικές απαιτήσεις και ανάγκες σήμερα στον τομέα της Προστασίας της Δομημένης Πολιτιστικής Κληρονομιάς και ποιες από αυτές μπορούν να καλυφθούν κατά την εκπαίδευση του μη εξειδικευμένου κοινού;
2. Ποια είναι η δομή των θεμάτων που συγκροτούν το γνωστικό πεδίο της Προστασίας Μνημείων, η οποία πρέπει να διδαχθεί στο μη εξειδικευμένο κοινό;
3. Ποιες μέθοδοι διδασκαλίας - μάθησης πρέπει να εφαρμόσουμε, να συνδυάσουμε ή να αναπτύξουμε προκειμένου να ανταποκριθούμε στις ανάγκες που προσδιορίζονται από τα δύο προηγούμενα ερωτήματα;

Αναφορικά με τις ανάγκες και απαιτήσεις στον τομέα της Προστασίας Μνημείων, η σύγχρονη τάση επιβάλλει έμφαση στην προληπτική συντήρηση, καθώς και ενεργό συμμετοχή των πολιτών και ιδιαίτερα της νεολαίας, μέσα από την ευαισθητοποίηση τους και την κατανόηση της σπουδαιότητας και του περιεχομένου της πολιτιστικής κληρονομιάς και της ανάγκης διατήρησής της.

10.2. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ

Για την ανάπτυξη της μεθοδολογίας ελήφθησαν υπ' όψιν οι βασικοί πυλώνες της γνώσης όπως έχουν προταθεί από την UNESCO (*UNESCO, 1996*) για την επίτευξη των στόχων της μάθησης (*Παμουκτσόγλου & Παμουκτσόγλου, 2006*):

- **Μαθαίνοντας πώς να αποκτούμε τη γνώση (*apprendre à connaître*):** Η μάθηση αφορά στην κατάκτηση των εργαλείων της γνώσης και όχι στην απόκτηση κωδικοποιημένων πληροφοριών. Βοηθά τον άνθρωπο να κατανοεί το περιβάλλον του έτσι, ώστε να ζει με αξιοπρέπεια και να αναπτύσσει επαγγελματικές και επικοινωνιακές δεξιότητες. Τελική επιδίωξη είναι η σύνδεση της κατανόησης, της γνώσης και της ανακάλυψής της με συναισθήματα ευχαρίστησης.
- **Μαθαίνοντας πώς να πράττουμε (*apprendre à faire*):** Η μάθηση συνδέεται με την ενεργό μάθηση με στόχο ο μαθητής να αποκτήσει την ικανότητα να αντιμετωπίζει ποικίλες καταστάσεις, να δραστηριοποιείται σε διαφορετικές κοινωνικές καταστάσεις και συνθήκες εργασίας, αναπτύσσοντας ικανότητες επικοινωνίας και συνεργασίας.
- **Μαθαίνοντας να ζούμε μαζί με τους άλλους (*apprendre à vivre ensemble*):** η μάθηση στοχεύει στο να βοηθήσει και να ενισχύσει τα άτομα να αντιληφθούν την ποικιλία και την πολυμορφία των τρόπων διαβίωσης και αντιλήψεων της ανθρώπινης κοινωνίας.
- **Μαθαίνοντας να υπάρξεις (*apprendre à être*):** Η μάθηση ενισχύει το άτομο να αναπτύξει την προσωπικότητά του ώστε να έχει τη δυνατότητα να ενεργεί περισσότερο αυτόνομα, με κριτική σκέψη, με προσωπική ευθύνη. Η εκπαίδευση οφείλει να ενισχύει τις ατομικές δυνατότητες, τη μνήμη, τη λογική κρίση, τις φυσικές ικανότητες, τη δεξιότητα της επικοινωνίας.

Η σύγχρονη τάση επιβάλλει διεπιστημονικότητα και καινοτόμες προσεγγίσεις, με την παράμετρο του περιβάλλοντος να κατέχει σημαντική θέση. Η μεθοδολογία λαμβάνει υπ' όψιν τον προσανατολισμό προς την προσέγγιση **«Επιστήμη - Τεχνολογία - Περιβάλλον - Κοινωνία** (STES: Science - Technology - Environment - Society). Η προσέγγιση αυτή προωθεί την αξιολογική σκέψη και την επιστημονική υποστήριξη στη λήψη αποφάσεων (*Zoller, 2004*):

ΑΠΟ

ΠΡΟΣ



Σχήμα 55: Μεταβολή προς την εκπαιδευτική προσέγγιση Επιστήμη – Τεχνολογία – Περιβάλλον – Κοινωνία (STES)

Επιπρόσθετα, η σύγχρονη τάση επιβάλλει την ενσωμάτωση της **«Επιστήμης στην Κοινωνία»** και τη δημιουργική αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Έτσι, πραγματοποιείται προσπάθεια μετάγγισης βασικών γνώσεων και τεχνογνωσίας από το επίπεδο της τριτοβάθμιας στο επίπεδο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Ο μετασχηματισμός των προγραμμάτων σπουδών που συντελείται τα τελευταία χρόνια στην παγκόσμια εκπαίδευση εισαγάγει την αναγκαιότητα οι μαθητές να αντιληφθούν την επίδραση της επιστήμης και της τεχνολογίας στη ζωή, καθώς και να διδαχθούν πώς να λαμβάνουν αποφάσεις και να επιλύουν προβλήματα βασισμένοι στην επιστημονική γνώση (*American Association for the Advancement of Science, 1993*).

Η μεθοδολογία κάνει χρήση των βασικών αρχών της **Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας** (*European Union, 2012*), όσον αφορά στα ακόλουθα:

- **Επιλέγουμε μαζί:** Οι μαθητές, οι καθηγητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και το επιστημονικό και ερευνητικό προσωπικό της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, καθώς και οι αρμόδιοι τοπικοί και κοινωνικοί φορείς συμμετέχουν στην προτεινόμενη εκπαιδευτική προσέγγιση και προσπαθούν να οδηγηθούν σε βιώσιμες και αποτελεσματικές λύσεις σε προβλήματα που συναντώνται στην καθημερινή ζωή, λαμβάνοντας υπ' όψιν όλες τις σχετικές παραμέτρους.

- **Ξεκλειδώνουμε το πλήρες δυναμικό:** Τα δύο φύλα αντιμετωπίζονται ισότιμα στην εκπαιδευτική προσέγγιση και το σύνολο των μαθητών έχει τις ίδιες ευκαιρίες και την ίδια αντιμετώπιση από όλους τους εμπλεκόμενους.
- **Μαθαίνουμε δημιουργικά φρέσκες ιδέες:** Μέσω της εκπαιδευτικής προσέγγισης οι μαθητές μαθαίνουν μέσω δημιουργικής συνεργασίας και τους δίνεται η δυνατότητα να σκεφτούν καινοτόμες λύσεις για την επίλυση των τεθέντων προβλημάτων.
- **Κάνουμε τη σωστή σκέψη και την κάνουμε με τον σωστό τρόπο:** Οι μαθητές γνωρίζουν τις βασικές αρχές, τις Διεθνείς Χάρτες Συντήρησης, το νομοθετικό πλαίσιο που διέπει την Προστασία Μνημείων και αντιλαμβάνονται τη σπουδαιότητά τους και μαθαίνουν να λαμβάνουν αποφάσεις ανάλογα με το σύνολο των αξιών που αντιπροσωπεύει το κάθε Μνημείο.
- **Μοιραζόμαστε τα αποτελέσματα για να προχωρήσουμε:** Οι μαθητές κάνουν χρήση των αποτελεσμάτων της έρευνας, των επιστημονικών δημοσιεύσεων και δεδομένων που είναι προσβάσιμα, αλλά και μεταξύ τους «μοιράζονται» τα αποτελέσματα του επιμέρους έργου που έχουν αναλάβει προκειμένου να προχωρήσουν στη σύνθεση της λύσης που προτείνουν.

10.3. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ

10.3.1. Στόχοι προς επίτευξη

Κατά το σχεδιασμό της εκπαιδευτικής μεθοδολογίας το βασικό στοιχείο που λαμβάνεται υπ' όψιν είναι ότι στόχο δεν αποτελεί η συσσώρευση εξειδικευμένων γνώσεων από τους μαθητές, αλλά η κατανόηση βασικών εννοιών για την Προστασία των Μνημείων. Η άριστη γνώση των επιμέρους θεματικών περιοχών που απαρτίζουν το γνωστικό πεδίο της Προστασίας Μνημείων δεν αποτελεί αυτοσκοπό, απλώς εργαλείο προς αξιοποίηση.

Οι μαθητές χρήσιμο είναι να ασκηθούν σε τρόπο σκέψης, ο οποίος τους βοηθά στην πρακτική επίλυση προβλημάτων και στην αποτελεσματική χρήση των γνώσεων που λαμβάνουν εντός του σχολικού περιβάλλοντος, μαθαίνοντας «πού» και «πώς» να ψάξουν, θέτοντας παράλληλα ηθικούς φραγμούς για τα όρια που μπορούν να φθάσουν και αναλογιζόμενοι τους κανόνες, τη δεοντολογία και το νομοθετικό πλαίσιο που διέπουν τη συντήρηση και την Προστασία των Μνημείων.

Προκειμένου να καταστεί εφικτή η κατανόηση των εννοιών και η προσέλευση του ενδιαφέροντος των μαθητών, κρίνεται απαραίτητο να εισαχθούν στα μαθήματα έννοιες χειροπιαστές για τους μαθητές, στοιχεία δηλαδή που συναντούν στην καθημερινή τους ζωή. Μέσω της αναπτυσσόμενης μεθοδολογίας, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να αναγνωρίζουν και να ταυτοποιούν τα στοιχεία αυτά, να τα συσχετίζουν με πιθανά αίτια και να αναλογίζονται πιθανούς τρόπους αντιμετώπισης.

Στόχος της αναπτυσσόμενης εκπαιδευτικής μεθοδολογίας είναι να καταστεί ένα εργαλείο για την εκπαίδευση του μη εξειδικευμένου κοινού προκειμένου αυτό να κατανοήσει τις περίπλοκες έννοιες που συνθέτουν το πεδίο της δομημένης πολιτιστικής κληρονομιάς και τις βασικές αρχές συντήρησης, κυρίως όσον αφορά στο αρχικό και καθοριστικό στάδιο, δηλαδή τη μελέτη και τη διερεύνηση, στο καθαυτό στάδιο της συντήρησης (άμεσες και/ή έμμεσες επεμβάσεις), καθώς και στο στάδιο παρακολούθησης και ελέγχου που ακολουθεί.

Πέρα από την ευαισθητοποίηση του κοινού σχετικά με τη σπουδαιότητα της πολιτιστικής κληρονομιάς, η μεθοδολογία συνεισφέρει στην αναγνώριση αξιών κομβικής σημασίας, που είναι θεμελιώδεις για τη σύγχρονη κοινωνία. Φέρνοντας σε επαφή τη νεολαία με τα Μνημεία και βάζοντάς την να εργαστεί πάνω σε αυτά, σημαίνει εφαρμογή των θεωρητικών γνώσεων στην πράξη προς επίτευξη χειροπιαστών αποτελεσμάτων σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα, αποκαλύπτοντας ταυτόχρονα τις πολλαπλές αξίες που διέπουν τη δομημένη πολιτιστική κληρονομιά.

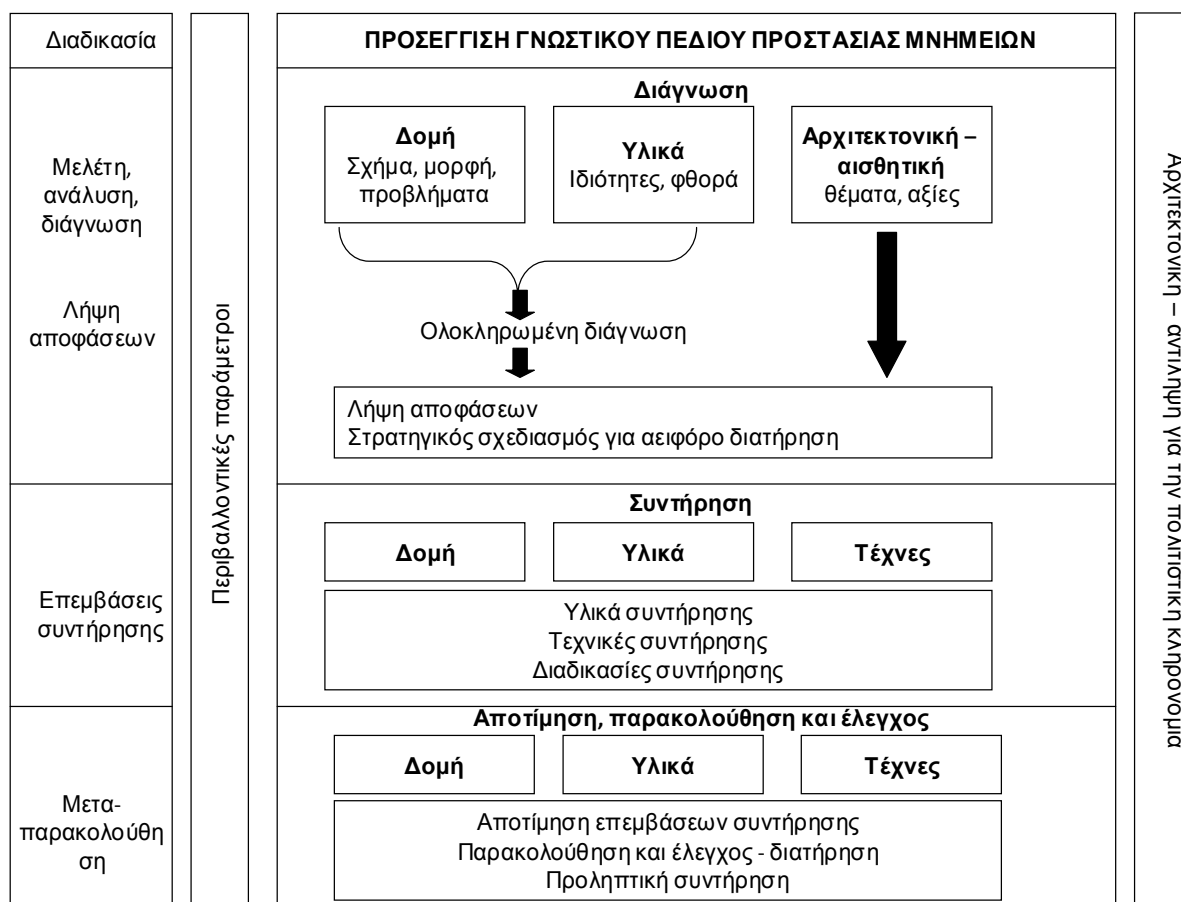
Η μεθοδολογία στοχεύει στο να καταστήσει ικανούς τους μαθητές να συνεισφέρουν στη διατήρηση της δομημένης πολιτιστικής κληρονομιάς μέσω της κατανόησης ποικίλων πτυχών και βασικών αρχών συντήρησης. Οι επί τόπου δραστηριότητες εστιάζουν σε υψηλής προστιθέμενης αξίας «ευφυή» εργασία που συμβάλλει στη συντήρηση των ιστορικών μνημείων και περιλαμβάνει κυρίως την έρευνα, την τεκμηρίωση και την καταγραφή δεδομένων.

10.3.2. Χαρτογράφηση των βασικών θεματικών ενοτήτων για τη διάρθρωση του εκπαιδευτικού περιεχομένου

Δεδομένου ότι το ευρύ κοινό δεν είναι εξοικειωμένο με εξειδικευμένες έννοιες που αφορούν στη δομημένη πολιτιστική κληρονομιά, κρίνεται σημαντικό η εκπαιδευτική μεθοδολογία να επιτυγχάνει μέσω της διάρθρωσης του περιεχομένου της τη βασική κατανόηση όλου του φάσματος των βασικών συνιστωσών της δομημένης πολιτιστικής κληρονομιάς.

Η χαρτογράφηση των κύριων θεματικών ενοτήτων της μεθοδολογίας περιλαμβάνει τη διασταύρωση των στοιχείων της συντήρησης με τα θέματα προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς. Έτσι, κρίνεται σκόπιμο να συμπεριληφθούν τα βασικά στοιχεία του αντικειμένου της συντήρησης (κτήριο, τόπος, μνημείο, λαμβάνοντας υπ' όψιν τα επιμέρους στοιχεία τους, δηλαδή δομή, υλικά, αρχιτεκτονική - αισθητική θεώρηση) και οι βασικές διαδικασίες (φθορά, συντήρηση, μετα-παρακολούθηση). Όλα τα παραπάνω «διατρέχονται» από τις περιβαλλοντικές παραμέτρους που επιδρούν σε συνεχή βάση στο εξεταζόμενο Μνημείο.

Ο διαχωρισμός αυτός επιλέχθηκε προκειμένου η διεπιστημονική έννοια της συντήρησης της πολιτιστικής κληρονομιάς να «χωριστεί» στα βασικά στοιχεία που την απαρτίζουν. Με τον τρόπο αυτό μπορούν ευκολότερα να καθορισθούν οι βασικές θεματικές ενότητες που θα απαρτίζουν την εκπαιδευτική μεθοδολογία και η σύνθεσή τους θα οδηγήσει ξανά στην ολοκληρωμένη αντιμετώπιση του θέματος.



Σχήμα 56: Χαρτογράφηση των βασικών θεματικών ενοτήτων για τη διάρθρωση του εκπαιδευτικού περιεχομένου

10.3.3. Αξιοποίηση της εμπειρίας του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου

Για την ανάπτυξη της εκπαιδευτικής μεθοδολογίας αξιοποιείται η πολυετή εκπαιδευτική και ερευνητική εμπειρία της Ερευνητικής Ομάδας του Εργαστηρίου Επιστήμης και Τεχνικής των Υλικών της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου με επικεφαλής την Καθηγήτρια Αντωνία Μοροπούλου.

Συγκεκριμένα, η εμπειρία αυτή αφορά:

- στα συναφή **μαθήματα** (θεωρητικές διαλέξεις, εργαστηριακές ασκήσεις, επί τόπου εργασίες πεδίου) που προσφέρονται σε **προπτυχιακό επίπεδο** στη **Σχολή Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ** και συγκεκριμένα στα μαθήματα:
 - **Επιστήμη και Τεχνική Υλικών**
http://www.chemeng.ntua.gr/the_course/Materials_Science_and_Engineering
 - **Φθορά και Προστασία Υλικών**
http://www.chemeng.ntua.gr/the_course/Materials_Decay_and_Protection
 - **Δομικά Υλικά**
http://www.chemeng.ntua.gr/the_course/Building_Materials

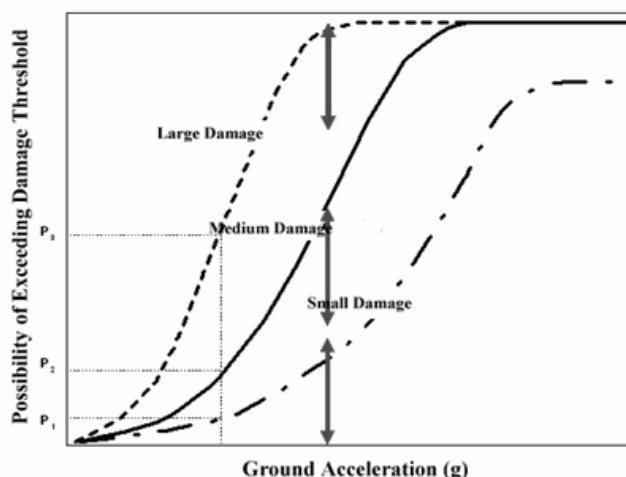
- στο **Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών** του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου «**Προστασία Μνημείων**», που παρέχει προηγμένη εκπαίδευση και εξειδίκευση στον τομέα προστασίας μνημείων σε αρχιτέκτονες, μηχανικούς και άλλους επιστήμονες συναφών κλάδων, οι οποίοι να ανταποκρίνονται στις ανάγκες για (Moropoulou et al. 2006, 2008, 2013), (Moropoulou & Konstanti, 2010):
 - Προηγμένη διάγνωση, παρακολούθηση και έλεγχο των διαδικασιών φθοράς σε αρχιτεκτονικές επιφάνειες ιστορικών και παραδοσιακών κτηρίων
 - Αποτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων και χαρτογράφηση σε πραγματική κλίμακα - πραγματικό χρόνο
 - Επιλογή, εφαρμογή και αποτίμηση κατάλληλων, αποτελεσματικών και συμβατών υλικών και τεχνικών συντήρησης, προστασίας και αποκατάστασης
 - Στρατηγικό σχεδιασμό επεμβάσεων συντήρησης, περιβαλλοντική διαχείριση για την προστασία των μνημείων, συνόλων και τόπων, διατήρηση και διαχείριση των μνημείων, συνόλων και τόπωνhttp://laertis.chemeng.ntua.gr/dpms_syvtnrnsn/

- σε **προηγμένους κύκλους μαθημάτων** που έχουν οργανωθεί και πραγματοποιηθεί στο παρελθόν, όπως το Advanced Study Course **ITECOM “Innovative Technologies and Materials for the Conservation of Monuments”**, εστιάζοντας σε καινοτόμες τεχνολογίες και υλικά για την Προστασία των Μνημείων με αποδέκτες αποφοίτους τριτοβάθμιας εκπαίδευσης.

http://laertis.chemeng.ntua.gr/dpms_syvtnrnsn/itecom.htm

Για τη διαμόρφωση του εκπαιδευτικού περιεχομένου παρατίθενται ενδεικτικά χαρακτηριστικά παραδείγματα που πηγάζουν από την συναφή ερευνητική εμπειρία της Ομάδας του ΕΜΠ:

Δομή - μελέτη & αποτίμηση φυσικών κινδύνων (σεισμοί) (Moropoulou et al., 1998)



Καμπύλες θραυστότητας - Αγία Σοφία, Κωνσταντινούπολη

Υλικά - φθορά
(Moropoulou et al., 2001)



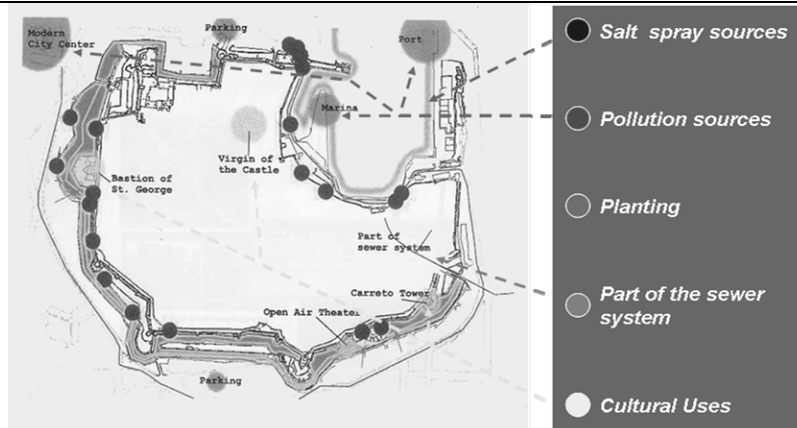
Κρυστάλλωση αλάτων



Ασυμβατότητα - τσιμεντικά
κονιάματα αποκατάστασης

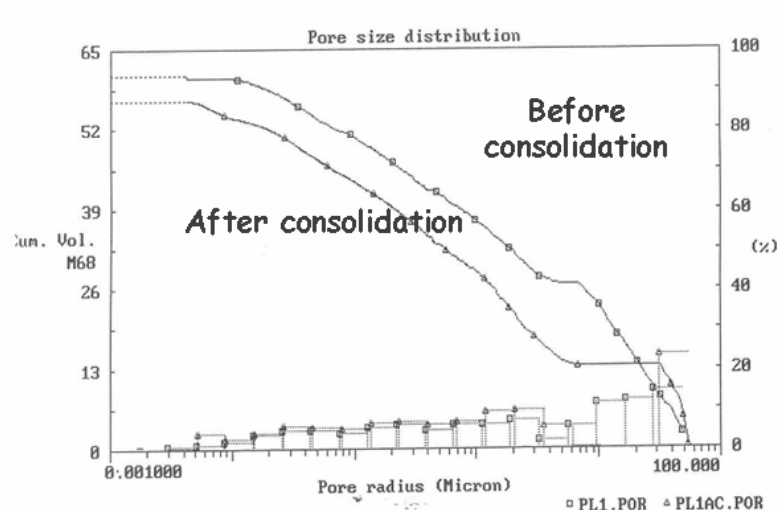
Μεσαιωνική Πόλη της Ρόδου

Περιβαλλοντική διαχείριση για την προστασία μνημείων
(Moropoulou et al., 1995)



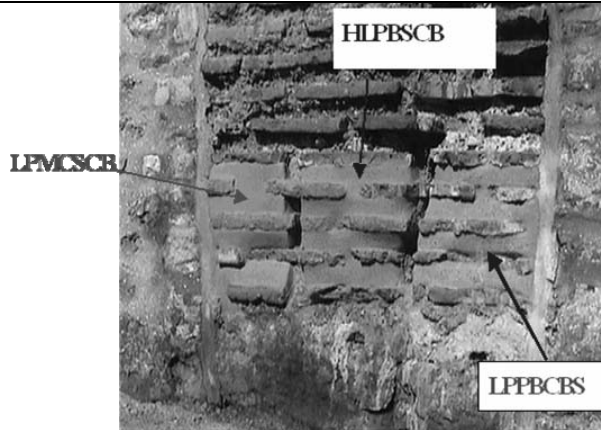
Σενάριο για τη διατήρηση των περιβαλλοντικών παραγόντων κάτω από το κρίσιμο όριο - Μεσαιωνική Πόλη της Ρόδου

Δοκιμές στο εργαστήριο συμβατών και αποτελεσματικών υλικών
(Moropoulou et al., 1997)



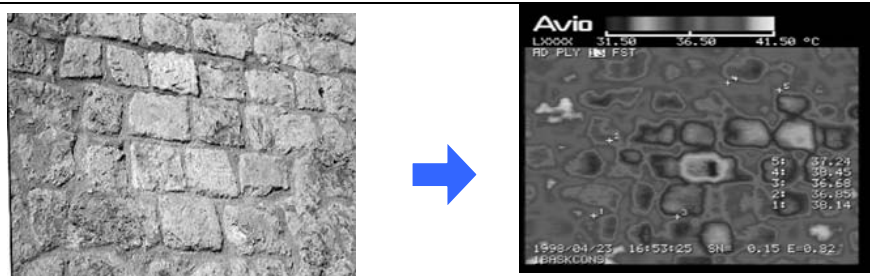
Αποτελέσματα μετρήσεων Ποροσιμετρίας Υδραργύρου πριν και μετά την εφαρμογή επεμβάσεων στερέωσης - Μεσαιωνική Πόλη της Ρόδου

Πιλοτική εφαρμογή επεμβάσεων συντήρησης - αποκατάστασης
(Moropoulou et al., 1999)



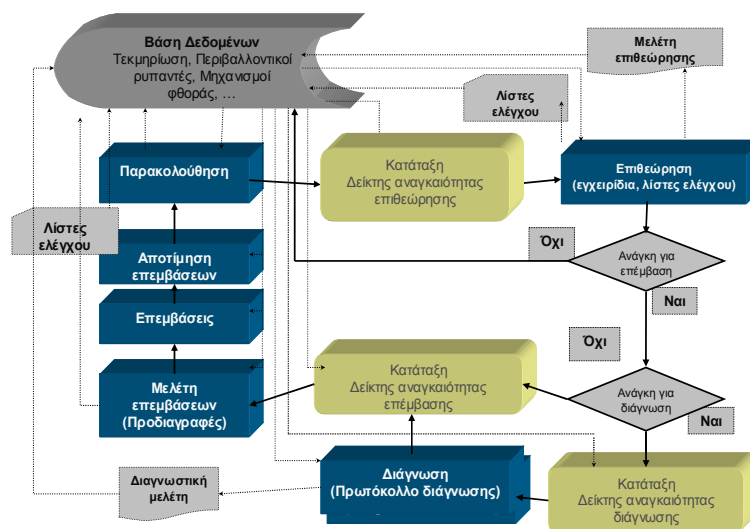
Εφαρμογή κονιαμάτων αποκατάστασης - Αγία Σοφία, Κωνσταντινούπολη

Αποτίμηση αποτελεσματικότητας και συμβατότητας
(Moropoulou et al., 2000)

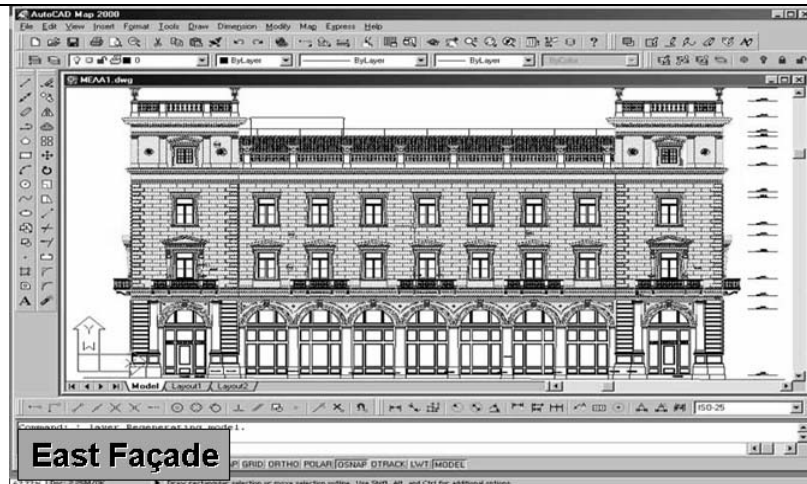


Αποτίμηση επεμβάσεων στερέωσης με Θερμογραφία Υπερύθρου - Μεσαιωνική Πόλη της Ρόδου

Ποιοτικός έλεγχος υλικών και επεμβάσεων συντήρησης - αποκατάστασης
(Moropoulou et al., 2003)



Στρατηγικός
σχεδιασμός για
αιεφόρο
διατήρηση
(Μοροπούλου et
al., 2002)



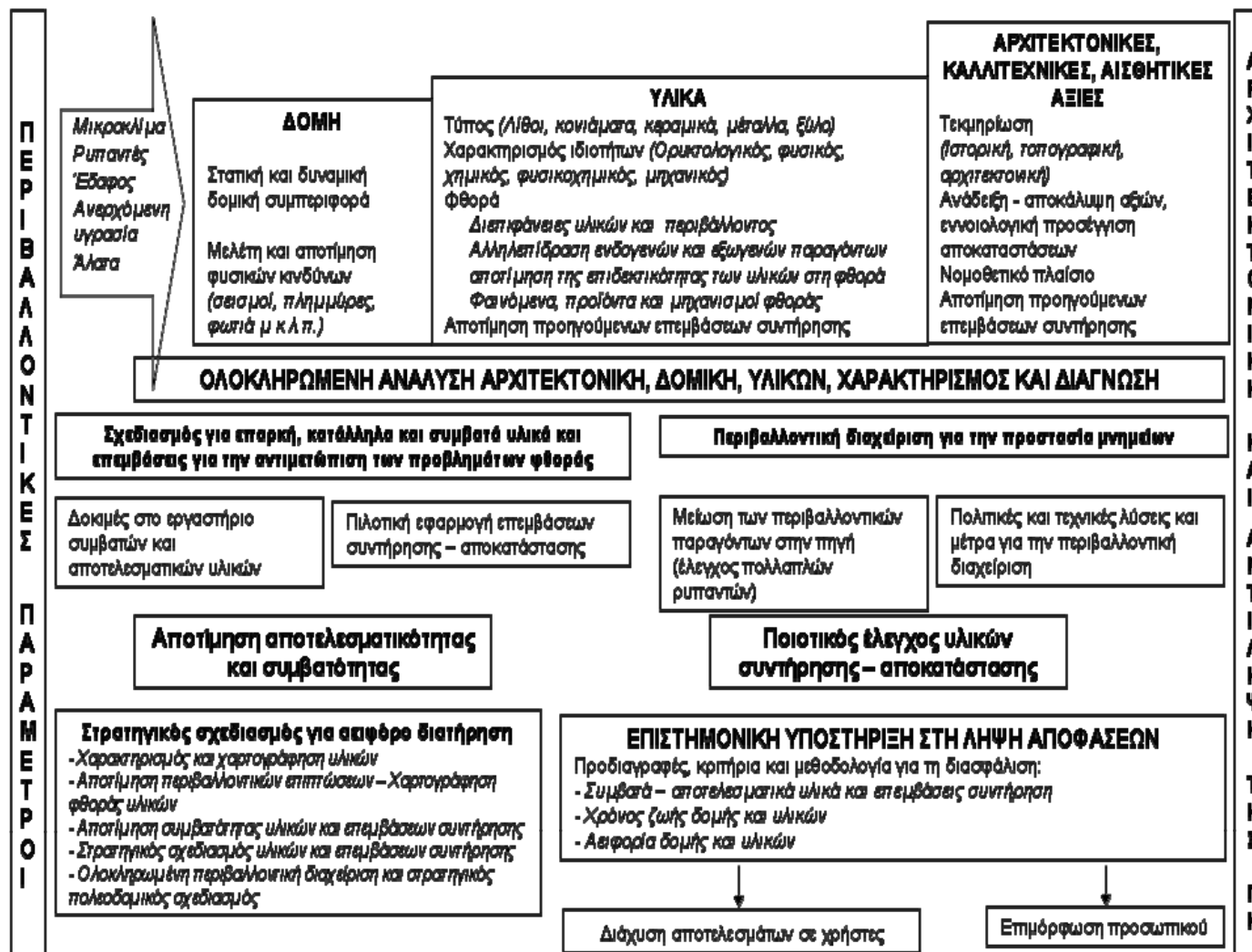
Σχεδιασμός επεμβάσεων συντήρησης - Ιστορικό Κτήριο Μεγάρου
Μελά

Επιστημονική
υποστήριξη
στη λήψη
αποφάσεων
(Περιστερές,
2006)



Σύστημα λήψης αποφάσεων

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει το ακόλουθο σχήμα:

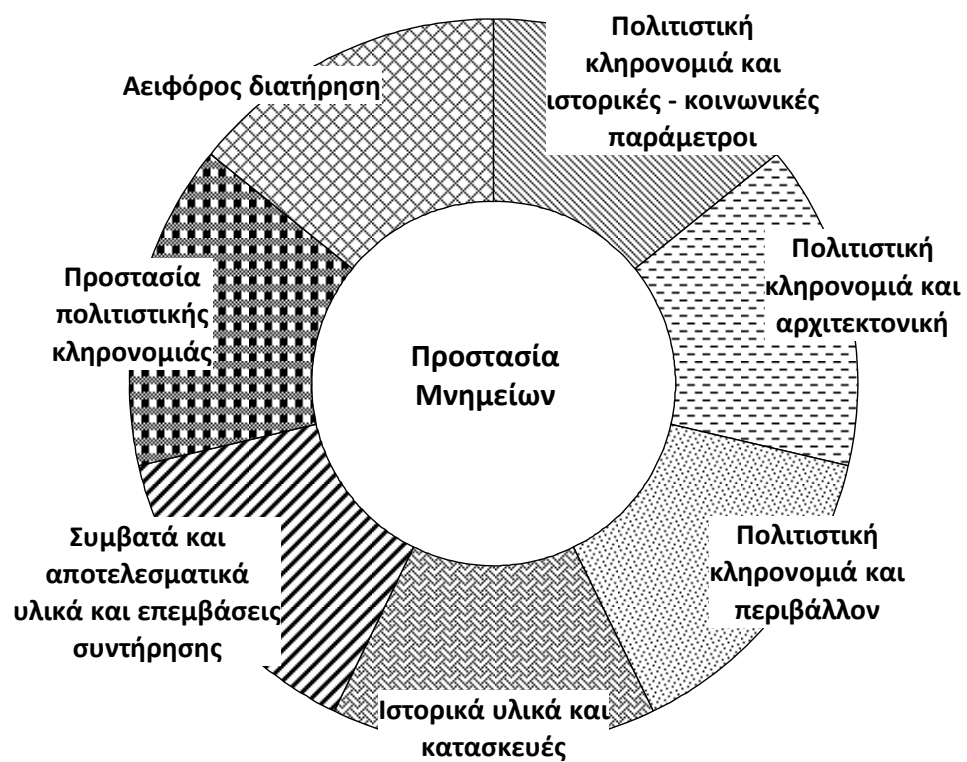


Σχήμα 57: Εκπαιδευτική προσέγγιση της Προστασίας Μνημείων βάσει της εμπειρίας του ΕΜΠ

10.3.4. Διάρθρωση του εκπαιδευτικού περιεχομένου της μεθοδολογίας

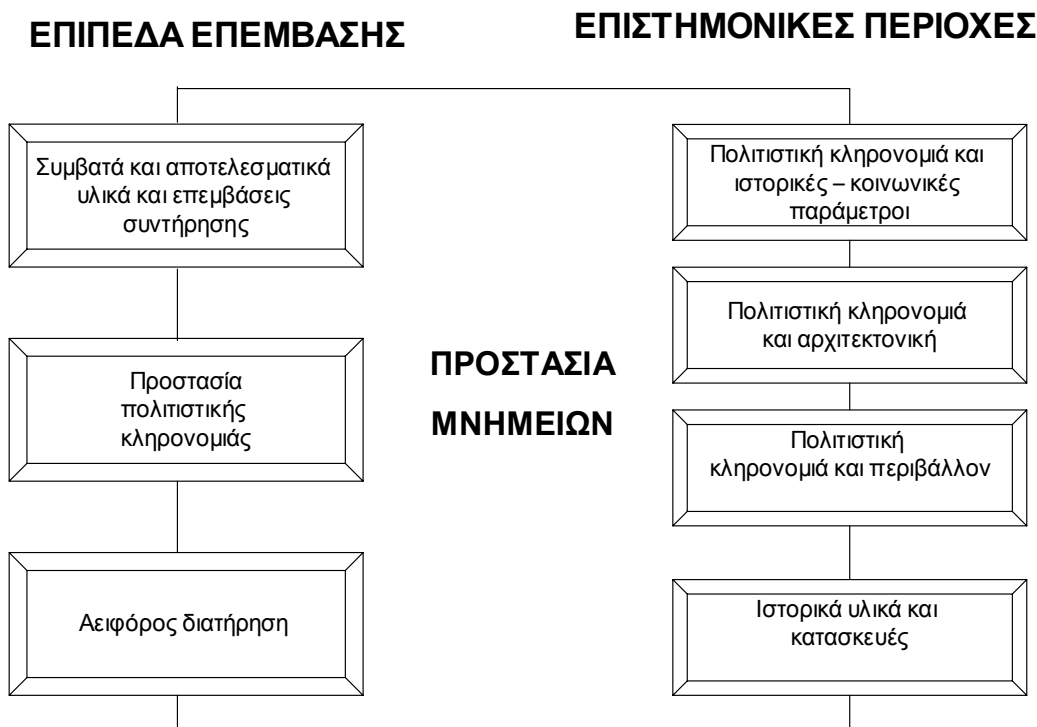
Συνεκτιμώντας όλα τα παραπάνω, προκύπτει σε πρώτο στάδιο η ακόλουθη δομή για την εκπαιδευτική προσέγγιση του γνωστικού πεδίου της Προστασίας Μνημείων:

- Πολιτιστική κληρονομιά και ιστορικές - κοινωνικές παράμετροι
- Πολιτιστική κληρονομιά και αρχιτεκτονική
- Πολιτιστική κληρονομιά και περιβάλλον
- Ιστορικά υλικά και κατασκευές
- Συμβατά και αποτελεσματικά υλικά και επεμβάσεις συντήρησης
- Προστασία πολιτιστικής κληρονομιάς
- Αειφόρος διατήρηση



Σχήμα 58: Πρωταρχική δομή για την εκπαιδευτική προσέγγιση της Προστασίας Μνημείων

Η παραπάνω δομή ενσωματώνει τέσσερις επιστημονικές περιοχές που συνδέονται με τη δομημένη πολιτιστική κληρονομιά και τρία επίπεδα επεμβάσεων:

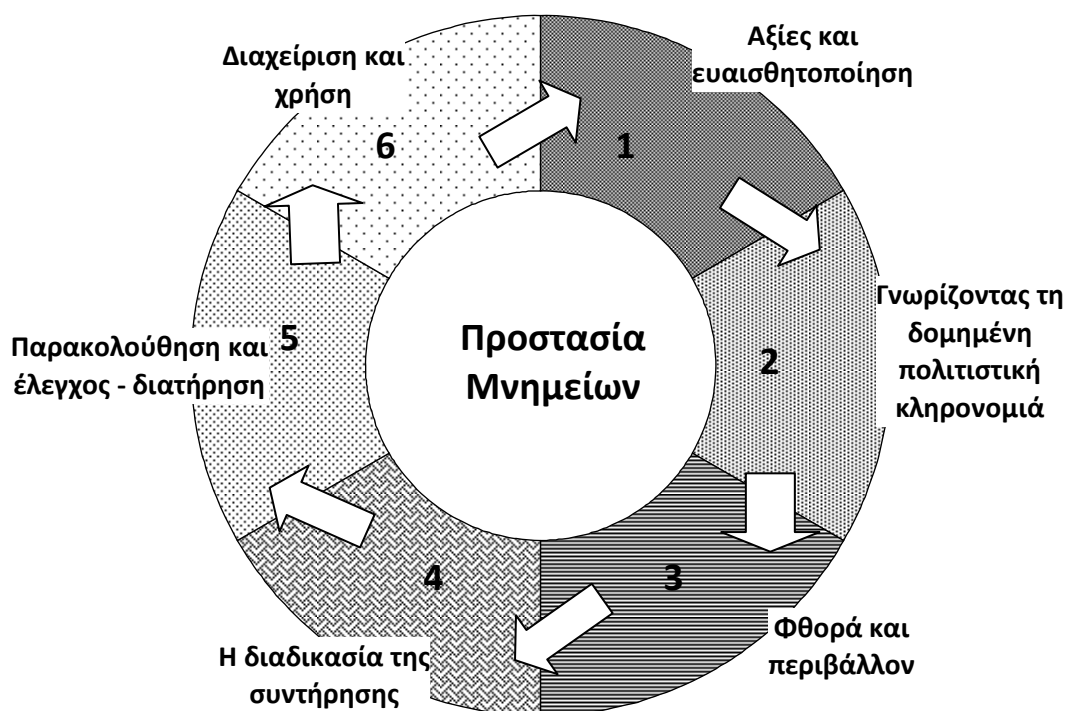


Σχήμα 59: Επίπεδα επέμβασης - επιστημονικές περιοχές που συνθέτουν το γνωστικό πεδίο της Προστασίας Μνημείων

Η τελική επεξεργασία του εκπαιδευτικού περιεχομένου που προκύπτει προκειμένου να εφαρμοσθεί ακολούθως σε Πειραματικό Κύκλο Μαθημάτων οδηγεί στην ανάπτυξη έξι διακριτών Θεματικών Ενοτήτων, οι οποίες παρουσιάζουν λογική συνέχεια και περιλαμβάνουν τα βασικά θέματα που καλύπτουν το εύρος του γνωστικού πεδίου της Προστασίας Μνημείων, δίνοντας έμφαση σε ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της περιοχής της Μεσογείου (όπως δομικά υλικά, δομικά συστήματα, συναντώμενοι τύποι φθοράς, προβλήματα από σεισμούς και αντισεισμική προστασία μνημείων):

- Θεματική Ενότητα 1: Αξίες και ευαισθητοποίηση
- Θεματική Ενότητα 2: Γνωρίζοντας τη δομημένη πολιτιστική κληρονομιά
- Θεματική Ενότητα 3: Φθορά και περιβάλλον
- Θεματική Ενότητα 4: Η διαδικασία της συντήρησης
- Θεματική Ενότητα 5: Παρακολούθηση και έλεγχος - διατήρηση
- Θεματική Ενότητα 6: Διαχείριση και χρήση.

Οι Ενότητες είναι διαδοχικές και στενά συνδεδεμένες μεταξύ τους. Λόγω της ισχυρής διασύνδεσης εμφανίζεται σε κάποιο βαθμό αλληλοεπικάλυψη, η οποία ωστόσο είναι επιθυμητή, παρέχοντας την απαιτούμενη συνέχεια και καλύτερη κατανόηση των εννοιών.



Σχήμα 60: Θεματικές Ενότητες για την εκπαιδευτική προσέγγιση της Προστασίας Μνημείων

Οι έξι Ενότητες ολοκληρώνονται με την ξεχωριστή ενότητα της Επί Τόπου Ευφυούς Εργασίας Πεδίου, στην οποία παρέχεται η δυνατότητα εφαρμογής των γνώσεων που αποκτήθηκαν στις προηγούμενες έξι Ενότητες.

Το περιεχόμενο της κάθε Θεματικής Ενότητας προσδιορίζεται σύμφωνα με τα ακόλουθα:

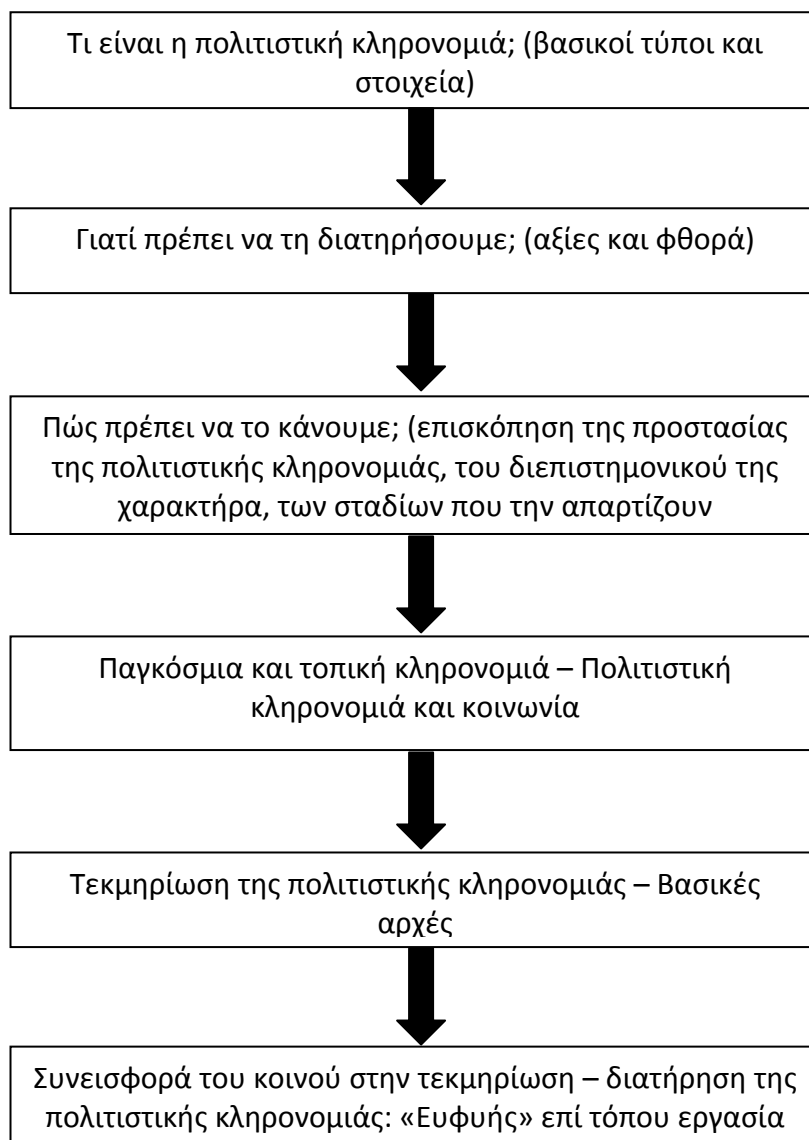
▪ **Θεματική Ενότητα 1: Αξίες και ευαισθητοποίηση**

Μέσω της συγκεκριμένης θεματικής ενότητας οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να:

- κατανοήσουν τι συνιστά την πολιτιστική κληρονομιά (τύποι και στοιχεία) καθώς και με τους λόγους που επιβάλλουν τη διατήρησή της.
- αντιληφθούν το σύνολο των αξιών που διέπουν την πολιτιστική κληρονομιά.
- κατανοήσουν τη σημασία των όρων της συντήρησης / προστασίας / διατήρησης / αποκατάστασης της πολιτιστικής κληρονομιάς καθώς και τα βασικά στάδια που τις απαρτίζουν.
- μάθουν για τη σπουδαιότητα του σταδίου της μετα – παρακολούθησης και ελέγχου, της διατήρησης και της προληπτικής συντήρησης
- κατανοήσουν το ρόλο και τη σπουδαιότητα της επί τόπου παρατήρησης και τεκμηρίωσης κατά τη φάση της διάγνωσης, της συντήρησης και της μετα – παρακολούθησης

- ο κατανοήσουν την ισορροπία μεταξύ κοινωνίας και πολιτιστικής κληρονομιάς, αναφορικά με κοινωνικο - οικονομικά και ιστορικά θέματα, κοινωνικής ευαισθητοποίησης κ.ά.

Σχηματικά:



▪ **Θεματική Ενότητα 2: Γνωρίζοντας τη δομημένη πολιτιστική κληρονομιά**

Η συγκεκριμένη θεματική ενότητα εισάγει τους μαθητές στα βασικά ιστορικά δομικά συστήματα (τύποι, συμπεριφορά, βλάβες) καθώς και στα βασικά ιστορικά δομικά υλικά (ιστορία, κατηγορίες, ιδιότητες, χαρακτηρισμός). Με τον τρόπο αυτό οι μαθητές θα είναι σε θέση να:

- ο αναγνωρίσουν τα διαφορετικά ιστορικά δομικά συστήματα
- ο αναγνωρίσουν τα διαφορετικά ιστορικά δομικά υλικά.

Ειδικότερα, οι μαθητές εισάγονται στα βασικά ιστορικά δομικά συστήματα (ορισμός, βασικά χαρακτηριστικά, τύποι κατασκευής, κύρια συναντώμενα συστήματα, τυπικές βλάβες). Αναφορά γίνεται σε βασικές έννοιες με τις οποίες είναι χρήσιμο να εξοικειωθούν οι μαθητές, όπως ο ρόλος των μεγάλων

ανοιγμάτων, η συμπεριφορά της κατασκευής έναντι του σεισμού, ο ρόλος του ξύλου.

Επιπρόσθετα, η ενότητα εισάγει τους μαθητές στις μεθόδους επί τόπου διερεύνησης των ιστορικών κατασκευών (θερμογραφία υπερύθρου, γεωραντάρ, ενδοσκόπηση κ.λ.π.). Μέσω εργαστηριακής επίδειξης δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να εξοικειωθούν με τις μεθόδους, να αντιληφθούν τις βασικές αρχές που τις διέπουν, καθώς και να πειραματιστούν οι ίδιοι πάνω σε συγκεκριμένες εφαρμογές.

Οι μαθητές γνωρίζουν τα βασικά ιστορικά δομικά υλικά (ορισμοί, ιδιότητες, ιστορία - εξέλιξη, επιλογή). Έρχονται σε επαφή με τις κύριες κατηγορίες δομικών υλικών που πρέπει να γνωρίζουν (λίθους, κεραμικά, κονιάματα) αναφορικά με τις ιδιότητές τους, την τεχνολογία παρασκευής, την ταξινόμηση.

Οι μαθητές εισάγονται στις ενόργανες εργαστηριακές τεχνικές για το χαρακτηρισμό των δομικών υλικών (πετρογραφική μελέτη, ορυκτολογική μελέτη, θερμική ανάλυση, οπτική μικροσκοπία, υδατο-απορρόφηση, χρωματογραφία, μέτρηση χαρακτηριστικών μικροδομής, μέσω βιωματικής προσέγγισης και πραγματοποίησης εργαστηριακών μετρήσεων.

Επιπρόσθετα, η θεματική ενότητα περιλαμβάνει ένα αρχιτεκτονικό κομμάτι, το οποίο στοχεύει να εισαγάγει τους μαθητές στην ολοκληρωμένη αντίληψη των καλλιτεχνικών / αρχιτεκτονικών και αισθητικών θεμάτων σε συνδυασμό με αυτά που σχετίζονται με τη δομή και τα υλικά. Με τη βοήθεια κατάλληλων παραδειγμάτων, σκοπός της ενότητας είναι η ανάδειξη του διττού ρόλου (αισθητικού – τεχνολογικού) των δομικών στοιχείων (αρχιτεκτονικό – καλλιτεχνικό σχήμα δομικών στοιχείων, χρήση υλικών με προκαθορισμένο τρόπο), λαμβάνοντας υπ' όψιν τις τεχνικές και αισθητικές ιδιότητες που σχετίζονται με την κατασκευή.

▪ **Θεματική Ενότητα 3: Φθορά κα περιβάλλον**

Σκοπός της θεματικής ενότητας είναι να εισάγει τους μαθητές στα κύρια φαινόμενα και τους μηχανισμούς φθοράς που επιδρούν στη δομημένη πολιτιστική κληρονομιά, καθώς και στη διάγνωση της φθοράς με τη χρήση μη καταστρεπτικών και εργαστηριακών τεχνικών.

Στόχος είναι οι μαθητές να αντιληφθούν ότι:

- η δομημένη πολιτιστική κληρονομιά είναι εύθραυστη
- η φθορά συχνά είναι το αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης των περιβαλλοντικών παραγόντων με τα Μνημεία
- οι περιβαλλοντικές παράμετροι που επιδρούν αρνητικά στη δομημένη πολιτιστική κληρονομιά οφείλονται τόσο σε φυσικές πηγές όσο και σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες
- πρέπει να λαμβάνονται συγκεκριμένα μέτρα προκειμένου να περιοριστεί η επίδραση των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων
- υπάρχει πλήθος φαινομένων φθοράς που συναντώνται στα Μνημεία, τα οποία μπορούν να ταυτοποιηθούν.

Στην ενότητα θίγεται η αλληλεπίδραση του περιβάλλοντος με την πολιτιστική κληρονομιά. Μελετάται η ρύπανση που προκαλείται τόσο από φυσικές πηγές όσο και από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Εξετάζονται τα κύρια φαινόμενα και παράγοντες φθοράς, τα φαινόμενα της φθοράς ως συνάρτηση της

παθολογίας των μνημείων σε μακροκλίμακα (επιφανειακές κρούστες, κρυστάλλωση αλάτων, αποσάθρωση κονιαμάτων, ασύμβατα υλικά, φθορά από μηχανικούς παράγοντες, βιολογική φθορά) και αντίστοιχα σε μικροκλίμακα (η επίδραση της ατμόσφαιρας, τύποι επιφανειακής φθοράς, σχηματισμός γύψου, επίδραση διοξειδίου του άνθρακα, επιφανειακές κρούστες, επίδραση νερού και αλάτων, πηγές υγρασίας, μεταφορά νερού σε πορώδη μέσα, κρυστάλλωση αλάτων, ζώνη εξάτμισης, μοντέλο φθοράς λόγω κρυστάλλωσης αλάτων).

Οι μαθητές εισάγονται στη μεθοδολογία της διαγνωστικής μελέτης (τεκμηρίωση, μακροσκοπικές παρατηρήσεις επί τόπου για την κατάσταση των υλικών, εφαρμογή μη καταστρεπτικών τεχνικών επί τόπου για τη χαρτογράφηση της φθοράς, ταυτοποίηση των δομικών υλικών και μελέτη της προέλευσής τους, συσχέτιση ενδογενών και εξωγενών παραγόντων φθοράς στην κλίμακα του μνημείου, εκτίμηση των αιτίων και των μηχανισμών φθοράς, παραμετρικά ανάλυση – προσομοίωση των φαινομένων φθοράς στο εργαστήριο μέσω δοκιμών επιταχυνόμενης γήρανσης, διαγνωστική μελέτη, μεθοδολογία αποτίμησης).

Οι μαθητές εισάγονται επίσης στην έννοια των μη καταστρεπτικών τεχνικών για την επί τόπου διάγνωση της φθοράς (θερμογραφία υπερύθρου, γεωραντάρ, μικροσκοπία οπτικών ινών, ψηφιακή επεξεργασία εικόνας, μετρήσεις υπερηχοσκόπησης), καθώς και στις εργαστηριακές τεχνικές για τη διάγνωση της φθοράς (πετρογραφική μελέτη, ορυκτολογική μελέτη, ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης, υγρή χρωματογραφία, υπέρυθρη φασματοσκοπία μετασχηματισμού Fourier, υδατο-απορρόφηση, μέτρηση χαρακτηριστικών μικροδομής με ποροσιμετρία υδραργύρου, δοκιμές επιταχυνόμενης γήρανσης, θερμική ανάλυση).

Τα βασικά θέματα που τίγονται είναι τα ακόλουθα:

- Ατμοσφαιρική ρύπανση που ευθύνεται για τη φθορά της δομημένης πολιτιστικής κληρονομιάς (πηγές, μέτρα μείωσης των επιδράσεων, σύγχρονες τάσεις)
- Φυσικά συστατικά της ατμόσφαιρας, όπως το θαλασσινό άλας, που επιδρούν αρνητικά στην πολιτιστική κληρονομιάς (μηχανισμοί και πιθανά μέτρα πρόληψης)
- Αποτίμηση της αλληλεπίδρασης του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος με την πολιτιστική κληρονομιά (απλές δοκιμές για την αποτίμηση της ποιότητας του τοπικού περιβάλλοντος και την ανάλυση της επιφανειακής αλλοίωσης των δομικών λίθων και των άλλων εσωτερικών και εξωτερικών στοιχείων).
- Φαινόμενα φθοράς: ορισμός, ταξινόμηση, παράγοντες φθοράς, παθολογία μνημείων και μακροκλίμακα, περιβαλλοντική επίδραση και μικροκλίμακα
- Διαγνωστική μελέτη: τεκμηρίωση, μακροσκοπικές παρατηρήσεις επί τόπου για την κατάσταση των υλικών, μη καταστρεπτικές τεχνικές για την επί τόπου χαρτογράφηση της φθοράς, ταυτοποίηση των δομικών υλικών και μελέτη της προέλευσής τους, μελέτη της φθοράς στο εργαστήριο, παρακολούθηση κι έλεγχος των περιβαλλοντικών παραμέτρων, συσχέτιση ενδογενών και εξωγενών παραγόντων φθοράς στην κλίμακα του μνημείου, αποτίμηση των αιτίων και των μηχανισμών φθοράς, παραμετρική ανάλυση

– προσομοίωση των φαινομένων φθοράς στο εργαστήριο με δοκιμές επιταχυνόμενης γήρανσης, διαγνωστική μελέτη, μεθοδολογία αποτίμησης. Επιπρόσθετα, η θεματική ενότητα περιλαμβάνει ένα «αρχιτεκτονικό» κομμάτι, στο οποίο εισάγεται η αρχιτεκτονική έννοια της φθοράς. Οι μαθητές εστιάζουν στην αισθητική επίδραση της φθοράς, η οποία προκύπτει από την υποβάθμιση της αρχιτεκτονικής εικόνας του κτηρίου και από την ισορροπία μεταξύ της εικόνας και της φθοράς των υλικών και της δομής. Σχετίζεται με την επίδραση στη γεωμετρία και σε θέματα υλικών της αρχιτεκτονικής εικόνας λόγω της διαδικασίας φθοράς. Αναφορά γίνεται επίσης στην ιστορική μεταμόρφωση της εικόνας, όπως στην πάτινα του χρόνου και στη ρομαντική προσέγγιση των ερειπωμένων μνημείων.

▪ **Θεματική Ενότητα 4: Η διαδικασία της συντήρησης**

▪ **Θεματική Ενότητα 5: Παρακολούθηση και έλεγχος - διατήρηση**

Παρόλο που οι Ενότητες 4 και 5 είναι διακριτές, εξετάζεται η αντιμετώπιση τους ως ενιαία ενότητα με σκοπό την παροχή όσο το δυνατό πληρέστερης και ολοκληρωμένης εικόνας στους μαθητές. Η Θεματική Ενότητα 4 εισάγει τους μαθητές στις κύριες αρχές και δραστηριότητες της διαδικασίας συντήρησης, ξεκινώντας από την πρόληψη και προχωρώντας προς τις επεμβάσεις συντήρησης και τη διαδικασία παρακολούθησης και ελέγχου - διατήρησης (Θεματική Ενότητα 5).

Οι μαθητές πληροφορούνται σχετικά με τις διαθέσιμες επιλογές, την πληθώρα και τη διαφορετικότητα των καθηκόντων και των εργασιών που πρέπει να εκτελεστούν στις επεμβάσεις συντήρησης, καθώς και το γεγονός ότι οι εργασίες συντήρησης αφορούν σε κάτι πολύ περισσότερο από την αισθητική του κτηρίου. Αντιλαμβάνονται ότι η συντήρηση είναι μία περίπλοκη διαδικασία, όπου κάθε βήμα πρέπει προσεκτικά να σχεδιασθεί και να αποτιμηθεί.

Οι μαθητές είναι σε θέση να:

- εξηγούν τα βασικά βήματα που εμπλέκονται στη διαδικασία συντήρησης (δίνοντας έμφαση στην προληπτική και θεραπευτική συντήρηση)
- αντιληφθούν την έννοια της συμβατότητας, της αντοχής, της αναστρεψιμότητας
- αποτιμήσουν την αποτελεσματικότητα επεμβάσεων συντήρησης
- εξηγούν την ανάγκη παρακολούθησης, ελέγχου και διατήρησης.

Η θεματική ενότητα εδραιώνει τις αρχές που εισάγονται στις τρεις πρώτες θεματικές ενότητες και δίνει έμφαση όχι απλά στην επεμβατική ή στη θεραπευτική συντήρηση (άμεση επέμβαση), αποσυνδέει την αποκατάσταση ενός κτηρίου από την επαναφορά στην παλιά του δόξα, και εμπλέκει προληπτικά μέτρα (όπως για παράδειγμα αποφυγή επαφής με το νερό, περιορισμός της επίδρασης των επισκεπτών). Ασχολείται με την παρουσίαση των σταδίων που εμπλέκονται σε μία επέμβαση συντήρησης καθώς και στην περιγραφή της διεπιστημονικής ομάδας που απαιτείται. Εφαρμογή πραγματοποιείται στο εργαστήριο και σε επί τόπου εργασίες πεδίου. Εξετάζεται, επίσης, η αποτίμηση των επεμβάσεων συντήρησης και αποκατάστασης, μέσω θετικών και αρνητικών παραδειγμάτων.

Τα βασικά θέματα που τίγονται είναι τα ακόλουθα:

- «Πολύ περισσότερο από απλή ένωση κομματιών»: Η προσέγγιση της συντήρησης (από την ανάλυση των αιτιών φθοράς και το μετριάσμο της επίδρασής τους στις κατάλληλες θεραπείες), βασικοί ορισμοί (προληπτική και θεραπευτική συντήρηση, αποκατάσταση κ.λ.π.)
 - «Λαμβάνοντας αποφάσεις»: Τα βήματα που εμπλέκονται στη διαδικασία συντήρησης (πρόταση συντήρησης, θεραπευτικές επεμβάσεις, καθαρισμός, στερέωση κ.λ.π.), παρακολούθηση και έλεγχος - διατήρηση
 - «Φτιάχνοντας για να διαρκέσει»: Προληπτική συντήρηση - τρόποι αντιμετώπισης παραγόντων φθοράς με τη βοήθεια πρακτικών παραδειγμάτων
 - Στοχευμένες οδηγίες σύγχρονης συντήρησης (μέσω ανάληψης βιωματικών «καθηκόντων» προς διεκπεραίωση και δραστηριοτήτων επίλυσης προβλημάτων): συμβατότητα των υλικών συντήρησης με τα αυθεντικά δομικά υλικά, αναστρεψιμότητα, τεκμηρίωση των επεμβάσεων για μελλοντική αποτίμηση ή μελλοντικές επεμβάσεις, διαχωρισμός των επεμβάσεων από τα αυθεντικά υλικά και τη δομή
 - Αποτίμηση της αποτελεσματικότητας των επεμβάσεων συντήρησης με τη χρήση συγκεκριμένων τεστ (μεταβολή χρώματος, ανάλυση εικόνας, ανάλυση αλάτων των προϊόντων φθοράς)
 - «Πώς αλλάζουν οι αρχιτεκτονικές επιφάνειες»: Παρακολούθηση, έλεγχος και διατήρηση μετά την ολοκλήρωση των επεμβάσεων συντήρησης
- **Θεματική Ενότητα 6: Διαχείριση και χρήση**
- Η ενότητα εισάγει τους μαθητές στην έννοια της διαχείρισης και χρήσης της πολιτιστικής κληρονομιάς, στο στρατηγικό σχεδιασμό για την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς και στη σπουδαιότητα της συμμετοχής των πολιτών. Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να:
- γνωρίσουν τους στρατηγικούς άξονες για την αειφόρο ανάπτυξη και τη βελτίωση της πολιτιστικής ταυτότητας
 - μάθουν να προτείνουν την κατάλληλη μεθοδολογία σχετικά με το στρατηγικό σχεδιασμό για την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς
 - μάθουν σχετικά με τα θέματα ελέγχου ποιότητας και διαχείρισης των ιστορικών κτηρίων
 - γνωρίσουν τις βασικές αρχές προκειμένου η πολιτιστική κληρονομιά να διατηρηθεί ζωντανή
- Επιλεγμένες μελέτες περιπτώσεων βοηθούν στην καλύτερη κατανόηση των εννοιών από τους μαθητές, οι οποίες αφορούν σε:
- Προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς και ανάπτυξη του πολιτιστικού τουρισμού σε ιστορικά κέντρα πόλεων (παρουσίαση ιστορικών διαδρομών σε GIS εντός του σχεδίου πόλης)
 - Στρατηγικό σχεδιασμό επεμβάσεων συντήρησης σε ιστορικά κτήρια χρησιμοποιώντας ολοκληρωμένα πληροφοριακά συστήματα (Χαρτογράφηση υλικών με AutoCAD Mapping, χαρτογράφηση φθοράς με διαχείριση ψηφιακά επεξεργασμένων εικόνων και θερμογραφημάτων υπερύθρου, σχεδιασμός επεμβάσεων συντήρησης με διαχείριση αποτελεσμάτων με AutoCAD Mapping)

- Σχεδιασμό διατήρησης ως εργαλείο για αιεφόρες ιστορικές πόλεις (διαχείριση θερμογραφημάτων υπερύθρου με GIS για την αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων)
- Έλεγχο ποιότητας και διαχείριση επεμβάσεων συντήρησης (διαχείριση δομικών υλικών, προγενέστερων επεμβάσεων, αποτίμηση της τρέχουσας κατάστασης, δειγματοληψία, εφαρμογή μη καταστρεπτικών τεχνικών

Ενδεικτικά, η προτεινόμενη διάρκεια κάθε Θεματικής Ενότητας παρουσιάζεται στον ακόλουθο Πίνακα, ανάλογα εάν πρόκειται για σύντομο ή εκτεταμένο κύκλο μαθημάτων:

Θεματική Ενότητα	Εκτεταμένος κύκλος μαθημάτων (διάρκειας 60 ωρών)	Σύντομος κύκλος μαθημάτων (διάρκειας 30 ωρών)
Αξίες και ευαισθητοποίηση	4÷6	3÷4
Γνωρίζοντας τη δομημένη πολιτιστική κληρονομιά	13÷17	8÷10
Φθορά και περιβάλλον	10÷13	5÷7
Η διαδικασία συντήρησης	8÷10	5÷7
Παρακολούθηση και έλεγχος - διατήρηση	8÷10	5÷7
Διαχείριση και χρήση	4÷6	2÷4

Πίνακας 21: Προτεινόμενη διάρκεια Θεματικών Ενότητων σύντομου και εκτεταμένου κύκλου μαθημάτων

10.4. ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

10.4.1. Βασικά στοιχεία

Προκειμένου η μαθησιακή διαδικασία να είναι ενδιαφέρουσα και ελκυστική για τους μαθητές, ακολουθούνται τα εξής:

- η βασική ιδέα/σύλληψη/προβληματισμός τίθεται στους μαθητές κατά την έναρξη της εκπαιδευτικής διαδικασίας
- στις περιπτώσεις που αυτό είναι εφικτό, το θέμα συνδέεται με τη ζωή και την καθημερινότητα των μαθητών
- γίνεται χρήση σχετικών παραδειγμάτων και οπτικοποιήσεων (βίντεο, εικόνες, διαγράμματα κ.λ.π.). Ο μελέτες περιπτώσεων αποτελούν ένα ικανοποιητικό

πλαίσιο παρουσίασης ολοκληρωμένων παραδειγμάτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ποικίλες περιπτώσεις

- γίνεται συνδυασμός θεωρίας και πράξης. Σε όσες περιπτώσεις αυτό είναι εφικτό, οι μαθητές γεύονται βιωματική εμπειρία, δεδομένου ότι είναι καλύτερα να δει κάποιος κάτι παρά να του το διηγηθούν, και ακόμα καλύτερα να το φτιάξει μόνος του
- η οργάνωση αποτελεί κρίσιμο στοιχείο, καθώς ο μαθητής καλό είναι να γνωρίζει ανά πάσα στιγμή σε ποιο σημείο βρίσκεται και προς ποιο σημείο βαδίζει. Οι σχέσεις και οι συνδέσεις μεταξύ των διαφορετικών θεμάτων πρέπει να είναι ξεκάθαρες καθώς και ο ρόλος που διδάσκεται το καθετί
- η ενθάρρυνση των μαθητών να εκφράσουν ελεύθερα τις ιδέες τους, να μετέχουν ενεργά, να διατυπώνουν ερωτήματα χωρίς να φοβούνται για το αν θα είναι ορθό, είναι σημαντική.

Στον αντίποδα της απομνημόνευσης και του καταιγισμού των μαθητών με πληροφορίες, τίθεται η καλλιέργεια δεξιοτήτων κριτικής και δημιουργικής σκέψης, καθώς αυτές απορροφώνται και διατηρούνται, σε αντίθεση με τις πληροφορίες που τείνουν να ξεχαστούν όταν πλέον δε χρησιμοποιούνται.

Σημαντικό μέρος του χρόνου αφιερώνεται σε πρακτικές – βιωματικές εφαρμογές που εκτελούνται στις επιστημονικές επισκέψεις και στις επί τόπου ευφυείς εργασίες πεδίου. Οι δραστηριότητες αυτές περιλαμβάνουν την ανάληψη καθηκόντων και την επίλυση προβλημάτων από τους μαθητές, οι οποίοι δουλεύουν σε ομάδες για την παραγωγή συγκεκριμένων αποτελεσμάτων.

10.4.2. Διάρθρωση διδακτικής προσέγγισης

Στην προσπάθεια κάλυψης των αναγκών των μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, όπως αναδείχθηκαν κατά την ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης, κρίνεται σκόπιμη η ανάπτυξη υβριδικής διδακτικής προσέγγισης, συγκεράζοντας παραδοσιακές και σύγχρονες προσεγγίσεις διδασκαλίας και μάθησης.

Συγκεκριμένα, η υβριδική διδακτική προσέγγιση περιλαμβάνει:

- **Παραδοσιακές προσεγγίσεις διδασκαλίας:**
Αυτές αφορούν σε θεωρητικές διαλέξεις, ασκήσεις στην αίθουσα και ανάλυση μελετών περιπτώσεων, προκειμένου οι μαθητές να αποκτήσουν το απαιτούμενο θεωρητικό υπόβαθρο στα θέματα Προστασίας Μνημείων.
- **Σύγχρονες προσεγγίσεις μάθησης:**
Αυτές αφορούν σε μαθητο - κεντρικές μεθόδους που στόχο έχουν τη μετάβαση από την κλασική διδασκαλία στη μάθηση και την αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών μέσω της ενεργού συμμετοχής τους
 - **Βιωματική προσέγγιση:**
Οι μαθητές μετέχουν ενεργά και εκτελούν μόνοι τους υπό την καθοδήγηση των καθηγητών εργαστηριακές δραστηριότητες και επί όπου εργασίες πεδίου σε Μνημεία. Με τον τρόπο αυτό έχουν την

ευκαιρία να καταπιαστούν με τα συναφή θέματα που άπτονται του γνωστικού αντικείμενου της Προστασίας Μνημείων και να κατανοήσουν σε βάθος το θεωρητικό πλαίσιο που τα διέπει.

○ **Διεπιστημονική προσέγγιση:**

Προκειμένου οι μαθητές να έχουν ολιστική προσέγγιση των θεμάτων, επιλέγεται η διεπιστημονική προσέγγιση, κατά την οποία όλες οι βασικές έννοιες που αφορούν στην Προστασία Μνημείων συμπεριλαμβάνονται, και συγκεκριμένα:

- *Αξίες και ευαισθητοποίηση*
- *Γνωρίζοντας τη δομημένη πολιτιστική κληρονομιά*
- *Φθορά και περιβάλλον*
- *Η διαδικασία της συντήρησης*
- *Παρακολούθηση και έλεγχος - διατήρηση*
- *Διαχείριση και χρήση*

○ **Προέγγιση μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα:**

Η υβριδική διδακτική προσέγγιση περιλαμβάνει τη «συντηρητική» εισαγωγή της μεθόδου μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα. Στην αρχή κάθε εξεταζόμενης θεματικής ενότητας τίθεται ένας προβληματισμός στους μαθητές, ο οποίος «δανείζεται» στοιχεία από προβλήματα που συναντώνται στην πράξη στο χώρο της Προστασίας Μνημείων. Οι μαθητές, χωρίς να έχουν λάβει σχετικές γνώσεις ή πληροφορίες, καλούνται να μετάσχουν στην εκπαιδευτική διαδικασία και ατομικά ή σε συνεργασία μεταξύ τους καλούνται να διατυπώσουν τις απόψεις τους σχετικά με τον προβληματισμό που τίθεται. Ο προβληματισμός στόχο έχει να κεντρίσει το ενδιαφέρον των μαθητών, να τους ενεργοποιήσει, να τους βάλει σε διαδικασία δημιουργικής και κριτικής σκέψης. Δεδομένου ότι οι μαθητές δεν είναι εξοικειωμένοι με τη συγκεκριμένη μαθησιακή προσέγγιση ούτε διαθέτουν επιστημονικό υπόβαθρο σχετικό με το γνωστικό πεδίο της Προστασίας Μνημείων, επιλέγεται η εισαγωγή της μεθόδου μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα να πραγματοποιηθεί με αυτό τον συντηρητικό τρόπο. Για τους ίδιους λόγους ο προβληματισμός δεν έχει τη μορφή των προβλημάτων που τίθενται συνήθως προς επίλυση ως προς το βαθμό πολυπλοκότητας, αλλά θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως απλοποιημένο πρόβλημα που συναντάται στην πράξη.

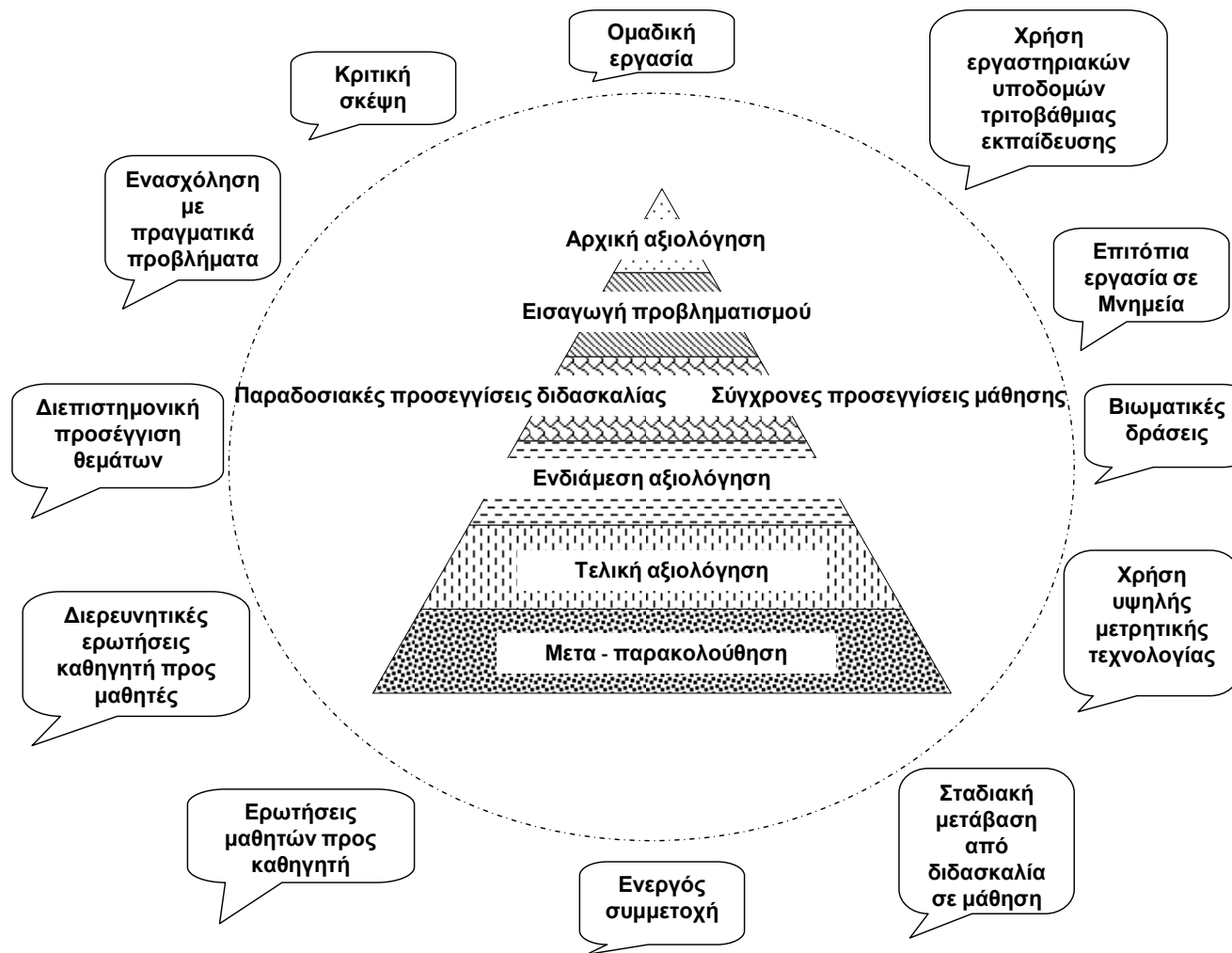
Η αντίδραση των μαθητών τροφοδοτεί την εκπαιδευτική διαδικασία δίνοντας το έναυσμα στον καθηγητή για διατύπωση διερευνητικών ερωτήσεων, αλλά και γεννώντας ερωτήματα και προβληματισμούς στους μαθητές. Επιπρόσθετα, ο προβληματισμός αποτελεί δείκτη της υπάρχουσας σχετικής γνώσης των μαθητών, αλλά και της ικανότητάς τους να ανταποκριθούν στην επίλυση προβλημάτων, τα οποία ωστόσο δεν παρουσιάζουν υψηλό βαθμό πολυπλοκότητας.



Σχήμα 61: Διάρθρωση υβριδικής διδακτικής προσέγγισης

Η αξιολόγηση αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της εκπαιδευτικής διαδικασίας και συντελείται σε αρχικό, ενδιάμεσο και τελικό στάδιο. Η αξιολόγηση και μετα – παρακολούθηση αφορά στον υπολογισμό του κέρδους των μαθητών αναφορικά με την αποκτηθείσα γνώση, καθώς και στην αξιολόγηση της συνολικής διαδικασίας, της μεθοδολογίας, των διδασκόντων, του εκπαιδευτικού υλικού, των χρησιμοποιούμενων μεθόδων.

Με βάση τα παραπάνω, η εκπαιδευτική μεθοδολογία λαμβάνει την ακόλουθη μορφή:



Σχήμα 62: Διάρθρωση της εκπαιδευτικής μεθοδολογίας

10.5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

- Ιστοσελίδα του μαθήματος «**Επιστήμη και Τεχνική Υλικών**» της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου:
http://www.chemeng.ntua.gr/the_course/Materials_Science_and_Engineering
- Ιστοσελίδα του μαθήματος «**Φθορά και Προστασία Υλικών**» της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου:
http://www.chemeng.ntua.gr/the_course/Materials_Decay_and_Protection
- Ιστοσελίδα του μαθήματος «**Δομικά Υλικά**» της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου:
http://www.chemeng.ntua.gr/the_course/Building_Materials
- Ιστοσελίδα του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Προστασία Μνημείων» - Β' Κατεύθυνση: «Υλικά και Επεμβάσεις Συντήρησης» του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου:
http://laertis.chemeng.ntua.gr/dpms_syvtnrnsn/
- Ιστοσελίδα του Προηγμένου Κύκλου Μαθημάτων Advanced Study Course ITECOM "Innovative Technologies and Materials for the Conservation of Monuments":
http://laertis.chemeng.ntua.gr/dpms_syvtnrnsn/itecom.htm
- Παμουκτσόγλου Ι. και Παμουκτσόγλου Α. (2006). Τα Παιδαγωγική του ΑΣΕΠ – Θεωρία και ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, Ελληνικά Γράμματα, ISBN13 9789604425587
- Περιστερής Θ. (2006). Ανάπτυξη και συγκρότηση έμπειρου συστήματος λήψης αποφάσεων για τη διαγνωστική μελέτη μνημείων και κτιρίων, Μεταπτυχιακή Εργασία, ΕΜΠ, ΔΠΜΣ «Προστασία Μνημείων», Κατεύθυνση «Υλικά και Επεμβάσεις Συντήρησης, Επιβλέπουσα Καθ. Α. Μοροπούλου

Ξενόγλωσση

- American Association for the Advancement of Science (1993). Benchmarks for Science Literacy, Oxford University Press, ISBN13: 9780195089868
- European Union (2012). Responsible Research and Innovation – Europe's ability to respond to societal challenges, European Commission, ISBN 978-92-79-25981-4
- Moropoulou A., Kouli M., Theoulakis P., Kourteli Ch., Zezza F. (1995). Digital Image Processing for the Environmental Impact Assessment on Architectural Surfaces, J. Environmental Chemistry and Technology, 1, pp. 23-32
- Moropoulou A., Tsiourva Th., Biscontin G., Bakolas A., Michailidis P., Zendri E. (1997). Evaluation of consolidation treatments of porous stones – Application on the Medieval City of Rhodes, 4th International Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean Basin, Conference Proceedings, edited by A. Moropoulou, F. Zezza, E. Kollias & I. Papachristodoulou, Publ. Technical Chamber of Greece, Rhodes, Vol. 3, pp. 239-256
- Moropoulou A., Bakolas A., Moundoulas P., Cakmak A.S. (1998). Compatible restoration mortars, preparation and evaluation for Hagia Sophia earthquake protection, PACT, J. European Study Group on Physical, Chemical, Biological and Mathematical Techniques Applied to Archaeology, 56, pp. 79-118
- Moropoulou A., Bakolas A., Moundoulas P., Cakmak A.S. (1999). Compatible restoration mortars for Hagia Sophia earthquake protection, Advances in

- Earthquake Engineering 4, Earthquake Resistant Engineering Structures, ed. G. Oliveto, C.A. Brebbia, Publ. Wessex Institute of Technology, pp. 521-531
- Moropoulou A., Kouli M., Avdelidis N.P. (2000). Infrared thermography as a NDT tool in the evaluation of materials & techniques for the protection of historic monuments, *Insight – Journal of the British Institute of NDT*, Vol 42, No 6, pp 379-383
 - Moropoulou A., Kouli M., Kourteli Ch., Theoulakis P. & Avdelidis N.P. (2001). Integrated methodology for measuring and monitoring salt decay in the Medieval City of Rhodes porous stone, *Journal of Mediterranean Archaeology & Archaeometry* 1(1): 57-68
 - Moropoulou A., Delegou E.T., Avdelidis N.P. & Kouli M. (2002). Assessment of cleaning conservation interventions on architectural surfaces using an integrated methodology, In P. Vandiver, M. Goodway, J.R Druzik & J.L Mass (eds.), *Materials Issues in Art and Archaeology VI*, 69-76. Pittsburgh: Materials Research Society
 - Moropoulou A., Chandakas B., Togkalidou T., Karoglou M., Padouvas E. (2003). A new methodology for quality control and monitoring of historic buildings: A tool for lifetime engineering, *Symposium Proceedings, 2nd International Symposium, ILCDES 2003, Integrated Life-time Engineering of Buildings and Civil Infrastructures*, Kuopio, Finland, pp.269-274
 - Moropoulou A., Konstanti A., Kokkinos Ch. (2006). Education and training in cultural heritage protection: the Greek experience, Conference and Brokerage Event “The construction aspects of built heritage protection, Dubrovnik, Croatia
 - Moropoulou A., Lampropoulou A., Konstanti A., Kiousi A. (2008). European master level education on protection of cultural heritage: national experiences and European perspectives, 8th EC Conference on Sustaining Europe’s Cultural Heritage, Ljubljana, Slovenia
 - Moropoulou A., Konstanti A. (2010). Master level education on protection of cultural heritage: national experiences and European perspectives, 5th International Conference on interdisciplinarity in education: new higher education programs”, Tallinn, Estonia
 - Moropoulou A., Konstanti A., Labropoulou A., Labropoulos K. (2013). Adoption of a project approach in engineering education for cultural heritage protection, PAEE’2013 5th International Symposium on Project Approaches in Engineering Education "Closing the Gap between University and Industry", Eindhoven, The Netherlands
 - UNESCO (1996). Έκθεση της διεθνούς επιτροπής για την εκπαίδευση στον 21ο αιώνα, υπό την προεδρία του Jacques Delors, Εκπαίδευση: Ο θησαυρός που κρύβει μέσα της, Εκδόσεις UNESCO, Παρίσι
 - Zoller U. (2004). Chemistry and Environmental Education, *Chemistry Education: Research and Practice*, 5 (2), 95-97

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

11.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Βάσει της αναπτυσσόμενης εκπαιδευτικής μεθοδολογίας και κάνοντας χρήση συναφούς εκπαιδευτικού υλικού, πραγματοποιήθηκε η υλοποίηση του εκπαιδευτικού πειράματος, διασυνδέοντας την τριτοβάθμια με τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση στο γνωστικό πεδίο της Προστασίας Μνημείων.

Η υλοποίηση του πειράματος πραγματοποιήθηκε με τη συμβολή του ευρω-μεσογειακού προγράμματος ELAICH “Educational linkage approach in cultural heritage”, με βασικό σκοπό τη διασύνδεση της νεολαίας με την πολιτιστική τους κληρονομιά. Το πρόγραμμα στόχευε στην ευαισθητοποίηση του κοινού και ειδικότερα της νεολαίας σχετικά με τη σπουδαιότητα της πολιτιστικής κληρονομιάς και την αναγκαιότητα συντήρησης, προστασίας και διατήρησής της. Βασικό μέσο για την επίτευξη των παραπάνω στόχων υπήρξε η διοργάνωση κύκλων μαθημάτων σύντομης και εκτεταμένης διάρκειας στις συμμετέχουσες χώρες της κοινοπραξίας στη Μεσόγειο.

Ως πιλότος οργανώθηκε στην Αθήνα ο Πειραματικός Κύκλος Μαθημάτων από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο με αποδέκτες 21 μαθητές της Β' Λυκείου με τίτλο «Εκπαιδευτική προσέγγιση στην πολιτιστική κληρονομιά» για το χρονικό διάστημα Νοεμβρίου 2009 - Φεβρουαρίου 2010 συνολικής διάρκειας 80 ακαδημαϊκών ωρών.

Στον συγκεκριμένο Κύκλο Μαθημάτων εφαρμόστηκε σε πειραματικό στάδιο η εκπαιδευτική μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της διατριβής, προκειμένου να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητά της, και εν συνεχεία να βελτιστοποιηθεί βάσει των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης. Παράλληλα, ο Πειραματικός Κύκλος Μαθημάτων αποτέλεσε τον πιλότο για τους επόμενους που ακολούθησαν στο πλαίσιο του προγράμματος ELAICH από τους υπόλοιπους εταίρους (Ισραήλ, Μάλτα, Ιταλία).

11.2. ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Η ομάδα - στόχος του Πειραματικού Κύκλου Μαθημάτων ήταν 21 μαθητές της Β' Λυκείου, προεχόμενοι από τα δημόσια σχολεία 1^{ου} Λυκείου Παπάγου, 1^{ου} Λυκείου Νέου Ψυχικού και 2^{ου} Λυκείου Χολαργού.

Τα βασικά κριτήρια επιλογής των συγκεκριμένων σχολείων ήταν τα ακόλουθα:

- Ήταν «ανοιχτά» σε καινοτόμες δραστηριότητες πέρα από τις ώρες του σχολείου, όπως προγράμματα περιβαλλοντικά, πολιτιστικά, αγωγής υγείας
- Είχαν εύκολη πρόσβαση στην Πολυτεχνειούπολη, όπου έλαβε χώρα η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων.

Οι μαθητές που επιλέχθηκαν να μετάσχουν στο πρόγραμμα:

- Εκδήλωσαν εθελοντικά το ενδιαφέρον τους να μετάσχουν στο σεμινάριο
- Είχαν τη σύμφωνη γνώμη των κηδεμόνων τους
- Είχαν καλή γνώση της αγγλικής γλώσσας, το οποίο ήταν προαπαιτούμενο για την παρακολούθηση του σεμιναρίου, καθώς καθηγητές από το Ισραήλ, το Βέλγιο, την Ιταλία και τη Μάλτα μετείχαν και παρέδιδαν στα αγγλικά.

11.3. ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΤΗΣ ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΜΕ ΤΗ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Παρόλο που σύγχρονες μέθοδοι διδασκαλίας έχουν αναπτυχθεί σήμερα, στην ελληνική σχολική πραγματικότητα συχνά γίνεται χρήση των παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας από τους εκπαιδευτικούς. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η εφαρμογή των σύγχρονων τάσεων αποτελεί μία χρονοβόρα διαδικασία, σχετική κουλτούρα του πομπού και του δέκτη, όπως και εξειδικευμένες γνώσεις και σχετικές εμπειρίες του εκπαιδευτικού.

Αναφορικά δε με το γνωστικό πεδίο της Προστασίας Μνημείων, οι καθηγητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης συνήθως δε διαθέτουν τις εξειδικευμένες γνώσεις για τη διεπιστημονική προσέγγιση του θέματος, η οποία απαιτείται για:

- *την αποτελεσματική και ολοκληρωμένη διδασκαλία του συγκεκριμένου πεδίου*
- *την επίτευξη της ευαισθητοποίησης των μαθητών σε θέματα προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς*
- *την επαρκή προσέλευση του ενδιαφέροντος και τον συναφή επαγγελματικό προσανατολισμό των μαθητών σε θέματα Προστασίας Μνημείων*
- *την επιτυχημένη κατεύθυνση και διεξαγωγή μιας συναφούς ερευνητικής εργασίας λαμβάνοντας υπ' όψιν το διεπιστημονικό χαρακτήρα του πεδίου.*

Η σύνδεση μεταξύ δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης αποκτά σήμερα καινούριο και ουσιαστικό χαρακτήρα, δεδομένης της μεταρρύθμισης του εκπαιδευτικού προγράμματος των σχολείων, της εισαγωγής του θεσμού των ερευνητικών εργασιών, της χρήσης τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών (Μοροπούλου, 2013).

Η μεταφορά γνώσεων και τεχνογνωσίας από το επίπεδο της τριτοβάθμιας στο επίπεδο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης αποτελεί σύγχρονη απαίτηση για τον εκσυγχρονισμό του εκπαιδευτικού συστήματος και βοηθά στη διασύνδεση της επιστήμης με την κοινωνία. Ειδικά στο γνωστικό πεδίο της Προστασίας Μνημείων (Μοροπούλου et al., 2006, 2008, 2013), (Μοροπούλου & Konstanti, 2010) η τριτοβάθμια εκπαίδευση σε διασύνδεση με τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση μπορεί να προσφέρει:

- την απαιτούμενη τεχνογνωσία και την εξειδικευμένη εμπειρία από τη διδασκαλία και την έρευνα στο συγκεκριμένο γνωστικό πεδίο, καθώς και την εφαρμογή σε πραγματικές περιπτώσεις και προβλήματα που συναντώνται στην πράξη στα Μνημεία

- τις εργαστηριακές υποδομές για την πρακτική εφαρμογή και την εμπέδωση της θεωρίας και τον απαιτούμενο εξοπλισμό για την εφαρμογή επί τόπου βιωματικής εκπαίδευσης των μαθητών μέσω ανοιχτών εργαστηρίων (μνημεία, εργοτάξια, βιομηχανία)
- τη γνώση σχετικά με τις δεξιότητες και τα εφόδια που πρέπει να διαθέτουν οι μελλοντικοί επαγγελματίες στο συγκεκριμένο επιστημονικό πεδίο προκειμένου να ανταποκριθούν στις σύγχρονες προκλήσεις
- τη γνώση των προβλημάτων που συναντώνται στην πράξη στα Μνημεία και των ολοκληρωμένων, αποτελεσματικών και συμβατών τρόπων επίλυσης των προβλημάτων, λαμβάνοντας υπ' όψιν την εθνική νομοθεσία, τις Διεθνείς Χάρτες Συντήρησης, ιστορικούς, κοινωνικούς, περιβαλλοντικούς παράγοντες κ.ά.

Επιπρόσθετα, η παρουσία των επαγγελματιών και εξειδικευμένων επιστημόνων της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, οι οποίοι γνωρίζουν σε βάθος τα προβλήματα που συναντώνται στην πράξη και μπορούν να κρίνουν εάν οι προτεινόμενες λύσεις στα προβλήματα μπορούν να θεωρηθούν εφικτές, συμβατές και αποτελεσματικές κρίνεται ιδιαίτερως σημαντική.

11.4. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ

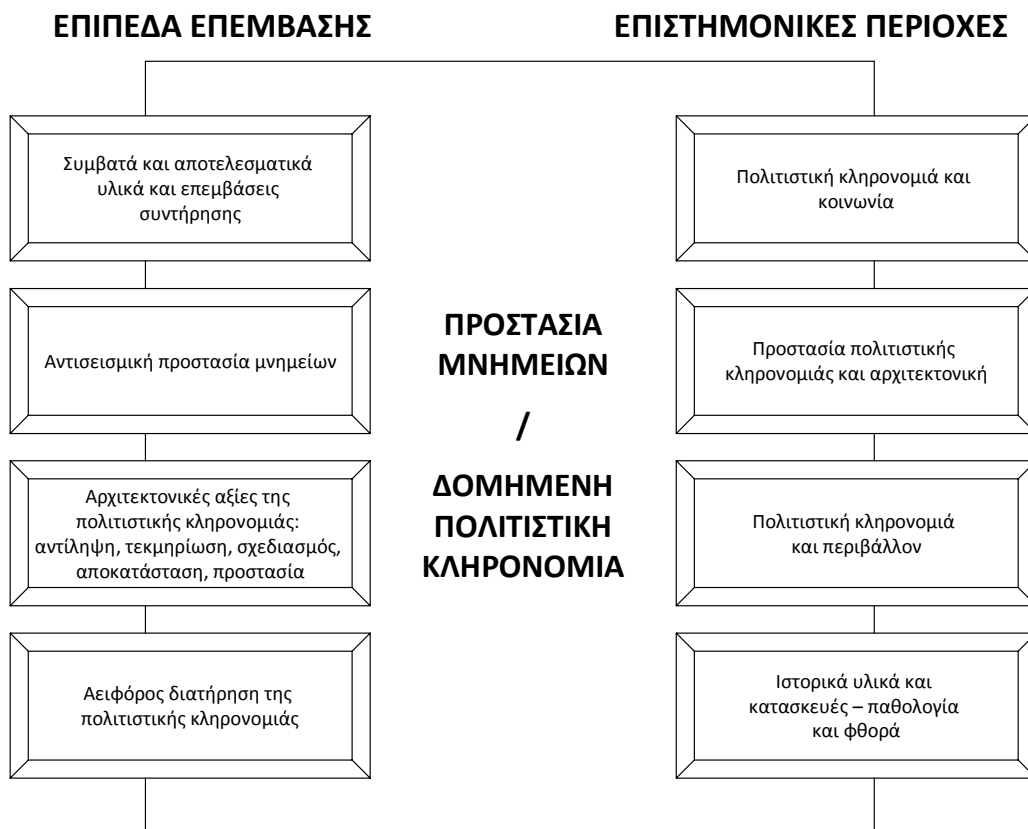
Η διάρθρωση του Πειραματικού Κύκλου Μαθημάτων βασίσθηκε στη δομή που αναπτύχθηκε για την εκπαιδευτική προσέγγιση της Προστασίας Μνημείων, η οποία ενσωματώνει τις **τέσσερεις επιστημονικές περιοχές** που συνδέονται με την πολιτιστική κληρονομιά:

- *Πολιτιστική κληρονομιά και κοινωνία*
- *Προστασία πολιτιστικής κληρονομιάς και αρχιτεκτονική*
- *Πολιτιστική κληρονομιά και περιβάλλον*
- *Ιστορικά υλικά και κατασκευές - παθολογία και φθορά*

και **τρία επίπεδα επεμβάσεων**:

- *Συμβατά και αποτελεσματικά υλικά και επεμβάσεις συντήρησης*
- *Αρχιτεκτονικές Αξίες της Πολιτιστικής Κληρονομιάς: Αντίληψη, Τεκμηρίωση, Σχεδιασμός, Αποκατάσταση, προστασία*
- *Αειφόρος Διατήρηση Πολιτιστικής Κληρονομιάς.*

Επιπρόσθετα, αναφορικά με τα επίπεδα επεμβάσεων, ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην **Αντισεισμική προστασία μνημείων**, η οποία επιλέχθηκε να εξετασθεί ξεχωριστά, δεδομένου του ιδιαίτερου ενδιαφέροντος που εμφανίζει για την περιοχή της Μεσογείου. Έτσι, προκύπτει το ακόλουθο σχήμα:



Σχήμα 63: Θεματική δομή Πειραματικού Κύκλου Μαθημάτων

Αναλυτικότερα, η κάθε ενότητα περιελάμβανε τα ακόλουθα θέματα:

- **Πολιτιστική κληρονομιά και κοινωνία**
 - Ενημέρωση των πολιτών και κοινωνική συμμετοχή για την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς
 - Η προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς ως μοχλός για την κοινωνικο – οικονομική και τουριστική ανάπτυξη
 - Συμβατότητα της ανάπτυξης με την ανάδειξη και προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς

- **Προστασία πολιτιστικής κληρονομιάς και αρχιτεκτονική**
 - Εισαγωγή – προστασία πολιτιστικής κληρονομιάς στην Ελλάδα
 - Αρχιτεκτονική ανάλυση και αποτίμηση
 - Προγράμματα συντήρησης και αποτίμηση επεμβάσεων συντήρησης
 - Προστασία ιστορικών πόλεων
 - Εκπαιδευτικός διάλογος μεταξύ μεταπτυχιακών φοιτητών του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Προστασία Μνημείων» και των μαθητών: παρουσίαση – ανάλυση συγκεκριμένων μνημείων και επισκόπηση των εφαρμοζόμενων επεμβάσεων

- **Πολιτιστική κληρονομιά και περιβάλλον**

- Η επίδραση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην πολιτιστική κληρονομιά
 - Παθολογία και τύποι φθοράς που επιδρούν στην πολιτιστική κληρονομιά
 - Τύποι φθοράς των δομικών υλικών στη Μεσαιωνική Πόλη της Ρόδου
 - Πρακτικές επιδείξεις
- **Ιστορικά υλικά και κατασκευές – παθολογία και φθορά**
 - Ιστορικά δομικά συστήματα – συμπεριφορά και τυπικές φθορές – βλάβες
 - Τύποι δομικών στοιχείων και επίδραση στη συμπεριφορά των ιστορικών κατασκευών
 - Ιστορικά υλικά: λίθοι, κεραμικά, κονιάματα
 - Ενόργανες και μη καταστρεπτικές μέθοδοι για την επί τόπου εξέταση ιστορικών κατασκευών
 - Τεχνικές για την επί τόπου διάγνωση
- **Συμβατά και αποτελεσματικά υλικά και επεμβάσεις συντήρησης**
 - Θέματα συντήρησης σε σχέση με αρχαιολογικούς τόπους στη Μάλτα
 - Πώς επιλέγονται τα υλικά συντήρησης
 - Πώς επιλέγονται οι επεμβάσεις συντήρησης
 - Εθνική Τράπεζα Ελλάδος - Πώς γίνεται ο καθαρισμός ενός ιστορικού κτηρίου
 - Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο - Πώς γίνεται ο καθαρισμός και η συντήρηση ενός μουσείου
- **Αντισεισμική προστασία μνημείων**
 - Αντίστροφη μηχανική προσέγγιση για την παραγωγή αποτελεσματικών υλικών αποκατάστασης
 - Ολοκληρωμένο πρόγραμμα για το σχεδιασμό και την παραγωγή υλικών αποκατάστασης για την αντισεισμική προστασία των μνημείων - Πώς αντιλαμβανόμαστε τα προβλήματα των υλικών & πώς τα αντιμετωπίζουμε
 - Αντισεισμική προστασία ιστορικών κατασκευών
 - Ο σεισμός στο εργαστήριο - σεισμική τράπεζα - δοκιμές και έλεγχος σεισμών
 - Σχεδιασμός και παραγωγή υλικών αποκατάστασης – επισκευής
- **Αρχιτεκτονικές αξίες της πολιτιστικής κληρονομιάς: αντίληψη, τεκμηρίωση, σχεδιασμός, αποκατάσταση, προστασία**
 - Αρχιτεκτονικές αξίες στη φθορά και στη συντήρηση
 - Τεχνικές ελεύθερου σχεδίου εξέταση ιστορικών μνημείων
 - Μάθημα επί τόπου για την ελεύθερη σύλληψη & σχεδίαση των φαινομένων φθοράς και παραδείγματα δομικών προβλημάτων στο Ιστορικό Κτήριο της Σχολής Αρχιτεκτόνων του ΕΜΠ στην Πατησίων
- **Αειφόρος διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς**

- Παρακολούθηση και έλεγχος επεμβάσεων συντήρησης
- Στρατηγικός σχεδιασμός για την αειφόρο διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς - Οι ιστορικές πόλεις ως ανοιχτά εργαστήρια έρευνας και εκπαίδευσης
- Διαχείριση αστικής και βιομηχανικής ρύπανσης και διατήρηση αρχαιολογικών χώρων (Ακρόπολη, Ελευσίνα)
- Χωροταξικός σχεδιασμός για την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς (Μεσαιωνική Πόλη της Ρόδου, Ενετικές Οχυρώσεις Ηρακλείου)
- Διαχείριση δεδομένων τεκμηρίωσης ιστορικών κτηρίων, πόλεων και τόπων πολιτιστικής κληρονομιάς με GIS

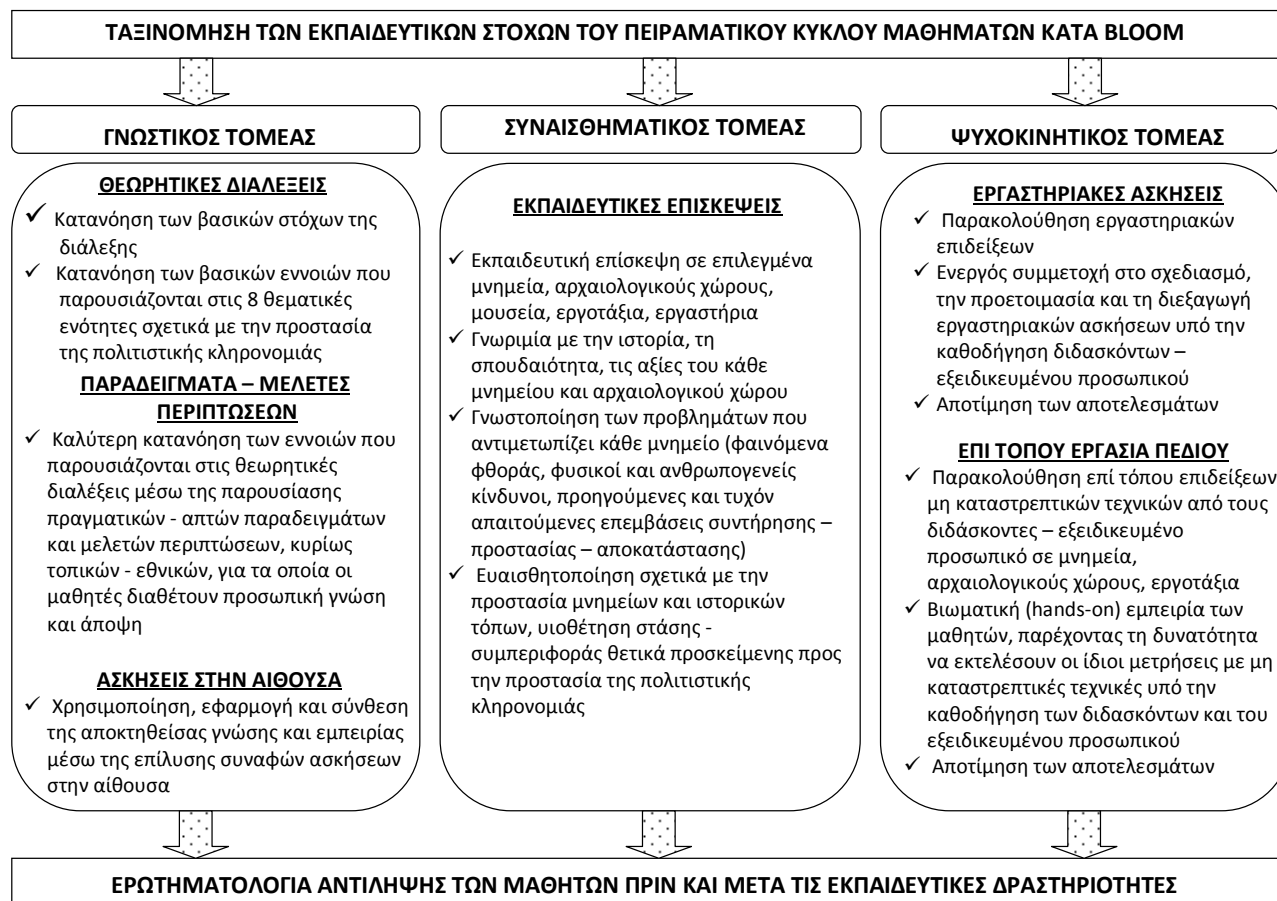
Ως διακριτή ενότητα πραγματοποιήθηκαν οι **επί τόπου εργασίες πεδίου** και οι **εκπαιδευτικές επισκέψεις**, οι οποίες περιελάμβαναν τα ακόλουθα:

- **Ακρόπολη – Μουσείο της Ακρόπολης**
 - Παρουσίαση του προγράμματος αποκατάστασης στα Προπύλαια και του Εργαστηρίου Συντήρησης & Αποκατάστασης Προπυλαίων
 - Παρουσίαση των εργασιών συντήρησης και αποκατάστασης των μνημείων & του Εργαστηρίου Συντήρησης της Υπηρεσίας Συντήρησης Μνημείων Ακρόπολης
 - Παρουσίαση των αρχών βάσει των οποίων σχεδιάστηκε το Μουσείο και οργανώθηκε η τοποθέτηση των εκθεμάτων. Περιήγηση στην ιστορία μέσω των αριστουργημάτων της αρχαϊκής και κλασικής περιόδου και των αρχαίων γειτονιών της Αθήνας
- **Αρχαιολογικός Χώρος Ελευσίνας – Μονή Δαφνίου**
 - Διαγνωστική μελέτη – εφαρμογή μη καταστρεπτικών τεχνικών
 - Ατμοσφαιρική ρύπανση και φθορά σε βιομηχανικό περιβάλλον
 - Αντισεισμική προστασία και συντήρηση ψηφιδωτών
- **Ίδρυμα Μείζονος Ελληνισμού**
 - Τρισδιάστατη αναπαράσταση της Αρχαίας Πόλης της Μιλήτου

Η ολοκλήρωση του Πειραματικού Κύκλου Μαθημάτων, η παρουσίαση των αποτελεσμάτων και η αποτίμησή του από τους διδάσκοντες και τους μαθητές που μετείχαν πραγματοποιήθηκε με τη διοργάνωση του **Ευρω – μεσογειακού διημέρου «Εκπαίδευση στην προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς για τους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης – ο ρόλος των Πολυτεχνείων, των Μηχανικών και της Βιομηχανίας»** που διοργανώθηκε στις 23 & 24 Φεβρουαρίου από το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, το Εμπορικό και Βιομηχανικό Επιμελητήριο Αθηνών στο πλαίσιο του προγράμματος ELAICH.

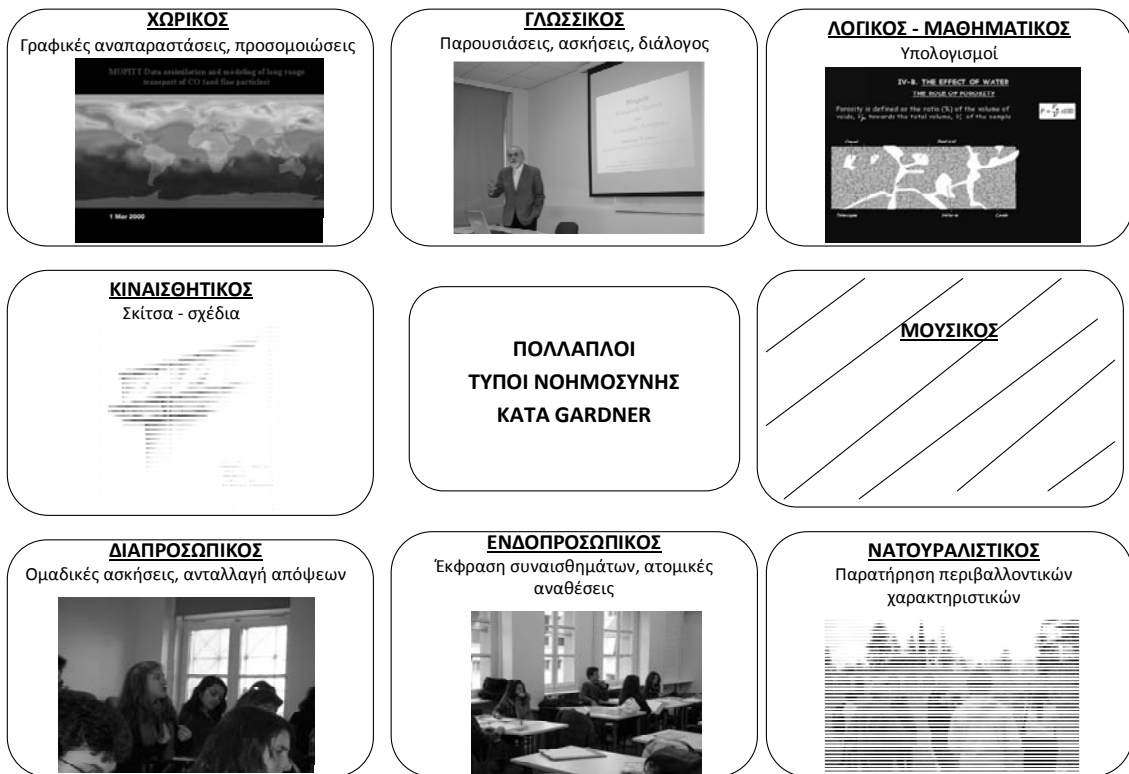
11.5. ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗ - ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ

Κατά την παιδαγωγική και διδακτική προσέγγιση του Πειραματικού Κύκλου Μαθημάτων ελήφθησαν υπ' όψιν οι στόχοι του Bloom:



Σχήμα 64: Εκπαιδευτικοί στόχοι του Πειραματικού Κύκλου Μαθημάτων κατά Bloom

Βασικό χαρακτηριστικό του Κύκλου Μαθημάτων υπήρξε η διεπιστημονική προσέγγιση του γνωστικού αντικείμενου και η επέκτασή του στους πολλαπλούς τύπους νοημοσύνης, σύμφωνα με τη θεωρία του Howard Gardner:



Σχήμα 65: Πολλαπλοί τύποι νοημοσύνης κατά Gardner στον Πειραματικό Κύκλο Μαθημάτων

Κατά την υλοποίηση του εκπαιδευτικού πειράματος εφαρμόστηκε η εκπαιδευτική μεθοδολογία που αναπτύχθηκε σε προγενέστερο στάδιο (Σχήμα 62). Σύμφωνα με τη μεθοδολογία αυτή, στην αρχή κάθε θεματικής ενότητας ο καθηγητής έθετε έναν προβληματισμό στους μαθητές, πραγματοποιώντας με τον τρόπο αυτό «συντηρητική» εισαγωγή της μεθόδου μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα. Η ανταπόκριση των μαθητών στον προβληματισμό τροφοδοτούσε την εκπαιδευτική διαδικασία, καθοδηγούσε τον καθηγητή για τη διατύπωση διερευνητικών ερωτήσεων και απεικόνιζε την αρχική γνώση των μαθητών πριν την έναρξη της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Ο προβληματισμός αφορούσε σε πραγματικές καταστάσεις που οι μαθητές δυνητικά καλούνται να αντιμετωπίσουν στην πράξη, στην καθημερινότητά τους ή στην επαγγελματική τους ζωή. Ο προβληματισμός ήταν διατυπωμένος με εύκολα αντιληπτό τρόπο, δεν εμφάνιζε υψηλό βαθμό πολυπλοκότητας, αλλά απαιτούσε διεπιστημονική προσέγγιση και χρήση κριτικής σκέψης για την αντιμετώπισή του.

Στόχος ήταν μέσω του προβληματισμού οι μαθητές να αντιληφθούν:

- Τις αξίες της πολιτιστικής κληρονομιάς και την περίπλοκη ισορροπία μεταξύ τους
- Τις πρωταρχικές αιτίες φθοράς και τους τύπους της φθοράς των δομικών υλικών που συναντώνται συχνότερα στα Μνημεία
- Τις βασικές αρχές σχετικά με τις τεχνικές μελέτης, διερεύνησης και διάγνωσης της φθοράς Μνημείων
- Τις βασικές αρχές, τις διαδικασίες, τα υλικά και τις τεχνολογίες συντήρησης της δομημένης πολιτιστικής κληρονομιάς

- Την έννοια, τη σπουδαιότητα και τις βασικές μεθόδους πρόληψης, παρακολούθησης και ελέγχου της φθοράς της πολιτιστικής κληρονομιάς
- Την έννοια, τη σπουδαιότητα και τους βασικούς τρόπους αειφόρου διατήρησης της δομημένης πολιτιστικής κληρονομιάς.

Επιπρόσθετα, εξειδικευμένο για την κάθε ενότητα ερωτηματολόγιο αντίληψης μοιραζόταν και συμπληρωνόταν από τους μαθητές, χωρίς την παροχή διευκρινίσεων από τον καθηγητή και πριν τη λήψη οποιασδήποτε σχετικής γνώσης. Οι μαθητές βασιζόταν για τις απαντήσεις τους στην πρότερη γνώση σε θέματα φυσικών ή / και ανθρωπιστικών επιστημών, καθώς και στη γενικότερη αντίληψη και γνώση για τα εξεταζόμενα θέματα.

Στη συνέχεια ο καθηγητής έθετε τους μαθησιακούς στόχους σε αλληλεπίδραση με τους μαθητές, υποβάλλοντας διερευνητικές ερωτήσεις στους μαθητές και λαμβάνοντας ερωτήματα που «γεννώνταν» από την αλληλεπίδραση αυτή. Με τον τρόπο αυτό, οι βασικές έννοιες αποσαφηνίζονταν και η αρχική γνώση των μαθητών εντοπιζόταν και τροφοδοτούνταν ανάλογα η εκπαιδευτική διαδικασία. Ο καθηγητής ενθάρρυνε τους μαθητές να μετάσχουν ενεργά και να θέσουν τα δικά τους ερωτήματα, προκειμένου να διαλευκάνουν ορισμένα σημεία για τα οποία αμφέβαλαν και η εκπαιδευτική διαδικασία τροφοδοτούνταν εκ νέου.

Ο καθηγητής προχωρούσε στη διδασκαλία με τη χρήση παραδοσιακών τεχνικών, και συγκεκριμένα παρουσίαζε τις βασικές έννοιες και το θεωρητικό πλαίσιο σε μορφή διάλεξης. Προκειμένου να κινήσει το ενδιαφέρον των μαθητών, να διερευνήσει τη γνώση τους στα θέματα αυτά και να τροφοδοτήσει την εκπαιδευτική διαδικασία, υπέβαλε συνεχώς διερευνητικές ερωτήσεις, οι οποίες «γεννούσαν» με τη σειρά τους ερωτήσεις από την πλευρά των μαθητών και οδηγούσαν σε δημιουργική αλληλεπίδραση πομπού και δέκτη. Επιπρόσθετα, ο καθηγητής ανέθετε στους μαθητές την επίλυση ασκήσεων στην αίθουσα, καθώς και συζητούσε και ανέλυε μαζί τους χαρακτηριστικές μελέτες περιπτώσεων.

Στη συνέχεια πραγματοποιούνταν χρήση της βιωματικής προσέγγισης, με τη βοήθεια σύγχρονων τεχνικών. Οι μαθητές είχαν την ευκαιρία να εκτελέσουν εργαστηριακές ασκήσεις κάνοντας χρήση των εργαστηριακών υποδομών της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, αλλά και βιομηχανικών φορέων, καθώς και επί τόπου εργασίες πεδίου σε επιλεγμένα Μνημεία κάνοντας χρήση σύγχρονων μη καταστρεπτικών τεχνικών υπό την καθοδήγηση του Ερευνητικού προσωπικού του ΕΜΠ και έχοντας διδαχθεί προηγουμένως τις βασικές αρχές των μεθόδων και της λειτουργίας των οργάνων. Συγκεκριμένα, οι μαθητές είχαν τη δυνατότητα να πειραματιστούν πάνω σε εργασία πεδίου και σε εργαστηριακή κλίμακα (Εργαστήριο Επιστήμης και Τεχνικής των υλικών ΕΜΠ, Εργαστήριο Οπλισμένου Σκυροδέματος ΕΜΠ, Εργαστήριο Αντισεισμικής Τεχνολογίας ΕΜΠ), σε βιομηχανική κλίμακα (ΑΕ Τσιμέντων ΤΙΤΑΝ) και σε κλίμακα μνημείου (Ακρόπολη, Τάφος Αχαρνών, Μονή Δαφνίου, Αρχαιολογικός χώρος Ελευσίνας).

Έγινε χρήση της υβριδικής διδακτικής προσέγγισης που αναπτύχθηκε σε προγενέστερο στάδιο (Σχήμα 61) και συγκεκριμένα συνδυάστηκαν:

- Θεωρητικές διαλέξεις (22,5% της συνολικής διάρκειας) για τις θεματικές ενότητες του Κύκλου Μαθημάτων

- Ασκήσεις στην αίθουσα, παραδείγματα και μελέτες περιπτώσεων (13,75% της συνολικής διάρκειας) για την επίτευξη καλύτερης κατανόησης και εμπέδωσης των παρουσιαζόμενων εννοιών στις θεωρητικές διαλέξεις
- Εργαστηριακές ασκήσεις (7,5% της συνολικής διάρκειας), δίνοντας την ευκαιρία στους μαθητές να εκτελέσουν οι ίδιοι πειράματα υπό την επίβλεψη των καθηγητών
- Επί τόπου εργασία πεδίου – εκπαιδευτικές επισκέψεις (37,5% της συνολικής διάρκειας) σε μνημεία, αρχαιολογικούς χώρους, μουσεία, εργοτάξια, βιομηχανία
- Ερωτηματολόγια (18,75% της συνολικής διάρκειας) αντίληψης των μαθητών πριν και μετά τη διεξαγωγή των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων.

Στο τέλος της θεματικής ενότητας οι μαθητές καλούνταν να απαντήσουν εκ νέου στο αρχικό ερωτηματολόγιο αντίληψης, έχοντας αποκτήσει πλέον θεωρητικές αλλά και πρακτικές γνώσεις πάνω στα συγκεκριμένα θεματικά αντικείμενα.

Η αξιολόγηση (αρχική, ενδιάμεση, τελική) αποτελούσε αναπόσπαστο κομμάτι της εκπαιδευτικής διαδικασίας, το οποίο την τροφοδοτούσε από την αρχή μέχρι το τέλος και αφορούσε την αρχική και την αποκτηθείσα γνώση των μαθητών, την αξιολόγηση της εκπαιδευτικής διαδικασίας, της ακολουθούμενης εκπαιδευτικής μεθοδολογίας, των διδασκόντων, των μέσων που χρησιμοποιήθηκαν, της προσέλευσης του ενδιαφέροντος των μαθητών και της πιθανότητας συναφούς επαγγελματικού προσανατολισμού στο μέλλον.

Η διεπιστημονικότητα ήταν ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της ακολουθούμενης μεθοδολογίας, η οποία εκφράζεται με τη συνεργασία του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου (Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Πολιτικών Μηχανικών, Χημικών Μηχανικών, Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών), του Υπουργείου Πολιτισμού και Τουρισμού, τη βιομηχανία (ΑΕ Τσιμέντων ΤΙΤΑΝ), χώρους πολυμέσων και ηλεκτρονικής αναπαράστασης μνημείων και τόπων (Ίδρυμα Μείζονος Ελληνισμού) για την υλοποίηση του Πειραματικού Κύκλου Μαθημάτων.

Ακολουθεί επιλεκτική παράθεση βασικών στοιχείων που αφορούν στη διδασκαλία και στην εφαρμοζόμενη μεθοδολογία επιμέρους Θεματικών Ενοτήτων στο πλαίσιο υλοποίησης του Πειραματικού Κύκλου Μαθημάτων.

11.6. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗ ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ «ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΑ» - «ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ»

Σκοπός της θεματικής ενότητας είναι οι μαθητές να έρθουν σε μια πρώτη επαφή με την έννοια της πολιτιστικής κληρονομιάς και να εισαχθούν σε βασικές έννοιες, όπως:

- να κατανοήσουν τι είναι και τι περιλαμβάνει η πολιτιστική κληρονομιά
- για ποιο λόγο είναι επιβεβλημένη η διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς
- ποιες αξίες διέπουν την πολιτιστική κληρονομιά και συμβάλλουν στην σπουδαιότητά της
- να κατανοήσουν και να διαχωρίσουν την έννοια της διατήρησης, της συντήρησης, της προστασίας και της ανάδειξης της πολιτιστικής κληρονομιάς
- να αντιληφθούν τις βασικές αρχές που διέπουν τη συντήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς (Διεθνείς Χάρτες Συντήρησης, Διεθνείς Συμβάσεις).

Επιπρόσθετα, σκοπός της ενότητας είναι οι μαθητές να αντιληφθούν τη σχέση κοινωνίας και πολιτιστικής κληρονομιάς, την αναγκαιότητα συνυπολογισμού διαφόρων παραμέτρων (όπως κοινωνικο - οικονομικών, ιστορικών κ.λ.π.) για την πολιτιστική κληρονομιά, καθώς και τη σπουδαιότητα της κοινωνικής ευαισθητοποίησης και της κοινωνικής συμμετοχής.

Δεδομένου ότι η ενότητα «Αξίες και ευαισθητοποίηση» είναι η εισαγωγική, δεν κρίνεται σκόπιμη η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου αντίληψης από τους μαθητές έτσι ώστε να μην εισαχθούν στην εκπαιδευτική διαδικασία με τη μορφή της αξιολόγησης. Αντ' αυτού επιλέγεται να εισαχθεί ένας αρχικός προβληματισμός στους μαθητές και ερωτήσεις μέσω των οποίων πραγματοποιείται αρχική διερεύνηση της συναφούς γνώσης των μαθητών στα βασικά θέματα που διέπουν την πολιτιστική κληρονομιά.

Ο προβληματισμός που τίθεται έχει την ακόλουθη μορφή (Μαΐστρου, 2009):



Οι μαθητές ενεργοποιούνται και αρχίζουν να καταγράφουν κατηγορίες «πραγμάτων» που θεωρούν ότι εντάσσονται στην πολιτιστική κληρονομιά. Κάθε μαθητής που επιθυμεί παίρνει το λόγο, μοιράζεται τις σκέψεις του με τους συμμαθητές του και τον διδάσκοντα, οι υπόλοιποι μαθητές συμπληρώνουν και ο καθηγητής υποδεικνύει εάν οι συλλογισμοί των μαθητών προάγουν την εκπαιδευτική διαδικασία προς την ορθή κατεύθυνση και εάν αντιλαμβάνονται σωστά τον όρο της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Ο καθηγητής ζητά από τους μαθητές να αναφερθούν σε συγκεκριμένα παραδείγματα που συνθέτουν την πολιτιστική κληρονομιά, για παράδειγμα αρχαιολογικούς τόπους ή ιστορικά κτήρια που έχουν επισκεφθεί με το σχολείο ή με την οικογένειά τους.

Στη συνέχεια, ο καθηγητής μοιράζει στους μαθητές μία δική του καταγραφή των κατηγοριών που συγκροτούν την πολιτιστική κληρονομιά, προκαλώντας εκ νέου τη συζήτηση. Οι μαθητές διαπιστώνουν εάν οι κατηγορίες που κατέγραψαν μόνοι τους περιλαμβάνονται, εάν παρέλειψαν κάποιες από αυτές, εάν κατέγραψαν επιπλέον ορθές πληροφορίες που δεν περιλαμβάνονται στη λίστα του καθηγητή:

Τι συγκροτεί την πολιτιστική κληρονομιά

- Αρχαιολογικοί τόποι
- Φυσικά στοιχεία
- Ιστορικά κτήρια
- Ιστορικά σύνολα (τμήματα πόλεων και οικισμοί)
- Οχυρώσεις
- Παραδοσιακή αρχιτεκτονική (αγροτικά κτίσματα κ.λ.π.)
- Θρησκευτικά κτήρια
- Ταφικά μνημεία
- Βιομηχανική κληρονομιά
- Πάρκα και κήποι
- Νεότερη αρχιτεκτονική κληρονομιά
- Μουσειακές συλλογές και έργα τέχνης (τοιχογραφίες, γλυπτά, έπιπλα)
- Άυλη κληρονομιά (παραδόσεις, έθιμα, πανηγύρια, χοροί, τραγούδια κ.λ.π.)

Η διαδικασία τροφοδοτείται με τη βοήθεια πλούσιου οπτικού υλικού, που περιλαμβάνει χαρακτηριστικά παραδείγματα της πολιτιστικής κληρονομιάς:



Αρχαιολογικός χώρος - Αθήνα



Θρησκευτικό κτήριο - Βυζαντινή αρχιτεκτονική



Νεοκλασικισμός



Ιστορική πόλη - Ναύπλιο



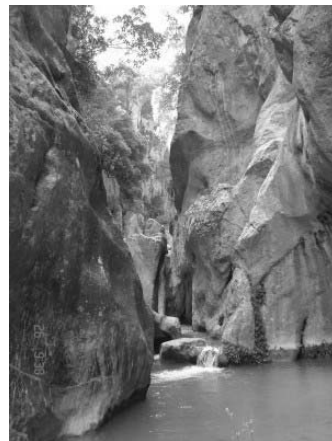
Παραδοσιακός οικισμός



Οχυρώσεις - Αστυπάλαια



Μοντέρνο κίνημα – νεότερη κληρονομιά



Φυσικά στοιχεία

Μαΐστρου, 2009

Κατά την παρουσίαση των παραδειγμάτων, οι μαθητές διατυπώνουν ερωτήσεις, σχολιάζουν και συνειρμικά οδηγούνται σε παραδείγματα που οι ίδιοι έχουν επισκεφθεί ή έχουν διαβάσει σχετικά.

Στη συνέχεια τίγεται το θέμα των αξιών που διέπουν την πολιτιστική κληρονομιά. Ο καθηγητής θέτει τον ακόλουθο προβληματισμό στους μαθητές (*Μαΐστρου, 2009*):



Οι μαθητές ενεργοποιούνται και αρχίζουν να καταγράφουν κατηγορίες αξιών που θεωρούν ότι διέπουν την πολιτιστική κληρονομιά. Κάθε μαθητής που επιθυμεί παίρνει το λόγο, μοιράζεται τις σκέψεις του με τους συμμαθητές του και τον διδάσκοντα, οι υπόλοιποι μαθητές συμπληρώνουν και ο καθηγητής υποδεικνύει εάν οι συλλογισμοί των μαθητών προάγουν την εκπαιδευτική διαδικασία προς την ορθή κατεύθυνση και εάν αντιλαμβάνονται σωστά τον όρο των αξιών της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Ο καθηγητής ζητά από τους μαθητές να αναφερθούν σε συγκεκριμένα παραδείγματα πολιτιστικής κληρονομιάς, υποδεικνύοντας τις αξίες που θεωρούν ότι αυτά αντιπροσωπεύουν.

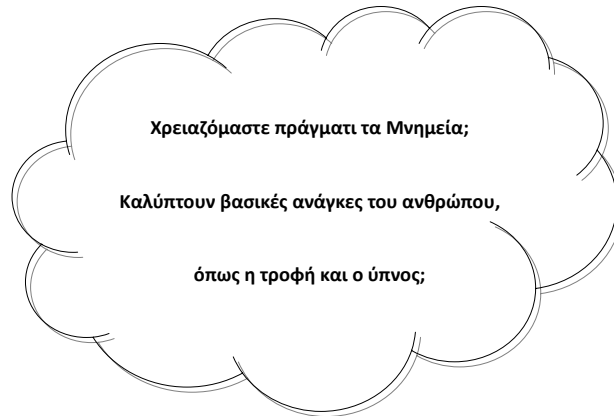
Στη συνέχεια, ο καθηγητής μοιράζει στους μαθητές την ακόλουθη καταγραφή αξιών προκαλώντας εκ νέου τη συζήτηση. Οι μαθητές διαπιστώνουν εάν οι κατηγορίες που κατέγραψαν μόνοι τους περιλαμβάνονται, εάν παρέλειψαν κάποιες από αυτές, εάν κατέγραψαν επιπλέον ορθές πληροφορίες που δεν περιλαμβάνονται στη λίστα του καθηγητή:

Οι αξίες της πολιτιστικής κληρονομιάς

- Ιστορική σημασία, διατήρηση συλλογικής μνήμης
- Διατήρηση και ανάδειξη της πολιτιστικής ταυτότητας
- Αισθητική – καλλιτεχνική αξία
- Οικονομική αξία
- Ποιότητα ζωής (σε ιστορικά κτήρια και σύνολα)

Στη συνέχεια θίγεται το θέμα της κοινωνικής σημασίας των Μνημείων και της σπουδαιότητας της ενημέρωσης και της κοινωνικής συμμετοχής των πολιτών για την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς. Σκοπός της επιμέρους αυτής ενότητας είναι οι μαθητές να κατανοήσουν ότι η προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς αποτελεί μοχλό για την κοινωνικο - οικονομική και τουριστική ανάπτυξη, καθώς και ότι υπάρχει συμβατότητα της ανάπτυξης με την ανάδειξη και προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Ο καθηγητής θέτει τον ακόλουθο προβληματισμό στους μαθητές (Τάσιος, 2009):



Οι μαθητές ενεργοποιούνται να μετάσχουν στην εκπαιδευτική διαδικασία διατυπώνοντας τις απόψεις τους σχετικά με την αναγκαιότητα και τη σπουδαιότητα των Μνημείων. Από τη συζήτηση που προκαλείται, προκύπτει το συμπέρασμα ότι τα Μνημεία απαντούν στην εσωτερική, βιολογική ανάγκη του ανθρώπου, η οποία παραμένει αμετάβλητη με την πάροδο του χρόνου, και συνδέεται με την ανάγκη για την ομορφιά, το βιοποικιλότητα, την επαφή με τη φύση. Οι άνθρωποι που παραγνωρίζουν την πραγματικότητα αυτή και απομακρύνονται από το φυσικό περιβάλλον, τίθενται ενάντια στην εσωτερική αυτή ανάγκη, με αποτέλεσμα να πλήττονται από διάφορες ασθένειες. Η αντίληψη δε ότι τα Μνημεία είναι απλά όμορφα «πράγματα» χαρακτηρίζεται ρηχή, καθώς τα Μνημεία εκπροσωπούν διάφορες αξίες, οι οποίες καλύπτουν σημαντικές ανάγκες του ανθρώπου.

Ο καθηγητής σε συνεργασία με τους μαθητές αναφέρεται στα ακόλουθα:

- Μνημεία ιδιαίτερου φυσικού κάλλους: Καλύπτουν την εσωτερική ανάγκη του ανθρώπου για επαφή με τη φύση. Ο άνθρωπος εμφανίζει λειτουργική ανάγκη για τη φύση και εναρμονίζεται με το κάλλος των φυσικών αγαθών.
- Μνημεία υψηλής ιστορικής αξίας: Αντιπροσωπεύουν τη συλλογική ιστορία της παγκόσμιας και της τοπικής κοινωνίας. Ο άνθρωπος από τις σπηλιές σχημάτισε ομάδες και σταδιακά έθνη και έχει ανάγκη τα σύμβολα προκειμένου να εκφράσει αυτή του τη συλλογικότητα. Ο άνθρωπος έχει την ανάγκη ανάμνησης της συλλογικής ιστορίας, ανάγκη των συμβόλων της συλλογικότητάς του, ανάγκη της μνήμης του παρελθόντος, ανάγκη από γνώσεις και παραδείγματα. Επιπρόσθετα, ο άνθρωπος έχει ανάγκη επιβεβαίωσης μέσα από τα μάτια των άλλων, διαφορετικά κλείνεται στον εαυτό του και κινδυνεύει από «αυτισμό».
- Μνημεία υψηλής αισθητικής αξίας: Ικανοποιούν την ανάγκη του ανθρώπου να δει, να νιώσει, να θαυμάσει το ωραίο. Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να παραβλέπεται η αισθητική αξία των μνημείων, καθώς η θέασή τους αποτελεί όργανο ψυχικής απελευθέρωσης. Η ανάγκη αυτή μπορεί να ορισθεί ως ανάγκη για έκφραση γενικότερα, καθώς μπορεί να περιλαμβάνει όχι μόνο κάτι καλαίσθητο, αλλά και κάτι άσχημο που μπορεί να προκαλέσει αποστροφή στον θεατή.
- Αναφορικά με την προστασία και τη διάδοση των παραδόσεων, η επέκταση της έννοιας του μνημείου από τα μεγάλα αντικείμενα προς τις παραδοσιακές μεθόδους και τα χρηστικά αντικείμενα του παρελθόντος δεν

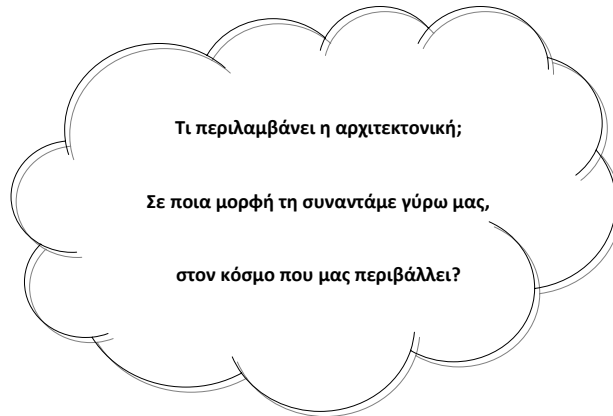
είναι γενική, ωστόσο συμβάλλουν και αυτά στη συγκρότηση μιας διαχρονικής κοινωνικής συνοχής, την οποία έχουμε ανάγκη.

- Υποστήριξη της τοπικής κοινωνίας χάρη στην προβολή των τοπικών Μνημείων: είναι υποχρέωση και δικαίωμα των τοπικών κοινωνιών να προβάλλουν τα μνημεία της περιοχής τους και για την αύξηση των εισοδημάτων της περιοχής, με τη μεγάλη ένσταση ότι η προκληθείσα «φθορά» του μνημείου θα είναι ανεκτή
- Νέες χρήσεις των Μνημείων εμφανίζονται σήμερα, όπως κατοικίες ιστορικού κέντρου, πνευματικά κέντρα, γραφεία υπηρεσιών κουλτούρας κ.λ.π.
- Όλες οι ανάγκες, ατομικές και κοινωνικές, που υπηρετούνται από τη «λειτουργία» των Μνημείων, έχουν μεγάλη σημασία για τον σύγχρονο άνθρωπο. Προσφέρουν, δε, και χειροπιαστές ικανοποιήσεις, όπως διασκέδαση, αύξηση εισοδημάτων χάρις στην τουριστική βιομηχανία κ.ά.
- Προβλήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν μεταξύ άλλων αποτελούν οι «άνθρωποι» που βρωμίζουν αγάλματα και προσόψεις ιστορικών κτηρίων, οι αρχαιολογικές - και γενικότερα συναφείς με την προστασία Μνημείων – υπηρεσίες που είναι υποστελεχωμένες, η έλλειψη της προβολής του συνόλου των αξιών των Μνημείων και της σπουδαιότητάς τους για την κοινωνία από τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης.

Η εκπαιδευτική διαδικασία γεννά ερωτήματα στους μαθητές, όπως:

- Στον όρο "Μνημείο" περιλαμβάνεται μόνο κάτι που βλέπουμε ή μπορεί να είναι και η γνώση κάποιου «πράγματος» που υπήρχε;
- Στη σημερινή εποχή δημιουργούνται «Μνημεία» τα οποία μπορεί, ενδεχομένως, σε επόμενες εποχές να θεωρούνται εξίσου σημαντικά με τα δικά μας σημερινά αρχαία. Δεδομένου ότι είπατε ότι σήμερα παρατηρείται μία πνευματική στασιμότητα, βάζετε κάποιο χρονικό περιορισμό ή όριο μέχρι ένα σύγχρονο δημιούργημα να θεωρηθεί Μνημείο Πολιτιστικής Κληρονομιάς;
- Εάν παύει να υπάρχει πρόσβαση σε ένα Μνημείο στο ευρύ κοινό, αυτό τότε δεν παύει να αποτελεί φορέα Μνήμης, καθώς δεν εκπληρώνει τη συνολική του διαδρομή;
- Είπατε ότι ένας άνθρωπος νοιώθει χαρά όταν εκτελεί μία συγκεκριμένη πράξη, μήπως μπαίνει μία ακόμη παράμετρος, όχι μόνο της ικανοποίησης μέσω της πράξεως αυτής αλλά και η αναγνώριση που λαμβάνει μέσω αυτής;
- Σε ένα κτήριο πολιτιστικής αξίας είναι υποχρεωμένος από το Κράτος ο σύγχρονος ιδιοκτήτης να εκτελέσει επεμβάσεις συντήρησης;
- Στα διατηρητέα κτήρια υπάρχει κρατική οικονομική υποστήριξη από δημόσιο φορέα αναφορικά με τις δαπάνες μέριμνας και συντήρησης ;
- Με ποιους τρόπους συνάδουν μοντέρνες ανέσεις (τηλεόραση, θέρμανση, τουαλέτα, κλιματισμός κλπ) σε διατηρητέα σπίτια και οικισμούς όπου δεν επιτρέπονται τροποποιήσεις και προσθήκες ή αλλοιώσεις;

Στο επόμενο τμήμα της θεματικής ενότητας δίνεται έμφαση στο θέμα της αρχιτεκτονικής και των αξιών που διέπουν την πολιτιστική κληρονομιά. Ο καθηγητής εισαγάγει τους μαθητές στην έννοια της αρχιτεκτονικής μέσω του αρχικού προβληματισμού (*Lobonikov, 2010*):



Οι μαθητές ενεργοποιούνται να μετάσχουν στην εκπαιδευτική διαδικασία και παραθέτουν παραδείγματα αρχιτεκτονικής, προσπαθώντας να αποσαφηνίσουν την έννοια και τι αυτή περιλαμβάνει.

Ο καθηγητής παρέχει σχετικό οπτικό υλικό, το οποίο τροφοδοτεί εκ νέου τη διαδικασία, παρουσιάζοντας στους μαθητές ότι η αρχιτεκτονική βρίσκεται παντού γύρω μας:

Η αρχιτεκτονική βρίσκεται παντού γύρω μας





Άμστερνταμ



Ρόδος



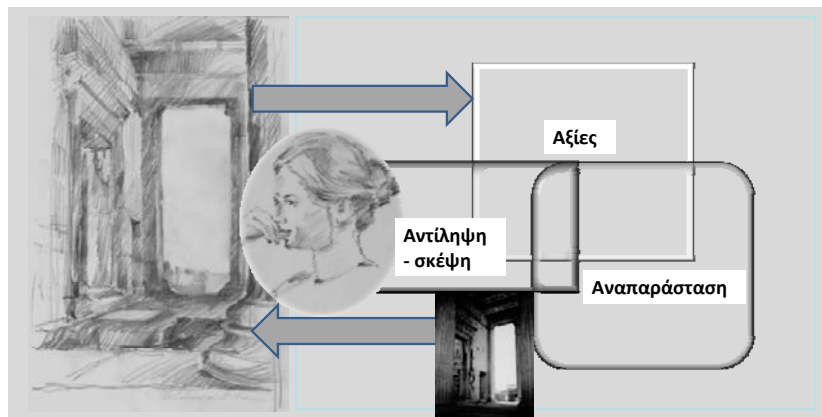
Ακρόπολη



Χάλκη

Lobonikov, 2010

Προκειμένου οι μαθητές να αντιληφθούν το συνδυασμό των αξιών, της αντίληψης και της αναπαράστασης, ο καθηγητής θέτει προς συζήτηση το ακόλουθο σχήμα (*Lobonikov, 2010*):



Οι μαθητές, σε συνεργασία με τον καθηγητή, καταρτίζουν λίστα στην οποία καταγράφουν τις αξίες που θεωρούν ότι διέπουν τα Μνημεία:

Αξίες που διέπουν την πολιτιστική κληρονομιά

- Αισθητικές
- Αρχιτεκτονικές
- Τεχνολογικές
- Αρχαιολογικές
- Ιστορικές
- Πολιτικές
- Θρησκευτικές
- Κοινωνικές
- ...

Με τη βοήθεια οπτικού υλικού, οι αξίες αυτές γίνονται πιο κατανοητές και αντιστοιχίζονται σε συγκεκριμένα παραδείγματα:



Αισθητική, αρχιτεκτονική, ιστορική αξία



Αισθητική, αρχιτεκτονική, τεχνολογική, αρχαιολογική, ιστορική, πολιτική, θρησκευτική, κοινωνική αξία

Lobovikon, 2010

Στη συνέχεια τίθεται το θέμα των αξιών της πολιτιστικής κληρονομιάς σε σχέση με τη φθορά (*Lobovikon, 2010*). Τα δομικά υλικά που επιλέγονται υφίστανται φθορά, η οποία έχει αντίκτυπο στις αξίες του Μνημείου:



Ασβεστόλιθος, Rockefeller Museum,
Ιερουσαλήμ



Ψαμμίτης, Acre, Ισραήλ



Ψαμμίτης, Lecce, Ιταλία

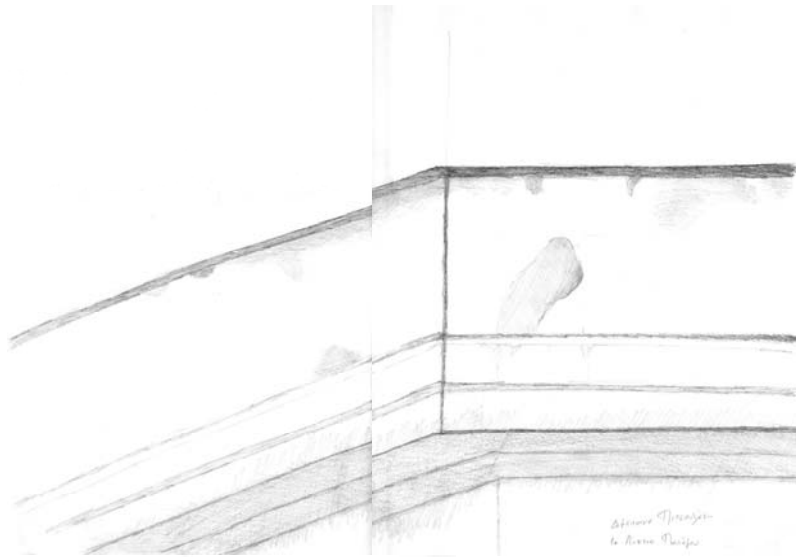
Lobonikov, 2010

Η εκπαιδευτική διαδικασία ολοκληρώνεται με επί τόπου επιστημονική επίσκεψη στο Ιστορικό Κτήριο του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου. Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να μάθουν για την ιστορία του κτηρίου, να ξεναγηθούν στους χώρους του και στη συνέχεια να σχεδιάσουν τα δικά τους σκίτσα υπό την καθοδήγηση του καθηγητή, κάνοντας χρήση βιωματικής προσέγγισης:

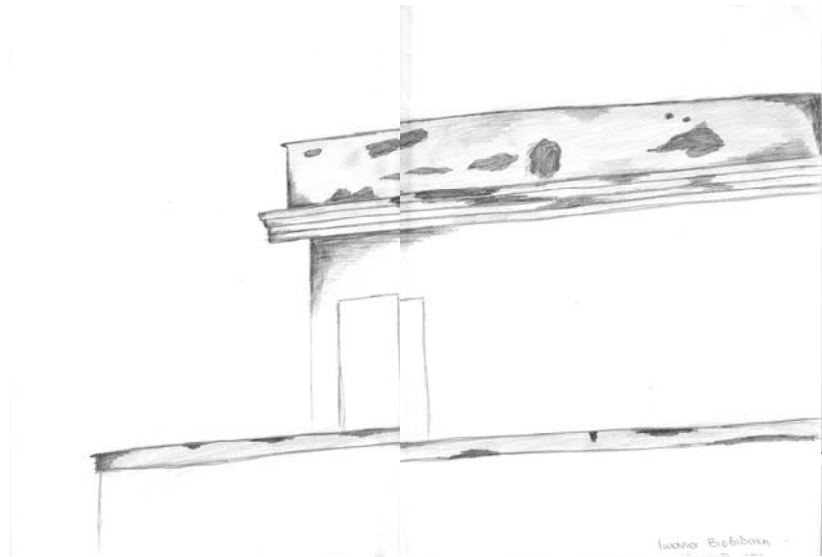




Ορισμένα από τα σκίτσα των μαθητών απεικονίζονται ακολούθως:



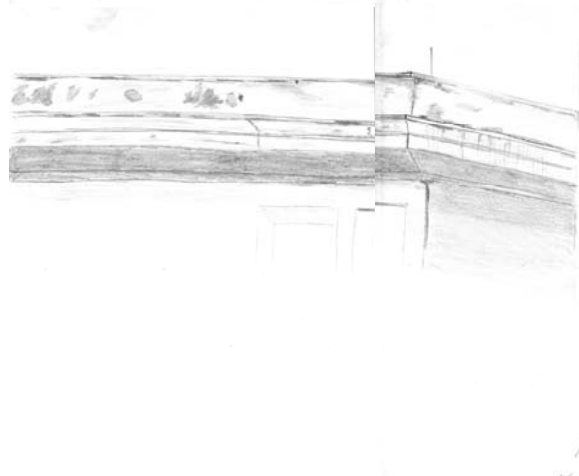
Александр Николаевич
16.10.10



Иван Бобков



Николай 20.10
Котлов
17.10.10



АЛЕКСАНДР
Николай

11.7. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗ ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ «ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΥΛΙΚΑ - ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΥΠΟΙ ΦΘΟΡΑΣ»

Σκοπός της θεματικής ενότητας είναι οι μαθητές να εξοικειωθούν με:

- τα βασικά ιστορικά δομικά συστήματα (τύποι κατασκευής, συμπεριφορά, τυπικές φθορές και βλάβες)
- τα βασικά ιστορικά δομικά υλικά (ιστορία, κατηγορίες, ιδιότητες, χαρακτηρισμός)
- τις μεθόδους για την επί τόπου διερεύνηση των ιστορικών δομών (για παράδειγμα μη καταστρεπτικές τεχνικές θερμογραφία υπερύθρου, γεωραντάρ, ενδοσκόπηση) και τις εργαστηριακές ενόργανες τεχνικές για το χαρακτηρισμό των δομικών υλικών (για παράδειγμα πετρογραφική ανάλυση, θερμική ανάλυση, υδατοαπορρόφηση, ποροσιμετρία υδραργύρου)
- το διττό ρόλο - αισθητικό και τεχνολογικό - των δομικών στοιχείων της κατασκευής.

Αρχικά οι μαθητές καλούνται να συμπληρώσουν το **ερωτηματολόγιο αντίληψης** που αφορά στη συγκεκριμένη ενότητα, χωρίς να έχουν λάβουν προγενέστερη σχετική γνώση, αλλά ανακαλώντας σχετική γνώση σε συναφή θέματα που έχουν αποκτήσει στο σχολείο ή χρησιμοποιώντας τη γενικότερη αντίληψη που διαθέτουν από προσωπική ενασχόληση ή αντιμετώπιση συναφών καταστάσεων στην πράξη.

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΓΙΑ ΤΗ ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ «ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΥΛΙΚΑ - ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΦΘΟΡΑ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ ΑΡΝΗΤΙΚΑ ΣΤΗΝ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑ»

Αναφέρατε τις ιδιότητες που πρέπει να παρουσιάζει ένα υλικό προκειμένου να χαρακτηριστεί δομικό υλικό

Ποια είναι τα βασικά χαρακτηριστικά των ακόλουθων ιστορικών υλικών;

- *Λίθοι*
- *Πλίνθοι*
- *Κονιάματα*

Η φθορά ορίζεται ως η απομείωση των ιδιοτήτων οδηγώντας σε

Δώστε ένα παράδειγμα σε κάθε τύπο φθοράς:

- *Μηχανική / φυσική φθορά*
- *Χημική φθορά*
- *Βιολογική φθορά*

Αντιστοιχίστε κατάλληλα τις φωτογραφίες με τα φαινόμενα φθοράς

			
Ασύμβατα υλικά	Βιολογική φθορά	Κρυστάλλωση αλάτων	Αποσάθρωση κονιαμάτων

Χαρακτηρίστε τις ακόλουθες τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τη μελέτη της φθοράς των δομικών υλικών στο εργαστήριο και στην κλίμακα του μνημείου αντίστοιχα (ΕΡΓ: Εργαστηριακές τεχνικές, ΜΚ: Μη καταστρεπτικές τεχνικές)

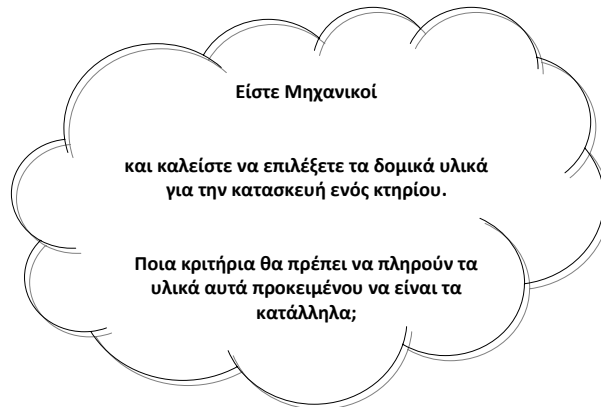
- Θερμική ανάλυση
- Θερμογραφία υπερύθρου
- Φασματοσκοπία υπερύθρου μετασχηματισμού Fourier
- Μικροσκοπία οπτικών ινών
- Ψηφιακή επεξεργασία εικόνας
- Τεστ επιταχυνόμενης γήρανσης
- Υδατοαπορρόφηση
- Γεωραντάρ
- Υπερηχοσκόπηση
- Ποροσιμετρία υδραργύρου

Σε ποιες περιπτώσεις προτιμάμε τη χρήση μη καταστρεπτικών τεχνικών;

Αντιστοιχίστε κατάλληλα την εικόνα που προκύπτει από το θεμογράφημα:

Δομικό υλικό	Κατάσταση θερμοκρασίας
Λίθος	Ψυχρό
Τσιμέντο	Θερμό

Μετά την ολοκλήρωση της συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου από τους μαθητές, ο καθηγητής προχωρά στην εισαγωγή του προβληματισμού, ο οποίος διατυπώνεται ως ακολούθως (Μοροπούλου, 2009Α):



Οι μαθητές μέσω του προβληματισμού που τίθεται ενεργοποιούνται να μετάσχουν στην εκπαιδευτική διαδικασία και αρχίζουν να διατυπώνουν κριτήρια για την επιλογή των υλικών. Για παράδειγμα, αναφέρονται στην αντοχή των υλικών, στη διάρκεια στο χρόνο, καθώς και σε αισθητικές παραμέτρους που πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν.

Η τροφοδότηση της εκπαιδευτικής διαδικασίας διευκολύνεται μέσω διερευνητικών ερωτήσεων που θέτονται από τον καθηγητή προς τους μαθητές, όπως:

- *Τι είναι τα δομικά υλικά;*
- *Τι ιδιότητες πρέπει να έχει ένα υλικό για να χρησιμοποιηθεί ως δομικό;*
- *Ποια η διαφορά αντοχής και ανθεκτικότητας;*
- *Τι συμβαίνει εάν δε διατηρήσουμε τα αυθεντικά υλικά μιας κατασκευής;*
- *Ποιο το έργο του Χημικού Μηχανικού στον τομέα των δομικών υλικών;*
- *Ποια η ιστορία των δομικών υλικών και πώς εξελίχθηκαν σήμερα ώστε να έχουμε επιτελεστικά και αειφόρα δομικά υλικά;*

Ο καθηγητής μετά τη συζήτηση που προκαλείται με τους μαθητές και την αλληλεπίδραση που δημιουργείται, προχωρά στην παρουσίαση σε μορφή διάλεξης του συναφούς θεωρητικού πλαισίου. Συγκεκριμένα, αναφέρεται στα ακόλουθα (Μοροπούλου, 2009Α):

- *Δομικά υλικά: ορισμός*
- *Τεχνικό έργο: ορισμός - παραδείγματα*
- *Επιλογή δομικών υλικών*
- *Εξέλιξη δομικών υλικών – παραδείγματα.*

ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Τα υλικά, τα οποία χρησιμοποιούνται για να κατασκευαστεί και να τεθεί σε λειτουργία ένα **τεχνικό έργο**

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΡΓΟ

Οποιαδήποτε κατασκευή η οποία:

1. Εκπληρώνει ένα συγκεκριμένο σκοπό
2. Στηρίζεται επάνω σε στερεό στρώμα του φλοιού της γης, ή είναι συνδεδεμένη με αυτό με οποιοδήποτε τρόπο, ανεξάρτητα από το βάθος που βρίσκεται το στρώμα αυτό
3. Μπορεί να υποστεί ακίνδυνα διάφορες επιδράσεις από το περιβάλλον

Σημ. ΔΕΝ θεωρούνται τεχνικά έργα τα μηχανήματα, τα οχήματα κ.α. τα οποία είναι συνήθως κινητά και δέχονται δυνάμεις διαφορετικής φύσης από τα τεχνικά έργα (κυρίως δυναμικές φορτίσεις)

Εξέλιξη των δομικών υλικών

Η εξέλιξη των δομικών υλικών είναι άμεσα συνδεδεμένη με την εξέλιξη του ανθρώπου. Ακολουθώντας την Ιστορία της Τέχνης στην Ελλάδα μπορούμε να διακρίνουμε τις ακόλουθες περιόδους :

Χρονολογία	Περίοδος
...-100.000π.Χ	Ανώτερη παλαιολιθική
100.000-35.000π.Χ	Μέση παλαιολιθική
35.000-10.000π.Χ	Νεώτερη Παλαιολιθική
10.000-7.000π.Χ	Μεσολιθική
7.000-3.000π.Χ	Νεολιθική
3.000-2.000π.Χ	Πρώιμη εποχή του Χαλκού
2.000-1.600π.Χ	Μέση εποχή του Χαλκού
1600-1050π.Χ.	Ύστερη εποχή του Χαλκού

Εξέλιξη των δομικών υλικών

Ο λίθος, τα ξύλα και η σπητή άργιλος αποτέλεσαν τα βασικά δομικά υλικά μέχρι τα μέσα του περασμένου αιώνα.

Από τότε εμφανίζονται **νέα δομικά υλικά**, λόγω της ανακάλυψης νέων πηγών ενέργειας και αύξησης της θερμοκρασίας κατεργασίας πρώτων υλών για την παραγωγή νέων υλικών.

Επιλογή των δομικών υλικών

Η επιλογή του κατάλληλου δομικού υλικού ή συνδυασμού δομικών υλικών για κάθε συγκεκριμένο τεχνικό έργο είναι συχνά μια δύσκολη διαδικασία που εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Πρέπει να υπάρχει πλήρης γνώση :

- των ιδιοτήτων των υλικών,
- της συμπεριφοράς τους στις μηχανικές φορτίσεις που θα δεχθούν στο τεχνικό έργο,
- της συμβατότητας μεταξύ τους
- της επίδρασης του περιβάλλοντος
- της διαθεσιμότητας και του κόστους ζωής των υλικών

Κάθε τεχνικό έργο κατασκευάζεται με ένα ή περισσότερα δομικά τα οποία συνδυάζονται κατάλληλα και τοποθετούνται με ορισμένη τάξη, σύμφωνα με προκαθορισμένο σχέδιο

«ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ»

Ασχολείται με τους κανόνες, που διέπουν τους συνδυασμούς των υλικών για την κατασκευή του έργου και τους τρόπους και μεθόδους της τοποθέτησής τους

«ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ»

Ασχολείται με την περιγραφή των υλικών και τις μεθόδους παρασκευής τους, τις ιδιότητες και τον έλεγχο αυτών

Εξέλιξη των δομικών υλικών

Χρονολογία	Περίοδος
1050-900π.Χ	Πρωτογεωμετρική
900-700π.Χ.	Γεωμετρική
700-480π.Χ.	Αρχαϊκή
480-323π.Χ.	Κλασική
323-31π.Χ.	Ελληνιστική
31π.Χ-337μ.Χ.	Ρωμαϊκή
Ίδρυση του Χριστιανισμού-6 ^{ος} μ.Χ αι.	Παλαιοχριστιανική
6 ^{ος} μ.Χ αι. -μέσα του 15 ^{ου} αι.(1453)	Βυζαντινή
1453-αρχές 19 ^{ου} αι	Μεταβυζαντινή.
19 ^{ος} αι - σήμερα.	Νεότερη

Εξέλιξη των δομικών υλικών

Ο σίδηρος, αρχικά με μορφή **χυτοσιδήρου**, αργότερα ως **κοινός χάλυβας**, μετέπειτα ως **χάλυβας υψηλής αντοχής** έδωσε νέα ώθηση στην κατασκευή μεγάλων τεχνικών έργων λόγω των σημαντικών ιδιοτήτων του

Εξέλιξη των δομικών υλικών

Το **τσιμέντο**, που χρησιμοποιείται ως συνδετική ύλη, όπως ο ασβέστης αλλά με καλύτερες ιδιότητες από αυτόν. Κατασκευάστηκαν τεχνητοί λίθοι από τσιμέντο, άμμο και αδρανή.

Με ενσωμάτωση σιδερένιων ράβδων, κατασκευάσθηκε το οπλισμένο σκυρόδεμα

Τα τελευταία 150 χρόνια, το άοπλο και το οπλισμένο σκυρόδεμα αποτέλεσαν το κατ'εξοχής δομικό υλικό σε όλα τα είδη των τεχνικών έργων



Γέφυρα Ρίου - Αντιρίου

Οι απαντήσεις των μαθητών στις διερευνητικές ερωτήσεις ενεργοποιούν την εκπαιδευτική διαδικασία και ερωτήματα «γεννώνται» ως απορίες από τους μαθητές και θέτονται προς τον καθηγητή για την αποσαφήνιση εννοιών, όπως:

- Ποια η διαφορά Χημικού, Μηχανολόγου και Πολιτικού Μηχανικού;
- Σήμερα υπάρχει συνεργασία μεταξύ των επιστημόνων διαφορετικών ειδικοτήτων;
- Ποιο λίθος εμφανίζουν τη μεγαλύτερη αντοχή, οι πιο πορώδεις ή το αντίστροφο;
- Οι λίθοι που έχουν μεγαλύτερη μάζα στον ίδιο όγκο είναι πιο ανθεκτικοί;
- Τι ακριβώς εννοούμε με τον όρο επιτελεστικά και αειφόρα υλικά;
- Η διαφορά κατά την εξέλιξη των ιστορικών περιόδων είναι ότι ο άνθρωπος δεν ενδιαφέρεται μόνο για τη χρηστικότητα αλλά και για την εμφάνιση των δομικών υλικών;

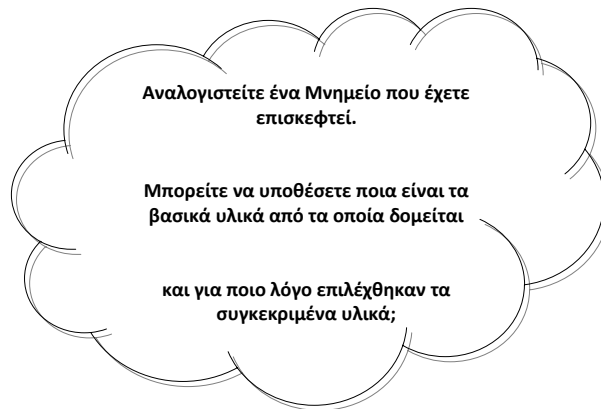
Μέσω όλων των παραπάνω, οι βασικές έννοιες που θίγονται και η συναφής γνώση που προκύπτει συνοψίζονται ως ακολούθως (Μοροπούλου, 2009Α):

- Τα δομικά υλικά είναι ό,τι βλέπουμε γύρω μας (π.χ. τσιμέντο, ξύλο, μέταλλο)
- Όλα τα υλικά δεν είναι απαραίτητα και δομικά υλικά
- Τα δομικά υλικά είναι αυτά που χρησιμοποιούνται για να κατασκευαστεί και να τεθεί σε λειτουργία ένα τεχνικό έργο
- Ως «τεχνικό έργο» νοείται οποιαδήποτε κατασκευή η οποία εκπληρώνει ένα συγκεκριμένο σκοπό, στηρίζεται επάνω σε στερεό στρώμα του φλοιού της γης ή είναι συνδεδεμένη με αυτό με οποιοδήποτε τρόπο, ανεξάρτητα από το βάθος που βρίσκεται το στρώμα αυτό και μπορεί να υποστεί ακίνδυνα διάφορες επιδράσεις από το περιβάλλον
- Τα δομικά υλικά «φέρουν» τις λειτουργίες σε ένα κτήριο, αλλά ταυτόχρονα, ειδικά στην περίπτωση των Μνημείων, «φέρουν» και τις αξίες του
- Εάν δεν καταφέρουμε να διατηρήσουμε τα αυθεντικά δομικά υλικά, τότε χάνουμε και τη μνήμη, τις αξίες που φέρει το Μνημείο
- Τα ιστορικά δομικά υλικά αναγνωρίζονται εύκολα αν αναλογιστούμε τα Μνημεία που μας περιβάλλουν

- Οι βασικές ιδιότητες που πρέπει να έχει ένα υλικό προκειμένου να χρησιμοποιηθεί ως δομικό υλικό είναι η ανθεκτικότητα και η αντοχή
- Υπάρχει διαφορά μεταξύ ανθεκτικότητας και αντοχής, και συγκεκριμένα ότι η ανθεκτικότητα αναφέρεται στην αντοχή στην περιβαλλοντική φθορά στη διάρκεια του χρόνου και η αντοχή αναφέρεται στη μηχανική αντοχή που πρέπει να έχουν τα υλικά προκειμένου να φέρουν τα φορτία που απαιτεί η χρήση της κατασκευής
- Η εξέλιξη των δομικών υλικών που οδηγεί στα επιτελεστικά και αειφόρα δομικά υλικά αναφέρεται στο επιθυμητό σε σχέση με την αντοχή και την ανθεκτικότητα. Τα επιτελεστικά υλικά επιτελούν το ρόλο τους στην κατασκευή ως προς την επιθυμητή αντοχή και τα αειφόρα υλικά εμφανίζουν την απαιτούμενη ανθεκτικότητα στις περιβαλλοντικές φορτίσεις στη διάρκεια του χρόνου προκειμένου να αντέχουν για πάντα
- Εκτός από τους σκοπούς που πρέπει να εκπληρώνουν τα δομικά υλικά ανάλογα με το έργο για το οποίο προορίζονται (π.χ. δρόμοι, γεφύρια, κτήρια), πρέπει ταυτόχρονα να είναι ακίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία
- Στα σύγχρονα έργα (σε επίπεδο πόλης ή δομημένου περιβάλλοντος γενικότερα) πρέπει συχνά να αντιμετωπισθούν προβλήματα μεγάλης κλίμακας και υψηλών απαιτήσεων (π.χ. για την αντιμετώπιση φυσικών κινδύνων)
- Σε σύγχρονα έργα μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα μπορεί να εμφανισθούν σοβαρά προβλήματα (όπως στη Γέφυρα Ρίου – Αντιρρίου προβλήματα διάβρωσης των μετάλλων στο θαλασσινό νερό), ενώ παραδοσιακές κατασκευές (όπως τα παραδοσιακά γεφύρια στην Ήπειρο) παραμένουν ανθεκτικά και αειφόρα
- Ο σχεδιασμός (αρχιτεκτονικός και δομοστατικός) δημιουργεί τις απαιτήσεις για το σχεδιασμό των κατάλληλων δομικών υλικών. Η οικοδομική (αρχιτεκτονικός και δομοστατικός σχεδιασμός) ασχολείται με τους κανόνες, που διέπουν τους συνδυασμούς των υλικών για την κατασκευή του έργου και τους τρόπους και μεθόδους της τοποθέτησής τους. Αντίστοιχα, η τεχνολογία των δομικών υλικών ασχολείται με την περιγραφή των υλικών και τις μεθόδους παρασκευής τους, τις ιδιότητες και τον έλεγχο αυτών
- Το έργο του Χημικού Μηχανικού αφορά στην κατασκευή των υλικών τα οποία να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του σχεδιασμού, στην αποτίμηση των υλικών ως προς την εμφάνιση της απαιτούμενης αντοχής και ανθεκτικότητας μετά από ορισμένο χρόνο λειτουργίας, στον εντοπισμό της παραμένουσας αντοχής και ανθεκτικότητάς τους, στην ανάγκη συντήρησής τους
- Τα κριτήρια επιλογής των κατάλληλων δομικών υλικών από τη σκοπιά του μηχανικού αφορούν, εκτός από την αντοχή και την ανθεκτικότητα:
 - στις ιδιότητες των υλικών
 - στη συμπεριφορά των υλικών στις μηχανικές φορτίσεις (επιτελεστικότητα)
 - στη συμβατότητα των υλικών μεταξύ τους
 - στην επίδραση του περιβάλλοντος (αειφορία)

- στη διαθεσιμότητα και στο κόστος στο χρόνο ζωής τους (αποτελούν τις οικονομικές και κοινωνικές παραμέτρους, κρίσιμες στην εποχή μας).
- Η εξέλιξη των δομικών υλικών είναι άμεσα συνδεδεμένη με την εξέλιξη του ανθρώπου. Ο άνθρωπος ανακαλύπτει και χρησιμοποιεί υλικά ανάλογα με τις ανάγκες για να φτιάξει εργαλεία, να τραφεί, να κατασκευάσει καλύβες ή σπίτια. Από την περίοδο του λίθου (100.000 - 3.000 π.Χ.) και του χαλκού (3.000 - 1.050 π.Χ.) φτάνουμε μέσω πολλών ενδιάμεσων εξελικτικών σταδίων στη νεότερη περίοδο
- Ο λίθος, τα ξύλα και η οπτή άργιλος αποτέλεσαν τα βασικά δομικά υλικά μέχρι τα μέσα του περασμένου αιώνα. Από τότε εμφανίζονται νέα δομικά υλικά, λόγω της ανακάλυψης νέων πηγών ενέργειας και αύξησης της θερμοκρασίας κατεργασίας πρώτων υλών για την παραγωγή νέων υλικών
- Ο σίδηρος, αρχικά με μορφή χυτοσιδήρου, αργότερα ως κοινός χάλυβας, μετέπειτα ως χάλυβας υψηλής αντοχής έδωσε νέα ώθηση στην κατασκευή μεγάλων τεχνικών έργων λόγω των σημαντικών ιδιοτήτων του
- Το τσιμέντο, που χρησιμοποιείται ως συνδετική ύλη, όπως ο ασβέστης αλλά με καλύτερες ιδιότητες από αυτόν. Κατασκευάστηκαν τεχνητοί λίθοι από τσιμέντο, άμμο και αδρανή. Με ενσωμάτωση σιδερένιων ράβδων, κατασκευάστηκε το οπλισμένο σκυρόδεμα. Τα τελευταία 150 χρόνια, το άοπλο και το οπλισμένο σκυρόδεμα αποτέλεσαν το κατ' εξοχής δομικό υλικό σε όλα τα είδη των τεχνικών έργων
- Από το 1.050 π.Χ. υπάρχουν ευρήματα χυτών μεταλλικών αντικειμένων και κραμάτων
- Η εποχή που χαρακτηρίζεται από τη χρήση του λίθου, του ξύλου, των κεραμικών και των κονιαμάτων εκτείνεται από το 1.050 π.Χ. (τέλος της εποχής του χαλκού και αρχή της γεωμετρικής περιόδου), όπου ο άνθρωπος χειρίζεται κατεργασίες υψηλών θερμοκρασιών και είναι σε θέση να παράγει και άλλα δομικά υλικά, να διευρύνει τις γνώσεις του, να κάνει χρήση γεωμετριών, να κάνει αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, μέχρι τη βιομηχανική περίοδο, όπου συντελείται η μαζική χρησιμοποίηση τσιμέντου και χαλκού
- Η παραπάνω περίοδος δεν μπορεί να χαρακτηριστεί βιομηχανική, παρόλο που υπήρχαν διεργασίες μεγάλης κλίμακας (π.χ. λατομεία, φούρνοι), καθώς τα προϊόντα είχαν χρηστικό χαρακτήρα και απουσίαζε η αναπαραγωγισιμότητα των διεργασιών, η επιστήμη και η τεχνική που θα επέτρεπε να σχεδιάσουμε, να μελετήσουμε, να βελτιώσουμε τη διεργασία και να γνωρίζουμε τι ποιότητα περιμένουμε από τις πρώτες ύλες και τη διεργασία. Απουσίαζε, επίσης, η διαχειρισιμότητα και η εμπορευματοποίηση της παραγωγής, καθώς δεν υπήρχε η κοινωνική και οικονομική οργάνωση που θα εμπορευόταν σε μεγάλη κλίμακα και με τρόπο αναπαραγωγισιμο, όπως στη σημερινή εποχή, δηλαδή για κάθε ανάγκη υπήρχε μία παραγωγή (*ad hoc*), αφορούσε δηλαδή παραγωγή βάσει παραγγελίας και όχι συνεχή παραγωγή (*batch production*).

Μετά την εξέταση του εισαγωγικού μέρους που αφορά στα δομικά υλικά, μελετάται εκτενέστερα το θέμα των Ιστορικών Δομικών Υλικών. Ο καθηγητής θέτει τον προβληματισμό στους μαθητές (Μοροπούλου 2009B):



Οι μαθητές ανταποκρίνονται στον προβληματισμό ανάλογα με τις εμπειρίες τους και τα Μνημεία που έχουν επισκεφτεί. Στη συνέχεια, ο καθηγητής προχωρά στη διατύπωση διερευνητικών ερωτήσεων, όπως:

- Ποια ιστορικά δομικά υλικά γνωρίζετε;
- Αναφέρατε συγκεκριμένα παραδείγματα ιστορικών δομικών υλικών που γνωρίζετε από συγκεκριμένα Μνημεία που έχετε επισκεφθεί.
- Ποιες κατηγορίες πετρωμάτων γνωρίζετε;

Ο καθηγητής παρουσιάζει τις βασικές έννοιες που αφορούν στα κύρια ιστορικά δομικά υλικά, και συγκεκριμένα στους λίθους, στα κεραμικά και στα κονιάματα (το ξύλο εξετάζεται στη θεματική ενότητα των Ιστορικών Κατασκευών) (Μοροπούλου 2009B):

- **Λίθοι:** Ορυκτά - Πετρώματα - Κατηγορίες πετρωμάτων και χαρακτηριστικά παραδείγματα - Βασικές ιδιότητες λίθων (πορώδες, πυκνότητα, υδατο-απορροφητικότητα, σκληρότητα, συντελεστής θερμικής διαστολής, μηχανικές αντοχές)
- **Κεραμικά:** Ορισμός - Κατηγορίες και χαρακτηριστικά παραδείγματα - Διαδικασία παρασκευής - Χαρακτηρισμός κεραμικών (ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης, φασματοσκοπία ακτίνων Χ, ποροσιμετρία υδραργύρου, διαφορική θερμική ανάλυση, μετρήσεις μηχανικής αντοχής)
- **Κονιάματα:** Συστατικά (συνδετική κονία, αδρανή, πρόσθετα, νερό) - Χρήση - Χαρακτηρισμός (πετρογραφική - ορυκτολογική μελέτη, φυσικές μέθοδοι, μέθοδοι ανάλυσης χημικής σύστασης, μελέτη μικροδομής, δοκιμές μηχανικών αντοχών) - Κατάταξη κονιαμάτων - Χαρακτηριστικά παραδείγματα

ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ



Κροκαλοπαγή: Συμπαγή πετρώματα που σχηματίζονται από συγκόλληση κροκάλων (αποτρογγυλεμένα θραύσματα πετρωμάτων) διαφόρων μεγεθών και χρωμάτων που συνδέονται (συχνά ισχυρά) μεταξύ τους με συνδετικό υλικό που αποτελείται από μικρούς κόκκους και άμμο.

ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ



Λαυτοπαγή: Ιζηματογενή πετρώματα από χονδρόκοκκα ή μεσόκοκκα γυνιώδη θραύσματα.

ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ



Ψαμμίτης: Συμπαγές πέτρωμα που προκύπτει από διαγένεση της άμμου και αποτελείται από κόκκους μεγέθους άμμου, κυρίως χαλαζία, αστρίων, μοσχοβίτη, αλλά συχνά και ασβεστίτη, μαρμαρυγία και κεροσιλίτη.

ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ



Άργιλος: Κλαστικό ίζημα που αποτελείται κυρίως από ορυκτά της άργιλου (καολινίτης, μοντηριλλοσίτης, ιλιθής) και χλωρίτη. Το μέγεθος των κόκκων των ορυκτών είναι μικρότερο των 1/500 mm. Συνήθως η άργιλος έχει χαλαρή έως ημισυμπαγή υφή. Η διαγένεση της άργιλου οδηγεί στη σχιστή άργιλο ενώ η μεταμόρφωση σε αργιλικό σχιστόλιθο.

ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ



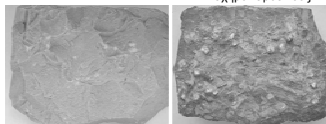
Μάρμα: Ιζηματογενής σχηματισμός που χημικά και ορυκτολογικά κυμαίνεται μεταξύ ασβεστολίθου και άργιλου.

ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ



Η Ακρόπολη των Αθηνών είναι χτισμένη πάνω σε βράχο ασβεστολιθικής σύστασης.

Ο ασβεστόλιθος είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο πέτρωμα στην Ελλάδα και αποτελείται κυρίως από ασβεστίτη (CaCO₃) με λιγότερο από 5% αργιλικές προσμίξεις. Η απόθεση του CaCO₃ είναι είτε χημική π.χ. καθίζηση λόγω κορεσμού στο υδατικό διάλυμα, είτε βιογενής από τα σκελετικά στοιχεία ζωικών ή φυτικών οργανισμών. Οι ασβεστόλιθοι έχουν μεγάλο εύρος χρωμάτων και σύστασης που εξαρτώνται από την διαδικασία σχηματισμού τους.



Ασβεστόλιθος
(αριστερά: χημικά ιζηματογενής, δεξιά: βιογενής)

ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΜΕΝΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ

Αιγίνο-Πεντέλης λευκό	Αιθίοπος γκρι	Χίος κίτριτο
Ερέτριας κόκκινο	Κοιλάθου	Νάουσας πράσινο
Μακρής μετ' Σαλαμοσπίδας	Νάξου φιλίτσο	Πεντέλης

Το μάρμαρο έχει προέλθει από τη μεταμόρφωση του ασβεστολίθου. Αποτελείται κυρίως από ασβεστίτη (CaCO₃), έχει σκληρότητα 3 κατά Mohs και ειδικό βάρος 2,7 g/cm³.

Παρουσιάζει μεγάλη αντοχή και ανθεκτικότητα στους παράγοντες φθοράς, εξαιτίας της μικροδομής του. Ωστόσο, καταστρέφεται εύκολα από φωτιά όπως και οι κοινά ασβεστόλιθοι, γιατί περίπου στους 900°C, αποσυντίθεται το ανθρακικό ασβέστο (CaCO₃) σε CaO και CO₂.

Το χρώμα του μπορεί να είναι λευκό, γκρι, ροζ ή πράσινο, με διάφορες μπόιες και φλέβες.

Δείγματα ελληνικών μαρμάρων

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΛΙΘΩΝ

- Πορώδες
- Πυκνότητα
- Υδατοαπορροφητικότητα
- Σκληρότητα
- Συντελεστής θερμικής διαστολής
- Μηχανικές αντοχές

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΛΙΘΩΝ - Πορώδες

Ο λόγος του όγκου των κενών ενός δείγματος, V_v , προς του συνολικού όγκου V

$$n = (V_v/V) \cdot 100\%$$

Το πορώδες διακρίνεται σε:

- ☞ **ολικό**: αναφέρεται στο σύνολο των πόρων
- ☞ **ανοικτό ή ενεργό**: αναφέρεται μόνο στους πόρους που επιτρέπουν την διέλευση - κυκλοφορία του νερού.

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΛΙΘΩΝ - Υδατοαπορροφητικότητα

Εξαρτάται:

- από το **πορώδες**: Όσο πιο μεγάλο πορώδες έχει ο λίθος τόσο πιο μεγάλη απορροφητικότητα παρουσιάζει

- από τη **μορφή** και το **μέγεθος** των πόρων: Πόροι μεγάλοι και ευθύγραμμοι επιτρέπουν εύκολα την είσοδο του νερού. Αντίθετα πόροι πολύ μικρής διαμέτρου, με δαιδαλώδη διάταξη και κλειστοί πόροι (που δεν συγκοινωνούν μεταξύ τους) δυσχεραίνουν τον εμπλοτισμό των λίθων από το νερό.

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΛΙΘΩΝ – Συντελεστής θερμικής διαστολής

Εκφράζει τη συμπεριφορά του λίθου κατά τη θέρμανση. Δίνεται από τον τύπο:

$$\alpha = (L_1 - L_0) / L_0 \cdot t$$

όπου:

- L_1 : μήκος σε θερμοκρασία t (°C)
- L_0 : μήκος σε θερμοκρασία 0 °C

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΛΙΘΩΝ - Πυκνότητα

Πραγματική πυκνότητα: Ο λόγος της μάζας ενός δείγματος προς τον πραγματικό όγκο του δείγματος (χωρίς τα κενά)

$$\rho = W/V_s, \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

Φαινόμενη πυκνότητα: Ο λόγος της μάζας ενός δείγματος λίθου προς τον φαινόμενο όγκο του δείγματος (μαζί με τα κενά)

$$\rho_{app} = W/V_{app}, \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΛΙΘΩΝ - Σκληρότητα

Η αντίσταση που παρουσιάζει ο λίθος στη χάραξη ή λείανση του

Πέτρωμα	Σκληρότητα (κλίμακα Mohs)
Γρανίτες, γνεύσιοι	5,5-7,5
Βασάλτες	4,5-6,6
Αργυλικοί σχιστόλιθοι	1,5-3,5
Ψαμίτες	1,5-7,5
Ασβεστόλιθοι, μάρμαρα	2,5-3,5
Δολομίτες	2,5-4,5
Φυλλίτες	2,5-5,5
Χαλαζίτες	6,5-7,5

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΛΙΘΩΝ – Μηχανικές αντοχές

- ☞ Αντοχή σε εφελκυσμό
- ☞ Αντοχή σε θλίψη
- ☞ Αντοχή σε κρούση

Πέτρωμα	Ρόλι, H	Επιλογήση κατά τον προσηλωτικό μέθοδος, H	Εξόχιστες μηχανικές αντοχές					
			επιβολή θύσης	πυκνότητα	αντοχή σε θλίψη	αντοχή σε θλίψη	αντοχή σε κρούση	θερμική διαστολή
Γρανίτες	5,80-6,40	85-100	2,54-3,46	0,4-2,36	14-18	1,3-5,5	7-28	13-60
Γνεύσιες	5,68-6,58	83-99	2,72-3,89	0,3-1,9	13-13	2,3-3,2	4,3-14	13-17
Βασάλτες	4,76-6,21	40-92	2,81-3,23	0,3-0,7	10-14	2-8	5,4-14	20-30
Βασιλίτες	4-6	50-92			10-19	2-8	5-10	22-35
Ασβεστόλιθος	2,79-4,94	10-60	1,79-2,92	0,26-0,66	2-37	0,5-0,2	5-8,6	3-24
Φυλλίτες	2,48-4,1	20-70			6-16	0,7-2,3	3-25	2-20
Ψαμίτες	5,36-6,47	74-97	2,44-3,36	0,5-0,8	22-30	1,2-3,1	3,7-6,4	13-44
Χαλαζίτες	4,2-6,6	50-83	2,75	0,3	10-91	1,2-4,5	5-30	40
Πυκνότητα	3,7-4,3	45-56	2,75-3,2	0,6-1,3	10-25	0,6-4	3-23	7-42
Αντοχή σε θλίψη		40-58	0,71-2,9	0,1-0,1	20-30	0-10		4-18
Αντοχή σε κρούση								180
Αντοχή σε εφελκυσμό								55
Αντοχή σε θλίψη								81

ΚΕΡΑΜΙΚΑ

ΚΕΡΑΜΙΚΑ - ΟΡΙΣΜΟΣ

- Μη μεταλλικά ανόργανα στερεά με κρυσταλλική ή άμορφη δομή.
- Είναι συνήθως:
 - σκληρά
 - ψαθυρά
 - με υψηλό σημείο τήξης
 - με χαμηλή ηλεκτρική και θερμική αγωγιμότητα
 - με καλή θερμική σταθερότητα
 - με υψηλές θλιπτικές αντοχές

Σε περιοχές με άφθονους φυσικούς λίθους, όπως η αρχαία Ελλάδα, η κεραμική αναπτύχθηκε μόνο για την κατασκευή οικιακών σκευών, δοχείων αποθήκευσης τροφίμων, διακοσμητικών στοιχείων και λιγότερο ως δομικά στοιχεία (κυρίως κεραμίδια, σωλήνες ύδρευσης - αποχέτευσης)



Σκεύη αναμνηστικά από τον οικισμό στις πλαγές της Ακρόπολης (Μουσείο Ακρόπολης)

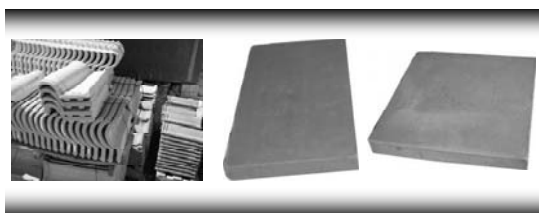


Επιθυμητή καίτη του Ιρβανού (Σταθμός Μοναστηρίου - Αττική Μετρό)

Πλεονεκτήματα των τεχνητών κεραμικών υλικών

Τα κεραμικά δομικά υλικά παρουσιάζουν συγκεκριμένα πλεονεκτήματα σε σχέση με τα φυσικά δομικά υλικά:

Οι διαστάσεις τους είναι τυποποιημένες σε αντίθεση από τους δομικούς λίθους οι οποίοι συνήθως λαφύονται στο επιθυμητό τελικό σχήμα και μέγεθος



Οπτόπλινθοι

- Οι συμπαγείς οπτόπλινθοι είναι συνήθως παραλληλεπίπεδου σχήματος
- Συνήθως έχουν σε μία από τις μεγαλύτερες πλευρές τους μια αυλάκωση ή μια κοιλότητα για καλύτερη πρόσφυση στο κονίαμα
- Η χρήση τους έχει περιοριστεί στην σύγχρονη αρχιτεκτονική ως κύριο δομικό στοιχείο καθώς έχουν αντικατασταθεί από το οπλισμένο σκυρόδεμα.
- Σε μικρό βαθμό χρησιμοποιούνται για διακόσμηση ή για αποκαταστάσεις παραδοσιακών ή ιστορικών κτιρίων



ΚΕΡΑΜΙΚΑ

- **Κλασικά (φυσικά):** Παρασκευάζονται από φυσικές πρώτες ύλες, συνήθως αργίλους, ασβέστη, άμμο. Η χρήση τους είναι συνήθως σε είδη αγγειοπλαστικής, πυριμαχα τούβλα, κεραμίδια, γυαλί, τσιμέντο
- **Τεχνητά:** Ξεκίνησαν να κατασκευάζονται μετά το 1900 με ποικίλες ιδιότητες (υψηλές προδιαγραφές αντοχής, ηλεκτρονικές εφαρμογές, βιολογικές εφαρμογές, μονωτικά, αντιστάσεις, ημιαγωγοί)

Πλεονεκτήματα των τεχνητών κεραμικών υλικών

Τα κεραμικά δομικά υλικά παρουσιάζουν συγκεκριμένα πλεονεκτήματα σε σχέση με τα φυσικά δομικά υλικά:

Γενικά είναι ελαφρύτερα από αντίστοιχου μεγέθους δομικούς λίθους



Είναι δυνατόν να αποκτηθούν δομικά στοιχεία κατασκευασμένα από κεραμικά οποιασδήποτε μορφής και διαστάσεων, καθώς συνήθως τα κεραμικά υλικά προ της πήξης τους βρίσκονται σε ρευστή κατάσταση και επομένως μέσω της χρήσης μητρίων (καλουπιών) μπορούν να μορφοποιηθούν στα επιθυμητά σχήματα και διαστάσεις.

Μορφοποίηση

Η μορφοποίηση της πρώτης ύλης στο επιθυμητό σχήμα του τελικού προϊόντος γίνεται είτε χειρονακτικά (π.χ. κατά την μορφοποίηση αγγείων ή σκευών), είτε, όσον αφορά σε βιομηχανική και ημι-βιομηχανική κλίμακα, με κατάλληλες μηχανές και καλούπια. Και στις δύο περιπτώσεις εφαρμόζεται πίεση πάνω στην πρώτη ύλη για την διαμόρφωση του επιθυμητού σχήματος. Η πίεση αυτή εξαρτάται από την μέθοδο μορφοποίησης:



- Υγρή μέθοδος: Ο πηλός περιέχει αρκετή ποσότητα νερού ώστε να παρουσιάζεται εύπλαστος
- Ξηρή μέθοδος: Ο πηλός είναι σχεδόν στεγνός και απαιτείται ισχυρή πίεση για να μορφοποιηθεί στο επιθυμητό σχήμα.



Οπτόπλινθοι

- Τα διάτρητα τούβλα είναι ελαφρύτερα από τα συμπαγή λόγω της ύπαρξης των οπών
- Οι οπές είναι ποικίλων διατομών και αριθμού
- Οι οπές συνήθως βρίσκονται κατά μήκος του μεγαλύτερου τους άξονα
- Τα διάτρητα τούβλα παρουσιάζουν ελαττωμένη μηχανική αντοχή και για αυτό δεν χρησιμοποιούνται, εκτός από ειδικούς τύπους, για την κατασκευή φέροντων στοιχείων. Χρησιμοποιούνται όμως πολύ για διαχωριστικούς λεπτούς τοίχους, όταν τα φέροντα στοιχεία έχουν κατασκευαστεί από οπλισμένο σκυρόδεμα



ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΚΕΡΑΜΙΚΑ – ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ

- Επιλογή του πηλού ανάλογα με τη χρήση του κεραμικού
- Διαδικασία καθαρισμού και καθίζησης του πηλού ανάλογα με την ποιότητα του αντικειμένου προς παρασκευή
- Ανάμιξη του πηλού με άμμο ή τριμμένο ασβεστόλιθο ανάλογα με τις επιθυμητές ιδιότητες του αντικειμένου
- Διαμόρφωση του αντικειμένου με τα χέρια, τον κεραμεικό τροχό ή καλούπια
- Τοποθέτηση σε φούρνο με την κατάλληλη ατμόσφαιρα και θερμοκρασία ανάλογα με τις επιθυμητές ιδιότητες του αντικειμένου

ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΚΕΡΑΜΙΚΑ – ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΞΗΣΗΣ, Α΄ ΥΛΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

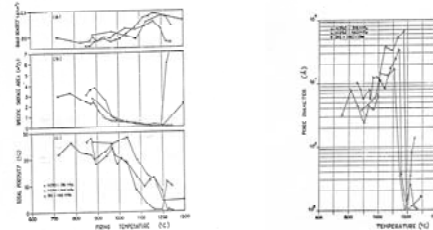
- π.Χ.
Θερμοκρασία ξήξης: <math>< 1.000\text{ }^\circ\text{C}</math>
Πρώτη ύλη: Μόνο πηλός
Τεχνολογία: Κεραμικός τροχός, απλός φούρνος
- Μέχρι το τέλος του Μεσαίωνα
Θερμοκρασία ξήξης: <math>< 1.000\text{ }^\circ\text{C}</math>
Πρώτη ύλη: Πηλός και άστριοι
Τεχνολογία: Χρήση κάρβουνου ως καυσίμου σε φούρνο υψηλών θερμοκρασιών (ανατ. Κίνα)
- Από το Μεσαίωνα μέχρι τις αρχές της Βιομηχανικής Επανάστασης
Θερμοκρασία ξήξης: <math>< 1.200\text{ }^\circ\text{C}</math> (δύση)
<math>< 1.500\text{ }^\circ\text{C}</math> (ανατ. Κίνα)
Πρώτη ύλη: Πηλός και άστριοι (δύση)
Πηλός, άστριοι και πηλός Κίνας (ανατ. Κίνα)

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ

- Ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης
- Φασματοσκοπία ακτίνων Χ
- Ποροσιμετρία υδραργύρου
- Διαφορική θερμική και θερμοβαρυτική ανάλυση
- Μετρήσεις μηχανικής αντοχής

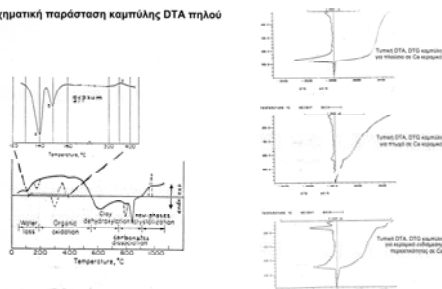
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ – ΠΟΡΟΣΙΜΕΤΡΙΑ ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΥ

Τυπικές καμπύλες μεταβολής της ποσότητας της ελεύθερης επιφάνειας και των εντακτικών παραμόρφων, με τη θερμοκρασία ξήξης.

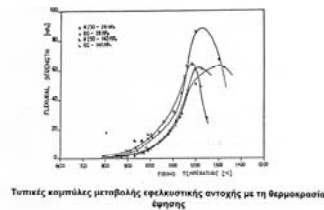


ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ – ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΒΑΡΥΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Σχηματική παράσταση καμπύλης DTA πηλού



ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ



ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ

ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ - ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

- Σύνθετα υλικά
- Συστατικά
 - Συνδετική κονία
 - Αερική: Πήζει και σκληρύνεται όταν έρχεται σε επαφή με τον αέρα (γύψος, αερική άσβεστος)
 - Υδραυλική: Πήζει και σκληρύνεται με την παρουσία νερού, με ή χωρίς την παρουσία αέρα και παραμένει σκληρή ακόμα και κάτω από το νερό (υδραυλική άσβεστος, τσιμέντο)
 - Αδρανή: Υλικά σε κακιά μορφή, που χρησιμοποιούνται ως πληρωτικά υλικά στα κονιάματα
 - Φυσικά αδρανή: πέτρες, βότσαλα, χαλίκια
 - Βιομηχανικά αδρανή: διαγκωμένη άργιλος, διαγκωμένος περλίτης, βερμικουλίτης
 - Πρόσθετα: Χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση διαφόρων χαρακτηριστικών των κονιαμάτων
 - Ανόργανης φύσης - ποζολάνες (φυσικές, τεχνητές ποζολάνες)
 - Οργανικής φύσης
 - Νερό

ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ - ΧΡΗΣΗ

- Κατάταξη ανάλογα με τη χρήση
 - Κονιάματα αρμών: Συνδετικό υλικό των δομικών στοιχείων
 - Κονιάματα υποστρωμάτων: Υπόστρωμα με την μορφή διαδοχικών στρωμάτων σε δάπεδα, ψηφιδωτά, μωσαϊκά, τοιχογραφίες
 - Επιχρίσματα: Μορφή επιστρώματος επιφανειών. Προστατευτικό στρώμα για διαβρωτικούς παράγοντες (βροχή, υγρασία), διακοσμητικός χαρακτήρας

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ

- **Πετρογραφική, ορυκτολογική μελέτη**
 - Οπτική μικροσκοπία
 - Περιβλεψη ακτίνων X
- **Φυσικές μέθοδοι**
 - Κοκκοδιαβάθμιση
- **Μέθοδοι ανάλυσης χημικής σύστασης**
 - Προσδιορισμός CO₂ με ογκομετρική μέτρηση
 - Θερμικές μέθοδοι
 - Φασματοσκοπία υπέρυθρης ακτινοβολίας με μετασχηματισμό Fourier
 - Ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης
 - Ηλεκτρονική μικροσκοπία διατεταγμένης
- **Μελέτη μικροδομής**
 - Πορομετρία υδραργύρου
 - Ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης
 - Ηλεκτρονική μικροσκοπία διατεταγμένης
- **Δοκιμές μηχανικών αντοχών**
 - Εκτίμηση εφελκυστικής αντοχής
 - Δοκιμή μονοαξονικού εφελκυσμού επί θραυσμάτων κονιαμάτων

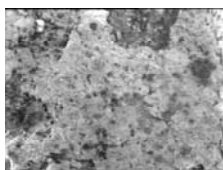
ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ - ΣΥΣΤΑΣΗ

Ιστορικό κονίαμα	Συνδετική ύλη	Αδρανή	Αναλογία συνδετικής ύλης/αδρανών
Συμβατικό ασβεστικό	Υδράσβεστος	Ασβεστικές ή αργιλοπυρρικές φύσης ή μίξη	1:1 – 1:4
Με θραυσμένο κεραμικό	Υδράσβεστος	Συμβατικά ή κεραμικά	1:2 – 1:4
Επί τόπου έσθησης της ασβέστου	CaO	Ασβεστικές ή αργιλοπυρρικές φύσης ή μίξη	1:2 – 1:4
Υδραυλικό	Υδραυλική ασβέστος	Ασβεστικές ή αργιλοπυρρικές φύσης ή μίξη	1:1 – 1:4
Ασβέστη – ποζολάνας	Υδράσβεστος	Ασβεστικές ή αργιλοπυρρικές φύσης ή μίξη	1:2 – 1:4 Πρόσθετα: ποζολάνα
Διπλής εσωτερικής τοιχοποιίας	Υδραυλική ασβέστος	Ασβεστικές ή αργιλοπυρρικές φύσης ή μίξη	Δύσκολο να εκτιμηθεί

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ - ΣΥΣΤΑΣΗ

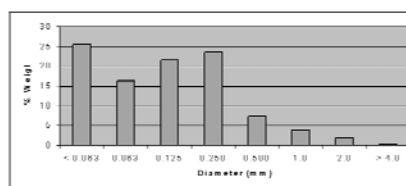


Ασβεστικό κονίαμα
Μεσαιωνική Πόλη της Ρόδου



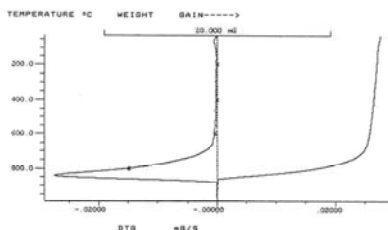
Εικόνα από
Μικροσκόπιο Οπτικών Ινών

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ - ΣΥΣΤΑΣΗ



Κοκκοδιαβάθμιση ασβεστικού
κονιάματος

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ - ΣΥΣΤΑΣΗ



Διαφορική θερμική και θερμοβαρμετρική ανάλυση
ασβεστικού κονιάματος

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ - ΣΥΣΤΑΣΗ

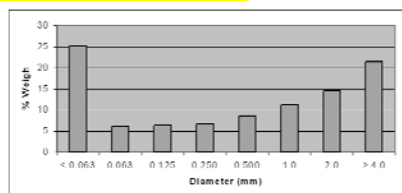


Κονίαμα θραυσμένου κεραμικού
Αγία Σοφία Κωνσταντινούπολης



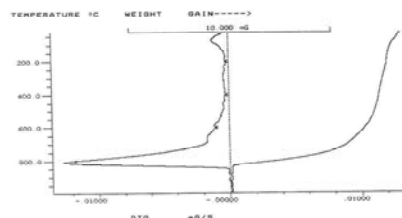
Εικόνα από
Μικροσκόπιο Οπτικών Ινών

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ - ΣΥΣΤΑΣΗ



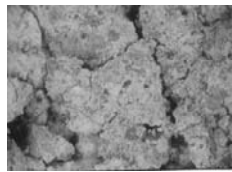
Κοκκοδιαβάθμιση κονιάματος θραυσμένου κεραμικού

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ - ΣΥΣΤΑΣΗ



Διαφορική θερμική και θερμοβαρμετρική ανάλυση
Κονιάματος θραυσμένου κεραμικού

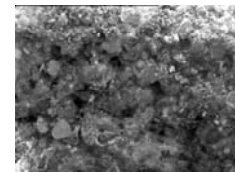
ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ - ΣΥΣΤΑΣΗ



Εικόνα από
Μικροσκόπιο Οπτικών Ινών

Κονίαμα επί τόπου έσθησης της
ασβέστου
Πύργος Αρσανά, Άγιο Όρος

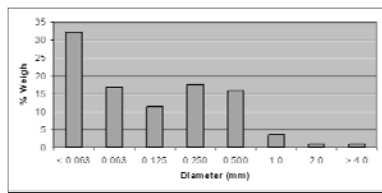
ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ - ΣΥΣΤΑΣΗ



Εικόνα από
Μικροσκόπιο Οπτικών Ινών

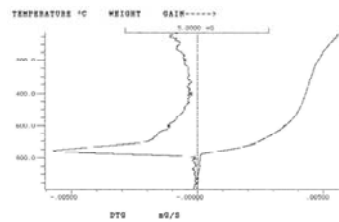
Υδραυλικό κονίαμα
Μονή Αρκαδίου Κρήτης

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ - ΣΥΣΤΑΣΗ



Κοκκοδιαβάθμιση κονιάματος επί τόπου έσθησης της ασβέστου

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ - ΣΥΣΤΑΣΗ



Διαφορική θερμική και θερμοβαρμετρική ανάλυση
κονιάματος επί τόπου έσθησης της ασβέστου

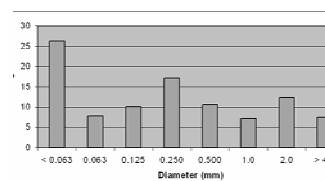
ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ - ΣΥΣΤΑΣΗ



Εικόνα από
Μικροσκόπιο Οπτικών Ινών

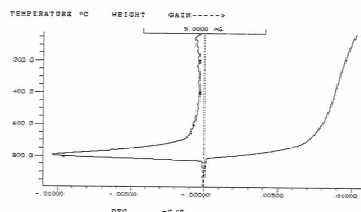
Κονίαμα ασβέστη - ποζολάνας
Στέρνες, Λαύριο

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ - ΣΥΣΤΑΣΗ



Κοκκοδιαβάθμιση κονιάματος ασβέστη - ποζολάνας

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ - ΣΥΣΤΑΣΗ



Διαφορική θερμική και θερμοβαρμετρική ανάλυση
κονιάματος ασβέστη - ποζολάνας

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ - ΣΥΣΤΑΣΗ



Εικόνα από
Μικροσκόπιο Οπτικών Ινών

Κονίαμα διπλής εσωτερικής
τοιχοποιίας

Καθηγητής και μαθητές προχωρούν στη μελέτη περιπτώσεων κάνοντας χρήση συναφούς οπτικού υλικού, αποτελεσμάτων μετρήσεων κ.λπ. Συγκεκριμένα, αναλύεται η περίπτωση των κεραμικών της Αγία – Σοφιάς στην Κωνσταντινούπολη (Morouliou et al. 2002A) αναφορικά με την προέλευση και την τεχνολογία παρασκευής.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ: ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΓΙΑ ΣΟΦΙΑ

Moropoulou, A., Cakmak, A.S., Polykreti, K., "Provenance and technology investigations of the Hagia Sophia bricks", *J. American Ceramic Society*, 85, No 2 (2002) pp. 366-372

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ 1994

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΒΥΖΑΝΤΙΝΩΝ ΚΑΙ ΟΘΩΜΑΝΙΚΩΝ ΜΝΗΜΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΤΟΥΡΚΙΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, [Κωνσταντινούπολη, 19/03/94]:

- Princeton University - Dept. Civil Eng. & Operations Res. (PU-CEOR)
- Bogazici University - Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute (BU-KOERI)
- Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο - Σχολή Χημικών Μηχανικών, Τομέας Επιστήμης και Τεχνικής των Υλικών (ΕΜΠ)

Εφαρμογή μέτρων πρόληψης και προστασίας βάσει της αποτίμησης του σεισμικού κινδύνου του μνημείου

Βασικός Σκοπός:

Έρευνα, Ανταλλαγή Εμπειρίας και Τεχνογνωσίας

ΦΘΟΡΑ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Διάβρωση κεραμικών από διαλυτά άλατα

Θάλασσα

Μεταφορά NaCl σε αποστάσεις μέχρι 15km.

Υπόγεια νερά

Ανάλογα με το υπέδαφος τροφοδοτούν το δομικά υλικά με ιόντα, νατρίου, καλίου, μαγνησίου, ασβεστίου, θειικά, ανθρακικά, χλωριούχα, πυριτικά.

Ατμοσφαιρικοί ρύποι

Τα SO₂, SO₃, NO_x της ατμόσφαιρας προσβάλλουν τις ανθρακικές προσμίξεις των κεραμικών σχηματίζοντας άλατα.

Επαφές με δομικά υλικά ή κονιάματα

Το ταϊμέντο και η γύψος είναι πηγές θειικών, ανθρακικών και διαλυτών πυριτικών αλάτων.



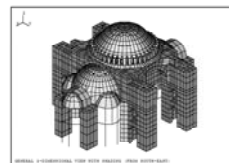
Οι πλίνθοι της Αγιά Σοφιάς

Κατά την ανακατασκευή του τρούλου, μετά την κατάρρευσή του το 557μ.Χ., χρησιμοποιήθηκαν (σύμφωνα με γραπτά στοιχεία του 9^{ου} αι.) ειδικοί ελαφρείς πλίνθοι που παραγγέλθηκαν από την Ρόδο

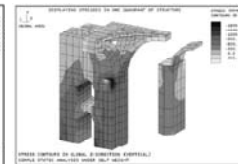
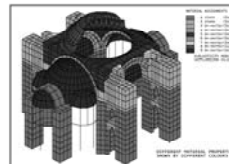
Ο νέος τρούλος κατασκευάστηκε περίπου 6m υψηλότερα από τον προηγούμενο, για καλύτερη κατανομή του βάρους του στο κτήριο



Η χρήση των συγκεκριμένων κεραμικών πλίνθων ήταν επιτυχής, καθώς ο τρούλος εκτόξευσε αρκετούς σεισμούς



Η συμπεριφορά του μνημείου στα δυναμικά και στατικά φορτία είναι σε άμεση εξάρτηση με τα φυσικοχημικά και μηχανικά χαρακτηριστικά των δομικών του υλικών (πλίνθοι και κονιάματα)



Παράγοντες φθοράς κεραμικών

Ενδονεγείς

- Ατέλειες ψησίματος
- Προσμίξεις ανθρακικού ασβεστίου
- Διαφορά στο συντελεστή θερμικής διαστολής μεταξύ υαλώματος και σώματος

Εξωγενείς

- Μηχανικές καταπονήσεις από υπερκείμενες πιέσεις
- Τριχοειδής αναρρίχηση νερού με διαλυτά άλατα
- Παγετός
- Βιολογικοί παράγοντες
- Προηγούμενες επεμβάσεις συντήρησης ή στερέωσης
- Χρήση μεταλλικών συνδέσμων

Διάβρωση κεραμικών από βιολογικούς παράγοντες

Μύκητες

Αναπτύσσονται σε όξινο περιβάλλον (pH 5-5.5), τρέφονται με πολύ λίγο οργανικό υλικό, χρειάζονται υγρασία και είναι ανθεκτικοί στη έλλειψη ηλιακού φωτός. Παράγουν οξέα (θειικό, οξαλικό ή κιτρικό) που διαλύουν το κεραμικό.

Φύκη

Χρειάζονται υγρασία, σχετικά υψηλή θερμοκρασία και φως. Τα σημαντικότερα είναι τα χλωροφύκη που αντέχουν σε pH=3,5 - 9. Διαλύουν τις ανθρακικές προσμίξεις.

Βακτήρια

Αναπτύσσονται σε αλκαλικό περιβάλλον (pH=8-8.5). Κάποια παράγουν θειικό οξύ, άλλα αμμωνία, νιτρικό οξύ ή οργανικά οξέα που διαλύουν το κεραμικό.

Λείψαντες

Η δράση τους οφείλεται κυρίως στη μηχανική καταπόνηση λόγω ανάπτυξης των ριζιδίων τους μέσα στο υλικό.

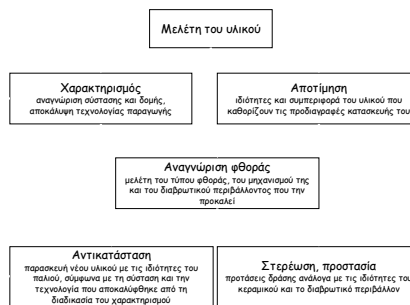
Διάβρωση κεραμικών από προηγούμενες επεμβάσεις συντήρησης

- Αλλοιώσεις από μηχανικό καθαρισμό
- Αλλοιώσεις από διαλυτά άλατα λόγω καθαρισμού του υαλμάτος με οξύ
- Ρηγματώσεις από τη διόγκωση των μεταλλικών συνδέσμων
- Κιτρίνισμα, ρηγμάτωση, αποφλοίωση, Θραύση του υαλμάτος λόγω χρήσης κόλλας, στερεωτικού ή υλικού συμπλήρωσης.

Συντήρηση κεραμικών

- Μηχανικός καθαρισμός
- Απομάκρυνση διαλυτών αλάτων
- Καθαρισμός οργανικών λεκέδων με ουδέτερα απορροπαντικά
- Καθαρισμός βιολογικών επικαθίσεων

Πορεία συντήρησης κεραμικών

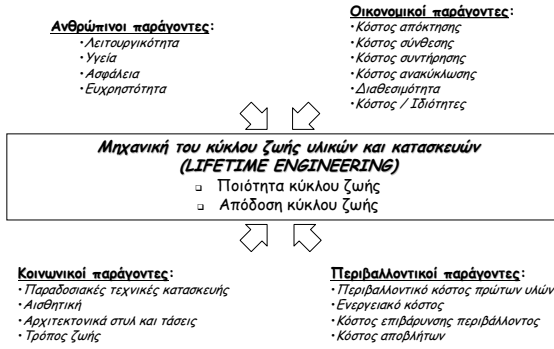


Το τελευταίο μέρος της παρουσίασης της θεματικής ενότητας αφορά στη Διαγνωστική Μελέτη, δίνοντας έμφαση στις μη καταστρεπτικές και ενόργανες μεθόδους διάγνωσης της φθοράς και ελέγχου υλικών και επεμβάσεων συντήρησης.

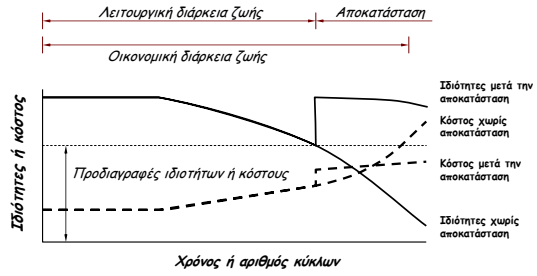
Ενδεικτικές διερευνητικές ερωτήσεις που τίθενται από τον καθηγητή είναι (Μοροπούλου 2009Γ):

- Τι είναι η φαινόμενη πυκνότητα;
- Ποιος λίθος απορροφά περισσότερο το νερό και ποιος πιο γρήγορα;
- Πώς μελετάμε τη φθορά των δομικών υλικών;
- Πώς πραγματοποιείται η διάγνωση της φθοράς επί τόπου και στο εργαστήριο;
- Τι εννοούμε με τον όρο μη καταστρεπτικές μέθοδοι;
Η παρουσίαση αναφέρεται στα ακόλουθα:
 - Μηχανική του κύκλου ζωής υλικών και κατασκευών
 - Συσχέτιση κύκλου ζωής και διαγνωστικής μελέτης
 - Μεθοδολογία διαγνωστικής μελέτης (Τεκμηρίωση, Επί τόπου μακροσκοπικές παρατηρήσεις για την κατάσταση των υλικών, Τεκμηρίωση, παρακολούθηση και μέτρηση περιβαλλοντικών παραμέτρων, Επί τόπου μη καταστρεπτικές μετρήσεις - χαρτογράφηση της φθοράς, Ταυτοποίηση των δομικών υλικών και έρευνα προέλευσής τους, Μελέτη της φθοράς στο εργαστήριο – Συσχέτιση ενδογενών και εξωγενών παραγόντων της φθοράς στο επίπεδο του Μνημείου, Εκτίμηση αιτίων και μηχανισμών των φαινομένων της φθοράς, Παραμετρική ανάλυση – προσομοίωση των φαινομένων στο εργαστήριο σε συνθήκες επιταχυνόμενης γήρανσης)
 - Μη καταστρεπτικές μέθοδοι (Υπερηχοσκόπηση, Υπέρυθη θερμογραφία, Μικροσκοπία οπτικών ινών, Ψηφιακή επεξεργασία εικόνας, Γεωραντάρ)
 - Ενόργανες μέθοδοι (Πετρογραφική μελέτη, Ορυκτολογική μελέτη, Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης, Υγρή Χρωματογραφία, Υπέρυθη Φασματοσκοπία Μετασχηματισμού Fourier, Υδατοαπορρόφηση, Μέτρηση χαρακτηριστικών μικροδομής με Ποροσιμετρία Υδραργύρου, Δοκιμές επιταχυνόμενης γήρανσης, Θερμική ανάλυση)

ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ



"Κύκλος Ζωής" Υλικών & Κατασκευών



Συσχέτιση Κύκλου Ζωής και Διαγνωστικής Μελέτης

Η παρακολούθηση του κύκλου ζωής των υλικών (ιδιοτήτων, χαρακτηριστικών και κόστους) πρέπει να είναι συνεχής και ολοκληρωμένη



Η διάγνωση της φθοράς (απομείωση των ιδιοτήτων και των χαρακτηριστικών) των υλικών πρέπει να ακολουθεί ολοκληρωμένη μεθοδολογία:

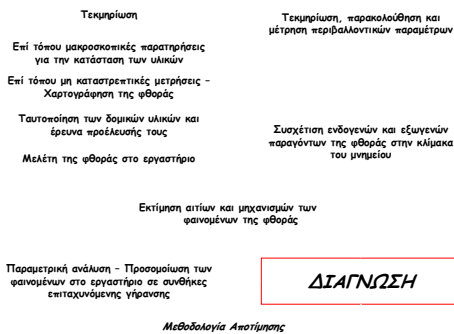
ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Λειτουργική διάρκεια ζωής ενός υλικού για συγκεκριμένη εφαρμογή, ορίζεται το χρονικό διάστημα (ή αριθμός κύκλων λειτουργίας) που παρέχεται μέχρι την απώλεια μάζας, ή μείωση κάποιας ιδιότητας (μηχανική, φυσική, χημική κλπ.) του υλικού, σε τέτοιο βαθμό που καθιστά την χρήση του μη ικανοποιητική για τη συγκεκριμένη εφαρμογή

Οικονομική διάρκεια ζωής ενός υλικού, ορίζεται το χρονικό διάστημα (ή αριθμός κύκλων λειτουργίας) πέραν του οποίου είναι οικονομικά ασύμφορη η διατήρηση του υπάρχοντος υλικού. Αυτό συμβαίνει όταν το συνολικό κόστος συντήρησης, αποκατάστασης, αποτίμησης και αντικατάστασης του υπάρχοντος υλικού είναι μεγαλύτερο από το ολικό κόστος ζωής ενός νέου υλικού ίδιας ή διαφορετικής σύστασης.

Λειτουργική διάρκεια ζωής ≠ Οικονομική διάρκεια ζωής

Μεθοδολογία Διαγνωστικής Μελέτης



Τεκμηρίωση

- **Ιστορική τεκμηρίωση**
 - Ιστορία της κατασκευής και των επεμβάσεων των δομικών υλικών απαραίτητα στοιχεία για την κατανόηση της συμπεριφοράς του μνημείου
 - Ιστορία του μνημείου / συνόλου. Μελέτη ιστορικών αρχείων και σύγκριση παλαιότερων φωτογραφιών
- Τοπογραφική αποτύπωση
- Αρχιτεκτονική αποτύπωση
- Καταγραφή και αποτύπωση των υλικών

Επί τόπου μακροσκοπικές παρατηρήσεις για την κατάσταση των υλικών

- Κατάσταση των υλικών
- Τυπολογία των φαινομένων της φθοράς
- Καταγραφή τυχόν επεμβάσεων

Ταυτοποίηση των δομικών υλικών και έρευνα προέλευσής τους

- Πετρογραφική
- Ορυκτολογική
- Ξυσική
- Χημική
- Ξυσικοχημική
- Μηχανική
- Νετρονική ενεργοποίηση (ανάλυση διάκρισης)

Μελέτη / δείγματα από το μνημείο και δείγματα λατομείων περιοχής βάσει γεωλογικού χάρτη

Τεκμηρίωση, παρακολούθηση και μέτρηση περιβαλλοντικών παραμέτρων

- Μικροκλίμα (Θερμοκρασία, υγρασία, βροχοπτώσεις, ταχύτητα / συχνότητα ανέμων κ.ά)
- Ρύποι (στερεολύματα, υδρόλυματα, αερολύματα)
- Χημική ανάλυση εδάφους και παρακολούθηση ανερχόμενης υγρασίας
- Άλατα σε υγρή ή στερεή φάση

Επί τόπου μη καταστρεπτικές μετρήσεις - χαρτογράφηση της φθοράς

- Χαρτογράφηση των υλικών
- Χαρτογράφηση της φθοράς
- Αποτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Μελέτη της φθοράς στο εργαστήριο

- Συστηματική αντιπροσωπευτική δειγματοληψία όλων των μορφών φθοράς από χαρακτηριστικά σημεία του μνημείου
- Μελέτη ιδιοτήτων των φθαρμένων υλικών (ορυκτολογική, φυσική, φυσικοχημική, χημική, μηχανική)
- Μελέτη των προϊόντων της φθοράς (ορυκτολογική, χημική)
- Σύγκριση αποτελεσμάτων υγιών και φθαρμένων υλικών με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων για:
 - το είδος και το βαθμό διάβρωσης
 - την κατάσταση των προϊόντων διάβρωσης
 - τη φυσική κατάσταση της διαβρωμένης πέτρας
 - τα αίτια

Εκτίμηση αιτιών και μηχανισμών των φαινομένων της φθοράς

- Αξιολόγηση εργαστηριακών δεδομένων
- Αξιολόγηση δεδομένων από τα αποτελέσματα των επί τόπου μη καταστρεπτικών μετρήσεων
- Συμπεράσματα

Παραμετρική ανάλυση - προσομοίωση των φαινομένων στο εργαστήριο σε συνθήκες επιταχυνόμενης γήρανσης

- Παράγοντες που επηρεάζουν τα φαινόμενα
- Προσομοίωση συνθηκών στο εργαστήριο
- Δοκιμές επιταχυνόμενης γήρανσης
 - Θάλαμος αλατονεφώς
 - Θάλαμος προσομοίωσης περιβαλλοντικών συνθηκών
 - Κύκλοι εμφύσησης - ξήρανσης κ.ά.
- Επιβεβαίωση της εκτίμησης για τα αίτια και τους μηχανισμούς της φθοράς

Υπερηχοσκόπηση
Υπέρυθρη Θερμογραφία
Μικροσκοπία Οπτικών Ινών
Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας
Γεωραντάρ
Μικροκύματα
Γαμμαγραφία



Υπερηχοσκόπηση [Ultrasonics - US]

Αρχή της Μεθόδου

Η ταχύτητα μετάδοσης υπερήχων αποτελεί καλή ένδειξη της φυσικομηχανικής συμπεριφοράς 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

Συσχέτιση ενδογενών και εξωγενών παραγόντων της φθοράς στο επίπεδο του μνημείου

Στοχαστική συσχέτιση περιβαλλοντικών παραγόντων και των δεδομένων της φθοράς των υλικών με πολικριτηριακή ανάλυση

- **Ανάλυση σε κύριες συνιστώσες**
Δύο ομάδες μεταβλητών: Ενδογενείς & Εξωγενείς
Γραφική παράσταση του συνόλου των δεδομένων σε δυσδιάστατο διάγραμμα
Εκτίμηση ρόλου και ειδικού βάρους κάθε μεταβλητής στις διαφορετικές ομάδες
- **Ανάλυση διάκρισης**
Πλήρης εικόνα του διαχωρισμού των δεδομένων σε ομάδες και καταγραφή των συναρτήσεων διάκρισης
Πρόβλεψη σε ποια ομάδα κατατάσσεται μία νέα περίπτωση



1^ο μέρος Μη Καταστρεπτικές Μέθοδοι

Επί Τόπου Μη Καταστρεπτικές Μέθοδοι

-Πραγματοποιούν εξέταση επιφανειών επί τόπου χωρίς λήψη δειγμάτων

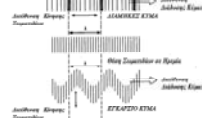
-Μπορούν να δώσουν πληροφορίες για τη στρωματογραφία υλικών, τοιχοποιιών και επικαλυμμένων επιφανειών

-Μοναδικό και απαραίτητο εργαλείο για τη χαρτογράφηση των υλικών και της φθοράς, τον έλεγχο ποιότητας υλικών, τον έλεγχο συμβατότητας 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

Υπέρηχοι

Διαμήκες και εγκάρσιο κύμα.



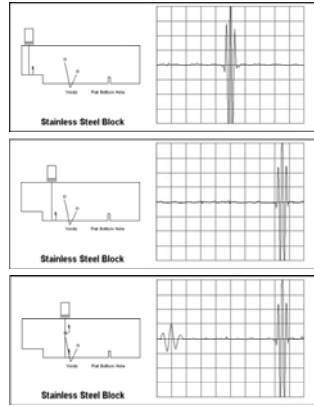
Τυπικές παράμετροι κύματος: Συχνότητα. ($f = 0$ αριθμός ταλαντώσεων δεδομένου σωματίδιου ανά sec), μήκος κύματος ($\lambda =$ Η απόσταση ανάμεσα σε δύο επίπεδα στα οποία τα σωματίδια βρίσκονται στην ίδια θέση τακτικής), ταχύτητα ήχου ($c =$ Η ταχύτητα μετάδοσης δεδομένου κύματος στο συγκεκριμένο υλικό)

Η ταχύτητα του ήχου σε συγκεκριμένο υλικό εξαρτάται από την **πυκνότητα** του και από τις **ελαστικές ιδιότητες** του υλικού (ελαστικές σταθερές). Συγκεκριμένα, για διαμήκη και εγκάρσια κύματα η ταχύτητα διάδοσης κύματος, c , δίνεται αντίστοιχα από:

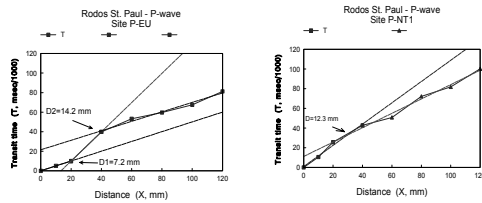
$$c_{11} = \sqrt{\frac{E_{11}}{\rho}} \quad c_{44} = \sqrt{\frac{E_{44}}{\rho}}$$

Εφαρμογές Υπέρηχων

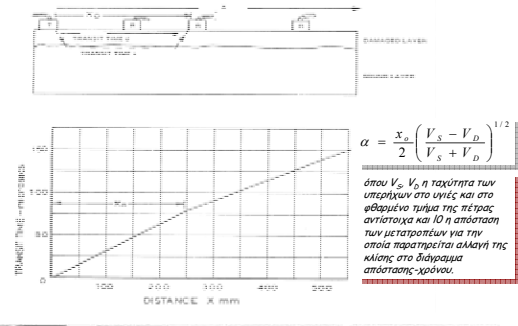
Ανίχνευση Ατελειών / Διεπιφανειών



Εφαρμογές Υπέρηχων



Εφαρμογές Υπέρηχων Απεικόνιση του βάθους φθοράς υλικού



Εικ.2. Εκτίμηση φθοράς με χρήση ανάλυσης υπερήχων και ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας για ποσοτική λήψη.

Θερμογραφία Υπερύθρου [Infrared Thermography - IRT]

Αρχή της Μεθόδου

Υπέρυθρη ακτινοβολία εκπέμπουν όλα τα υλικά λόγω της θερμικής κίνησης των μορίων τους. Όταν η ακτινοβολία αυτή, η οποία εκπέμπεται από μία πηγή στην περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος από 0,7 - 14 μm, συναντήσει ένα υλικό, μέρος αυτής το διαπερνά, ανακλάται ή 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

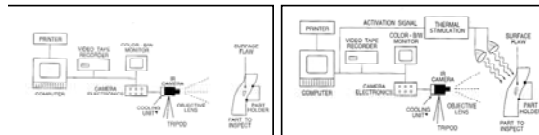
Εφαρμογές

- Η Υπέρυθρη Θερμογραφία μπορεί να διαγνώσει:
- Επιφανειακή φθορά τοιχοποιιών και αρχιτεκτονικών επιφανειών
 - Αποφλοίωση χρωμάτων και επικαλύψεων
 - Έλεγχο ατελειών
 - Ρωγμές σε υλικά και κατασκευές
 - Ανερχόμενη και παραμένουσα υγρασία και συμπύκνωση σε τοιχοποιίες

Υπέρυθρα Θερμονομογραφικά Συστήματα

- Χαμηλού Μήκους Κύματος (2-5,6 μm)
- Υψηλού Μήκους Κύματος (8-14 μm)

Πειραματική Διάταξη



Εφαρμογές Υπέρυθρης Θερμογραφίας

Αποτίμηση Μεθόδων Καθαρισμού στο Ιστορικό Κτίριο του Κεντρικού Καταστήματος της Τράπεζας της Ελλάδος



(Διαφορά κατακράτησης νερού)

Εφαρμογές Υπερύθρης Θερμογραφίας

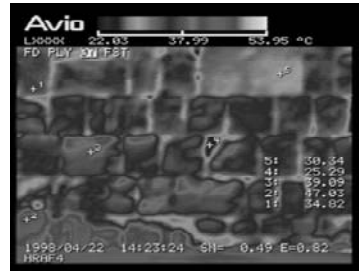
Αποτίμηση μη Συμβατών Κονιαμάτων Αποκατάστασης στα Ιστορικά Τείχη του Ηρακλείου



Τσιμεντοπυλικά - Θερμά Σημεία

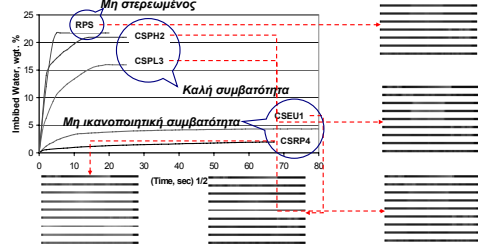
Εφαρμογές Υπερύθρης Θερμογραφίας

Αποτίμηση Επέμβασης Στερέωσης Πωρόλιθου - Πιλοτική Εφαρμογή στη Μεσαιωνική Πύλη της Ρόδου



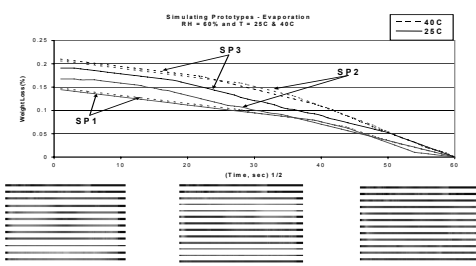
Εφαρμογές Υπερύθρης Θερμογραφίας

Water Absorption of Porous Stone & Consolidated Porous Stones



Καμύλες απορρόφησης νερού στερεωμένων λίθων και παρακολούθηση του φαινομένου στο εργαστήριο με χρήση υπερύθρης θερμογραφίας
Υλικά στερέωσης: aqueous colloidal dispersion of silica particles (PL), pre-hydrolysed ethyl silicate with amorphous silica (PH), ethyl silicate (RP), acryl silicic resin (EU)

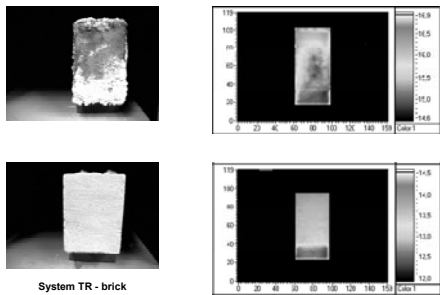
Εφαρμογές Υπερύθρης Θερμογραφίας



Θερμογραφήματα πρωτοτύπων που προσομοιώνουν διάφορους τύπους τοιχοποιίας κατά την διάρκεια μετρήσεων εξάτμισης

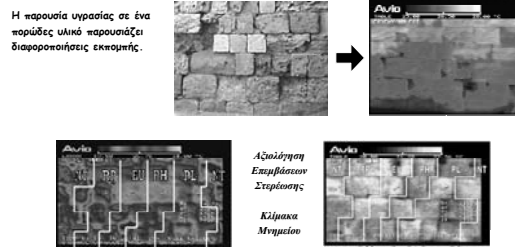
Εφαρμογές Υπερύθρης Θερμογραφίας

Εξέταση των φαινομένων μεταφοράς υγρασίας [Εργαστήριο]



Εφαρμογές Υπερύθρης Θερμογραφίας

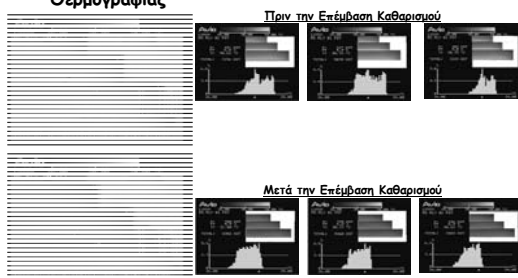
Εξέταση Ανερχόμενης Υγρασίας - Κλίμακα Μνημείου



Υλικά Στερέωσης: aqueous colloidal dispersion of silica particles (PL), pre-hydrolysed ethyl silicate with amorphous silica (PH), ethyl silicate (RP), acryl silicic resin (EU)

Εφαρμογές Υπερύθρης Θερμογραφίας

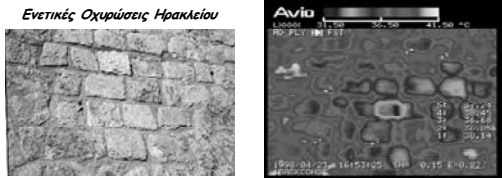
Αποτίμηση Επεμβάσεων Καθαρισμού



Περιοχές όπου πριν τον καθαρισμό είχαν έντονους τύπους φθοράς ή υπολείμματα της μεθόδου καθαρισμού που εφαρμόστηκε, παρουσιάζουν μείωση των θερμοκρασιακών τιμών τους, λόγω κατακράτησης υγρασίας.

Εφαρμογές Υπερύθρης Θερμογραφίας

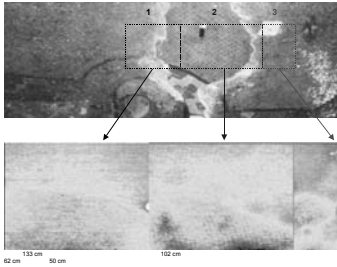
Αξιολόγηση Υλικών Αποκατάστασης: Κλίμακα Μνημείου



Εφαρμογές Υπερύθρης Θερμογραφίας

Έλεγχος Στρωματογραφίας

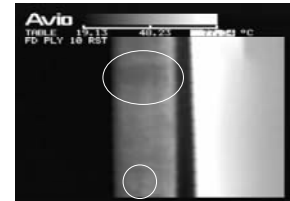
Επιφάνεια ΨΤ – Στην Κορυφή του Τρούλου, πάνω από την 27^η και 29^η Νεώρωση (7 μέτρα από την κορυφή του τρούλου)



Εφαρμογή στην Αγία Σοφία

Εφαρμογές Υπερύθρης Θερμογραφίας

Ανίχνευση Αστοχιών σε Σιδηροτροχιές



Το δείγμα αυτό παρουσιάζει ελάχιστα ελαττώματα, ενώ όπου αυτά υπάρχουν είναι πολύ μικρά σε μέγεθος και απομονωμένα, με αποτέλεσμα να υπάρχει δυσκολία στον εντοπισμό τους κατά το θερμογραφικό έλεγχο. Παρά τις δυσκολίες όμως, στο θερμογράφημα διακρίνονται δύο *σκαφές περιοχές που ανταποχούν σε περιοχές αυξημένης τραχύτητας* του δείγματος.

Μικροσκοπία Οπτικών Ινών [Fiber Optic Microscopy - FOM]

Αρχή της Μεθόδου

Οι οπτικές επικοινωνίες χρησιμοποιούν φως αντί ηλεκτρικού ρεύματος ως φορέα των σημάτων και οπτικές ίνες αντί μεταλλικών αγωγών για τη μετάδοσή του.

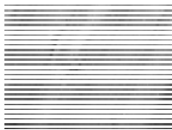
Το προς μετάδοση ηλεκτρικό σήμα (φωνή, εικόνα, δεδομένα κ.λ.π.) μετατρέπεται στο ένα άκρο της οπτικής ζεύξης σε ακολουθία ψηφιακών παλμών που διοχετεύονται στην οπτική ίνα. Στο άλλο άκρο της ζεύξης ανιχνεύονται οι παλμοί και μετατρέπονται στο αντίστοιχο ηλεκτρικό σήμα.

Πειραματική Διάταξη

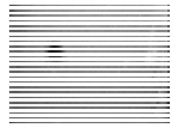


- Ένα από τα πλεονεκτήματα της μικροσκοπίας οπτικών ινών είναι ότι το μικροσκόπιο είναι φορητή διάταξη
- Λάμπα αλογόνου που λειτουργεί στα 100W
- Έλεγχος έντασης φωτός. Η ποσότητα φωτός που ανακλάται από το αντικείμενο εξαρτάται απ' το χρώμα και το υλικό του αντικειμένου. Το μικροσκόπιο αυτόματα προσαρμόζει την ένταση του φωτός της λάμπας έτσι ώστε να υπάρχει ένα σταθερό επίπεδο φωτεινότητας στη λαμβανόμενη εικόνα.
- Σύστημα εστίασης
- Αντικειμενικοί φακοί. Κατά τη διάρκεια της εφαρμογής μπορεί να αλλάξει κανείς περισσότερους φακούς για να πάρει εικόνες διαφορετικών μεγεθύνσεων. Οι φακοί συνδέονται στο σύστημα μετάδοσης εικόνας μέσω οπτικών ινών

Εφαρμογές Μικροσκοπίας Οπτικών Ινών



Ατέλεια σε πλίνθο (x25)



Ατέλεια σε πλίνθο (x25)

Ανίχνευση Ατελειών σε Δομικά Υλικά



Ατέλεια σε πλίνθο (x50)

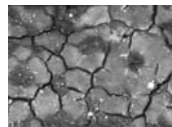
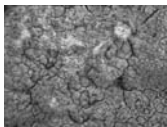


Επιφάνεια τοιμέντου με συσσώρευση αλάτων (x50)

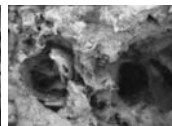
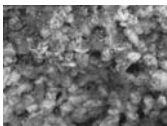
Εφαρμογές Μικροσκοπίας Οπτικών Ινών

Αναγνώριση των τύπων της φθοράς τοιχοποιίας από πωρόλιθο, λόγω κρυστάλλωσης αλάτων

Μεσαιωνική Πόλη της Ρόδου

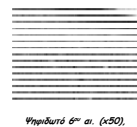


Σκληρή ανθρακική κρούστα (κίτρινο χρώμα) με εμφανή την ταυτόχρονη ανάπτυξη βιογενούς κρούστας (γκρίζο)



Κυρέλωση

Εφαρμογές Μικροσκοπίας Οπτικών Ινών

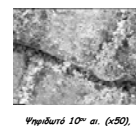


Ψηφιδωτό 6^{ου} αι. (x50), Αγία Σοφία, Τρούλιος

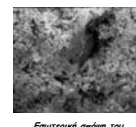


Επιφάνεια φθαρμένου κωνόμαζου (x50), Αγία Σοφία Βα. Εξωτερικός Νάρθηκας

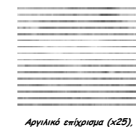
Μορφολογία Επιφανειών



Ψηφιδωτό 10^{ου} αι. (x50), Αγία Σοφία, Τρούλιος



Εσωτερική στέγη του σκεπαστού κωνόμαζου (x25), Αγία Σοφία Βα. Εξωτερικός Νάρθηκας



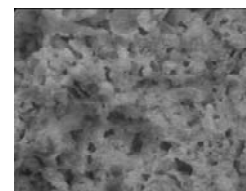
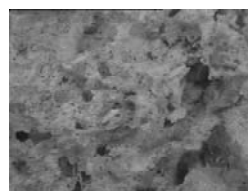
Αρχαίο σιγάρισμα (x25), Ιστορικό Κτίριο Τράπεζας 1ης Ελλάδος, Σταθού



Διεπιφάνεια τοιμεντινών επαφισμάτων (x25), Ιστορικό Κτίριο Τράπεζας 1ης Ελλάδος, Σταθού

Εφαρμογές Μικροσκοπίας Οπτικών Ινών

Αποτίμηση Επεμβάσεων Συντήρησης



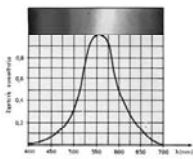
Πριν τη στερέωση

Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας [Digital Image Processing - DIP]

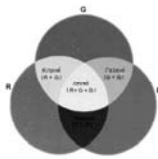
Σκοπός

Αναγνώριση των λιθοτύπων και των μορφών φθοράς με την απόδοση των διαφορετικών πληροφοριών με διαφορετικά χρώματα επί απλών φωτογραφιών και την επεξεργασία εικόνων με ψευδή χρώματα στην επιφάνεια και σε βάθος.

Το Μάτι και τα Χρώματα



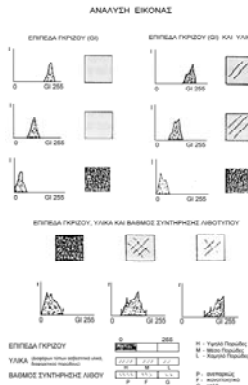
Καμπύλη φασματικής ευαισθησίας του ματιού



Προσθετική Μίξη των τριών Βασικών Χρωμάτων RGB

Ανάλυση με Επεξεργασία Εικόνας

- Η διαδικασία της μετατροπής της φωτογραφικής εικόνας σε ψηφιακή συνίσταται, κατ' αρχήν, στην απόδοση τιμών στη συνάρτηση $f(x, y)$ σύμφωνα με μια τετραγωνική μήτρα και διαδοχικές ποσοτικοποιήσεις των χωρικών δειγμάτων κωδικοποιημένων σε δυαδικό σύστημα.
- Τα ανεξάρτητα χωρικά δείγματα (pixels) αντιπροσωπεύονται από μια ολοκληρωμένη τιμή η οποία δείχνει το βαθμό της φωτεινότητας σε σχέση με μια κατάλληλη κλίμακα.
- Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται σε αυτή την έρευνα πρέπει να επιτρέπει την διάκριση 256 (= 2^8) διαβαθμίσεων της κλίμακας του γκρι, έτσι ώστε κάθε στοιχείο που δημιουργεί την εικόνα μπορεί να πάρει μια τιμή ανάμεσα στο 0 (μαύρο) και στο 255 (άσπρο).
- Για έγχρωμες εικόνες, η χρήση $2^8=256$ αποχρώσεων του γκριζου (για την ακρίβεια πρόκειται για τιμές φωτεινότητας) για κάθε κανάλι χρώματος RGB, υπάρχει η δυνατότητα αντιστοίχησης σε $2^8 \times 2^8 \times 2^8 = 2^{24} = 16,672,216$ χρώματα



Εφαρμογές Ψηφιακής Επεξεργασίας Εικόνας

Αποτίμηση του πορώδους και του βαθμού φθοράς

Προφίλ προερχόμενα από τα ιστογράμματα του ενεργειακού περιεχομένου των επιπέδων του γκριζου βάσει του χρώματος των δομικών χαρακτηριστικών και του βαθμού φθοράς διαφόρων λιθοτύπων

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

Ανάλυση με Επεξεργασία Εικόνας

- Μία μαυρόασπρη εικόνα μπορεί να θεωρηθεί ως συνεχής διδιάστατη συνάρτηση $f(x, y)$, που παρέχει αντιπροσωπευτικές τιμές της φωτεινότητας για κάθε ζεύγος συντεταγμένων
- Συνεπώς, κάθε επεξεργασία εικόνας μπορεί να θεωρηθεί ως μαθηματική επεξεργασία μιας συνάρτησης $f(x, y)$. Στην πραγματικότητα γίνεται επεξεργασία της συνάρτησης των x, y , με αποτέλεσμα ορισμένο αριθμό τιμών σε σχέση με δοθείσα κλίμακα του γκριζου
- Κάθε σημείο, ή καλύτερα κάθε στοιχείο εικόνας (picture element: pixel), συνεισφέρει, μέσω του διαφορετικού επιπέδου του γκριζου που αντιστοιχεί, στο σχηματισμό της ψηφιακής εικόνας



Στο Εργαστήριο Επιστήμης και Τεχνικής των Υλικών του Ε.Μ.Π. χρησιμοποιείται το λογισμικό Image Pro Plus για την ψηφιακή επεξεργασία της εικόνας. Η εισαγωγή της εικόνας στον υπολογιστή μπορεί να γίνει:

- Με απευθείας εισαγωγή από το μικροσκόπιο στο υπολογιστικό σύστημα και επεξεργασία της στη συνέχεια. Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει το σύστημα του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου (SEM) και το πρόγραμμα ψηφιακής επεξεργασίας της εικόνας να είναι συνδεδεμένα.
- Με εισαγωγή της εικόνας, που έχει προηγουμένως ληφθεί σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, μέσω σαρωτή στο πρόγραμμα της ψηφιακής επεξεργασίας της εικόνας. Η δεύτερη αυτή μέθοδος ωστόσο δεν επιτρέπει την αποτίμηση του πορώδους πολλών διαφορετικών περιοχών του προς εξέταση δείγματος.

Εφαρμογές Ψηφιακής Επεξεργασίας Εικόνας

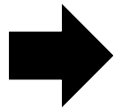


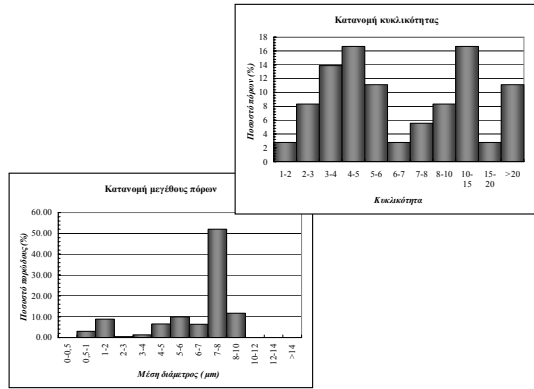
Υπολογισμός του πορώδους και των παραμέτρων του

Στην εικόνα 1 παρουσιάζεται η πορώδης δομή του υλικού όπως εμφανίζεται στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο

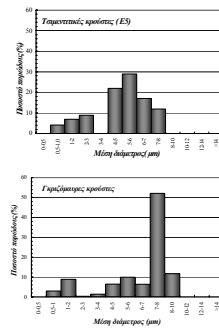


Στην εικόνα 2 παρουσιάζεται η αναγνώριση των πόρων από το πρόγραμμα ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας

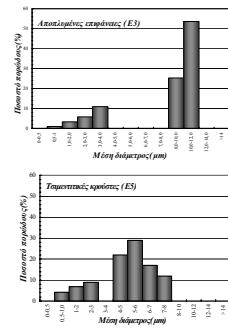




Εφαρμογές Ψηφιακής Επεξεργασίας Εικόνας



Υπολογισμός του πορώδους διαφορετικών τύπων κρούστας



Εφαρμογές Ψηφιακής Επεξεργασίας Εικόνας

Στο πρώτο βήμα της έρευνας χαρακτηριστικές γενικές όψεις και λεπτομέρειες που αφορούν στους λιθοτύπους και στη φθορά τους **αποτυπώνονται σε φωτογράμματα** (φωτογράφηση υπό ορισμένες προϋποθέσεις φωτισκίας και καθετότητας της εικόνας).

Τα σημεία που εξετάσθηκαν είναι χαρακτηριστικά των περιβαλλοντικών παραγόντων (μικροκλίμα) που συνδέονται με τις επικρατούσες μορφές φθοράς

Χαρτογράφηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (της φθοράς) σε αρχιτεκτονικές επιφάνειες

Κατάταξη των τύπων της φθοράς σύμφωνα με το μηχανισμό διάβρωσης και την παθολογία της τοιχοπέρας

1. Φθορά με τη μορφή αντήραση (Εξωτερική φθορά με απόσπαση κόκκων)
<ul style="list-style-type: none"> Κυριώτητα: <ul style="list-style-type: none"> Εξωτερική εντασμένη διάβρωση Σπυρίωση Διασπαστική απολίωση Προγραμματική επισημείωση διάβρωσης <ul style="list-style-type: none"> Αποτροπυλάκια υαλίου Στοιχεία διάβρωσης
2. Κρούσεις
<ul style="list-style-type: none"> Σκληρή ανθρακική κρούση Βιογενής κρούση (βρύα, λείχηνες, άσχημο ενδοκυβικό οργανισμό κ.λ.) Μείση κρούση (πύλη κρούσης, ρήγμα - εκκροσμή αποσπασμένων απορριμμάτων σιματίδια και εκκαθάρσις) Εξοχίσεις αλάτων (από τοξικολογική αντήραση, θάλασσα ή ασφάλισμα, παραμόρφωση κρούση κ.λ.)
3. Παθολογία της τοιχοπέρας (όταν αφορά στα συντετακτα κομμάτια)
<ul style="list-style-type: none"> Σε αντίθεση με τα κομμάτια που ορατά Εξωτερική διάλυση των σιματιών Εξωτερική φθορά του λίθου λόγω υπεραερισμού που κοινώνεται ή λόγω περιστασιακής Μακροοργανισμούς - Μείωση της αντοχής - Ρυθμίζοντας της τοιχοπέρας
4. Απολιμένες επιφάνειες συνθήκες της τοιχοπέρας, Υποκατάσταση με μη συμβατικές λιθικές και μη συμβατικά κομμάτια κρούση

Χαρτογράφηση Λειτουργική

Αντιστοιχία και σημασία των χρωμάτων σε σχέση με το είδος της φθοράς και των λιθοτύπων

Είδος φθοράς	Χρώμα	Τύπος φθοράς	Λιθοτύπος
Μείση	Μείση	Πύλη μεταβολής επιφάνειας	
	Μείση	Επισημειωμένη κρούση (βασανισμένη κρούση)	
	Μείση	Απολιμένες επιφάνειες / απολιμένες επιφάνειες	Επισημειωμένη κρούση / η περισσότερο κρούση και απολιμένες επιφάνειες
	Καθί σιματί	Σκληρή κρούση (βιογενής) ή μείση κρούση	Επισημειωμένη κρούση με σιματί
	Καθί σιματί	Απολιμένες της μεταβολής επιφάνειας	
Αλάτι	Χρό σιματί	Σκληρή ανθρακική κρούση / βιογενής κρούση	
	Χρό σιματί	Σκληρή ανθρακική κρούση ή μείση κρούση	Επισημειωμένη κρούση
	Χρό σιματί	Σκληρή ανθρακική κρούση ή μείση κρούση	Επισημειωμένη κρούση



Γενική χαρτογράφηση της φθοράς

ΜΕΣΑΙΩΝΙΚΗ ΠΟΛΗ ΤΗΣ ΡΟΛΟΥ

[α, β, γ, πραγματικές εικόνες]
[α', β', γ', ψηφιακή επεξεργασία]

- α) Πύλη Αρανά (κυνέλιση).
- β) Πύλη D'Amboise (σκληρή ανθρακική και βιογενής κρούση).
- γ) Πύργος μεταξύ του προμαχώνα του Αγ. Γεωργίου και του τομεία της Ισπανίας (συνδυασμός κυνέλισης και σκληρής ανθρακικής και βιογενής κρούσης).

Βέλτητα-Διαμόρφωση

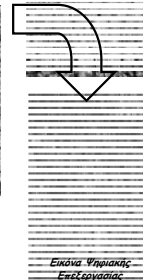
Γενική χαρτογράφηση της φθοράς

Κύριος Παράγοντας Φθοράς:

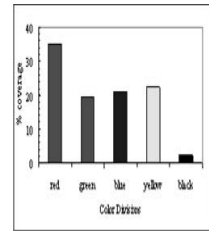
Κυμείωση (κόκκινο χρώμα 35%)



Αρχική Εικόνα



Εικόνα Ψηφιακής Επεξεργασίας



Εφαρμογές Ψηφιακής Επεξεργασίας Εικόνας

- Αποδοθούν με ψευδή χρώματα οι μεταβολές των χαρακτηριστικών της επιφάνειας πριν και μετά την εφαρμογή των μεθόδων αντήρασης
- Οι ενεργειακές μεταβολές της εικόνας της επιφάνειας είναι ιδιαίτερα εμφανείς στην περίπτωση του καθαρισμού δεδομένου ότι η επιφάνεια που προκύπτει είναι τραχύτερη, αντιστοιχεί σε μεγαλύτερη ενεργή επιφάνεια και συνεπώς είναι ενεργειακά αναβαθμισμένη
- Δεδομένου ότι η μικρότερη τροποποίηση της τραχύτητας / ενεργότητας της αρχικής επιφάνειας αποτελεί κριτήριο επιλογής, η ψηφιακή επεξεργασία, επιτρέπει την αποτίμηση των μεθόδων καθαρισμού που εφαρμόζονται.

Αποτίμηση μεθόδων καθαρισμού και προστασίας αρχιτεκτονικών επιφανειών

Τμήμα επιφάνειας του κτιρίου της Τράπεζας της Ελλάδος. Το υλικό είναι πυρολίθος.

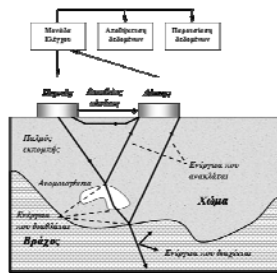


Η εικόνα σε απόδοση με ψευδή χρώματα. Οι κοιλότητες που σχηματίζονται από την απώλεια υλικού φαίνονται εδώ από το άσπρο - γκρι χρώμα

Γεωραντάρ [Ground Penetrating Radar - GPR]

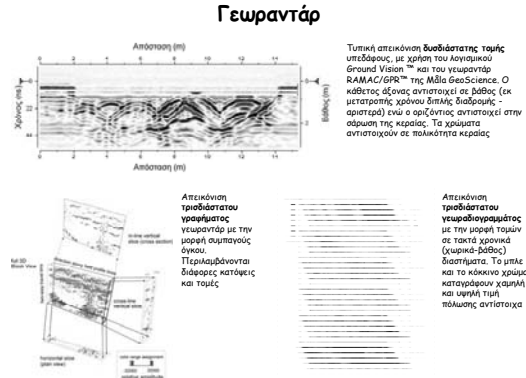
Αρχή λειτουργίας

- Το γεωραντάρ χρησιμοποιεί **υψηλής συχνότητας (10-10000 MHz), μικρής διάρκειας, ηλεκτρομαγνητικούς παλμούς** για αποκάλυψη πληροφοριών στο υπέδαφος.
- Το ηλεκτρομαγνητικό σήμα (παλμός) παράγεται από έναν πομπό και διοχετεύεται στο υπέδαφος με **ταχύτητα που εξαρτάται κυρίως από τις ηλεκτρικές ιδιότητες του υλικού**.
- Κατά την καθοδική διάχυση και όταν ο παλμός συναντήσει διεπιφάνεια υλικών με διαφορετικές ηλεκτρικές ιδιότητες, **μέρος της ενέργειας του παλμού ανακλάται** ή διαχέεται πίσω στην επιφάνεια (όπου και ανιχνεύεται και καταγράφεται από έναν δέκτη στην επιφάνεια του εδάφους) ενώ η **υπολειπόμενη ενέργεια του παλμού διοχετεύεται σε βαθύτερα επίπεδα**.



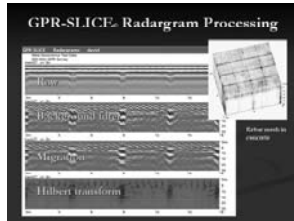
Διάταξη γεωραντά:

- Ο παλμός εκπομπής διαχέεται στο υπέδαφος και όταν προσπίπτει σε κάποια ανομοιογένεια -διαφορετικές ηλεκτρικές ή μαγνητικές ιδιότητες σε σχέση με το μητρικό υλικό- μέρος της ενέργειας του παλμού ανακλάται προς την επιφάνεια ενώ το υπόλοιπο διαχέεται προς βαθύτερα επίπεδα.
- Οι πολλαπλές ανακλάσεις αντιστοιχούν στις διάφορες διεπιφάνειες που συναντά ο παλμός μέχρι πλήρους εξασθένησής του.



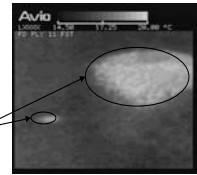
Εφαρμογές Γεωραντά

- Εντοπισμός 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.

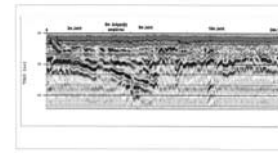


Εφαρμογές Γεωραντά

Αποτελέσματα γεωραντά επί τόπου εξέτασης οδοστρωμάτων στον κρατικό αερολιμένα Αθηνών

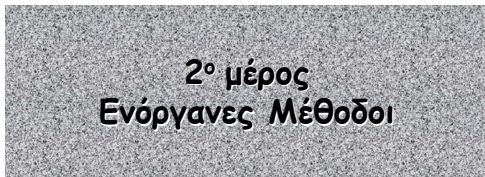


Εντοπισμός Ελασματοειδών Σημείων με Χρήση της Υπερήχους Θεωρηματικής



Ενόργανες Μέθοδοι

- Απαιτείται πραγματοποίηση διαδικασίας δειγματοληψίας. Είναι θετικό το γεγονός ότι απαιτούνται μικρά δείγματα ελάχιστης μάζας.
- Παρέχουν πληροφορίες σχετικές με την ταυτοποίηση ενώσεων υπάρχοντων στο εξεταζόμενο υλικό, με τα χαρακτηριστικά μικροδομής του υλικού, καθώς και με τη συμπεριφορά του υλικού όταν αυτό υπόκειται σε συγκεκριμένες διαδικασίες καταπόνησης.



Ενόργανες Μέθοδοι

- Πετρογραφική Μελέτη
- Ορυκτολογική Μελέτη
- Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης
- Υγρή Χρωματογραφία
- Υπέρυθρη Φασματοσκοπία Μετασχηματισμού Fourier
- Υδατοαπορρόφηση
- Μέτρηση Χαρακτηριστικών Μικροδομής με Ποροσιμετρία Υδραγύρου
- Δοκιμές Επιταχυνόμενης Γήρανσης
- Θερμική Ανάλυση.

Πετρογραφική Μελέτη

Σκοπός

Εξέταση λεπτών τομών των δομικών υλικών σε πολωτικό μικροσκόπιο με σκοπό την εξακρίβωση της γεωγραφικής προέλευσης 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 πολωμένου φωτός.

Με τη χρήση του πρίσματος Nicols, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αναλυτής του πολωμένου φωτός, μπορούν να διακριθούν τα ισότροπα από τα ανισότροπα ορυκτά καθώς και τα ανισότροπα ορυκτά μεταξύ τους

Ορυκτολογική Μελέτη

Περιγραφή Τεχνικής

Για την παρασκευή λεπτών τομών κόβεται από το λίθο κομμάτι πάχους 1 mm και επιφάνειας 2 cm². Η μία πλευρά λειαίνεται με γυαλόχαρτο και επικολλάται πάνω σε αντικειμενοφόρο πλάκα, ενώ στην άλλη πλευρά μειώνεται το πάχος έως 30 μm.

Το φως από κατάλληλη πηγή αντανακλάται με καθρέφτη μέσα στον πολωτή, όπου εστιάζεται πάνω στη λεπτή τομή με συγκεντρωτικούς φακούς. Μεγέθυνση από 20 έως 200 φορές επιτυγχάνεται από τους αντικειμενικούς φακούς και το σύστημα της διόπτρας ανάμεσα στα οποία βρίσκεται ο αναλυτής. Το επίπεδο όπου βρίσκονται η λεπτή τομή και ο πολωτής μπορεί να περιστραφεί σε βαθμονομημένη κλίμακα.

Συνθήκη του Bragg

Για να λάβει χώρα Περίθλαση Ακτίνων Χ από ένα δικτυωτό επίπεδο πρέπει να ικανοποιείται η συνθήκη του Bragg:

$$n\lambda = 2d \sin\theta$$

όπου: $n = 1, 2, 3, \dots$

λ = μήκος κύματος ακτίνων Χ

d = απόσταση δύο δικτυωτών επιπέδων

θ = γωνία προσπίπτουσας ή περιθλωμένης δέσμης ακτίνων Χ και δικτυωτού επιπέδου

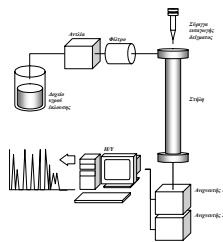
Υγρή Χρωματογραφία (HPLC)

Σκοπός

Ποιοτική και ποσοτική ανάλυση σύνθετων μιγμάτων υγρών και διαλυτών στερεών. Είναι επίσης δυνατός ο διαχωρισμός στοιχείων για ανάλυση δομής.

Δείγμα

Κρίσιμη παράμετρος 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. Η ποσότητα των δειγμάτων που απαιτούνται είναι της τάξης mg ή λιγότερο.



Υπερύθρη Φασματοσκοπία Μετασχηματισμού Fourier

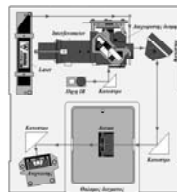
Σκοπός

Σημαντικές πληροφορίες για τα βασικά χαρακτηριστικά του μορίου (μόση ατόμων, διάταξη στο χώρο, χημικές δυνάμεις σύνδεσης) μέσω των φασμάτων IR.

Αρχή της μεθόδου

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

Σε ένα πολυατομικό μόριο οι αμοιβαίοι 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 συχνότητας. Έτσι, αν περάσουν από το δείγμα διαφορετικές συχνότητες υπέρυθρης ακτινοβολίας, θα εμφανισθούν μια σειρά από ζώνες απορρόφησης που αντιστοιχούν στους θεμελιώδεις τρόπους δόνησης.



Σκοπός

Χρήση της Περίθλασης Ακτίνων Χ (XRD) για την ταυτοποίηση των ενώσεων που παρουσιάζονται στα εξεταζόμενα δείγματα.

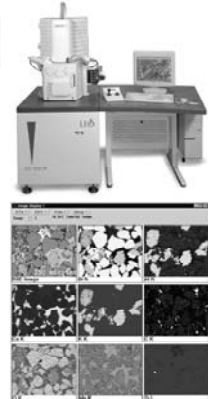
Αρχή της Μεθόδου

Η μέθοδος χρησιμοποιεί τις ακτίνες Χ 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 δικτυωτά επίπεδα είναι χαρακτηριστικά για κάθε ορυκτό είδος. Επειδή το μήκος κύματος των ακτίνων Χ είναι της ίδιας τάξης μεγέθους με την απόσταση των δικτυωτών επιπέδων, οι κρύσταλλοι των ορυκτών είναι δυνατόν να προκαλέσουν Περίθλαση Ακτίνων Χ.

Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης (SEM) και μικροανάλυση ακτίνων Χ

Αρχή της Μεθόδου

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 σωληνίσκους ακτίνων Χ. Οι ακτίνες Χ, οι οποίες εκπέμπονται από το δείγμα, έχουν χαρακτηριστική ενέργεια και μήκος κύματος, το οποίο όταν μετρηθεί αποκαλύπτει τη στοιχειακή σύνθεση του δείγματος.



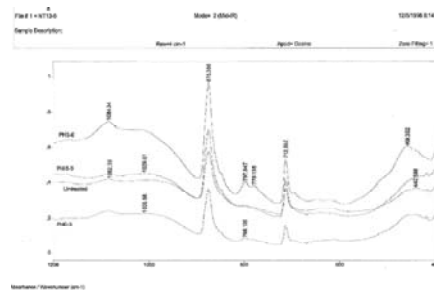
Αρχή της Μεθόδου

Ο διαχωρισμός των συστατικών επιτυγχάνεται μέσω του σχετικού βαθμού σύνδεσης κάθε συστατικού με τη στερεά φάση ενώ μεταφέρεται στην υγρή. Η εισαγωγή του δείγματος στην χρωματογραφική στήλη γίνεται σε συνθήκες λειτουργίας για να επιτευχθεί ο διαχωρισμός σε λογικό χρονικό διάστημα. Διάλυμα του δείγματος ψεκάζεται στην κεφαλή της στήλης μέσω βαλβίδας στην πίεση λειτουργίας 7 - 30 Μpa (1000-4000 psi). Τα συστατικά διαχωρίζονται και απομακρύνονται από τη στήλη όπου και ανιχνεύονται από αισθητήρα. Η υπεριώδης απορρόφηση με χρήση μονοχρωματικής ακτινοβολίας είναι τυπική μέθοδος ανίχνευσης. Στοιχεία φωτοδίων συνδεδεμένα με υπολογιστή επεξεργάζονται τις τρισδιάστατες μήτρες δεδομένων. Η απορρόφηση πραγματοποιείται σε όλο το εύρος μήκους κύματος και χρόνου.

Εφαρμογές

Χρησιμοποιείται για την ανάλυση πάνω από 80% των γνωστών οργανικών ενώσεων. Με κατάλληλη μετατροπή της μεθόδου διαχωρισμού μπορούν να απομονωθούν ιδιαίτερα καθαρά υλικά για μελέτη με IR Φασματοσκοπία Μάζας και NMR.

Υπερύθρη φάσματα Μετασχηματισμού Fourier για μη κατεργασμένα και στερεωμένα δείγματα πυρλίθου προερχόμενου από τη Μεσαιωνική Πόλη της Ρόδου



Υδατοαπορρόφηση

Σκοπός

Η υδατοαπορρόφηση αποτελεί σημαντική παράμετρο για την εκτίμηση της επιδεκτικότητας στη φθορά και της συμπεριφοράς 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:

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

όπου: ΔB = μεταβολή του βάρους του δοκίμιου

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

t = χρόνος επαφής

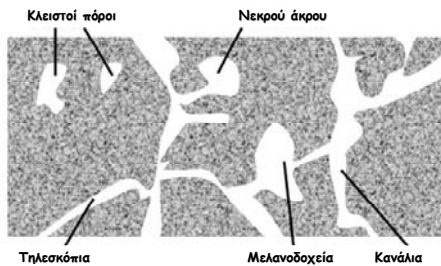
Μέτρηση των Χαρακτηριστικών της Μικροδομής - Ποροσιμετρία Υδραγύρου

Σκοπός

Καθορισμός των σχέσεων μεταξύ των δομικών παραμέτρων των υλικών και των ιδιοτήτων τους, θέτοντας τις βάσεις για βελτίωση των ιδιοτήτων, ελέγχου συμβατότητας διαφορετικών υλικών, σχεδιασμού και αριστοποίησης της παραγωγής νέων υλικών μέσω της μελέτης των χαρακτηριστικών μικροδομής.

Εξέταση της επίδρασης του περιβάλλοντος στα υλικά (επιδεκτικότητα των υλικών στη φθορά) και αποτίμηση των επεμβάσεων (υλικά και μέθοδοι) συντήρησης και προστασίας τους.

Είδη πόρων που εμφανίζονται στα πορώδη υλικά



Δοκιμές Επιταχυνόμενης Γήρανσης σε Ημι-βιομηχανική Κλίμακα Βαρύ Εργαστήριο

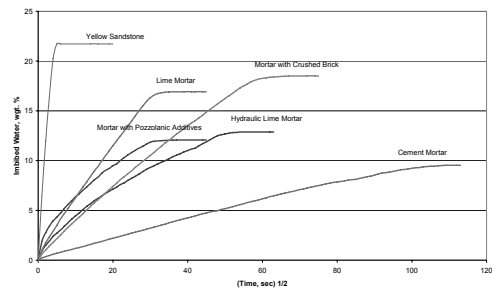
Σκοπός

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
2. Θάλαμος Προσομοίωσης Περιβαλλοντικών Συνθηκών
3. Κύκλος Εμβάπτισης - Ξήρανσης

Water Absorption for mortar syntheses of all categories and the reference porous sandstone



Αρχή της Μεθόδου

Αν σε σωλήνα λεπτής διατομής υπάρχει διαφρέγον υγρό (π.χ. νερό), τότε οι τριχοειδείς δυνάμεις θα ωθούν το νερό μέσα στο σωλήνα μέχρι να επιτευχθεί ισορροπία με τις βαρυτικές δυνάμεις. Αν όμως αντί για νερό είχαμε μη διαφρέγον υγρό (π.χ. Υδραγύρος), 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 = ακτίνα σωλήνα

π = σταθερά (3,14159)

γ = επιφανειακή τάση υδραγύρου (480 dyn/cm)

θ = γωνία επαφής του υδραγύρου με τα τοιχώματα του σωλήνα (135- 145°)

Προκειμένου να εισέλθει ο υδραγύρος στο σωλήνα θα πρέπει να εφαρμοσθεί εξωτερική δύναμη, που δίνεται από τη σχέση:

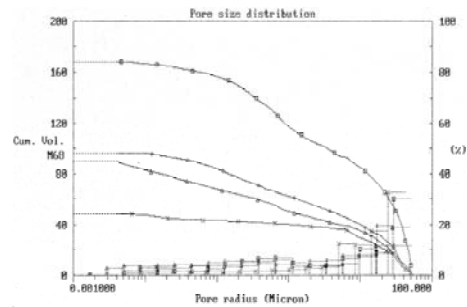
$$F_2 = \pi R^2 P$$

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

Το 1921 ο Washburn συνόδεσε τις δύο εξισώσεις στην:

$$P = - (2 \gamma \cos\theta) / R$$

Κατανομές μεγέθους πόρων για δείγματα πωρόλιθου από τη Μεσαιωνική πόλη τη Ρόδο



Θάλαμος Αλατονέφωσης

Περιγραφή

Χρησιμοποιείται συσκευή πλαστικού θαλάμου, με δυνατότητα να φιλοξενεί δοκίμια του εξεταζόμενου υλικού σε ειδικές θέσεις. Το συγκρότημα εδράζεται σε κινητή βάση. Το διάλυμα NaCl με τη βοήθεια πεπιεσμένου αέρα και ειδικής αντλίας διασπείρεται σε σταγονίδια και διοχετεύεται μέσω του πλαστικού σωλήνα στο χώρο των δοκίμιων. Με τη βοήθεια αντίστασης πορσελάνης που βρίσκεται στη βάση του θαλάμου και του δείκτη θερμοκρασίας μπορεί να διατηρηθεί η θερμοκρασία του θαλάμου σταθερή σε προκαθορισμένο επίπεδο.

Τα δοκίμια περιλούονται με σταγονίδια διαλύματος NaCl σε σχετική υγρασία 100% και σταθερή θερμοκρασία. Μετά από συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα εξετάζονται για τη διαπίστωση της φθοράς τους. Η έκθεση στο θάλαμο αλατονέφωσης είναι χρήσιμη για τη διαπίστωση του βαθμού προστασίας διαφόρων επικαλύψεων.

Πειραματική διαδικασία

Η ολοκληρωμένη διάταξη με τη βοήθεια της οποίας εκτελούνται οι δοκιμές επιταχυνόμενης γήρανσης περιλαμβάνει :

- Περιστρεφόμενη πλατφόρμα, όπου τοποθετούνται τα προς δοκιμή δείγματα και η οποία στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι χωρητικότητας 24 δοκιμίων.
- Θερμονομημένο θάλαμο που καλύπτει εξ 'ολοκλήρου την πλατφόρμα, τον ψεκαστήρα αλάτων και τις συσκευές ξήρανσης και έκπλυσης.
- Ψεκαστήρα αλάτων.
- Συσκευή έκπλυσης.



Θάλαμος Προσομοίωσης Περιβαλλοντικών Συνθηκών

Περιγραφή

Προσφέρεται για την εξέταση φθοράς δοκιμίων σε περιβάλλον με SO₂. Το αέριο διοχετεύεται μέσω ειδικής διάταξης ώστε να ελέγχεται πλήρως η παροχή του. Ο θάλαμος είναι δυνατόν να διατηρείται σε σταθερή θερμοκρασία ή η θερμοκρασία του να αλλάζει με ορισμένο πρόγραμμα.

Τα δοκίμια μετά από ορισμένο χρόνο έκθεσης εξαγονται από το θάλαμο και εξετάζεται η φθορά τους όπως και με το θάλαμο αλατονεφωσης.



Κύκλος Εμβάπτισης - Ξήρανσης

Περιγραφή

Οι μεταβαλλόμενες συνθήκες αυξάνουν τη διάβρωση των υλικών. Ένας τρόπος λοιπόν δοκιμής της φθοράς των υλικών και αξιολόγησης των διαφόρων μεθόδων προστασίας είναι η έκθεσή τους σε μεταβαλλόμενο περιβάλλον, όπως εμβάπτιση σε υγρό και στη συνέχεια ξήρανση σε μεταβαλλόμενες συνθήκες.



Η εκλογή του διαλύματος εμβάπτισης και των θερμοκρασιών εξαρτάται από τις συνθήκες του διαβρωτικού περιβάλλοντος.

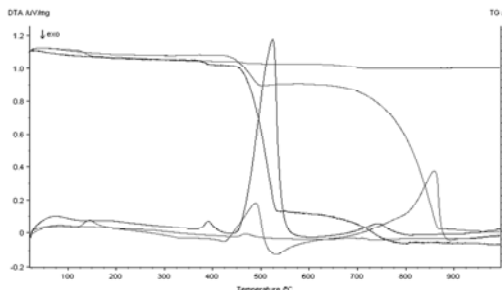
Η εκτίμηση της φθοράς του εξεταζόμενου υλικού γίνεται μετά από κάθε πλήρη κύκλο ή μετά από επανάληψη ορισμένου αριθμού κύκλων. Η διαπίστωση της φθοράς μπορεί να γίνει με τη μέτρηση της απώλειας βάρους ή και με άλλους τρόπους.

Οι θερμοκτικές μέθοδοι ανάλυσης περιλαμβάνουν τεχνικές όπως:

- Διαφορική θερμοκή ανάλυση (Differential Thermal Analysis: DTA)
- Διαφορική θερμοδομετρία σάρωσης (Differential Scanning Calorimetry: DSC)
- Θερμοβαρμετρική ανάλυση (Thermogravimetric Analysis: TGA)
- Θερμομηχανική ανάλυση (Thermomechanical Analysis: TMA)
- Δυναμική μηχανική ανάλυση (Dynamic Mechanical Analysis: DMA)
- Μέτρηση θερμοκτικής διαστολής (Dilatometry)
- Μέτρηση θερμοκτικής αγωγιμότητας (Thermal Conductivity Testing: TCT)
- Μέτρηση θερμοκτικής διαχυτότητας με laser (Lazer Flash Analysis: LFA)
- Μέτρηση περιμαχών ιδιοτήτων υπό φορτίο (Refractorness Under Load: RUL)
- Ερπυσμός υπό συμπίεση (Creep In Compression: CIC)
- Μέτρο ρήξης (Modulus of Rupture: MOR)

Διαφορική θερμοκή και θερμοβαρμετρική ανάλυση συνδετικών υλών

Υδράβετος: Μπλε
Υδραυλικός Ασβέστης: Πράσινο
Τσιμέντο: Κόκκινο



Αρχή των Μεθόδων Θερμοκτικής Ανάλυσης

Αρχή της Διαφορικής Θερμοκτικής Ανάλυσης

Μέτρηση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του προς μέτρηση δείγματος και ενός δείγματος αναφοράς (συνήθως Al2O3)

Αρχή της Θερμοβαρμετρικής Ανάλυσης

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

Αρχή της Διαφορικής Θερμοδομετρίας Σάρωσης

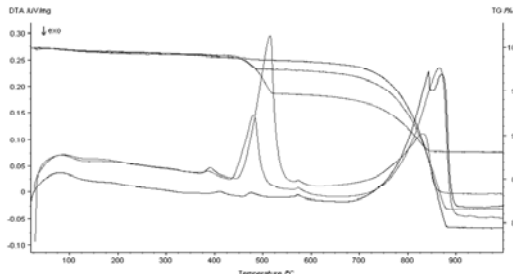
Μέτρηση της διαφοράς ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται έτσι, ώστε το προς εξέταση δείγμα και το δείγμα αναφοράς να έχουν την ίδια θερμοκρασία καθώς θερμαίνονται ή ψυχονται με τον ίδιο ρυθμό.

Αρχή της Θερμομηχανικής Ανάλυσης

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.

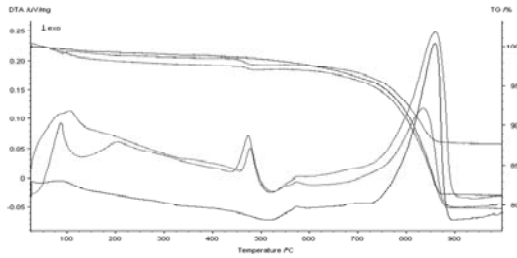
Αποτίμηση της εξέλιξης ενανθράκωσης για τυπικό ασβεστίτικο κόνιαμα

0 ημέρες: Πράσινο
1 μήνας : Κόκκινο
9 μήνες : Μπλε



Αποτίμηση της εξέλιξης της ενανθράκωσης για κονίαμα με υδραυλικό ασβέστη

0 ημέρες: Πράσινο
 1 μήνας : Κόκκινο
 9 μήνες : Μπλε



Η μελέτη περίπτωσης αφορά στη Μεσαιωνική Πόλη της Ρόδου και συγκεκριμένα στη μελέτη των τύπων φθοράς των δομικών υλικών.

Μελέτη των τύπων φθοράς των δομικών υλικών στη Μεσαιωνική Πόλη της Ρόδου

Εφαρμογή και αποτίμηση κατάλληλων υλικών και επεμβάσεων συντήρησης

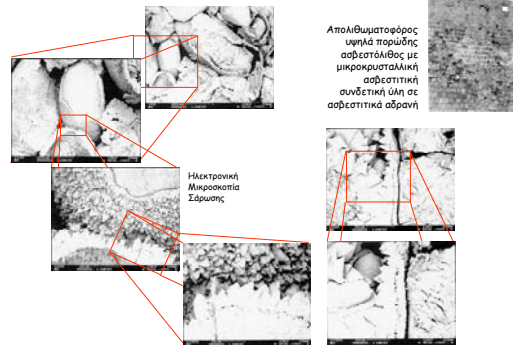
Αποτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων και διαχείριση δεδομένων με GIS



Κύριοι παράγοντες φθοράς του δομικού υλικού στη Μεσαιωνική Πόλη της Ρόδου



Μεσαιωνική Πόλη της Ρόδου - Πωρόλιθος



- Η φθορά του πωρόλιθου παρουσιάζεται ως ακανόνιστη απώλεια υλικού υπό την μορφή κυψέλιωσης
- Οφείλεται στον μηχανισμό κοκκώδους αποσάθρωσης από κρυστάλλωση του NaCl λόγω της κίνησης του νερού στην τοιχοποιία κατά την διάρκεια των κύκλων υγρασίας/διάλυσης - εξάτμισης/κατακρήμισης
- Οδηγεί στον σχηματισμό σκληρής ανθρακικής κρούστας, εξωτερικά ανακρυσταλλωμένου ασβεστίτη η οποία συνδυάζεται με εσωτερική χαλάρωση και μείωση της μηχανικής αντοχής του υλικού

Γενικές απόψεις σημείων δειγματοληψίας

Συσχέτιση περιβαλλοντικών επιπτώσεων και παραγόντων φθοράς - Ανάλυση Κυρίων Συνιστωσών

[Principal Component Analysis (PCA)]

Επιβεβαίωση των μακροσκοπικών παρατηρήσεων και ταξινόμηση των θέσεων ανάλογα με τους περιβαλλοντικούς παράγοντες που δρουν.

Η μέθοδος επιτρέπει την επιλογή των λιγότερων δυνατών θέσεων όπου η δειγματοληψία και η χαρτογράφηση πρέπει να εφαρμοσθεί έτσι ώστε να διασφαλίζεται αξιοπιστία.

Συμπεράσματα στατιστικής ανάλυσης

- "Cl", "SO₄", "SeaExp" σχετίζονται ισχυρά και είναι πολύ σημαντικές μεταβλητές για τις διαδικασίες φθοράς στα σημεία δειγματοληψίας 1,2,...,8, που εμφανίζουν μακροσκοπικά κυψέλωση
- "HCO₃" εμφανίζει ασθενέστερη συσχέτιση με τη μεταβλητή "SunExp" και επηρεάζει σημαντικά τα σημεία δειγματοληψίας 13,14,...,19, που εμφανίζουν σχηματισμό σκληρής ανθρακικής κρούστας
- "AirFlow" and "SunExp" εμφανίζουν ασθενή συσχέτιση και επηρεάζουν και οι δύο σημαντικά την ομάδα 9,10,11,12 που χαρακτηρίζεται από εκλεκτική κυψέλωση λόγω των ιδιομορφιών στη ροή του αέρα σε περιοχές που σε συνθήκες συνθήκες εμφανίζουν το σχηματισμό ανθρακικής κρούστας

Παράγοντες εμπλουτισμού - Συμπεράσματα

- ❖ Οι παράγοντες εμπλουτισμού των SO₄²⁻ και K⁺ διαφέρουν σημαντικά από τη μονάδα, γεγονός που ερμηνεύεται ότι δεν προέρχονται από το θαλασσινό νερό, αλλά από άλλες πηγές. Η πιο πιθανή πηγή προέλευσης του SO₄²⁻ είναι η κυκλοφορία γύρω από την αρχαία πόλη. Η πιο σημαντική πηγή των υψηλών συγκεντρώσεων K⁺ που εντοπίζονται στις τοιχοποιίες θεωρείται ότι είναι η μικροβιολογική δραστηριότητα
- ❖ Οι παράγοντες εμπλουτισμού του Cl⁻ προσεγγίζουν τη μονάδα, γεγονός που σημαίνει ότι το θαλασσινό νερό ή τα θαλάσσια αερολύματα αλάτων είναι οι κύριες πηγές Cl⁻ στο διαβρωμένο τμήμα της τοιχοποιίας.

Εξέταση μικροδομής

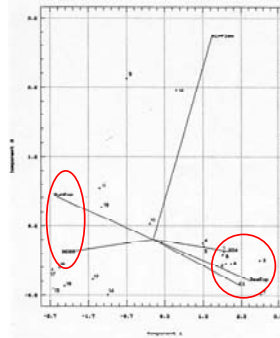
Για τη μέτρηση του ολικού πορώδους καθώς και παραμέτρων, όπως ολικός ειδικός όγκος, ειδική επιφάνεια, μέση ακτίνα πόρων, φαινόμενη πυκνότητα χρησιμοποιήθηκε Ποροσίμετρο Υδραργύρου (Fisons Porosimeter 2000).

Οι υπολογισμοί έγιναν με χρήση του κυλινδρικού μοντέλου και τα αποτελέσματα απεικονίστηκαν σε πίνακα.

Η μέτρηση της μικροδομής γίνεται προκειμένου να βαθμονομηθούν οι εικόνες φθοράς που προκύπτουν από τις Μη Καταστρεπτικές Μεθόδους.

Παράλληλα με την Ποροσιμετρία Υδραργύρου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις με Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας για τον προσδιορισμό των μεγεθών μέση ακτίνα πόρων, κυκλικότητα, PerArea.

Ανάλυση κυρίων συνιστωσών



Στοχαστική συσχέτιση περιβαλλοντικών παραγόντων και προϊόντων φθοράς διακρίνοντας τους τύπους φθοράς

- Η μέθοδος χρησιμοποιεί ως ανύσματα δεδομένων τις μεταβλητές: "Cl", "SO₄", "HCO₃", "AirFlow", "SeaExp", "SunExp".
- Οι έξι γραμμές που τέμνονται στο σημείο (0,0) αντιπροσωπεύουν τις αρχικές μεταβλητές.
- Το μήκος κάθε ανύσματος είναι ανάλογο με τη συνεισφορά του στα αρχικά συστατικά, ενώ η γωνία μεταξύ οποιοδήποτε δύο είναι αντιστρόφως ανάλογη με τη συσχέτιση τους.

Παράγοντες εμπλουτισμού για τη διερεύνηση των πηγών των αλάτων

Οι θαλάσσιοι παράγοντες εμπλουτισμού (EF) αντιπροσωπεύουν την αύξηση της σχετικής συγκέντρωσης εντός ιόντος ([X], σε σχέση με το στοιχείο αναφοράς [Na⁺]) στο διαβρωμένο στρώμα, συγκρινόμενης με τη σχετική συγκέντρωση στο θαλασσινό νερό και υπολογίζονται σύμφωνα με την ακόλουθη εξίσωση:

$$EF_x = \frac{\left(\frac{[X]}{[Na^+]} \right)_{\text{διαβρωμένο στρώμα}}}{\left(\frac{[X]}{[Na^+]} \right)_{\text{θαλασσινό νερό}}}$$

Το θαλασσινό νερό είναι η κύρια πηγή αλάτων στους πορώδεις λίθους.

Μηχανισμός φθοράς από άλατα

Εξέταση στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης (SEM) και μικροανάλυση με ακτίνες X (EDX)

Η σάρωση μιας γραμμής μόνο του τμήματος του λίθου δε δίνει αντιπροσωπευτική κατανομή των ανιόντων σε βάθος για το υπόλοιπο τμήμα του λίθου, λόγω της ανομοιογένειάς του



Μικροφωτογραφία SEM (x20) τομής κάθετης στη διαβρωμένη επιφάνεια λίθου. Και οι δύο γραμμές της κατανομής (μιαύρη και άσπρη) έχουν καταγραφεί κατά μήκος της γραμμής σάρωσης και αντιπροσωπεύουν τις συγκεντρώσεις Cl και S αντίστοιχα

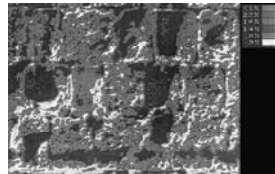
Ψηφιακή επεξεργασία εικόνας

- ❑ Η μέθοδος εφαρμόζεται σε χαρακτηριστικές αρχιτεκτονικές επιφάνειες του μνημείου, οι οποίες εκτίθενται σε διαφορετικές μικροκλιματικές συνθήκες.
- ❑ Επιτρέπει αξιόπιστη ποιοτική και ποσοτική χαρτογράφηση των τύπων φθοράς.
- ❑ Πραγματοποιείται ανάλυση των εικόνων των αρχιτεκτονικών επιφανειών με Ψηφιακή Επεξεργασία και επιλογή του καταλληλότερου από τα διατιθέμενα συστήματα ψευδών χρωμάτων έτσι, ώστε να αποδίδονται οι διαφορετικοί λιθότυποι και τύποι φθοράς

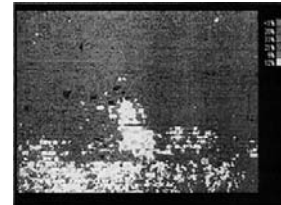
Χαρτογράφηση της φθοράς με ψηφιακή επεξεργασία εικόνας - Κυψέλωση



Αποκατάσταση με τσιμεντοκονιάματα αποκατάστασης - Ασύμμετρες επεμβάσεις συντήρησης



DIP θέσης δειγματοληψίας 17



Συμπεράσματα για τη χαρτογράφηση της φθοράς με τη χρήση μη καταστρεπτικών μεθόδων

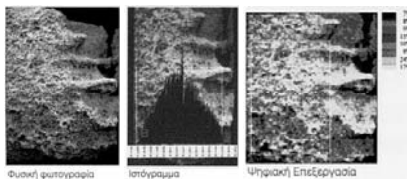
- Η τεχνική της ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας δείχνει τη χαρακτηριστική κατανομή των μορφών διάβρωσης βάσει των χαρακτηριστικών μικροδομής της διαβρωμένης πέτρας (πορώδες, κατανομή μεγέθους των πόρων, υφή) που βοηθούν στην ερμηνεία των ψευδών χρωμάτων
- Η μικροσκοπία οπτικών ινών δίνει πληροφορίες για την υφή της επιφάνειας του υλικού και είναι συμπληρωματική τεχνική της ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας, διακρίνοντας τη διάβρωση από κυψέλωση από τη σκληρή όξινη ανθρακική κρούστα
- Οι μετρήσεις υπερηχοσκοπίησης παρέχουν πληροφορίες για το βάθος της φθοράς και τον τύπο φθοράς
- Η υπερύθρινη θερμογραφία παρέχει πληροφορίες για την κατανομή υγρασίας στην επιφάνεια του λίθου

Ο συνδυασμός των πληροφοριών που παρέχονται από τις μη καταστρεπτικές μεθόδους επιτρέπει την ολοκληρωμένη χαρτογράφηση της φθοράς

Μικροσκοπία οπτικών ινών

- ✓ Οι εικόνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επί τόπου αναγνώριση των τύπων φθοράς, ταξινομώντας τους, σε συνδυασμό με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης, στις βασικές κατηγορίες της κυψέλωσης και της κρούστας.
- ✓ Από τις εφαρμογές της μεθόδου μικροσκοπίας οπτικών ινών προκύπτει επίσης η συμπληρωματικότητα της μεθόδου με τη μέθοδο ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας, στο πλαίσιο της χαρτογράφησης της φθοράς και της αποτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε αρχιτεκτονικές επιφάνειες.

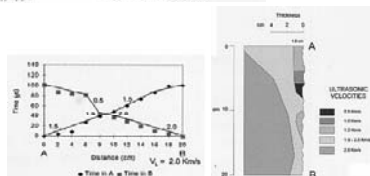
Στρωσιγενής (ζωνώδης) διάβρωση



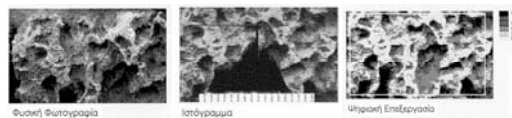
Φυσική φωτογραφία

Ισογράμμο

Ψηφιακή Επεξεργασία



Κυψέλωση

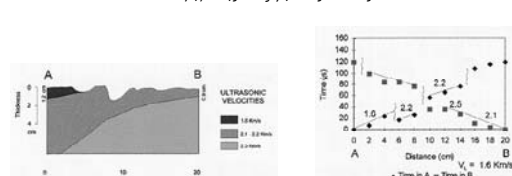


Φυσική Φωτογραφία

Ισογράμμο

Ψηφιακή Επεξεργασία

Εκτίμηση φθοράς με χρήση ανάλυσης υπερήχων και ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας



Εφαρμογές της θερμογραφίας υπερύθρου (IR-TH)

Ερμηνεία βάσει της περιεχόμενης υγρασίας και της διαφορετικής τραχύτητας για τις ίδιες συνθήκες λήψης του θερμογραφήματος

Οι απαντήσεις των μαθητών στις διερευνητικές ερωτήσεις ενεργοποιούν την εκπαιδευτική διαδικασία και ερωτήματα «γεννώνται» ως απορίες από τους μαθητές και θέτονται προς τον καθηγητή για την αποσαφήνιση εννοιών, όπως:

- Η διαφορά κατά την εξέλιξη των εποχών (π.χ. από την εποχή του λίθου στη βυζαντινή εποχή) είναι ουσιαστικά ότι ο άνθρωπος δεν ασχολείται μόνο με τη χρηστικότητα αλλά ενδιαφέρεται και την εμφάνιση;
- Διευκρινίστε τι ακριβώς εννοούμε με τον όρο επιτελεστικά και αιεφόρα υλικά.
- Ενώ όλες οι ιστορικές περίοδοι εξέλιξης των υλικών οριοθετούνται με περίοδο 1000 ετών, τι οριοθετεί συγκεκριμένα το 1050; Υπάρχουν π.χ. σημαντική ευρήματα για τη συγκεκριμένη χρονολογία;
- Ποιοι λίθοι εμφανίζουν τη μεγαλύτερη αντοχή, οι πιο πορώδεις ή το ανάποδο;
- Οι λίθοι που έχουν μεγαλύτερη μάζα στον ίδιο όγκο είναι πιο ανθεκτικοί;
- Γιατί δε χρησιμοποιούμε υδραυλικό κονίαμα αντί για τσιμέντο, αφού είναι ανθεκτικό και έχει υδραυλικές ιδιότητες;
- Σε ποια απόσταση γύρω από την Ακρόπολη απαγορεύτηκε να καίγεται μαζούτ στις κεντρικές θερμάνσεις των κατοικιών;
- Γιατί ο αείμνηστος Σκουλικίδης τοποθέτησε τιτάνιο και όχι μόλυβδο στη θέση του χυτοσίδηρου του Μπαλάνου;
- Τι συνδετικό υλικό υπάρχει στις νέες Καρυάτιδες (αντίγραφα);
- Οι νέες προσθήκες δεν πρέπει να είναι πιστά αντίγραφα και τα αντικαθιστούν το παλιό. Στην περίπτωση των Καρυάτιδων, ωστόσο, έχουμε αντίγραφα. Πρόκειται στο μέλλον να αντικατασταθούν με τις πραγματικές;
- Παρόλο που στην Ακρόπολη μακροπρόθεσμα θα υπάρχουν φθορές και βλάβες, στόχος είναι μόνο η διάσωση των γλυπτών ή και η αποκατάσταση του ναού;
- Ποια η διαφορά μεταξύ πολιτικού μηχανικού, χημικού μηχανικού, μηχανολόγου μηχανικού;
- Στην Ακρόπολη μελετάται η μετατροπή του γύψου σε μάρμαρο. Πώς ακριβώς γίνεται αυτό;
- Ποια ήταν η ειδικότητα του Μπαλάνου; Ήταν Χημικός Μηχανικός;
- Από ποιον φορέα ανατέθηκε το έργο στο Μπαλάνο;
- Τι ακριβώς έκανε ο Μπαλάνος στην Ακρόπολη; Δεν είχε την απαιτούμενη γνώση και γι' αυτό δεν είχε τα επιθυμητά αποτελέσματα;
- Στη σημερινή εποχή υπάρχει συνεργασία των επιστημόνων διαφορετικών ειδικοτήτων μεταξύ τους;
- Η αντικατάσταση των Καρυάτιδων συνάδει με τη θεωρία της μη αντιγραφής;
- Οι σημερινές Καρυάτιδες που έχουν τοποθετηθεί επιδρούν αρνητικά στο μνημείο;
- Γιατί στις επεμβάσεις που χρησιμοποιήθηκε τσιμέντο παρατηρήθηκε επιτάχυνση της φθοράς;
- Στην Ακρόπολη κάνουμε διάσωση μόνο των γλυπτών;

Η τροφοδότηση της εκπαιδευτικής διαδικασίας διευκολύνεται μέσω διερευνητικών ερωτήσεων που θέτονται από τον καθηγητή προς τους μαθητές, όπως:

- Πώς ορίζεται η θαλασσινή ατμόσφαιρα;
- Γιατί όταν οι Καρυάτιδες ήταν εκτεθειμένες στο εξωτερικό περιβάλλον, το νερό της βροχής έτρωγε τις λεπτομέρειες;
- Τι επίδραση είχε η ανατίναξη του Παρθενώνα στις πέτρες;
- Τι τοποθέτησε ο αείμνηστος Σκουλικίδης στη θέση του χυτοσίδηρου του Μπαλάνου;

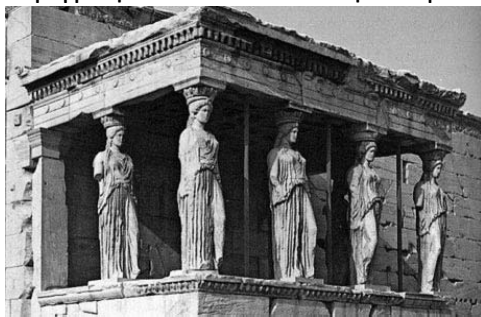
- Στα θερμογραφήματα, γιατί εμφανίζεται ως ψυχρό το τσιμέντο και θερμοί οι δομικοί λίθοι;

Μετά την παρουσίαση του συναφούς θεωρητικού υποβάθρου, οι μαθητές καλούνται να επιλύσουν άσκηση στην αίθουσα, η οποία έχει την ακόλουθη μορφή:

ΑΣΚΗΣΗ ΠΡΟΣ ΕΠΙΛΥΣΗ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ ΣΤΗΝ ΑΙΘΟΥΣΑ

Περιγράψτε τις ιδιότητες που καθιστούν ένα υλικό δομικό

Περιγράψτε συνοπτικά τα φαινόμενα φθοράς στις ακόλουθες φωτογραφίες:



Καρυάτιδες, Ερέχθειο

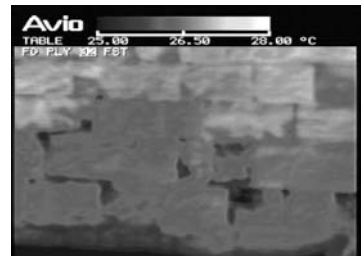


Μεσαιωνική Πόλη της Ρόδου

Τι πληροφορίες εξάγονται από το θερμογράφημα που λαμβάνεται κατά την εφαρμογή της μεθόδου στην Πύλη του Αγίου Παύλου στη Μεσαιωνική Πόλη της Ρόδου;



Φωτογραφία



Εφαρμογή θερμογραφίας υπερύθρου

Με την ολοκλήρωση της θεματικής ενότητας οι μαθητές απαντούν εκ νέου στο αρχικό ερωτηματολόγιο αντίληψης προκειμένου να διερευνηθεί το κέρδος της γνώσης που απέκτησαν.

11.8. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗ ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ «ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ»

Σκοπός της ενότητας είναι η εισαγωγή των μαθητών στα βασικά φαινόμενα και τους μηχανισμούς της φθοράς που επιδρούν στη δομημένη πολιτιστική κληρονομιά, καθώς και στις εργαστηριακές και μη καταστρεπτικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τη διάγνωση της φθοράς.

Οι μαθητές μαθαίνουν:

- να κατανοούν ότι η δομημένη πολιτιστική κληρονομιά είναι εύθραυστη
- να κατανοούν ότι η φθορά αποτελεί συχνά το αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης περιβαλλοντικών παραγόντων και δομημένης πολιτιστικής κληρονομιάς
- να κατανοούν ότι οι περιβαλλοντικές παράμετροι που επιβαρύνουν τη δομημένη πολιτιστική κληρονομιά μπορεί να προέρχονται από φυσικές πηγές ή να είναι ανθρωπογενείς
- να κατανοούν τι μπορεί να πραγματοποιηθεί για τη μείωση της επίδρασης των ανθρωπογενών παραγόντων
- να αναγνωρίζουν τα κύρια φαινόμενα φθοράς που συναντώνται στα Μνημεία
- να προτείνουν τα κατάλληλα βήματα και τις μεθόδους που πρέπει να ακολουθηθούν για τη διάγνωση της φθοράς

Οι μαθητές καλούνται να συμπληρώσουν το **ερωτηματολόγιο αντίληψης** που αφορά στη συγκεκριμένη ενότητα, χωρίς να έχουν λάβουν προγενέστερη σχετική γνώση, αλλά ανακαλώντας σχετική γνώση σε συναφή θέματα που έχουν αποκτήσει στο σχολείο ή χρησιμοποιώντας τη γενικότερη αντίληψη που διαθέτουν από προσωπική ενασχόληση ή αντιμετώπιση συναφών καταστάσεων στην πράξη.

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΓΙΑ ΤΗ ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ «ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ»

Η σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα στην τροπόσφαιρα είναι:

-(78 % v/v)
- (21 % v/v)
- CO₂ (0,03 % v/v)
- Ευγενή αέρια (0,9 % v/v)

Η αλλοίωση της παραπάνω σύστασης ονομάζεται και έχει βλαβερές επιπτώσεις:

στην ανθρώπινη σκέψη / στην υγεία ζωντανών οργανισμών / στην υφή της επιφάνειας υλικών / στο πολιτιστικό περιβάλλον / στη διαδικασία πέψης / στη γυψοποίηση των μαρμάρων

Οι ουσίες που αλλοιώνουν τη σύσταση του αέρα ονομάζονταιή ρυπαντές.

Ρύπανση του ατμοσφαιρικού αέρα προκαλεί:

η βιομηχανική δραστηριότητα / η φωτοσύνθεση από τους χλωροπλάστες / η αστική δραστηριότητα / τα αέρια από το μεταβολισμό των βοοειδών / το αλάτι στις παραθαλάσσιες περιοχές

Αντιστοιχίστε:

Ρυπαντές που εκπέμπονται από φυσικές ή ανθρώπινες δραστηριότητες	Πρωτογενείς ρυπαντές
Ρυπαντές που προκύπτουν από αντίδραση διαφόρων ρυπαντών μεταξύ τους ή αντίδραση ρυπαντών με τα συστατικά του ατμοσφαιρικού αέρα	Δευτερογενείς ρυπαντές

Υπογραμμίστε τους στερεούς ρυπαντές και κυκλώστε τους αέριους:

τα οξείδια του άνθρακα CO_x / ο αμίαντος / τα οξείδια του αζώτου NO_x / τα οξείδια του θείου SO_x / η αιθάλη / το όζον O_3 / οι υδρογονάνθρακες C_xH_y / οι ενώσεις μολύβδου / η καπνιά / υπεροξείδια (PAN)

Αντιστοιχίστε τις μορφές ρύπανσης στη βιομηχανική κοινωνία:

αιθαλομίχλη	Λος Άντζελες	αιτία ο γαϊάνθρακας ως καύσιμο
αιτία τα καυσαέρια των αυτοκινήτων	Λονδίνο	φωτοχημικό νέφος

Ποιες από τις ακόλουθες τιμές pH μπορεί να έχει η όξινη βροχή:

7 / 3,5 / 8,2 / < 5 / > 10

Συμπληρώστε καταλλήλως:

- $SO_2 + [O] \rightarrow \dots\dots\dots$
- $SO_3 + \dots\dots\dots \rightarrow \dots\dots\dots H_2SO_4$
- $CaCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow \dots\dots\dots + \dots\dots\dots + \dots\dots\dots$ (γύψος)

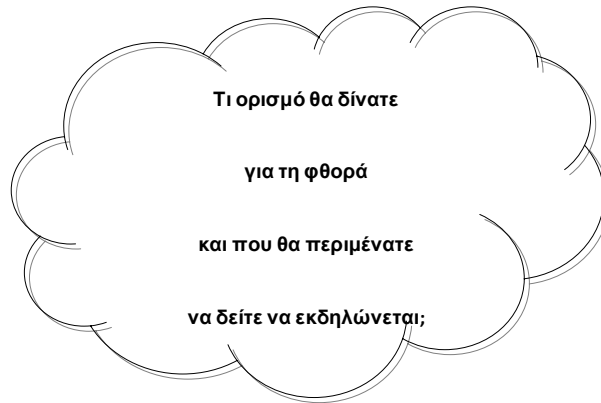
Πού συναντάμε αλατονέφωση του αέρα;

στις περιοχές δίπλα στη θάλασσα / σε απόσταση 20 km από την ακτή / σε απόσταση 500 km από την ακτή προς τα ηπειρωτικά / σε υψόμετρο 1500 m

Ο ρυπαντής στην αλατονέφωση είναι:

τα οξείδια του αζώτου (NO_x) / διαλύματα αλάτων / η αιθάλη / οι κυκλικοί υδρογονάνθρακες / διαλύματα χλωριούχων, κυρίως NaCl

Μετά την ολοκλήρωση της συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου από τους μαθητές, ο καθηγητής προχωρά στην εισαγωγή του προβληματισμού, ο οποίος διατυπώνεται ως ακολούθως:



Οι μαθητές μέσω του προβληματισμού που τίθεται ενεργοποιούνται να μετάσχουν στην εκπαιδευτική διαδικασία και αρχίζουν να διατυπώνουν ορισμούς για τη φθορά, προσπαθώντας να προσδιορίσουν σε τι πρέπει να αναφερθούν (στη φθορά των υλικών, στη φθορά ή βλάβη της δομής, στη συνολική φθορά του Μνημείου).

Η τροφοδότηση της εκπαιδευτικής διαδικασίας διευκολύνεται μέσω διερευνητικών ερωτήσεων που θέτονται από τον καθηγητή προς τους μαθητές, όπως:

- Τι είναι φθορά;
- Πού εκδηλώνεται η φθορά;
- Ποια είναι τα αίτια της φθοράς;
- Ποια η σχέση μεταξύ του περιβάλλοντος και των υλικών;
- Ποια η σχέση φθοράς και βλάβης των υλικών στην κλίμακα Κτηρίων – Μνημείων;

Ο καθηγητής μετά τη συζήτηση που προκαλείται με τους μαθητές και την αλληλεπίδραση που δημιουργείται, προχωρά στην παρουσίαση σε μορφή διάλεξης του συναφούς θεωρητικού πλαισίου. Συγκεκριμένα, αναφέρεται στα ακόλουθα (Μοροπούλου 2009Δ):

- Φαινόμενα φθοράς: Ορισμός - Κατάταξη - Πού εκδηλώνονται
- Παράγοντες φθοράς: Ενδογενείς - εξωγενείς παράγοντες φθοράς
- Φαινόμενα φθοράς σε συνάρτηση με την παθολογία του Μνημείου (μακροκλίμακα): Επιφανειακές κρούστες - Κρυστάλλωση αλάτων - Αποσάθρωση συνδετικών κονιαμάτων - Ασύμβατα υλικά - Φθορά και παθολογία από μηχανικούς παράγοντες - Βιολογικοί παράγοντες
- Επίδραση του περιβάλλοντος - κύριοι παράγοντες φθοράς (μικροκλίμακα): Η επίδραση της ατμόσφαιρας στη φθορά (η ρύπανση της ατμόσφαιρας, μορφές επιφανειακής φθοράς, γυψοποίηση, η επίδραση του διοξειδίου του άνθρακα, λοιπές κρούστες), Η επίδραση του νερού και των αλάτων (πηγές υγρασίας, ο ρόλος του νερού, η μεταφορά του νερού σε πορώδη μέσα, κρυστάλλωση αλάτων, ζώνη εξάτμισης, μοντέλο φθοράς λόγω κρυστάλλωσης αλάτων)

I. ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΦΘΟΡΑΣ: Ορισμός

ΦΘΟΡΑ

Απομείωση στο χρόνο των ιδιοτήτων (φυσικών, χημικών, μηχανικών κ.α.) και των χαρακτηριστικών (ορυκτολογικών, υφής κ.α.), της συνοχής, των διαστάσεων και της αισθητικής των υλικών

ΤΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΦΘΟΡΑΣ ΕΚΔΗΛΩΝΟΝΤΑΙ ΣΤΙΣ

ΔΙΕΠΙΦΑΝΕΙΣ

ΥΛΙΚΩΝ / ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Ή
ΥΛΙΚΩΝ / ΥΛΙΚΩΝ

**ΚΑΙ ΕΙΝΑΙ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΕΝΔΟΓΕΝΩΝ ΚΑΙ
ΕΞΩΓΕΝΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ**

II-A. ΕΝΔΟΓΕΝΕΙΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΦΘΟΡΑΣ

1. ΕΙΔΟΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

- Πέτρες
- Κονιάματα
- Κεραμικά / γυαλιά
- Μέταλλα
- Ξύλο
- Προηγμένα υλικά
(Πολυμερή, σκυρόδεμα, σιματιδικά, ινώδη ή φυλλώδη σύνθετα)

2. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

- Ορυκτολογικές
- Φυσικές
- Φυσικο-χημικές
- Χημικές
- Μηχανικές

II-B. ΕΞΩΓΕΝΕΙΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΦΘΟΡΑΣ

1. ΕΙΔΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΚΑΙ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ

Γενικά χαρακτηριστικά κλίματος

- Κατανομή
- Προσανατολισμός
- Ένταση περιβαλλοντικών παραγόντων (TOC, H%, W,R)

Μικροκλίμα

- Προσανατολισμός
- Ιδιαίτερη θέση στο κτίριο
- Μέγεθος (κλίμακα)
- Μορφολογία επιφάνειας
- Τρόπος προβολής από τη βροχή

I. ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΦΘΟΡΑΣ: Κατάταξη

Τα φαινόμενα φθοράς κατατάσσονται γενικά ως ακολούθως:

Μηχανική ή φυσική φθορά: Αφορά σε μηχανική χαλάρωση των δομών και διαχωρισμό των συστατικών του υλικού λόγω θλιπτικών, εφελκυστικών ή διατμητικών τάσεων, ανασπυσόμενων δυνάμεων εντός του υλικού λόγω ανισοτροπίας ή διαδικασιών που σχετίζονται με την παρουσία διαλυτών αλάτων και των κύκλων ύγρανσης-ψύξης. Παράδειγμα φυσικής φθοράς είναι η απολέπιση λίθου λόγω δράσης αλάτων .

Χημική φθορά: Περιλαμβάνει τις χημικές αντιδράσεις που συμβαίνουν στο υλικό υπό την επίδραση περιβαλλοντικών παραγόντων ή λόγω θερμοδυναμικής αστάθειας ορισμένων συστατικών του υλικού. Παράδειγμα χημικής φθοράς είναι η επίδραση της όξινη βροχής σε δομικά υλικά .

Βιολογική φθορά: Αφορά στην επίδραση διαφόρων οργανισμών στα υλικά και σχετίζεται με τις δύο προαναφερθείσες κατηγορίες φθοράς.

II. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΦΘΟΡΑΣ

- II-A *Ενδογενείς παράγοντες φθοράς*
- II-B *Εξωγενείς παράγοντες φθοράς*
- II-Γ *Συνάρτηση φθοράς και συσχέτιση διάρρωσης και φθοράς υλικών*
- II-Δ *Προσέγγιση της μελέτης της φθοράς των υλικών*

II-A. ΕΝΔΟΓΕΝΕΙΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΦΘΟΡΑΣ

3. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΗ ΜΑΖΑ

- Μακροδομή
- Μικροδομή

4. ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΛΗΨΗ

5. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ - ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ - ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

6. ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

- Φάση αρχικής κατασκευής
- Επεμβάσεις συντήρησης / ανακατασκευής

7. ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Ή ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

II-B. ΕΞΩΓΕΝΕΙΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΦΘΟΡΑΣ

Ατμόσφαιρα

- Ρυπασμένη
- Θαλασσινή

Νερό

- Αερολύματα
- Βροχή
- Ανερχόμενη (τριχοειδής) υγρασία
- Συμπύκνωση
- Διαλύματα αλάτων

Βιολογικοί παράγοντες

- Μικροπανίδα
- Φυτά
- Πτηνά

II-B. ΕΞΩΓΕΝΕΙΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΦΘΟΡΑΣ

Συνθήκες χρήσης

- Εξωτερικό περιβάλλον χωροταξικές, πολεοδομικές, κυκλοφοριακές ρυθμίσεις και μέτρα
- Δομικό περιβάλλον κατασκευής
- Εσωτερικό περιβάλλον, λειτουργικές συνθήκες εσωτερικού χώρου

Μηχανικές φορτίσεις

- Θερμοκρασιακές μεταβολές
- Διόγκωση μεταλλικών συνδέσμων
- Κρυστάλλωση αλάτων
- Παγετός
- Σεισμικές δονήσεις
- Εκτριβή

2. ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

Ο συντελεστής ορυκτολογικής μπορεί να αποδοθεί με χρήση της μικροπετρογραφικής ανάλυσης

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n p_i x_i}{\sum_{j=1}^m p_i y_j}$$

- K = Συντελεστής ορυκτολογικής ποιότητας
 x_i = Ποσοστά των φάσεων που συνεισφέρουν στην αντοχή του υλικού
 y_j = Ποσοστά διαβρωμένων φάσεων, κενών, μικρορηγματίσεων

II-Δ. ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΤΗΣ ΦΘΟΡΑΣ

Ο ΤΡΟΠΟΣ ΘΕΩΡΗΣΗΣ της συμπεριφοράς των υλικών στο περιβάλλον ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΓΕΝΙΚΕΥΜΕΝΟΣ

Κάθε συγκεκριμένη περίπτωση πρέπει να μελετάται στην κατεύθυνση της ΑΠΟΚΑΛΥΨΗΣ ΤΟΥ ΣΥΓΚΡΕΤΙΜΕΝΟΥ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΑ ΚΑΘΕ ΦΘΟΡΑ

ΕΠΙΠΕΔΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΤΗΣ ΦΘΟΡΑΣ

Μακροκλίμακα

Αναφέρεται στο είδος και την μορφολογία της διάβρωσης

Μικροκλίμακα

Αναφέρεται στην κινητική του φαινομένου (ταχύτητα διάβρωσης) και στην θερμοδυναμική του φαινομένου (πιθανότητα διάβρωσης)

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΦΘΟΡΑΣ ΣΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΗΣ ΜΑΚΡΟΚΛΙΜΑΚΑΣ

Δράσεις	Διεργασία φθοράς	Κύρια φαινόμενα φθοράς
Φυσικές	<ul style="list-style-type: none"> Κύκλοι ήγρασης - ξήρασης Θερμικά σοκ Επίδραση ανέμου 	Απόσπαση κόκκων, διάβρωση ακριβής, ρήξη συνείχεις, ρηγματώση, κ.α.
Φυσικοχημικές	<ul style="list-style-type: none"> Κρυστάλλωση αλάτων Ευνοδάτωση Θείωση εν ξηρώ 	Εκλεκτική αποσάθρωση υλικών, διάρρηξη συνδετικών υλικών, κ.α.
Χημικές και βιοχημικές	<ul style="list-style-type: none"> Υδρόλυση Διάλυση Οξείδωση Χημική συμπλοκοποίηση Θείωση, κ.α. 	Χημική αποσύνθεση, διάλυση και εξαλλοίωση συνδετικών υλικών, σχηματισμός κρούστας, υποχώρηση μαζοπών επιφάνειας

II-Γ. ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΦΘΟΡΑΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ K'

$$K' = (1 + g_j) K'_{min}$$

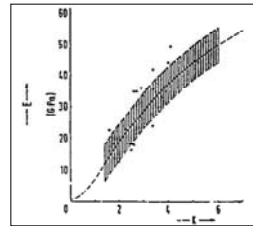
- K'_{min} : Παράγοντας ορυκτολογικής επίδρασης
 g_j : Παράγοντας επίδρασης μικροδομής

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ K

$$K = \int m_i$$

- m_i : Ισοτιμή υλικού
 t : Χρόνος ζωής κτιρίου ή μνημείου

II-Γ. ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΦΘΟΡΑΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ



Συσχέτιση του συντελεστή ορυκτολογικής ποιότητας, K , και του μέτρου ελαστικότητας, E για διαφορετικές καταστάσεις φθοράς γρανίτη

Το μέτρο ελαστικότητας, E , είναι συνάρτηση του συντελεστή ορυκτολογικής ποιότητας, K , του υλικού για κάθε κατάσταση φθοράς

III. ΜΑΚΡΟΚΛΙΜΑΚΑ

ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΦΘΟΡΑΣ ΣΕ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΜΝΗΜΕΙΟΥ

- III-A Επιφανειακές κρούστες
 III-B Κρυστάλλωση αλάτων
 III-Γ Αποσάθρωση συνδετικών κοιμαμάτων
 III-Δ Ασύμβατα υλικά
 III-E Φθορά και παθολογία από μηχανικούς παράγοντες
 III-ΣΤ Βιολογικοί παράγοντες

III-A. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΕΣ ΚΡΟΥΣΤΕΣ - ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΗΣ ΦΘΟΡΑΣ ΣΕ ΒΑΘΟΣ

III-A.1. ΓΥΦΟΠΟΙΗΣΗ

- Η γυφοποίηση αναφέρεται στον σχηματισμό γύφου, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, με προσβολή του $Ca(OH)_2$ ή του $CaCO_3$ των λίθων από θεικό οξύ.
- Ο γύφος στην επιφάνεια της πέτρας είναι διαλυτός και με έκπλυση (π.χ. από την βροχή) αποκαλύπτει το γυλέξ, μη γυφοποιημένο στρώμα της πέτρας, δηλαδή επιτρέπει την εξέλιξη του φαινομένου σε βάθος.
- Αυτό έχει σαν γενικότερο αποτέλεσμα την σταδιακή απαλειφή των λεπτομερειών της επιφάνειας της πέτρας



Η διάλυση του στρώματος του γύφου στην επιφάνεια του πεντελικού μαρμάρου απαλείφει τις λεπτομέρειες από το πρόσωπο και τις πτυχές του χιτώνα των Καρυάτιδων

III-A. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΕΣ ΚΡΟΥΣΤΕΣ - ΕΞΕΤΑΣΗ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΗΣ ΦΘΟΡΑΣ ΣΕ ΒΑΘΟΣ

III-A.2 ΟΞΙΝΗ ΑΝΘΡΑΚΙΚΗ ΚΡΟΥΣΤΑ

- Μετατροπή του ανθρακικού αεραερίου, $CaCO_3$, σε οξίνιο ανθρακικό αεραετίο, $Ca(HCO_3)_2$, το οποίο στην συνέχεια με την εξάτμιση του νερού μετατρέπεται σε ανακρυσταλλωμένο ανθρακικό αεραετίο
- Το στρώμα αυτό, θεωρείται ότι δεν έχει καλή συνοχή με το υποκείμενο ανθρακικό αεραετίο (της κύριας μάζας της πέτρας) και οδηγεί σε χαλάρωση της κρούστας, που σε συνέχεια με βιολογική δραστηριότητα, και την χαλάρωση των αρμών μπορεί να προκαλέσει τοπικές καταρρέσεις σε τοιχοποιίες



Μεσαιωνική Πύλη της Ρόδου - Όξινη ανθρακική κρούστα

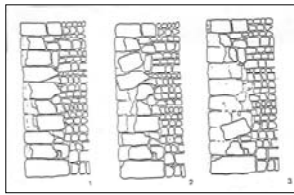
III-B. ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΣΗ ΑΛΑΤΩΝ

- Η κρυστάλλωση αλάτων αναφέρεται στη μηχανική φθορά των παρωδών λίθων και δομικών υλικών, μέσω της ανάπτυξης μηχανικών τάσεων στα εσωτερικά των υλικών (πόρους) από κρυστάλλωση αλάτων και διάρρηξη της συνέχειας του υλικού όταν οι τάσεις ξεπεράσουν την αντοχή του.
- Οι κύριες πηγές αλάτων σε τοιχοποιίες είναι η τριχοειδής αναρρίχηση (από το έδαφος), τα γειτονικά υλικά όπως το τσιμέντο, και συχνά το ίδιο το συνδετικό κόνιμα
- Αν η εξάτμιση λάβει χώρα στο εσωτερικό της μάζας του υλικού, ο τύπος αυτός της φθοράς εμφανίζεται μακροσκοπικά με την μορφή της κυψέλισης, δηλαδή την αποκόλληση τμήματος του διεργημένου υλικού.



Μεσαιωνική Πύλη της Ρόδου

III-B. ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΣΗ ΑΛΑΤΩΝ



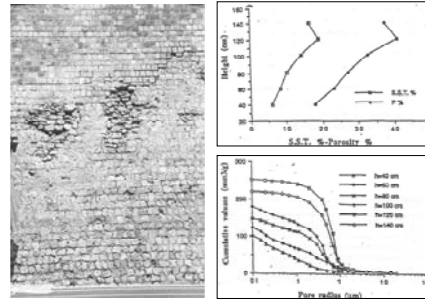
Μηχανισμός κατάρρευσης τοιχοποιίας λόγω κυψέλισης



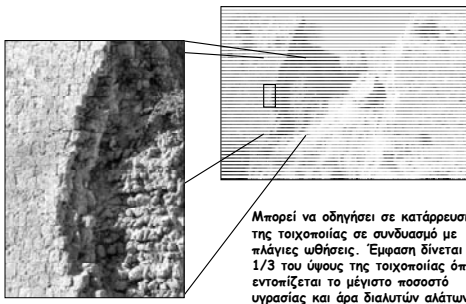
Μεσαιωνική Πύλη της Ρόδου

III-B. ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΣΗ ΑΛΑΤΩΝ

Συσχέτιση συγκέντρωσης διαλυτών αλάτων και πορώδους



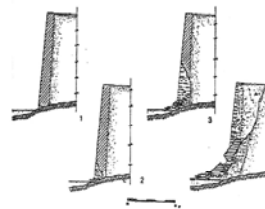
III-Γ. ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ



Μπορεί να οδηγήσει σε κατάρρευση της τοιχοποιίας σε συνδυασμό με πλάγιες ιθίσεις. Έμφαση δίνεται στο 1/3 του ύψους της τοιχοποιίας όπου εντοπίζεται το μέγιστο ποσοστό υγρασίας και άρα διαλυτών αλάτων

III-Γ. ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ

Μηχανισμός κατάρρευσης τοιχοποιιών



III-Δ. ΑΣΥΜΒΑΤΑ ΥΛΙΚΑ

III-Δ.1. ΤΣΙΜΕΝΤΙΤΙΚΑ ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Η χρήση τοιμέντου ως συνδετικού υλικού σε τοιχοποιίες, αν και εκτεταμένη στο παρελθόν, σήμερα αναγνωρίζεται ότι προκαλεί έντονα προβλήματα φθοράς, κυρίως λόγω ασυμβατότητας με τα παραδοσιακά δομικά υλικά

- Τα κόνιαματα τοιμέντου παρουσιάζουν σχετικά μεγάλες τιμές θλιπτικής αντοχής και μέτρου ελαστικότητας καθιστώντας τα πολύ δυνατά και άκαμπτα σε σχέση με τα παραδοσιακά κόνιαματα στις ιστορικές τοιχοποιίες.
- Η χρήση του τοιμέντου ως υλικού αποκατάστασης διαταράσσει την μηχανική συμπεριφορά, στατική και δυναμική, της τοιχοποιίας, με κίνδυνο εμφάνισης διαφορικών φορτίσεων σε τμήματα της δομής και επακόλουθη αστοχία τους.
- Τα κόνιαματα τοιμέντου παρουσιάζουν γενικότερα μεγάλο συντελεστή θερμική διαστολής, σχεδόν διπλάσιο της πέτρας, με αποτέλεσμα, σε κύκλους θέρμανσης - ψύξης, να ασκούνται μηχανικές τάσεις στα αυθεντικά υλικά που μπορούν να οδηγήσουν σε αστοχία (ρηγμάτωση).

III-Δ. ΑΣΥΜΒΑΤΑ ΥΛΙΚΑ

III-Δ.1. ΤΣΙΜΕΝΤΙΤΙΚΑ ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

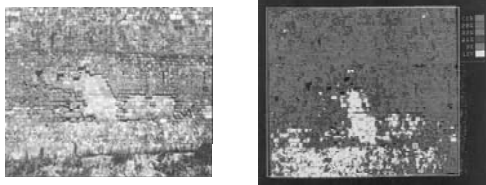
- Σε εφαρμογές αποκατάστασης ιστορικών τοιχοποιιών, η μικρή τιμή πορώδους και η σχετικά πυκνή δομή των τσιμεντοκονιαμάτων δυσκολεύει την "αναπνοή" της τοιχοποιίας, δηλαδή την μεταφορά της υγρασίας στους κύκλους υγρασίας και ξήρανσης.
- Τα τσιμεντοκονιαμάτα είναι φορέας διαλυτών αλάτων. Ο εκλεκτικός προσανατολισμός των διαλυτών αλάτων στα γειτονικά ιστορικά δομικά υλικά και η κρυστάλλωση τους κατά τη φάση της εξάτμισης οδηγούν σε άσκηση πιέσεων κρυστάλλωσης.



III-Δ. ΑΣΥΜΒΑΤΑ ΥΛΙΚΑ

III-Δ.2. ΧΡΗΣΗ ΥΛΙΚΩΝ ΜΕ ΑΣΥΜΒΑΤΗ ΜΙΚΡΟΔΟΜΗ

Η αντικατάσταση και συμπλήρωση φθαρμένων λιθοσωμάτων από συμπαγέστερους και μικρότερου πορώδους υγιείς λίθους, οδηγεί σε ένταση των φαινομένων φθοράς στη διεπιφάνεια παλαιού - νέου υλικού

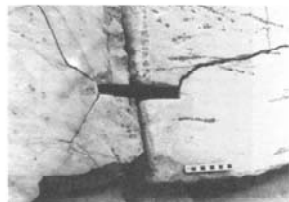


III-E. ΦΘΟΡΑ ΑΠΟ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

III-E.2. ΔΙΟΓΚΩΣΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ

Τα προϊόντα της οξειδωσης που δημιουργούνται στην επιφάνεια του συνδέσμου αυξάνουν σημαντικά τον όγκο του συστήματος μέταλλο-πρόϊοντα διάβρωσης

Η διόγκωση αυτή προκαλεί την ανάπτυξη ισχυρότατων μηχανικών τάσεων που οδηγούν στη ρήξη του υλικού όταν υπερβούν την αντοχή του



Ρηγμάτωση μαρμάρου εξαιτίας της διάβρωσης συνδέσμου στον Παρθενώνα [Σκαυλικιώδης Θ.]

III-E. ΦΘΟΡΑ ΑΠΟ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

III-E.4. ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΔΟΝΗΣΕΙΣ

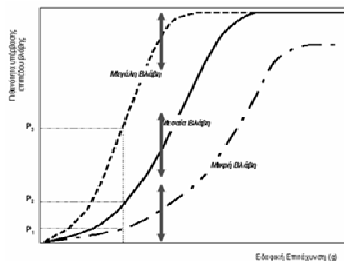
- ✓ Οι σεισμικές δονήσεις μπορούν να προκαλέσουν βλάβες στα κτίρια ανάλογα με:
 - το είδος των δυναμικών καταπονήσεων,
 - την διάρκεια τους,
 - την μέγιστη εφαρμοζόμενη καταπόνηση,
 - τον τρόπο δόνησης (χαρακτηριστικά εδαφικών επιταχύνσεων),
 - την πρότερη δομική κατάσταση του κτιρίου
 - την απόκριση του κτιρίου σε δυναμικές φορτίσεις.
- ✓ Σύμφωνα με τον ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 8 - ENV 1998 «Design provisions for earthquake resistance of structures» η δυναμική καταπόνηση των κτιρίων μπορεί να προκαλέσει βλάβες όταν οι συχνότητες αυτές κυμαίνονται μεταξύ 8-80Hz. Γενικά, βλάβες συνήθως παρουσιάζονται για μέγιστη ταχύτητα καταπόνησης μεγαλύτερη από 10mm/s

III-E. ΦΘΟΡΑ ΑΠΟ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

III-E.4. ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΔΟΝΗΣΕΙΣ

Καμπύλες Θραυστότητας:

Για δεδομένη εδαφική επιτάχυνση, κτίρια με μικρή, μεσαία και μεγάλη βλάβη θα παρουσιάσουν πιθανότητες υπέρβασης επιπέδου βλάβης P1 < P2 < P3 αντίστοιχα. Δηλαδή τα κτίρια που έχουν ήδη υποστεί μεγάλες βλάβες ή φθορές θα παρουσιάσουν μεγαλύτερη πιθανότητα υπέρβασης δεδομένου επιπέδου βλάβης που μπορεί να οδηγήσει σε μερική ή ολική κατάρρευση



III-E. ΦΘΟΡΑ ΑΠΟ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

III-E.1. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ

- Ακραίες θερμοκρασιακές μεταβολές (π.χ. μεταξύ μέρας και νύχτας) ή άνισες κατανομές θερμοκρασίας σε δομικά υλικά
- Διαφορετικοί συντελεστές θερμικής διαστολής και θερμοχωρητικότητας των διαφόρων φάσεων και υλικών ενός συστήματος υλικών

Φθορές από πυρκαγιά



Ανατίναξη του Παρθενώνα

III-E. ΦΘΟΡΑ ΑΠΟ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

III-E.3. ΦΘΟΡΑ ΛΟΓΩ ΠΑΓΟΥ

- ✓ Αναφέρεται στην ανάπτυξη μηχανικών τάσεων από τους κρυστάλλους πάγου στο εσωτερικό των υλικών που όταν υπερβούν την αντοχή του υλικού, οδηγούν σε αστοχία του, δηλαδή την ρηγμάτωση και αποσάθρωση.
- ✓ Η ένταση της φθοράς λόγω πάγου εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες στις οποίες εκτίθεται το υλικό, από την διαπερατότητα του υλικού σε υγρασία και από την μηχανική αντοχή του

III-E. ΦΘΟΡΑ ΑΠΟ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

III-E.4. ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΔΟΝΗΣΕΙΣ

- ✓ Στα ιστορικά κτίρια, σε αντίθεση με τα νεώτερα και σχεδιασμένα σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς, κυριαρχεί ο παράγοντας των υφιστάμενων βλαβών και της φθοράς των υλικών.
- ✓ Κτίρια που έχουν υποστεί δομικές βλάβες είτε λόγω παρελθόντων σεισμικών δονήσεων είτε λόγω φθοράς των υλικών τους, θα υποστούν περαιτέρω ζημιές και ίσως πλήρη κατάρρευση σε μικρότερες τιμές δυναμικών επιταχύνσεων από αυτές που μπορούν να αντέξουν καινούρια, ισχυρά και κατάλληλα σχεδιασμένα κτίρια.

III-ΣΤ. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Οι επιπτώσεις της βιολογικής διάβρωσης στις ορυκτές φάσεις:

Αισθητική παρουσία του υλικού
Χημικές διεργασίες στην επιφάνεια των υλικών
Φυσικές διεργασίες στην επιφάνεια των υλικών

Είδη

Βακτήρια, άλγη, μύκητες - ακτινομύκητες, λειχήνες, δέντρα και φυτά, σκουλή



Η ανάπτυξη φυτών ανάμεσα στις ψηφίδες του ψηφιδωτού οδηγεί στην καταστροφή του

III-ΣΤ. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ



Μεσαιωνική Πτόλη της Ρόδου
Βιολογική κρούστα με μαύρο και γκριζό χρώμα

IV-A.1 Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

Η «καθαρή» ατμόσφαιρα συνίσταται από:

- **Ξηράς Αέρας:** 78.09 % κ.ά. Αζώτο
20.94 % κ.ά. Οξυγόνο
0.93 % κ.ά. Αργό
Τίχνη Διοξειδίου του Άνθρακα, Διοξειδίου και Τριοξειδίου του Θείου, Οξειδίων του Αζώτου, Οξόντος, Χλωρίου.
- **Νερό**
- **Στερεά και υγρά σωματίδια σε αιώρηση (αερολύματα)**

Ως **ρύπανση της ατμόσφαιρας** θεωρείται:

- ❖ **η παρουσία μη φυσιολογικών προσμίξεων** (ουσιών που δεν υπήρχαν στη φύση σε καθαρή κατάσταση και προστέθηκαν από ανθρώπινες δραστηριότητες)
- ❖ **ή η αυξημένη μη φυσιολογική συγκέντρωση φυσιολογικών προσμίξεων** (ουσιών που υπήρχαν στη φύση αλλά η συγκέντρωσή τους αυξήθηκε από τις ανθρώπινες δραστηριότητες)

IV-A.1 Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

Η φθορά που οφείλεται στην ρύπανση της ατμόσφαιρας είναι αποτέλεσμα **συνεργιστικής δράσης** των παραπάνω ρυπαντών και συχνά είναι δύσκολο να διαχωριστούν οι επιμέρους επιδράσεις, καθώς μεσολαβούν διάφορες φυσικές και χημικές διεργασίες, που οδηγούν στην παραγωγή δευτερογενών ρυπαντών

Έτσι, οι ρυπαντές μπορούν να διαχωριστούν σε δύο κατηγορίες:

- ✓ **Πρωτογενείς ρυπαντές**, δηλ αυτοί που εκπέμπονται απευθείας από φυσικές ή ανθρώπινες πηγές
- ✓ **Δευτερογενείς ρυπαντές**, δηλ. αυτοί που παράγονται στην ατμόσφαιρα με αντίδραση δύο ή περισσότερων πρωτογενών ρυπαντών ή από τα κανονικά συστατικά της ατμόσφαιρας.

IV-A.1 Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

Η ρύπανση της ατμόσφαιρας είναι ένα φαινόμενο που αναπτύσσεται στην παγκόσμια κλίμακα και οι επιπτώσεις της γίνονται φανερές σε όλο τον πλανήτη. Οι κάτοικοι των πόλεων, ιδιαίτερα, έρχονται σε επαφή με την έντονη αστική ατμοσφαιρική ρύπανση, η οποία εμφανίζεται με δύο κυρίως φαινόμενα:

Καπνομίχλη: Υψηλή συγκέντρωση θειούχων ρύπων + Σημαντική συγκέντρωση σωματιδίων + Χαμηλή θερμοκρασία + Υψηλή υγρασία

Εμφανίζεται συνήθως σε πόλεις με ψυχρό κλίμα (Λονδίνο) αλλά και στην Αθήνα το χειμώνα

Ξηλοχρημικό νέφος: Υψηλή θερμοκρασία + Μεγάλη ηλιοφάνεια + Χαμηλή υγρασία + Υψηλές συγκεντρώσεις NOx και πτητικών οργανικών ενώσεων

Εμφανίζεται συνήθως σε πόλεις με θερμό κλίμα (Los Angeles). Στην Αθήνα συνδυάζεται με αυξημένη συγκέντρωση καπνού και σωματιδίων.

IV. ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΚΑ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ - ΚΥΡΙΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΦΘΟΡΑΣ

- IV-A** Η επίδραση της ατμόσφαιρας στη φθορά
 - IV-A.1. Η ρύπανση της ατμόσφαιρας
 - IV-A.2. Μορφές επιφανειακής φθοράς
 - IV-A.3. Γυμνοποίηση
 - IV-A.3. Η επίδραση του διοξειδίου του άνθρακα
 - IV-A.4. Λοιπές κρούστες
- IV-B** Η επίδραση του νερού και των αλάτων
 - IV-B.1. Πηγές υγρασίας
 - IV-B.2. Ο ρόλος του νερού
 - IV-B.3. Η μεταφορά του νερού σε πορώδη μέσα
 - IV-B.4. Κρυστάλλωση αλάτων
 - IV-B.5. Ζώνη εξήλιξης
 - IV-B.6. Μοντέλο φθοράς λόγω κρυστάλλωσης αλάτων

IV-A.1 Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

Ρυπαντές

Ρυπαντής είναι οποιαδήποτε ουσία που υπερβαίνει μια οριακή συγκέντρωση στο περιβάλλον και ρυπαίνει την ατμόσφαιρα, το έδαφος ή/και τη θάλασσα.

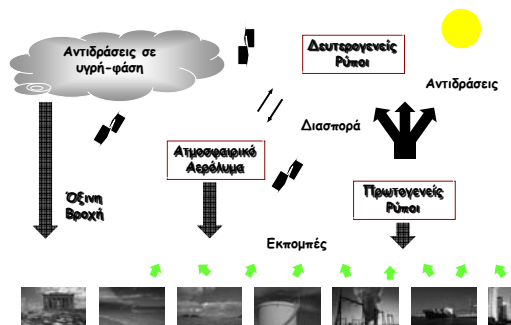
Η ρύπανση της ατμόσφαιρας αναφέρεται κυρίως στην δράση:

- ❖ Αέριων ρυπαντών όπως το SO₂, SO₃, NO_x, κ.α.
- ❖ Σωματιδιακών ρυπαντών (αερολύματα)
- ❖ Οξινωμένων καταβρομασμάτων

Σύγκριση συγκεντρώσεων διαφόρων ρυπαντών (ppm)

	Καθαρή ατμόσφαιρα	Ρυπαρισμένη ατμόσφαιρα	Λόγος ρυπαρισμένης προς καθαρή συγκέντρωση
CO ₂	320	400	1.3
CO	0.1	40-70	400-700
CH ₄	1.5	2.5	1.3
N ₂ O	0.25	-	-
NO _x (NO ₂)	0.001	0.2	200
O ₃	0.02	0.5	25
SO ₂	0.0002	0.2	1000
NH ₃	0.01	0.02	2

IV-A.1 Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ



IV-A.1 Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

Οι αέριοι ρυπαντές και τα αερολύματα, μεταφέρονται στις επιφάνειες των υλικών με τους ακόλουθους μηχανισμούς:

Ξηρή απόθεση λόγω βαρύτητας
Βροχιακή Διάχυση - Σύγκρουση - Συνομιμύηση - Βαρύτητα - Κατακρήμνιση
- Ελάττωση της συγκέντρωσης των σωματιδίων με d < 100 nm

Ξηρή απόθεση από ατμοσφαιρικές κινήσεις
Μεταφορά με τυρβώδη διάχυση - Απορρόφηση από επιφάνειες

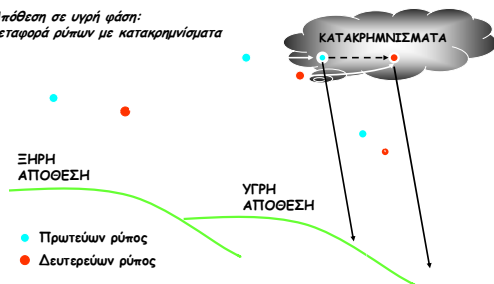
Υγρή απομάκρυνση με βροχή (washout)
Στερεοί ρύποι: παρασύρονται από τις σταγόνες της βροχής
Αέριοι ρύποι: Διάχυση μορίων στο εσωτερικό των σταγόνων

Υγρή απομάκρυνση με σταγόνες νεφών (rainout)
Απορρόφηση ρύπων από τις σταγόνες
Μεταφορά στη γη όταν το νέφος γίνεται βροχή.

IV - Α.1 Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

Απόθεση σε ξηρή φάση:
απευθείας αντίδραση ή προσρόφηση στην επιφάνεια

Απόθεση σε υγρή φάση:
μεταφορά ρύπων με κατακρημνίσματα



ΓΕΝΙΚΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΧΝΟΤΕΡΑ ΣΥΝΑΝΤΟΜΕΝΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΠΙΞΑΝΕΙΑΚΗΣ ΞΕΟΡΑΣ

Αποπλυμένες επιφάνειες

Είναι αποτέλεσμα διαδοχικής έκπλυσης / διάλυσης του αεραεπίτη από την όξινη βροχή γεγονός που συνεπάγεται απώλεια αυθεντικού υλικού. Συνήθως η παρουσία μικροοργανισμών και απολέπισης, τραχιάς επιφάνειας σε πλήρως αποστατευτές επιφάνειες (πιθανή η παρουσία γύψου σε μικρές ή μεγάλες ποσότητες ανάλογα με το βαθμό προστασίας της επιφάνειας)

Ανθρακικές κρούστες (συνήθως λευκές),

Οφείλονται σε διαδοχική διάλυση του αεραεπίτη από την όξινη βροχή όπου λόγω περιβαλλοντικών συνθηκών (θερμοκρασία, σχετική υγρασία κ.α.) σχηματίζεται ανακρυσταλλωμένος αεραεπίτη



ΓΕΝΙΚΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΧΝΟΤΕΡΑ ΣΥΝΑΝΤΟΜΕΝΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΠΙΞΑΝΕΙΑΚΗΣ ΞΕΟΡΑΣ

Χρυσές πλίτες / πλίτες στο χρώμα της σκουριάς

Οφείλονται σε διάχυση ιόντων σιδήρου του μαρμάρου από το εσωτερικό προς την εξωτερική επιφάνεια και οξείδωσή τους (προσδιορίζεται έντονη πορτοκαλοκόκκινη χροιά)

Αλκαλοφυρτικές (τσιμεντοτικές) κρούστες

Πρόκειται για σκληρό στρώμα ένυδρου πυριτικού αεραεπίτη το οποίο καλύπτει τη λίθινη επιφάνεια, ενώ παρουσιάζονται συνήθως πολλές κοιλότητες και ρηγματώσεις

Προσανατολισμένα χαράγματα

Πρόκειται για κατευθυνόμενες - προσανατολισμένες γραμμές από παλαιότερες ασύμμετρες επεμβάσεις συντήρησης από μεταλλικές βούρτσες και οβρούρια

ΓΕΝΙΚΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΧΝΟΤΕΡΑ ΣΥΝΑΝΤΟΜΕΝΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΠΙΞΑΝΕΙΑΚΗΣ ΞΕΟΡΑΣ

Στρώμα γύψου

Σχηματίζεται σε επιφάνειες αεραεπίτη λίθων προστατευμένων από το νερό της βροχής

Απομειώσεις επιφανειών

Εμφανίζονται λόγω χημικής διάλυσης ή αιολικής φθοράς

Ξεορά με απόσπαση κόκκων ή κρυστάλλων

Εμφανίζεται λόγω δράσης αλάτων ή περικρυσταλλικής χημικής προσβολής

Απολέπιση

Συμβαίνει λόγω δράσης αλάτων, όξινης προσβολής και θερμοκρασιακών μεταβολών

ΓΕΝΙΚΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΧΝΟΤΕΡΑ ΣΥΝΑΝΤΟΜΕΝΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΠΙΞΑΝΕΙΑΚΗΣ ΞΕΟΡΑΣ

Ρυγμές

Οφείλονται σε αστοχίες υλικού κατά την τοποθέτηση, σε σεισμικές καταπονήσεις, σε θερμοκρασιακές μεταβολές, παγετό ή εξωτερικά μηχανικά αίτια

Περιοσταλλικές ρηγματώσεις

Οφείλονται σε κόπωση του λίθου λόγω συνεχών κύκλων συστολο-διαστολών. Οι ρηγματώσεις επιδεινώνονται από την όξινη προσβολή αερίων ρυπαντών

Ζαχαροειδής φθορά

Εμφανίζεται κυρίως στα μάρμαρα. Οφείλεται σε διακρυσταλλική αποσάθρωση που οδηγεί στην εκλεκτική αποκόλληση κόκκων μεταβάλλοντας την υφή της επιφάνειας με αποτέλεσμα αυτή να προσομοιάζει κόκκους ζάχαρης

ΓΕΝΙΚΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΧΝΟΤΕΡΑ ΣΥΝΑΝΤΟΜΕΝΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΠΙΞΑΝΕΙΑΚΗΣ ΞΕΟΡΑΣ

Ξαίοναυρες ή μαύρες κρούστες

Είναι αποτέλεσμα γυφωποίησης της αεραεπίτη επιφάνειας και προσρόφησης μαύρων σωματιδίων αιθάλης, H/C κ.α. σωματιδίων ατμοσφαιρικής προέλευσης που δρουν ως ενεργοί καταλύτες του μετασχηματισμού του αεραεπίτη σε γύψο. Οι επιφάνειες των φαίμαυρων κρούστων είναι προστατευμένες άμεσα έκπλυσης από το νερό της βροχής

Ξαοκόστανες κρούστες

Είναι κρούστες με πλούσια περιεκτικότητα σε οξείδια και υδροξείδια του σιδήρου (έντονη γκριζοκόκκινη ή/και πορτοκαλοκόκκινη χροιά) τα οποία πολλές φορές είναι θωρακισμένα πίσω από ομοιογενείς και συμπαγείς στρώμα αργιλοφυρτικών διαδοχική διάλυση του αεραεπίτη από την όξινη βροχή όπου λόγω περιβαλλοντικών συνθηκών (θερμοκρασία, σχετική υγρασία κ.α.) σχηματίζεται ανακρυσταλλωμένος αεραεπίτη

ΓΕΝΙΚΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΧΝΟΤΕΡΑ ΣΥΝΑΝΤΟΜΕΝΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΠΙΞΑΝΕΙΑΚΗΣ ΞΕΟΡΑΣ

Επικαθήσεις σκόνης

Πρόκειται για αποθέσεις μη συνεκτικά συνδεδεμένες με το υπόστρωμα αργιλοφυρτικής σύστασης

Μαύρες επικαθήσεις

Αποθέσεις μη συνεκτικά συνδεδεμένες με το υπόστρωμα συνήθως αργιλοφυρτικής σύστασης έντονου μαύρου χρώματος λόγω σωματιδίων αιθάλης και H/C (μπορεί να επικαλύπτουν περιοχές κρούστων)

Γκριζα περιοχή - κρούστα

Σκόνη και ξηρές θωρακισμένες αποθέσεις συσσωρευμένες για πολύ χρόνο. Σχηματισμός συμπαγούς στρώματος που περιέχει και ανακρυσταλλωμένο αεραεπίτη σε περιοχές που δε διαβρέχονται καθόλου από νερό

Ανθρακική κρούστα

Σχηματίζεται λόγω διάβρωσης αεραεπίτη πετρωμάτων σε φυσικό περιβάλλον

ΓΕΝΙΚΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΧΝΟΤΕΡΑ ΣΥΝΑΝΤΟΜΕΝΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΠΙΞΑΝΕΙΑΚΗΣ ΞΕΟΡΑΣ

Κυψέλιση

Συμβαίνει λόγω δράσης διαλυτών αλάτων σε παρώδεις λίθους και λόγω όξινης προσβολής ή βιολογικών δράσεων σε συμπαγείς λίθους

Συμπαγής κρούστα διαλυτών αλάτων

Βιολογική κρούστα

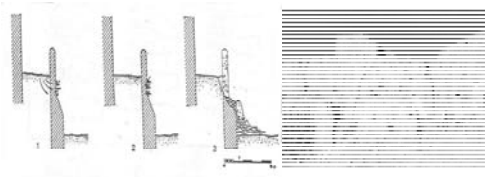
Ανάπτυξη μικροοργανισμών ανάλογα με τις συνθήκες του μικροκλίματος

Χημιατικές αλλοιώσεις

Εμφανίζονται από αλλοιώσεις διαφόρων φάσεων του λίθου και από οξείδια μετάλλων

Οι μαθητές προχωρούν στη μελέτη χαρακτηριστικών περιπτώσεων:

Μεσαιωνική Πόλη της Ρόδου

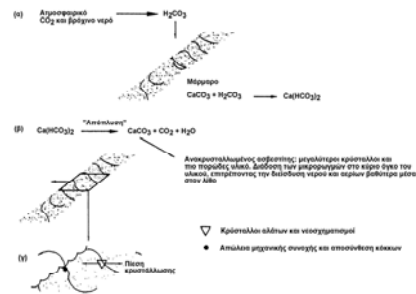


Όξινη ανθρακική κρούστα



Κρυστάλλωση αλάτων - Κυψέλωση

Αρχαιολογικός χώρος της Ελευσίνας



Αποπλυμένες επιφάνειες



Πάτινες στο χρώμα της σκουριάς

Οι απαντήσεις των μαθητών στις διερευνητικές ερωτήσεις ενεργοποιούν την εκπαιδευτική διαδικασία και ερωτήματα «γεννώνται» ως απορίες από τους μαθητές και θέτονται προς τον καθηγητή για την αποσαφήνιση εννοιών, όπως:

- Τι ακριβώς είναι η αιθάλη;
- Ποιος είναι ο καθοριστικός παράγοντας για τη φθορά των αρχαίων λίθων – μαρμάρων σε ρυπασμένη ατμόσφαιρα;
- Γιατί η ατμοσφαιρική ρύπανση μας ωθεί να λάβουμε δραστικά μέτρα για την αντιμετώπισή της όταν οι επιπτώσεις της είναι εμφανείς πάνω στα μνημεία και όχι όταν επηρεάζει την υγεία μας;
- Ποιοι είναι οι κύριοι λόγοι που μας ωθούν να προστατεύσουμε ένα μνημείο από την ατμοσφαιρική ρύπανση;
- Πώς επηρεάζεται η ταχύτητα διάβρωσης του μαρμάρου από την ατμοσφαιρική ρύπανση στα αστικά κέντρα;
- Κατά την παρακολούθηση των επιπτώσεων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην πολιτιστική κληρονομιά, ποιον παράγοντα θα χαρακτηρίζατε ως καθοριστικό για τη φθορά;
- Ποιες χημικές ουσίες θεωρείτε ως τις πιο επικίνδυνες (μιλώντας γενικά για επικινδυνότητα);

Με την ολοκλήρωση της θεματικής ενότητας οι μαθητές απαντούν εκ νέου στο αρχικό ερωτηματολόγιο αντίληψης προκειμένου να διερευνηθεί το κέρδος της γνώσης που απέκτησαν.

Αντιστοιχίστε:

Στάδια	Δράσεις
Αποκατάσταση του φορέα	α. Προστερέωση β. Καθαρισμός γ. Στερέωση δ. Προστασία ε. Σύνθεση και εφαρμογή κονιαμάτων αποκατάστασης στ. Αντιμετώπιση ανερχόμενης υγρασίας ζ. Συνεχής παρακολούθηση και έλεγχος
Διαγνωστική μελέτη	Δομοστατικές επεμβάσεις
Αναστήλωση του μνημείου	Αρχιτεκτονικές επεμβάσεις
Συντήρηση – επέμβαση στα υλικά	Μελέτη των ιδιοτήτων των αυθεντικών υλικών και των μηχανισμών φθοράς

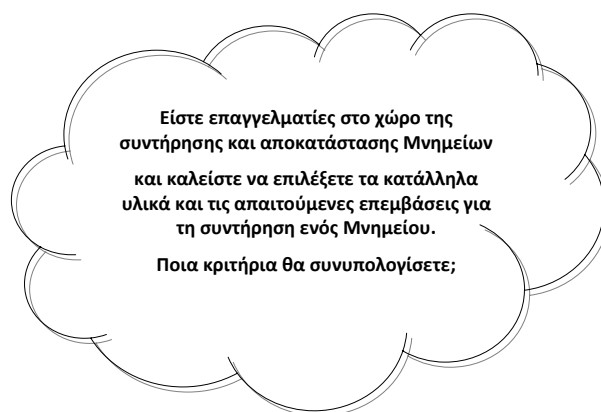
Η επιλογή των υλικών συντήρησης βασίζεται στα ακόλουθα κριτήρια:

- Τα πιο σύγχρονα υλικά
- Τα πιο ανθεκτικά υλικά
- Τα πιο συμβατά με τα αυθεντικά υλικά
- Τα πιο ακριβά υλικά
- Εξαρτάται από την αξία του μνημείου

Αντιστοιχίστε τις μεθόδους επεμβάσεων καθαρισμού:

Φυσικές	Οξέα, βάσεις, απορρυπαντικά, πάστα Moga, AB57, ιοντοανταλλακτικές ρητίνες, όξινο ανθρακικό αμμώνιο & ανθρακικό αμμώνιο, βιολογικό επίθεμα
Μηχανικές	Laser
Χημικές	Ράντισμα με νερό χαμηλής πίεσης, υδρονέφωση, ατμός, ατομικό νερό
Θερμικές	Υγρή αμμοβολή, ξηρή αμμοβολή, μικροαμμοβολή, με υπερήχους, με εργαλεία

Μετά την ολοκλήρωση της συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου από τους μαθητές, ο καθηγητής προχωρά στην εισαγωγή του προβληματισμού, ο οποίος διατυπώνεται ως ακολούθως:



Οι μαθητές μέσω του προβληματισμού που τίθεται ενεργοποιούνται να μετάσχουν στην εκπαιδευτική διαδικασία και αρχίζουν να διατυπώνουν κριτήρια για την επιλογή των υλικών και των επεμβάσεων συντήρησης.

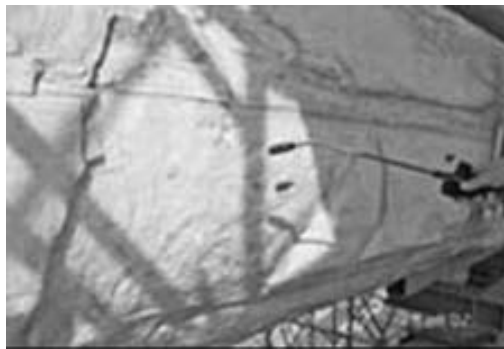
Η τροφοδότηση της εκπαιδευτικής διαδικασίας διευκολύνεται μέσω διερευνητικών ερωτήσεων που θέτονται από τον καθηγητή προς τους μαθητές, όπως:

- Ποια ήταν τα βασικά προβλήματα του παρελθόντος, τα οποία οδηγούσαν σε άστοχες - βλαπτικές επεμβάσεις συντήρησης σε μνημεία;
- Ποια στάδια πρέπει να περιλαμβάνει μία επιχείρηση συντήρησης ενός μνημείου;
- Σας αρέσει να στεγάζεται ένας ναός;
- Ποια είναι τα βασικά κριτήρια επιλογής υλικών και μεθόδων επέμβασης;
- Σε ποιες περιπτώσεις συνίσταται η εφαρμογή του καθαρισμού και με ποια κριτήρια γίνεται η επιλογή των υλικών και επεμβάσεων καθαρισμού;
- Ποια μεθοδολογία ακολουθείται για την αποτίμηση των υλικών και επεμβάσεων καθαρισμού;
- Πώς αριστοποιείται ο στόχος του καθαρισμού μιας επιφάνειας χωρίς να αυξηθεί πολύ η ενέργειά της;
- Μέχρι ποιο σημείο πρέπει να φθάνει ο καθαρισμός και ποιο αποτέλεσμα είναι αποδεκτό;
- Σε τι αποσκοπεί η εφαρμογή των υλικών και επεμβάσεων στερέωσης;
- Με ποια κριτήρια αποφασίζεται ότι είναι αναγκαία μία επέμβαση στερέωσης;
- Ποια μεθοδολογία ακολουθείται για την αποτίμηση των υλικών και επεμβάσεων στερέωσης;
- Με ποια κριτήρια γίνεται ο σχεδιασμός των κονιαμάτων αποκατάστασης;
- Τι είναι η αντίστροφη μηχανική προσέγγιση (*reverse engineering*);
- Πώς παρασκευάζονται τα κονιάματα αποκατάστασης;
- Γιατί πρέπει να μετρήσουμε τις ιδιότητες των κονιαμάτων αποκατάστασης αφού τα παρασκευάσουμε;
- Ποια μεθοδολογία ακολουθείται για την αποτίμηση των κονιαμάτων αποκατάστασης;
- Τι είναι η ανερχόμενη υγρασία;
- Με ποια κριτήρια γίνεται η επιλογή των επεμβάσεων αντιμετώπισης της ανερχόμενης υγρασίας;

Ο καθηγητής μετά τη συζήτηση που προκαλείται με τους μαθητές και την αλληλεπίδραση που δημιουργείται, προχωρά στην παρουσίαση σε μορφή διάλεξης του συναφούς θεωρητικού πλαισίου. Σε όλη τη διάρκεια τίθενται ερωτήματα και από τις δύο πλευρές με σκοπό την αποσαφήνιση εννοιών από τους μαθητές και τη διερεύνηση της αποκτηθείσας γνώσης και του βαθμού κατανόησης από τον καθηγητή.

Συνοψίζοντας, τα βασικά θέματα που τίγονται αφορούν στα ακόλουθα (Μοροπούλου, 2010):

- Βασικά προβλήματα του παρελθόντος, τα οποία οδήγησαν σε ασύμβατες και πολλές φορές καταστροφικές επεμβάσεις για τα Μνημεία (εμπειρική προσέγγιση, απουσία επιστημονικής προσέγγισης, απουσία διαγνωστικής μελέτης, αποσπασματικές επεμβάσεις συντήρησης χωρίς στρατηγικό σχεδιασμό, έλλειψη εις βάθος έρευνας σε υλικά και επεμβάσεις συντήρησης, απερίσκεπτη χρήση ασύμβατων υλικών, όξυνση παρουσιαζόμενων προβλημάτων λόγω πληθώρας ιστορικών - παραδοσιακών υλικών)
- Χάρτα Βενετίας (οδηγίες που τίθενται και απαιτείται να ακολουθούνται πριν την εφαρμογή οποιασδήποτε επέμβασης συντήρησης σε ένα ιστορικό κτήριο – μνημείο με σκοπό την αποφυγή ή τη μείωση της πιθανότητας εφαρμογής ακατάλληλων και / ή μακροπρόθεσμα βλαπτικών επεμβάσεων)
- Βασικά στάδια επεμβάσεων συντήρησης
 - Επεμβάσεις στο κτήριο: Συντήρηση - επεμβάσεις στα υλικά (προστερέωση, καθαρισμός, στερέωση, προστασία, κονιάματα αποκατάστασης, αντιμετώπιση ανερχόμενης υγρασίας, ολοκλήρωση (αποκατάσταση της δομής - δομικές επεμβάσεις / ανακατασκευή του Μνημείου - αρχιτεκτονικές επεμβάσεις))



Ακρόπολη - στερέωση

- Επεμβάσεις στο περιβάλλον: Μέτρα για την περιβαλλοντική προστασία των Μνημείων (έλεγχος μικροκλίματος, έλεγχος περιβαλλοντικών παραμέτρων), περιβαλλοντική διαχείριση για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών κινδύνων

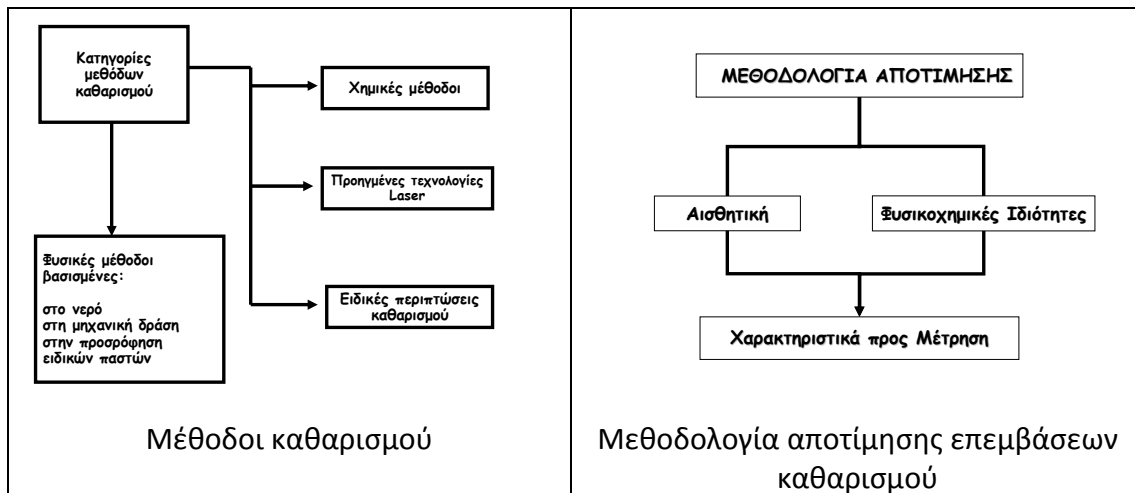


Ναός Επικούρειου Απόλλωνα – Στέγαστρο

- Στάδια που πρέπει να περιλαμβάνονται σε μία επιχείρηση συντήρησης μνημείου

- Διαγνωστική μελέτη: Διάγνωση (μελέτη ιδιοτήτων των αυθεντικών υλικών και των μηχανισμών της φθοράς)
- Μελέτη υλικών και επεμβάσεων συντήρησης
 - Καθαρισμός (μηχανική, φυσική ή χημική απομάκρυνση των επιφανειακών επικαθήσεων)
 - Προστερέωση (μόνο σε περιπτώσεις προχωρημένης διάβρωσης)
 - Στερέωση (αποκατάσταση της συνοχής της διαβρωμένης πέτρας)
 - Επιφανειακή προστασία (απομόνωση και προστασία του λίθου από τη διαβρωτική δράση των ατμοσφαιρικών παραγόντων)
 - Εφαρμογή κονιαμάτων αποκατάστασης (συμβατών με τα ιστορικά δομικά υλικά της τοιχοποιίας)
 - Αντιμετώπιση ανερχόμενης υγρασίας
 - Συνεχής παρακολούθηση και έλεγχος για την αποτελεσματικότητα των επεμβάσεων συντήρησης
- Κριτήρια και μεθοδολογία για την επιλογή συμβατών υλικών και επεμβάσεων συντήρησης:
 - Γενική δεοντολογία επεμβάσεων συντήρησης
 - Συμβατότητα δομικών υλικών μεταξύ τους και με τα υλικά συντήρησης
 - Αναστρεψιμότητα της επέμβασης, στο βαθμό που αυτό είναι εφικτό
- Καθαρισμός
 - Συνίσταται στην απομάκρυνση των βλαβερών και ανεπιθύμητων επιφανειακών ουσιών που αλλοιώνουν (χρωματικά, φυσικά ή φυσικοχημικά) την επιφάνεια.
 - Επεμβάσεις καθαρισμού σε αρχιτεκτονικές επιφάνειες απαιτούνται όταν εμφανίζονται επιφανειακές αλλοιώσεις που οφείλονται σε:
 - φυτικούς ή ζωικούς μικροοργανισμούς
 - επικαθήσεις αιωρούμενων σωματιδίων σε γυψοποιημένες επιφάνειες
 - συνδυασμό αυτών με ανακρυστάλλωση ανθρακικού ασβεστίου
 - παλαιότερες επεμβάσεις
 - διάχυση και οξείδωση ιόντων (π.χ. Fe) από το εσωτερικό του υλικού (π.χ. μάρμαρο)
 - Κριτήρια επιλογής υλικών και επεμβάσεων καθαρισμού
 - Να μην προκαλούν άμεσες ή έμμεσες φθορές που ενεργοποιούν περισσότερο τις αρχιτεκτονικές επιφάνειες
 - Να διατηρούν την αυθεντική πάτινα και τις πολυχρωμίες σε αισθητικά/κοινωνικά αποδεκτά επίπεδα
 - Να μη δημιουργούν επιβλαβή παραπροϊόντα – υπολείμματα
 - Να ελέγχεται η ταχύτητα δράσης τους
 - Να μην απαλείφουν τις λεπτομέρειες σε αγάλματα και γλυπτούς διακόσμους (Διατήρηση του γύψου)
 - Εφαρμογή από έμπειρο και καλά εκπαιδευμένο προσωπικό (συντηρητές)
 - Πιλοτική εφαρμογή μεθόδων καθαρισμού και αποτίμησή τους, σε σχέση με :
 - τη χημική και ορυκτολογική δομή του υλικού
 - τη μικροδομή του

- τον τύπο και την ένταση της φθοράς
- Το είδος των αποθέσεων προς απομάκρυνση
- Το είδος της επιφάνειας
- την ιστορική και καλλιτεχνική αξία του κτιρίου
- Το κόστος και τη διάρκεια της επέμβασης καθαρισμού



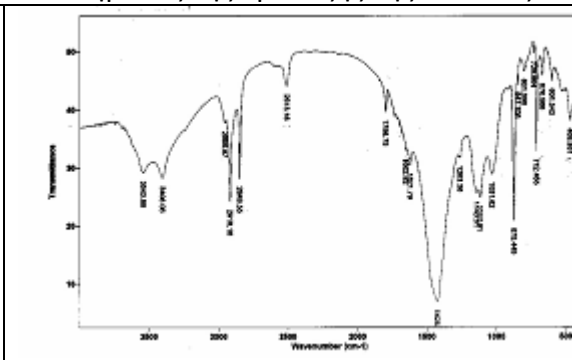
- Μεθοδολογία αποτίμησης επεμβάσεων καθαρισμού - η προσέγγιση επί τόπου
 - Μέσω μακροσκοπικής παρατήρησης των προσόψεων κτηρίων, καταγράφονται τα φαινόμενα φθοράς - παθολογία των μνημείων
 - Επιλογή αντιπροσωπευτικών ζωνών - περιοχών στις προσόψεις των μνημείων για το χαρακτηρισμό των υλικών και τη διάγνωση της φθοράς, με χρήση μη καταστρεπτικών και αναλυτικών τεχνικών μετά από δειγματοληψία
 - Επιλογή των μεθόδων καθαρισμού που θα εφαρμοσθούν σε πιλοτική κλίμακα στις επιλεγμένες ζώνες
 - Εφαρμογή των επιλεγμένων μεθόδων καθαρισμού σε πιλοτική κλίμακα
 - Εφαρμογή μη καταστρεπτικών τεχνικών και δειγματοληψίας για τις αναλυτικές τεχνικές στις ζώνες εφαρμογής πιλοτικών επεμβάσεων καθαρισμού
 - Αποτίμηση πιλοτικών επεμβάσεων καθαρισμού βάσει προκαθορισμένων παραμέτρων τις οποίες πρέπει να πληρούν οι επιφάνειες μετά τον καθαρισμό
 - Αποτίμηση στο χρόνο των πιλοτικών επεμβάσεων καθαρισμού και / ή διεξαγωγή δοκιμών επιταχυνόμενης γήρανσης
 - Τελική επιλογή μεθόδων καθαρισμού που θα εφαρμοσθούν από τον εργολάβο
 - Ποιοτικός έλεγχος των έργων

Αποτίμηση επεμβάσεων καθαρισμού με μη καταστρεπτικές μεθόδους - Εφαρμογή

στο ιστορικό κτίριο του κεντρικού καταστήματος της Τραπέζης της Ελλάδος



Θερμογραφία Υπερύθρου



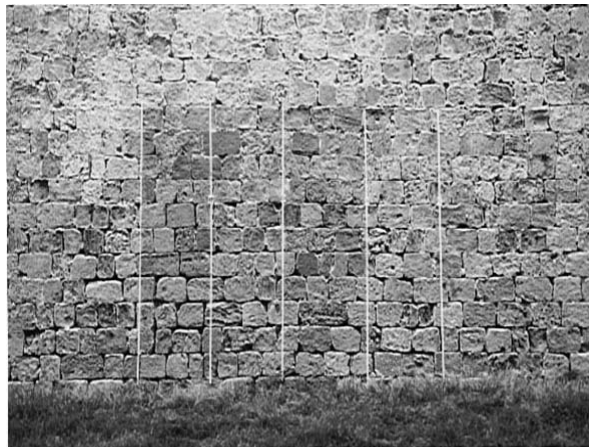
Υπέρυθρη Φασματοσκοπία

- Στερέωση
 - Σκοπός:
 - Μεταβολή των χαρακτηριστικών της μικροδομής του λίθου, με σκοπό να οδηγήσει σε μείωση της επιδεκτικότητας του λίθου σε φθορά από άλατα
 - Αποκατάσταση της συνοχής των κόκκων του λίθου
 - Βελτίωση των μηχανικών χαρακτηριστικών του λίθου
 - Κριτήρια επιλογής υλικών και επεμβάσεων στερέωσης
 - Αύξηση της αντοχής και της ανθεκτικότητας των υλικών στο χρόνο
 - Ικανοποιητικό βάθος διείσδυσης
 - Μεταβολή της κατανομής του πορώδους ώστε να:
 - Μειώνεται η επιδεκτικότητα σε φθορά από κρυστάλλωση αλάτων
 - Διασφαλίζεται η συμβατότητα με ισότροπη μεταφορά υγρών/ατμού (αναπνοή) στην τοιχοποιία
 - Φυσικο - χημική και μηχανική συμβατότητα υγιούς και στερεωμένου λίθου (απουσία παραπροϊόντων, διαλυτών αλάτων, ανάλογο συντελεστή θερμικής διαστολής κ.ά.)
 - Αποφυγή χρωματικής αλλοίωσης της επιφάνειας
 - Μεγάλη διάρκεια ζωής
 - Υλικά στερέωσης
 - Ανόργανα υλικά
 - Χημική συνάφεια με το λίθο
 - Δημιουργία σκληρής κρούστας
 - Δημιουργία παραπροϊόντων
 - Οργανικά υλικά
 - Βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων
 - Δημιουργία γυαλιστερής κρούστας
 - Αποσάθρωση παρουσία οξυγόνου και ακτινοβολίας UV
 - Αλκοξυσιλάνια
 - Ικανότητα βαθιάς διείσδυσης σε πυριτικούς ψαμμίτες
 - Πιθανότητα πολυμερισμού μετά τη διείσδυση και σχηματισμός προϊόντων παρόμοιων με τη συνδυαστική ύλη του πυριτικού ψαμμίτη
 - Προηγμένα υλικά (σωματιδιακά σύνθετα)

- ο Βοηθούν στην επίλυση του προβλήματος της ιξωδο – ελαστικής συμπεριφοράς του στερεωτικού υλικού

Μεθοδολογία αποτίμησης		
Ιδιότητα	Μέτρηση	Τεχνική
Φυσικο – χημική συμβατότητα	Διαπερατότητα και υδατο - απορρόφηση	<u>Επί τόπου:</u> Θερμογραφία Υπερύθρου <u>Στο εργαστήριο:</u> Μετρήσεις υδατο-απορρόφησης
Βελτίωση συνοχής	Βάθος διείσδυσης στερεωτικού υλικού	<u>Επί τόπου:</u> Υπερηχοσκόπηση <u>Στο εργαστήριο:</u> δοκιμές μηχανικών αντοχών
Μεταβολή των χαρακτηριστικών μικροδομής η οποία αυξάνει την ανθεκτικότητα έναντι των περιβαλλοντικών φορτίων	Μικροδομή και ταχύτητα φθοράς	<u>Επί τόπου:</u> Μικροσκοπία Οπτικών Ινών <u>Στο εργαστήριο:</u> Μετρήσεις χαρακτηριστικών μικροδομής και δοκιμές επιταχυνόμενης γήρανσης

- Πιλοτική εφαρμογή επεμβάσεων στερέωσης στη Μεσαιωνική Πόλη της Ρόδου

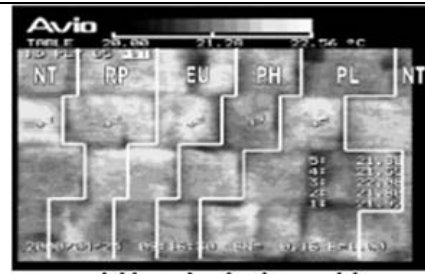
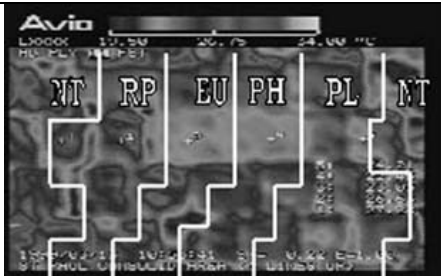


- Επιλογή κατάλληλων υλικών και τεχνικών στερέωσης, βάσει εργαστηριακών μετρήσεων
- Επιλογή κατάλληλων περιοχών για πιλοτική εφαρμογή στερέωσης επί τόπου και εκτέλεση τεχνικών αποτίμησης στο εργαστήριο και επί τόπου
- Χρησιμοποιούμενα υλικά στερέωσης
 - RP: Αιθυλικός εστέρας του πυριτικού οξέος
 - EU: Ακρυλικό-σιλικονική ρητίνη σε οργανικό διαλύτη
 - PH: Διάλυμα αλκοόλης πυριτικού αιθυλεστέρα (20%)
 - PL: Υδατική κολλοειδής διασπορά μικρών σωματιδίων πυριτίας (12nm), 20% κ.β. σε SiO₂

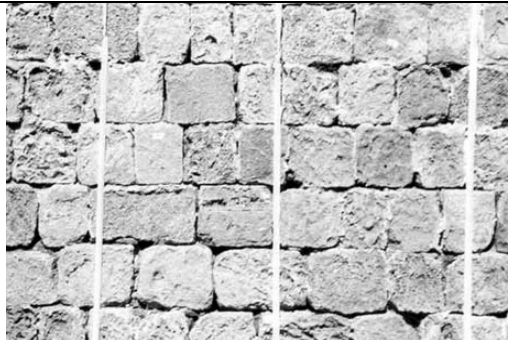
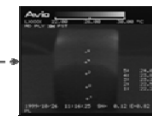
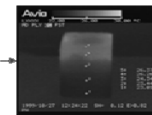
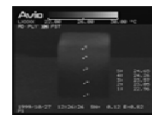
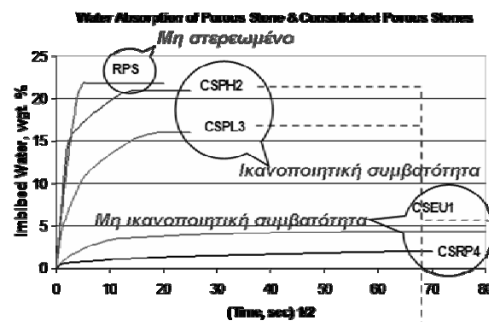
Φυσικο - χημική συμβατότητα - Πύλη Αγίου Παύλου



Η παρουσία υγρασίας σε ένα πορώδες υλικό προκαλεί μεταβολές στην εκπομπή υπέρυθρης ακτινοβολίας



Αποτίμηση επεμβάσεων στερέωσης στην κλίμακα του μνημείου




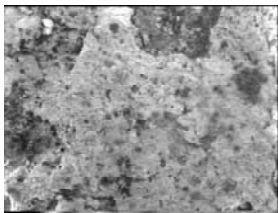
Εφαρμογή ασύμβατων στερεωτικών υλικών με φιλογενή απόθεση

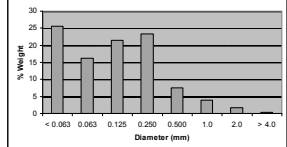
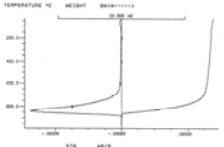

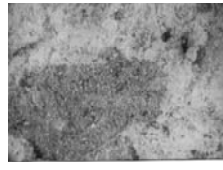
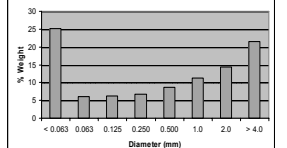
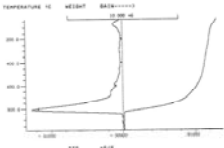

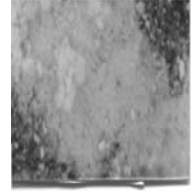
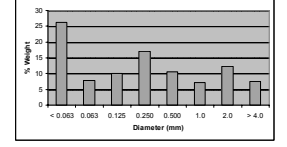
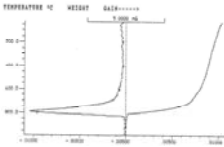
Η χρήση ρητινών σε επεμβάσεις στερέωσης δημιουργεί:

- Προβλήματα στην αναπνοή της τοιχοποιίας
- Κρυστάλλωση αλάτων πίσω από την επιφάνεια απόθεσης που οδηγεί σε απόσπαση υλικού

- Κονιάματα αποκατάστασης

- Κριτήρια σχεδιασμού
 - Προσομοίωση των ιδιοτήτων των ιστορικών κονιαμάτων, ώστε να είναι συμβατά
 - Βελτίωση των μηχανικών χαρακτηριστικών των ιστορικών κονιαμάτων, ώστε να είναι επιτελεστικά
 - Αναπαραγωγισιμότητα και έλεγχος της παρασκευής τους βάσει προδιαγραφών
- Στόχος: Ο σχεδιασμός και η αποτίμηση συμβατών και επιτελεστικών κονιαμάτων αποκατάστασης ιστορικών μνημείων με κριτήρια τις ορυκτολογικές – φυσικοχημικές – φυσικομηχανικές τους ιδιότητες
- Αντικείμενο και μεθοδολογία: Διερεύνηση σε σχέση με κριτήρια / προδιαγραφές στις οποίες πρέπει να ανταποκρίνονται τα κονιάματα αποκατάστασης:
 - Κριτήρια επιλογής και χαρακτηρισμού πρώτων υλών
 - Κριτήρια αποτίμησης νωπών κονιαμάτων (Εξεταζόμενες παράμετροι: Ελάχιστη ποσότητα νερού, Εργασιμότητα, εύκολη εφαρμογή σε πιλοτική τοιχοποιία)
 - Κριτήρια αποτίμησης στην φάση πήξης και πρόσληψης των αντοχών (Συμβατότητα - μικροδομή, επιτελεστικότητα – μηχανικές αντοχές, εξέλιξη ενανθράκωσης – ανάπτυξη υδραυλικών φάσεων)
 - Συσχέτιση των ιδιοτήτων που ελέγχουν την παρασκευή συμβατών & επιτελεστικών κονιαμάτων αποκατάστασης μεταξύ τους και με τις πρώτες ύλες παρασκευής
- Μεθοδολογία σχεδιασμού συμβατών κονιαμάτων αποκατάστασης – Αντίστροφη μηχανική προσέγγιση (reverse engineering)
 - Χαρακτηρισμός και αποτίμηση ιστορικών κονιαμάτων – επιλογή πρώτων υλών – επιλογή συνθέσεων
 - Προετοιμασία συνθέσεων κονιαμάτων αποκατάστασης. Συντήρηση σε ελεγχόμενες συνθήκες κατά την πήξη και σκλήρυνση
 - Αποτίμηση ιδιοτήτων κονιαμάτων αποκατάστασης
 - Αριστοποίηση – Τυποποίηση βάσει χαρακτηριστικών
 - Πιλοτική επί τόπου εφαρμογή για την αποτίμηση των κονιαμάτων αποκατάστασης στην κλίμακα της τοιχοποιίας

<p>ΒΗΜΑ 1ο : ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ Bakolas, Μοροπούλου 2002</p> <p>ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ (Α. Μοροπούλου, G. Biscontin, A. Bakolas, 1995)</p> <p>Η μελέτη δειγμάτων ιστορικών κονιαμάτων από μνημεία διαφόρων ιστορικών περιόδων και διαφόρων περιοχών της λεκάνης της Μεσογείου δίνει:</p> <p>Τα όρια αποδοχής (Μοροπούλου, Bakolas, 1998) για τα κονιάματα αποκατάστασης με:</p> <ul style="list-style-type: none"> • έλεγχο των χαρακτηριστικών της μικροδομής (Ποροσιμετρία υδραργύρου), • έλεγχο υδραυλικότητας και ποιοτικό προσδιορισμό (Θερμικές Μέθοδοι Ανάλυσης) • κοκκοδιαβάθμιση των ιστορικών κονιαμάτων • και προσδιορισμό των μηχανικών αντοχών 	<p>Τυπικά Ασβεστικά Κονιάματα</p> <p>Συνδετική ύλη (κονία): Αδρανή: υδράσβεστος ασβεστίτης ή αργιλοπυριτικής φύσης ή μίξη αυτών</p> <p>Αναλογία κονιάς / αδρανών: 1:1-1:4</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="850 1675 1018 1877">  <p>Ασβεστικό Κονίαμα σε τοιχοποιίες της Μεσαιωνικής Πόλης της Ρόδου</p> </div> <div data-bbox="1075 1675 1353 1886">  <p>Μικροσκοπία Οπτικών Ινών</p> </div> </div>
--	---

<p>Τυπικά Ασβεστιτικά Κονιάματα</p> <p>Όρια αποδοχής για την μικροδομή Ολικός ειδικός όγκος : 170-320 (mm³/g) Φαινόμενη πυκνότητα: 1.5 - 1.8 (g/cm³) Μέση ακτίνα πόρων: 0.8 - 3.3 (μm) Ειδική Επιφάνεια : 1.3 - 3.3 (m²/g) Ολικό Πορώδες : 30 - 35 %</p> <p>Μέσες μηχανικές αντοχές Αντοχή σε εφελκυσμό <0.35 MPa</p>  <p>Κοκκοδιαβάθμιση τυπικών ασβεστιτικών κονιαμάτων</p>  <p>Διαφορική Θερμική και Θερμοβαρμετρική ανάλυση</p>	<p>Κονιάματα με Θραυσμένο Κεραμικό</p> <p>Συνδετική ύλη (κονία): υδράβεστος Αδρανή: συμβατικά ή κεραμικά Αναλογία κονιάς / αδρανών: 1:2-1:4</p>   <p>Κονίαμα Θραυσμένου Κεραμικού από την Αγία Σοφία</p> <p>Μικροσκοπία Οπτικών Ινών</p>
<p>Κονιάματα με Θραυσμένο Κεραμικό</p> <p>Όρια αποδοχής για τη μικροδομή Ολικός ειδικός όγκος : 170-290 (mm³/g) Φαινόμενη πυκνότητα: 1.5 - 1.9 (g/cm³) Μέση ακτίνα πόρων: 0.1 - 0.8 (μm) Ειδική Επιφάνεια: 3.5 - 15 (m²/g) Ολικό Πορώδες: 32 - 43 %</p> <p>Μηχανικές αντοχές Αντοχή σε εφελκυσμό μεταξύ 0.5 - 1.2 MPa</p>  <p>Κοκκοδιαβάθμιση κονιαμάτων θραυσμένου κεραμικού</p>  <p>Διαφορική Θερμική και Θερμοβαρμετρική ανάλυση</p>	<p>Ασβέστη- Ποζολάνες</p> <p>Συνδετική ύλη (κονία): υδράβεστος Αδρανή: ασβεστιτικής/ αργιλοπυριτικής φύσης ή μιξη αυτών Ποζολάνα Αναλογία κονιάς / αδρανών: 1:2-1:4</p> <p>Πρόσθετα: Αναλογία κονιάς / αδρανών:</p>  <p>Στέρνες στο Λαύριο</p>  <p>Μικροσκοπία Οπτικών Ινών</p>
<p>Κονιάματα με Συνδετικό Υλικό Ασβέστη - Ποζολάνη</p> <p>Όρια αποδοχής για την μικροδομή Ολικός ειδικός όγκος : 160-265 (mm³/g) Φαινόμενη πυκνότητα: 1.6 - 1.9 (g/cm³) Μέση ακτίνα πόρων : 0.1-1.5 (μm) Ειδική Επιφάνεια : 3 - 14 (m²/g) Ολικό Πορώδες : 30 - 42 %</p>  <p>Κοκκοδιαβάθμιση κονιαμάτων ασβέστη - ποζολάνας</p>  <p>Διαφορική Θερμική και Θερμοβαρμετρική ανάλυση</p>	<p>ΒΗΜΑ 2ο: ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ <small>(Μοροπούλου, Bakolas, Moundoulas, 1998, Moundoulas, Μοροπούλου 2004, Aggelakopoulou, Μοροπούλου 2006)</small></p> <p>Από την μελέτη των ιστορικών κονιαμάτων επιλέγεται να εξεταστούν οι παρακάτω κατηγορίες κονιαμάτων αποκατάστασης:</p> <p>I. ΑΕΡΙΚΑ ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ ΚΟΝΙΑ: ΠΟΛΤΟΣ ΥΔΡΑΣΒΕΣΤΟΥ</p> <p>II. ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΑΣΒΕΣΤΟΥ ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ ΜΕ ΠΟΖΟΛΑΝΙΚΑ ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΜΕ ΑΣΒΕΣΤΗ - ΤΣΙΜΕΝΤΟ</p> <p>Ειδικά για τα κονιάματα της τελευταίας κατηγορίας, μιας και δεν αποτελούν υποκατηγορία των ιστορικών κονιαμάτων, μελετώνται για λόγους σύγκρισης με τα ιστορικά (ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ:) και λόγω της συχνής χρήσης τσιμέντου στις επεμβάσεις συντήρησης με κονιάματα αποκατάστασης σε διάφορες αναλογίες</p>
<p>ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ</p> <p>Οι πρώτες ύλες, πρέπει να πληρούν συγκεκριμένα κριτήρια βάσει των οποίων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή κονιαμάτων αποκατάστασης. Τα κριτήρια αυτά έχουν προκύψει τόσο από έρευνες στα ιστορικά κονιάματα (εμπειρία του εργαστηρίου) όσο και από βιβλιογραφική αναζήτηση</p> <p>Συνδετικό υλικό υδράβεστος, υδραυλικός ασβέστης, τσιμέντο.</p> <p>Πρόσμικτα Που εισφέρουν υδραυλικότητα στο συνδετικό υλικό: μηλαϊκή γη (φυσική ποζολάνη), κεραμάλευρο (τεχνητή ποζολάνη)</p> <p>Αδρανή πυριτική άμμος και θραυσμένο κεραμίδι</p>	<p>ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΣΥΝΔΕΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ:</p> <p>Υδράβεστος:</p> <ol style="list-style-type: none"> Χαμηλή θερμοκρασία όπτησης (~900 °C) Έσθηση και ωρίμανση της ασβέστου για την παραγωγή κατάλληλου κολοειδούς (λόγος νερού/ κονιάς, χρόνος και συνθήκες ωρίμανσης) Καθαρότητα του ασβεστόλιθου σε ανθρακικό ασβέστιο (>95%) ENV459/1 Ποσότητα ελεύθερου νερού <50% <p>Φυσική Υδραυλική ασβέστος:</p> <ol style="list-style-type: none"> Χαμηλή θερμοκρασία όπτησης (~ 950 °C) Ελεύθερο Ca(OH)₂ >8%

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΠΡΟΣΜΙΚΤΑ ΠΟΥ ΕΙΣΦΕΡΟΥΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΣΥΝΔΕΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Κεραμάλευρο (Τεχνητή Ποζολάνη):

1. Μεγάλη ειδική επιφάνεια
2. Υψηλή λεπτότητα <63 μm
3. Ποζολανικές ιδιότητες (τιμές σε αντοχή >5 MPa στο τεστ ποζολανικότητας και ποσοστό ενεργού πυριτίου >20%)
4. Θερμοκρασία έψησης κεραμικού και πρώτες ύλες της αρχικής αργίλου (Θερμοκρασία <900 °C)

Μηλαϊκή γη:

1. Μεγάλη ειδική επιφάνεια
2. Υψηλή λεπτότητα <63 μm
3. Ποζολανικές ιδιότητες (τιμές σε αντοχή >5 MPa στο τεστ ποζολανικότητας και ποσοστό ενεργού πυριτίου >20%)

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ

Άμμος:

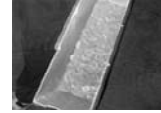
1. Υψηλή καθαρότητα
2. Απουσία διαλυτών αλάτων και ξένων προσμίξεων (<1%)
3. Επιθυμητή κατανομή κοκκομετρίας βάσει ορίων αποδοχής
4. Φυσικής προέλευσης

Θραυσμένο κεραμικό:

1. Απουσία ξένων προσμίξεων (βιολογικά προϊόντα, άλατα <1%), καθώς και οι προϋποθέσεις που ισχύουν για το κεραμάλευρο



Πυριτική άμμος



Θραυσμένο κεραμικό

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΤΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ

Θερμικές μέθοδοι ανάλυσης (DTA-TG),
για την εξακρίβωση των προδιαγραφών των πρώτων υλών, ως προς τη σύσταση τους

Περιθλαση ακτίνων X (XRD),
για την ορυκτολογική εξέταση των πρώτων υλών

Ξθορισμός ακτίνων X (XRF),
για την εξέταση των πρόσθετων ως προς την χημική σύσταση

Τεστ ποζολανικότητας,
για την εξέταση των πρόσθετων ως προς τις ποζολανικές ιδιότητες

Ποροσιμετρία υδραργύρου,
για τον προσδιορισμό της μικροδομής του κεραμικού.

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΝΩΠΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ

Κριτήρια Καταγραφής Χαρακτηριστικών των Νωπών Κονιαμάτων

1. Ελάχιστη ποσότητα νερού
2. Καλή εργασιμότητα
3. Εύκολη εφαρμογή σε πιλοτική τοιχοποιία

Αποτίμηση των τεχνικών χαρακτηριστικών τους
Πρότυπο για την Αποτίμηση των Νωπών Κονιαμάτων
DIN 18555 /1982

Η χρήση του προτύπου έχει συγκριτική αξία
καθώς αυτό αφορά στο τσιμέντο.

- Η χρήση του κρίνεται επιβεβλημένη έτσι ώστε τα αποτελέσματα να είναι αναπαραγωγίσιμα
- Χρειάζεται να προκύψουν προδιαγραφές και πρότυπο για κονιάματα αποκατάστασης με παραδοσιακά υλικά

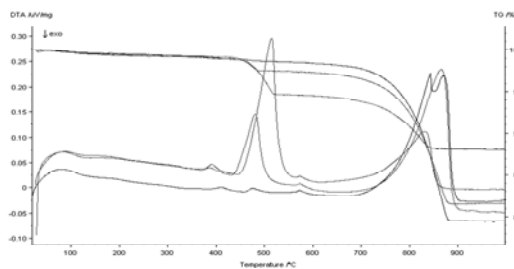
3. ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΙΞΗ ΚΑΙ ΣΚΛΗΡΥΝΣΗ

ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΙΞΗ ΚΑΙ ΣΚΛΗΡΥΝΣΗ - ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ

Η αποτίμηση των συνθέσεων των κονιαμάτων αποκατάστασης κατά την σκλήρυνσή τους γίνεται με τις παρακάτω μεθόδους και σύμφωνα με τα όρια αποδοχής, που έχουν προκύψει από την μελέτη των ιστορικών κονιαμάτων:

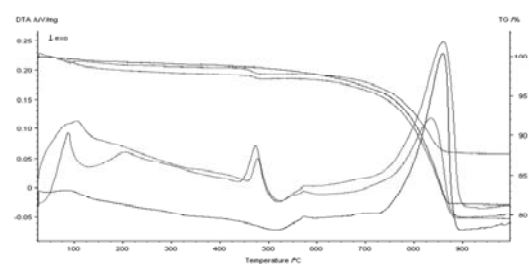
1. Διαφορική θερμική ανάλυση - Θερμοβαρυμετρία (DTA-TG), στο επίπεδο ενανθράκωσης / ανάπτυξης υδραυλικών φάσεων
2. Μηχανικές αντοχές, για την εκτίμηση της επιτελεστικότητας
3. Εξέταση μικροδομής με ποροσιμετρία υδραργύρου, για την αποτίμηση της συμβατότητας

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ



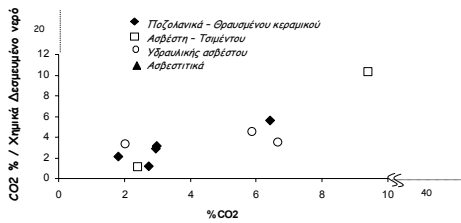
Αποτίμηση της εξέλιξης της ενανθράκωσης για τυπικό ασβεστίτικο κόνιαμα (0 ημέρες πράσινο, 1 μήνας κόκκινο, 9 μήνες μπλε)

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ



Αποτίμηση της εξέλιξης της ενανθράκωσης για κόνιαμα υδραυλικής ασβέστου (0 ημέρες πράσινο, 1 μήνας κόκκινο, 9 μήνες μπλε)

ΑΠΟ ΤΙΣ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΠΡΟΚΥΠΤΕΙ ΤΑ ΠΑΡΑΚΑΤΩ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΟ ΟΠΟΙΟ ΠΕΡΙΕΧΕΤΑΙ ΣΤΙΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΦΑΣΕΙΣ



ΤΟ ΧΗΜΙΚΑ ΔΕΣΜΕΥΜΕΝΟ ΝΕΡΟ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΕΝΑΝΘΡΑΚΩΣΗΣ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΩΝ ΤΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

ΔΟΚΙΜΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΝΤΟΧΩΝ (Μοροπούλου, Βακόλας, Μουδαύλας, Αγγελόκοροζου, Αναγνωστοπούλου, 2005)

Κόμψη ($f_{m,t}$), Θλίψη ($f_{m,c}$) και εμμέσως Εφελκυσμός ($f_{m,t} = 2/3 \times f_{m,c}$):

Εκτίμηση της ανάπτυξης των αντοχών που αποκτούν οι διάφορες συνθέσεις των κονιαμάτων κατά την σκλήρυνσή τους

ΕΞΑΡΜΟΓΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Υπολογισμός θλιπτικής αντοχής τοιχοποιίας σε σχέση με την θλιπτική αντοχή των κονιαμάτων (Κριτήριο Πενέλλη, Παπαγιάννη)

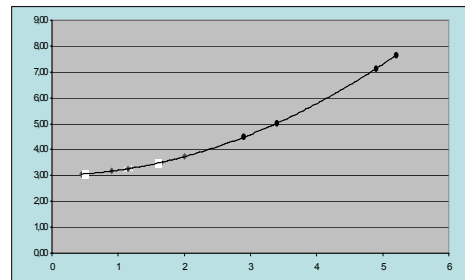
Υπολογισμός του λόγου εφελκυστικής / θλιπτική αντοχή για την αποτίμηση της λειτουργίας τους στην τοιχοποιία. Αποδεκτή περιοχή για ιστορικά κτίρια $f_{m,t}/f_{m,c} = 1/4 - 1/6$ (Κριτήριο Θ. Τάσιου)

ΕΥΡΕΣΗ ΤΗΣ ΘΛΙΠΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΤΟΧΗ ΤΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ

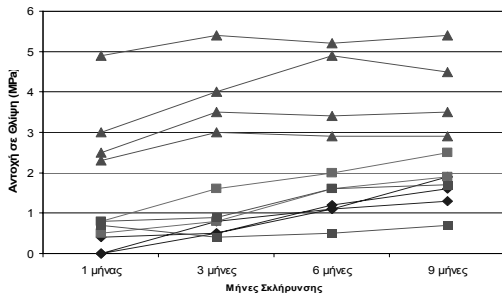
(Γ. ΠΕΝΕΛΛΗΣ, Ι. ΠΑΠΑΓΙΑΝΝΗ)

$$f_{mc} = 1/100 \cdot (62 - 0.8t)(0.557 f_{m,c}^2 + 0.0659 f_{m,c} + 10.061)$$

f_{mc} : θλιπτική αντοχή τοιχοποιίας, $f_{m,c}$: θλιπτική αντοχή κονιάματος, και t : πάχος αρμών



Μηχανικές αντοχές Κονιαμάτων Αποκατάστασης



ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΜΙΚΡΟΔΟΜΗΣ

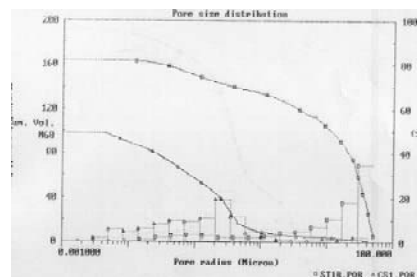
ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑΣ ΜΙΚΡΟΔΟΜΗΣ ΣΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ (Μοροπούλου, Βακόλας, Μουδαύλας, Michailidis, 2000)

Για την αποτίμηση της συμβατότητας της μικροδομής είναι απαραίτητο να εξεταστούν τα κόνιαματα αποκατάστασης σε σχέση και με τα δομικά στοιχεία μιας ιστορικής κατασκευής αλλά και ως προς την κατανομή του πορώδους σε διάφορες ακτίνες πόρων και όχι μόνο ως προς τα απόλυτα νούμερα των χαρακτηριστικών της μικροδομής (πορώδες, μέση ακτίνα πόρων)

Παράλληλα, η ταυτόχρονη παρακολούθηση με Θερμογραφία Υπερύθρου κόνιαμάτων αποκατάστασης διαφόρων κατηγοριών και δομικών στοιχείων, καθώς και πρότυπων στοιχείων τοιχοποιίας (λίθος - κόνιαμα - λίθος) σε συνθήκες υδατοαπορρόφησης και εξάτμισης σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα της μικροδομής

θα επιβεβαιώσουν την συμβατότητα, ή μη, των κόνιαμάτων αυτών με παραδοσιακά δομικά στοιχεία

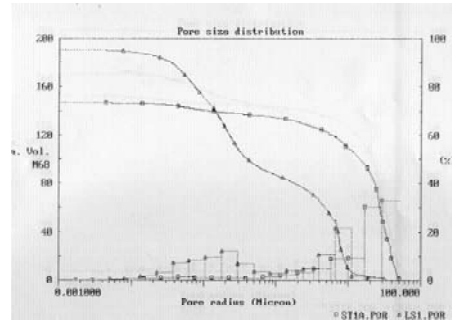
ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΠΟΡΩΝ ΠΙΣΩΡΛΙΘΟΥ - ΤΣΙΜΕΝΤΙΤΙΚΟΥ ΚΟΝΙΑΜΑΤΟΣ



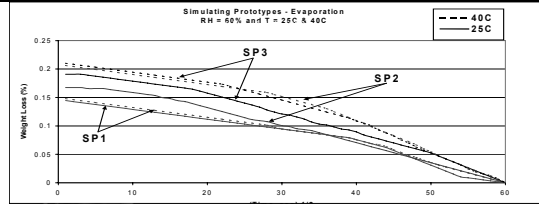
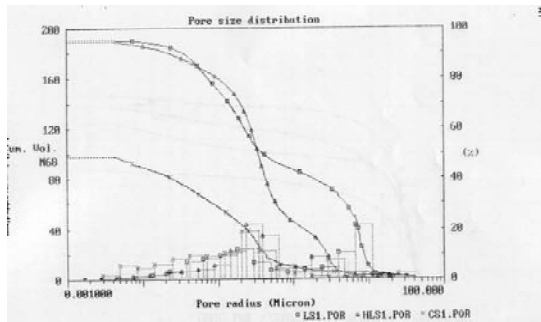
Αποτελέσματα μελέτης μικροδομής και δοκιμών υδατοαπορρόφησης κονιαμάτων με ταϊμέντο σε σύγκριση με πωρόλιθο

	Πορόδες (%)	Ειδική Επιφάνεια (m ² /g)	Συντολοστής Υδατοαπορρόφησης (g/cm ² *sec ^{1/2})	Κατανομή Πόρων (μm)				
				50-10	10-5	5-1	1-0.1	0.1-0.001
Ταϊμέντο	20.2	9.03	0.009	2.7	1.1	2.6	48.5	45.1
Ταϊμέντο Ασβέστης 1:1	29.8	5.31	0.017	3.1	2.4	2.8	49.9	41.8
Ασβέστης Ταϊμέντο 1:5	29.0	2.62	0.051	0.9	1.4	15.9	65.0	16.8
Λίθος	36.5	0.55	0.379	73	11	8.4	4.2	4.3

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΠΟΡΩΝ ΠΩΡΟΛΙΘΟΥ - ΑΣΒΕΣΤΙΤΙΚΟΥ ΚΟΝΙΑΜΑΤΟΣ



ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΠΟΡΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ



ΑΣΒΕΣΤΙΤΙΚΟ ΤΣΙΜΕΝΤΙΤΙΚΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ

Οι πρότυπες Τοιχοποιίες με ασβεστίτικο και υδραυλικό κόνιαμα παρουσιάζουν ανάλογη συμπεριφορά κατά την εξάτμιση και ομοιόμορφη κατανομή της υγρασίας. Οι πρότυπες τοιχοποιίες με τσιμεντικό κόνιαμα παρουσίασαν διαφοροποιήσεις στην συσσώρευση της υγρασίας και την ταχύτητα εξάτμισης κατά περιοχές.

ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ - ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ ΜΕ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

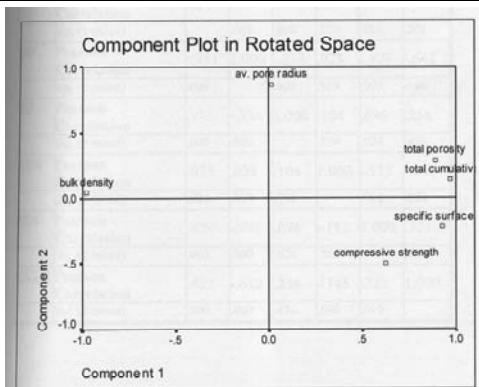
ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ - ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ ΜΕ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΝ ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΩΝ (PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS) (Moropoulou, Moundoulas, Tsodanis 1999, 2004)

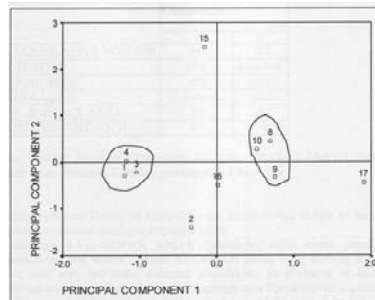
Οι στόχοι στους οποίους επικεντρώθηκε η ανάλυση είναι:

- Να βρεθεί ποιες από τις ανεξάρτητες ιδιότητες της μικροδομής σχετίζονται τόσο μεταξύ τους όσο και με τις μηχανικές αντοχές και ποιες όχι.
- Να γίνει προσπάθεια ομαδοποίησης των διαφόρων ειδών κονιαμάτων όσον αφορά την συμπεριφορά τους, με κριτήρια τις τιμές των μεταβλητών και τις προδιαγραφές τόσο στη μικροδομή όσο και στις μηχανικές αντοχές.

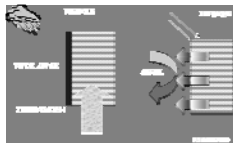

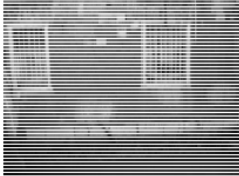

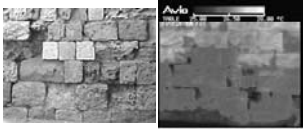
Σαν δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν όλα τα αποτελέσματα από την ποσομετρία υδραργύρου και τις μετρήσεις μηχανικών αντοχών

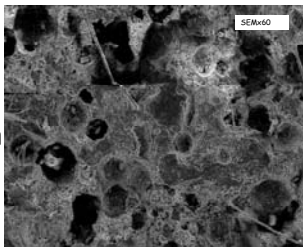
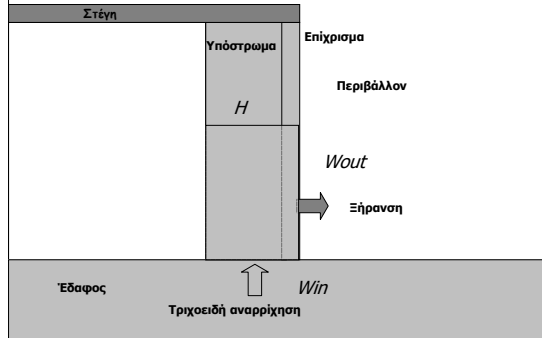


ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ



■ Ανερχόμενη υγρασία

 <h3>Πηγές Υγρασίας σε μια τοιχοποιία</h3> <ul style="list-style-type: none"> • το έδαφος (με τριχοειδή αναρρίχηση) • το περιβάλλον (βροχή, συμπύκνωση ατμοσφαιρικής υγρασίας) • τη θάλασσα (αλατονέφωση ή απευθείας προσβολή της θάλασσας) • διαρροές των δικτύων αποχέτευσης και παροχέτευσης • χρήση του κατά την εγκατάσταση των δομικών υλικών (π.χ. νερό για την ανάμιξη κονιαμάτων) • διάφορες επεμβάσεις συντήρησης και επισκευής των κτηρίων, όπως χρήση μεγάλης ποσότητας νερού σε μία επέμβαση καθαρισμού, αποβολή νερού κατά την πήξη κονιαμάτων και επιχρισμάτων • την υγρασκοπικότητα ορισμένων διαλυτών αλάτων 	 <h3>ΑΝΕΡΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ</h3> <ul style="list-style-type: none"> □ αποτελεί έναν από τους κυριότερες παράγοντες φθοράς των κτηρίων (ιδιαίτερα για τα ιστορικά κτήρια) □ σχετίζεται με την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια □ συμβάλλει καθοριστικά στην ποιότητα της εσωτερικής ατμόσφαιρας των κτηρίων 														
<h3>Κύριοι τύποι φθοράς στα δομικά υλικά από τη δράση της υγρασίας</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Αποφλοίωση (Spalling) • Απολέπιση (Peeling) • Διαχωρισμό σε στρώματα (Delamination) • Φούσκωμα (Blistering) • Συρρίκνωση, ρηγμάτωση, ράνισμα (Shrinkage, cracking and crazing) • Αναντίστροφη διαστολή (Irreversible expansion) • Ευθραυστότητα (Embrittlement) • Απώλεια αντοχής (Strength loss) • Δημιουργία λεκέδων, αποχρωματισμός (Staining, discoloration) • Φθορά από μικροοργανισμούς (Decay from micro-organisms) 	 <h3>Εξανθήσεις</h3> <p>Τυπική εξάνθηση που αλλοιώνει την αισθητική της επιφάνειας χωρίς όμως κάποια σοβαρή επιπλοκή στη μηχανική σταθερότητα του επιχρισματος. Αναλύσεις χημικές και ορυκτολογικές έδειξαν ότι κύριο συστατικό ήταν το NaCl, με μικρά ποσοστά άλλων αλάτων.</p>  <h3>Κρυπτοεξανθήσεις</h3> <p>Τυπικό παράδειγμα κρυπτοεξάνθησης, περισσότερο καταστρεπτικής, που προκαλεί ρηγμάτωση και αποκόλληση του επιχρισματος λόγω της κρυστάλλωσης του NaCl κάτω από το στρώμα του επιχρισματος</p>														
<h3>Ανίχνευση Περιεχόμενης Υγρασίας</h3> <p>Επί τόπου</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Με τη χρήση της θερμογραφίας υπερέρθρου είναι δυνατό να έχει κανείς μια εποπτική εικόνα της ύπαρξης και της κατανομής της υγρασίας, στην τοιχοποιία  <p>Τοιχοποιία από τις Μεσαιωνικές Οχυρώσεις της Ρόδου</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Με τη χρήση υγρόμετρου με ειδικούς ακροδέκτες. Ενδέχεται η ένδειξη του υγρόμετρου να αποκλίνει από την πραγματική λόγω της παρουσίας των αλάτων που μεταβάλλουν την αγωγιμότητα της τοιχοποιίας 	<h3>Μέθοδο αντιμετώπισης της ανερχόμενης υγρασίας</h3> <p><i>Καλύτερη μέθοδος αντιμετώπισης του προβλήματος της ανερχόμενης υγρασίας είναι η πρόληψη του</i></p> <p>Πώς αντιμετωπίζεται το πρόβλημα της ανερχόμενης υγρασίας</p> <p>Σήμερα υπάρχει μία πληθώρα υλικών και τεχνικών. Ο μηχανισμός δράσης τους βασίζεται γενικά:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Στη μείωση ή/και στην εξάλειψη της ροής της υγρασίας από το έδαφος - Στην αύξηση του ρυθμού εξάτμισης της υγρασίας προς το εξωτερικό περιβάλλον 														
<h3>ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΑΝΕΡΧΟΜΕΝΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ</h3> <ul style="list-style-type: none"> □ ιστορική και καλλιτεχνική αξία του μνημείου □ στατική κατάσταση του κτιρίου □ χαρακτηριστικά του εδάφους τριγύρω □ σεισμικότητα της περιοχής □ δυνατότητα επέμβασης κατά ζώνες □ κόστος επέμβασης □ ανιστρεψιμότητα της επέμβασης □ συμβατότητα της χρησιμοποιούμενης μεθόδου με τα μηχανικά και τα θερμογυρομετρικά χαρακτηριστικά της τοιχοποιίας □ αποτελεσματικότητα της επέμβασης □ ανθεκτικότητά της επέμβασης στο χρόνο □ συντήρησής της επέμβασης 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ΕΠΙΘΕΤΙΚΕΣ</th> <th>ΜΗ ΕΠΙΘΕΤΙΚΕΣ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I. Οριζόντια στεγανοποίηση</td> <td>V. Ηλεκτρικά συστήματα</td> </tr> <tr> <td>I1. Εισαγωγή διαφράγματος</td> <td>V1. Ηλεκτροεξώσμωση (παθητική και ενεργητική)</td> </tr> <tr> <td>I2. Δημιουργία αδιαπέρατης ζώνης με τη χρήση χημικών ουσιών (έγχυση με ή χωρίς πίεση)</td> <td>V2. Ηλεκτρομαγνητικές μέθοδοι</td> </tr> <tr> <td>II. Ατμοσφαιρικά σφινώα (σολήνες Knapen)</td> <td>VI. Εξεραρισμός-Κλιματισμός</td> </tr> <tr> <td>III. Δημιουργία κενών μεταξύ των τοίχων</td> <td>VII. Αποστράγγιση γύρω από τα θεμελιώσις</td> </tr> <tr> <td>IV. Επιχρισματα που διευκολύνουν την αναπνοή της τοιχοποιίας</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ΕΠΙΘΕΤΙΚΕΣ	ΜΗ ΕΠΙΘΕΤΙΚΕΣ	I. Οριζόντια στεγανοποίηση	V. Ηλεκτρικά συστήματα	I1. Εισαγωγή διαφράγματος	V1. Ηλεκτροεξώσμωση (παθητική και ενεργητική)	I2. Δημιουργία αδιαπέρατης ζώνης με τη χρήση χημικών ουσιών (έγχυση με ή χωρίς πίεση)	V2. Ηλεκτρομαγνητικές μέθοδοι	II. Ατμοσφαιρικά σφινώα (σολήνες Knapen)	VI. Εξεραρισμός-Κλιματισμός	III. Δημιουργία κενών μεταξύ των τοίχων	VII. Αποστράγγιση γύρω από τα θεμελιώσις	IV. Επιχρισματα που διευκολύνουν την αναπνοή της τοιχοποιίας	
ΕΠΙΘΕΤΙΚΕΣ	ΜΗ ΕΠΙΘΕΤΙΚΕΣ														
I. Οριζόντια στεγανοποίηση	V. Ηλεκτρικά συστήματα														
I1. Εισαγωγή διαφράγματος	V1. Ηλεκτροεξώσμωση (παθητική και ενεργητική)														
I2. Δημιουργία αδιαπέρατης ζώνης με τη χρήση χημικών ουσιών (έγχυση με ή χωρίς πίεση)	V2. Ηλεκτρομαγνητικές μέθοδοι														
II. Ατμοσφαιρικά σφινώα (σολήνες Knapen)	VI. Εξεραρισμός-Κλιματισμός														
III. Δημιουργία κενών μεταξύ των τοίχων	VII. Αποστράγγιση γύρω από τα θεμελιώσις														
IV. Επιχρισματα που διευκολύνουν την αναπνοή της τοιχοποιίας															

<p>Επιχρίσματα που αυξάνουν την αναπνοή της τοιχοποιίας</p> <ul style="list-style-type: none"> □ Τα επιχρίσματα είναι θυσιαζόμενα προστατευτικά επιστρώματα της τοιχοποιίας. □ Τα επιχρίσματα για να προστατεύσουν την τοιχοποιία θα πρέπει είναι διαπερατά στο νερό σε αέρια ή υγρή μορφή □ επιτρέπουν τη διακίνηση της υγρασίας στην τοιχοποιία. □ μεγάλωνουν την επιφάνεια επαφής της τοιχοποιίας με τον ατμοσφαιρικό αέρα χάρη στους μακροπόρους που περιέχουν, αυξάνοντας με τον τρόπο αυτό το ρυθμό εξάτμισης της υγρασίας. □ αποτελούν ένα προστατευτικό θυσιαζόμενο επίστρωμα της τοιχοποιίας στους περιβαλλοντικούς παράγοντες φθοράς <p><i>Χρήση μη διαπερατών επιχρισμάτων από το νερό σε ιστορικές τοιχοποιίες συνεπάγεται :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • μείωση της αναπνοής της τοιχοποιίας • κατακράτηση νερού στο εσωτερικό με συνέπεια να κρυσταλλώνονται τα διαλυτά άλατα στο εσωτερικό της τοιχοποιίας ή στη διεπιφάνεια τοίχου επιχρίσματος 	<p>Επιχρίσματα ελεγχόμενης μικροδομής</p> <ul style="list-style-type: none"> • Αύξηση του ρυθμού εξάτμισης • Αποτελούνται συνήθως από υδραυλικές κόνιες και διάφορα πρόσθετα • Υψηλό πορώδες με τη χρήση αερακτικών 
<p>Ανάγκη μοντελοποίησης</p> <p style="text-align: right;">↘</p> <p style="text-align: right;">Προσομοιωτής</p> <p>Για:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Πρόβλεψη της περιεχόμενης υγρασίας της τοιχοποιίας - Λήψη αποφάσεων (επιχρίσματα/προδιαγραφές) - Παρακολούθηση της τοιχοποιίας στο χρόνο <p>Επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων με πιλοτικές εφαρμογές σε διαφορετικά περιβάλλοντα</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Χαρακτηριστικά τοιχοποιίας •Μετεωρολογικά δεδομένα •Χαρακτηριστικά εδάφους <p style="text-align: center;">Προσομοιωτής</p> <ul style="list-style-type: none"> •Μηχανισμών μεταφοράς της υγρασίας •Ιδιότητες των δομικών υλικών <p style="text-align: center;">↘</p> <ul style="list-style-type: none"> •Ύψος ισορροπίας της υγρασίας/ Εποχική μεταβολή του ύψους Ρυθμό ροής της υγρασίας από και προς την τοιχοποιία <p>Στόχος του Προσομοιωτή</p>
<p>Αρχιτεκτονικά</p> <p>Μαθηματικά Πρότυπα Βάση δεδομένων Επιφάνεια εργασίας</p> <p>Μηχανισμοί μεταφοράς της υγρασίας</p> <ul style="list-style-type: none"> •Κινητική τριχοειδούς αναρρίχησης •Κινητική ξήρανσης <p>Ιδιότητες δομικών υλικών Μετεωρολογικά δεδομένα</p> <p style="text-align: right;">Εισαγωγή δεδομένων Αποτελέσματα</p>	<p>Μηχανισμοί</p> 

Ερωτήματα «γεννώνται» στους μαθητές, τα οποία ενεργοποιούν την εκπαιδευτική διαδικασία, όπως:

- Στο Ναό του Επικούρειου Απόλλωνα θα μπορούσε να υπάρξει γυάλινη κάλυψη αντί για στέγαστρο;
- Όταν πραγματοποιούμε μία επέμβαση συντήρησης ενεργοποιούμε την επιφάνεια, δηλαδή καταστρέφεται πιο γρήγορα;
- Υπάρχουν περιπτώσεις στη σημερινή εποχή που εφαρμόστηκε κάποια νέα μέθοδος συντήρησης, η οποία παρόλο που είχε μελετηθεί από πριν δεν είχε τα αναμενόμενα αποτελέσματα;
- Πώς μπορεί μία πόλη να χαρακτηριστεί προστατευμένη;
- Εκτός από τη διατήρηση, μπορούμε να κάνουμε μετατροπές σε ένα σπίτι που βρίσκεται σε ένα ιστορικό κέντρο προκειμένου να ζούμε πιο άνετα;
- Μπορούμε να διατηρήσουμε μόνο την πρόσοψη ενός κτηρίου και να γκρεμίσουμε το υπόλοιπο κτήριο;

Στη συνέχεια ακολουθεί παρουσίαση θεμάτων συντήρησης που αφορούν σε αρχαιολογικούς τόπους της Μάλτας. Η εκπαιδευτική διαδικασία ξεκινά θέτοντας ερωτήματα στους μαθητές προκειμένου να διερευνηθεί η γνώση τους σε γενικά θέματα πολιτιστικής κληρονομιάς, όπως:

- Γνωρίζετε τι είναι η UNESCO και ποιος ο ρόλος της;
- Έχετε ακούσει τον όρο Μνημεία Παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς;
- Γνωρίζετε Μνημεία τα οποία ανήκουν στη Λίστα της Παγκόσμιας Κληρονομιάς τόσο στην Ελλάδα όσο και παγκοσμίως;
- Γνωρίζετε πού βρίσκεται η Μάλτα;
- Γνωρίζετε κάτι για τους μεγαλιθικούς ναούς;
- Έχετε επισκεφτεί τα μνημεία της Ελλάδας που ανήκουν στη Λίστα των Μνημείων της Παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς;
- Είναι καλή λύση ο κλιματισμός στην περίπτωση που έχουμε ένα κλειστό υπόστεγο;
- Γιατί είναι απαραίτητη η παρακολούθηση και ο έλεγχος των εφαρμοζόμενων υλικών και επεμβάσεων συντήρησης;

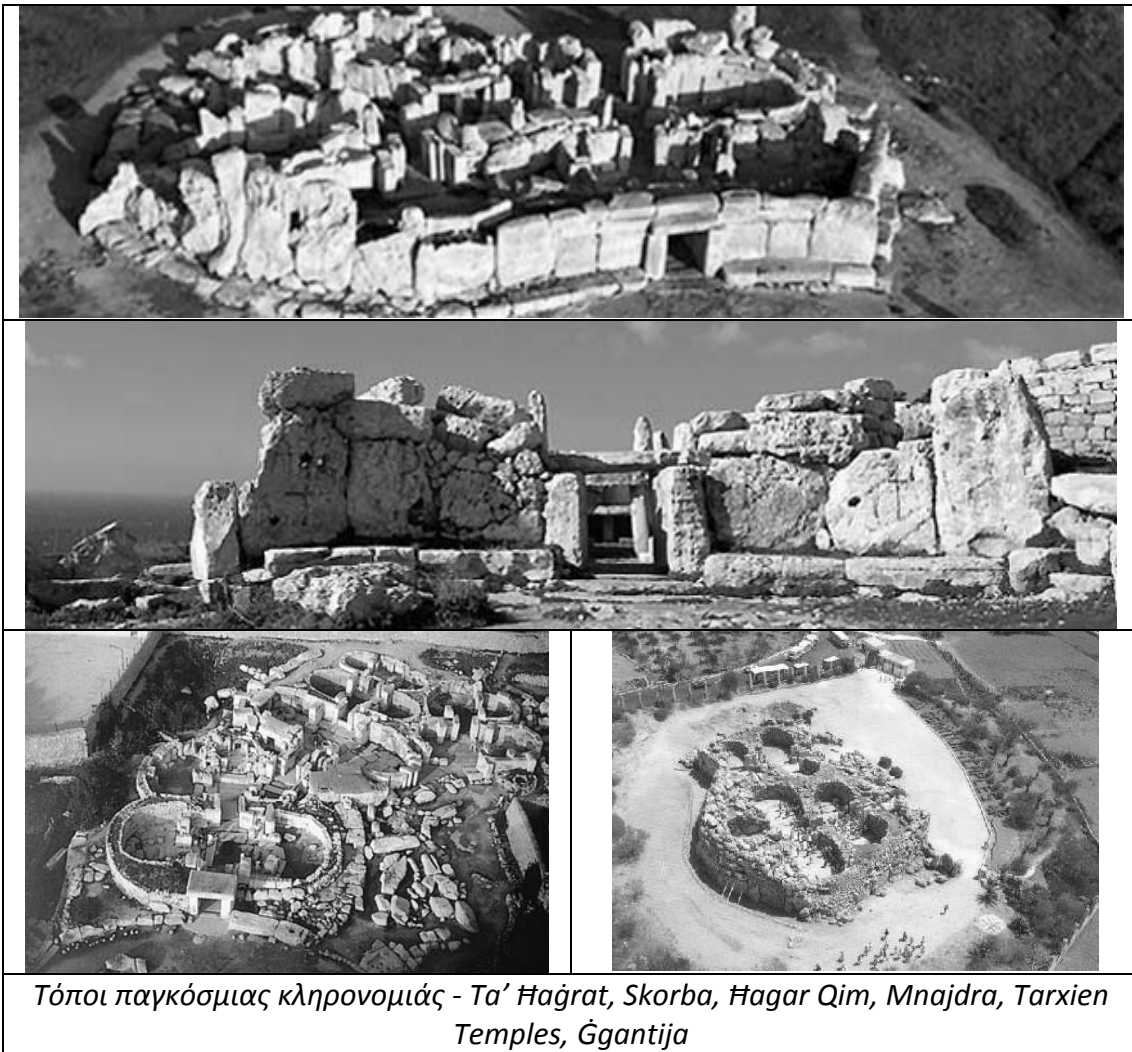
Οι μαθητές ανταποκρίνονται θετικά σε ορισμένα από τα ερωτήματα που τίθενται, όπως για παράδειγμα είναι ενήμεροι για την UNESCO και για Μνημεία που ανήκουν στη λίστα της Παγκόσμιας Κληρονομιάς.

Μέσω της διάλεξης γίνεται αναφορά σε ποικίλα θέματα και αποκτώνται γνώσεις που συνοψίζονται ακολούθως (Cassar, 2010):

- UNESCO - the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization: Ιδρύθηκε το 1945 στοχεύοντας όχι απλά στην εκπαίδευση των πολιτών ή στη δημοσίευση επιστημονικών και τεχνολογικών επιτευγμάτων, αλλά μέσω της εκπαίδευσης, των κοινωνικών και φυσικών επιστημών, του πολιτισμού και της επικοινωνίας να «εγκαταστήσει» την ειρήνη στο μυαλό και στη συνείδηση των ανθρώπων. Η UNESCO δίνει ιδιαίτερη προσοχή στους παγκόσμιους κινδύνους που μπορεί να απειλούν το φυσικό και πολιτιστικό περιβάλλον και φροντίζει προκειμένου να διασφαλιστεί ότι η συντήρηση των μνημείων και των αρχαιολογικών χώρων συνεισφέρει στην κοινωνική συνοχή.
- Δεδομένου ότι τα μνημεία και οι τόποι αποτελούν χώρους αειφόρου ανάπτυξης και συμφιλίωσης, η UNESCO συντονίζει δράσεις διαχειριζόμενη τη Σύμβαση της Παγκόσμιας Κληρονομιάς (*World Heritage Convention 1972*).
- Τα Μνημεία της Παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς αποτελούν κρίσιμο ορόσημο παγκοσμίως. Συμβολίζουν τη συναίσθηση των κρατών και των λαών για τη σπουδαιότητα των τόπων αυτών και εκφράζουν την προσήλωσή τους στη συλλογική ιδιοκτησία και τη μεταβίβαση της κληρονομιάς στις επόμενες γενεές.
- Η λίστα των Μνημείων Παγκόσμιας Κληρονομιάς περιλαμβάνει 890 κατηγορίες μνημείων (689 πολιτιστικές, 176 φυσικές και 25 μεικτές σε 148 χώρες) που απαρτίζουν μέρος της πολιτιστικής και φυσικής κληρονομιάς, οι οποίες έχουν ορισθεί από την αρμόδια επιτροπή ως εξέχουσας παγκόσμιας αξίας.

- Τα κριτήρια επιλογής για τη συμπερίληψη στη λίστρα των Μνημείων της Παγκόσμιας Κληρονομιάς είναι οι τόποι - τα Μνημεία να είναι ξεχωριστής παγκόσμιας αξίας και να ανταποκρίνονται σε τουλάχιστον ένα από τα δέκα κριτήρια επιλογής, όπως περιγράφονται στη Σύμβαση της Παγκόσμιας Κληρονομιάς.
- Τα Ελληνικά Μνημεία Παγκόσμιας Κληρονομιάς είναι:
 - 1986: Ναός του Επικούρειου Απόλλωνα στις Βάσσες
 - 1987: Δελφοί
 - 1987: Ακρόπολη Αθηνών
 - 1988: Άγιον Όρος
 - 1988: Μετέωρα
 - 1988: Παλαιοχριστιανικά και Βυζαντινά Μνημεία Θεσσαλονίκης
 - 1988: Επίδαυρος
 - 1988: Μεσαιωνική Πόλη Ρόδου
 - 1989: Ολυμπία
 - 1989: Μυστράς
 - 1990: Δήλος
 - 1990: Μονή Δαφνίου, Μονή Οσίου Λουκά και Νέα Μονή Χίου
 - 1992: Πυθαγόρειο και Ηραίο Σάμου
 - 1996: Βεργίνα
 - 1999: Μυκήνες και Τίρυνθα
 - 1999: Ιστορικό κέντρο (Χώρα), Μονή Αγίου Ιωάννου Θεολόγου και Σπήλαιο της Αποκάλυψης στην Πάτμο
 - 2007: Παλαιά Πόλη της Κέρκυρας
- Για την περίπτωση της Μάλτας εξετάζονται οι μεγαλιθικοί ναοί, οι οποίοι χτίστηκαν κατά την περίοδο 5000 – 2500 π.Χ. (νεολιθική εποχή – εποχή του χαλκού). Οι καλύτερα διατηρημένοι ναοί είναι οι: Ħaġar Qim, Mnajdra, Tarxien and Ġgantija. Οι μεγαλιθικοί ναοί αποτελούν μοναδικά αρχιτεκτονικά αριστουργήματα γιγαντιαίων διαστάσεων, δεδομένων των περιορισμένων διαθέσιμων πόρων σε αυτούς που τους δόμησαν.





Οι επεμβάσεις συντήρησης, αποκατάστασης και ανάδειξης των μεγαλιθικών ναών οδήγησαν στα αποτελέσματα που φαίνονται στις ακόλουθες φωτογραφίες:



Ηαγαρ Qim

Βρίσκονται στην κορυφή ενός λόγου με θέα τη θάλασσα. Το Μνημείο απαρτίζεται από τέσσερα διαφορετικά κτήρια . Η φωτογραφία αριστερά εικονίζει το Μνημείο πριν την εκτέλεση των ανασκαφών, οι οποίες συντελέστηκαν εντατικά τα έτη 1885 και 1909. Επιπρόσθετα, κατά την περίοδο 1947 - 1950 πραγματοποιήθηκε ένα πρόγραμμα συντήρησης και αποκατάστασης, όπου ορισμένοι μεγαλίθοι καλύφθηκαν και στερεώθηκαν με τσιμέντο. Η πρόσοψη ανακατασκευάστηκε

μερικώς και τέσσερα ακέφαλα αγαλματίδια αποκαλύφθηκαν.



Mnajdra

Βρίσκονται στους πρόποδες ενός λόφου και χτίστηκαν την περίοδο 3.600 – 2.500 π.Χ. Κάθε ναός αποτελείται από έναν αριθμό αψίδων που πλευρίζουν έναν κεντρικό διάδρομο. Η κλίση στα τείχη φανερώνει ότι οι ναοί ήταν στεγασμένοι. Το 1840 πραγματοποιήθηκε ο πρώτος καθαρισμός των ερειπίων και το 1910 έγινε η ανασκαφή των τμημάτων που δεν είχαν αποκαλυφθεί. Κατά τα έτη 1952 – 1954 πραγματοποιήθηκαν εργασίες συντήρησης και αποκατάστασης, οι οποίες έφεραν στο φως και άλλα τμήματα του Μνημείου.



Tarxien

Αποτελούνται από τρεις διασυνδεδεμένους ναούς. Ο πρώτος χρονολογείται γύρω στο 3.100 π.Χ. και είναι ο πιο περίτεχνα διακοσμημένος μεταξύ όλων των ναών της Μάλτας και οι υπόλοιποι μεταξύ 3.250 – 3.000 π.Χ. Η ανασκαφή πραγματοποιήθηκε μεταξύ 1915 – 1919. η κύρια είσοδος αποτελεί μία μοντέρνα ανακατασκευή (1956), οπότε και πραγματοποιήθηκε η αποκατάσταση του Μνημείου και σε ορισμένα σημεία η ανακατασκευή του. Ορισμένες διακοσμημένες πλάκες που βρέθηκαν επί τόπου στο Μνημείο, μεταφέρθηκαν στο Αρχαιολογικό Μουσείο της Βαλέττα για προστασία.



Ġgantija

Αποτελούν τους πιο επιβλητικούς ναούς στη Μάλτα, οι οποίοι χρονολογούνται μεταξύ 3.600 - 3.200 π.Χ. Η ανασκαφή πραγματοποιήθηκε το 1827. το σύμπλεγμα αποτελείται από δύο ναούς. Το βασικό δομικό υλικό είναι ο κοραλλοειδής ασβεστόλιθος. Οι εσωτερικές τοιχοποιίες φαίνεται να έχουν επιχριστεί και τμήματα των επιχρισμάτων σώζονται στο Αρχαιολογικό Μουσείο του Gozo.

Τεχνολογία κατασκευής

Δομικά Υλικά

Οι ναοί έχουν χτιστεί κατά βάση από τον τοπικό κοραλλοειδή ασβεστόλιθο. Οι ναοί εμφανίζουν σήμερα μία σειρά προβλημάτων, τα οποία συνδέονται με τη φθορά των υλικών, καθώς και με προβλήματα δομικής φύσεως.



Ġgantija

Τεχνική

Οι ναοί έχουν χτιστεί από μεγαλίθους μήκους μέχρι και 6,4 m. Η διάταξη σχηματίζεται από προσκείμενες καμπυλωτές αψίδες. Οι εξωτερικές τοιχοποιίες κατά βάση έχουν χτιστεί από κοραλλοειδή ασβεστόλιθο (σκληρότερο λίθο σε σχέση με τον ασβεστόλιθο Globigerina που έχει χρησιμοποιηθεί για τις εσωτερικές τοιχοποιίες και τα διακοσμητικά στοιχεία).



Ġgantija



Λεπτομέρεια διπλής τοιχοποιίας και πλήρωσης

Παραδείγματα επεμβάσεων συντήρησης – αποκατάστασης που έχουν πραγματοποιηθεί



Hagar Qim

1910: Προσθήκη ενός τρίτου πυλώνα για στήριξη

2001: Επιπλέον στήριξη με σκαλωσιές



Ggantija

1936: Δοκοί έλασης από χάλυβα για τη στήριξη στο πίσω μέρος του ναού

1996, 2001: Σκαλωσιές για τη στήριξη της πρόσοψης και της εσωτερικής τοιχοποιίας



Tarxien

1972: Τσιμενטיτικά ενέματα για την ένωση διαρρηγμένων λίθων

Εισαγωγή σιδερένιων πείρων - δεν έχει γίνει γνωστή η χρονολογία

Προβλήματα από καταρρεύσεις και βανδαλισμούς



1994: Κατάρρευση τμήματος των ναών Μhajdra Temples μετά από ισχυρή βροχόπτωση



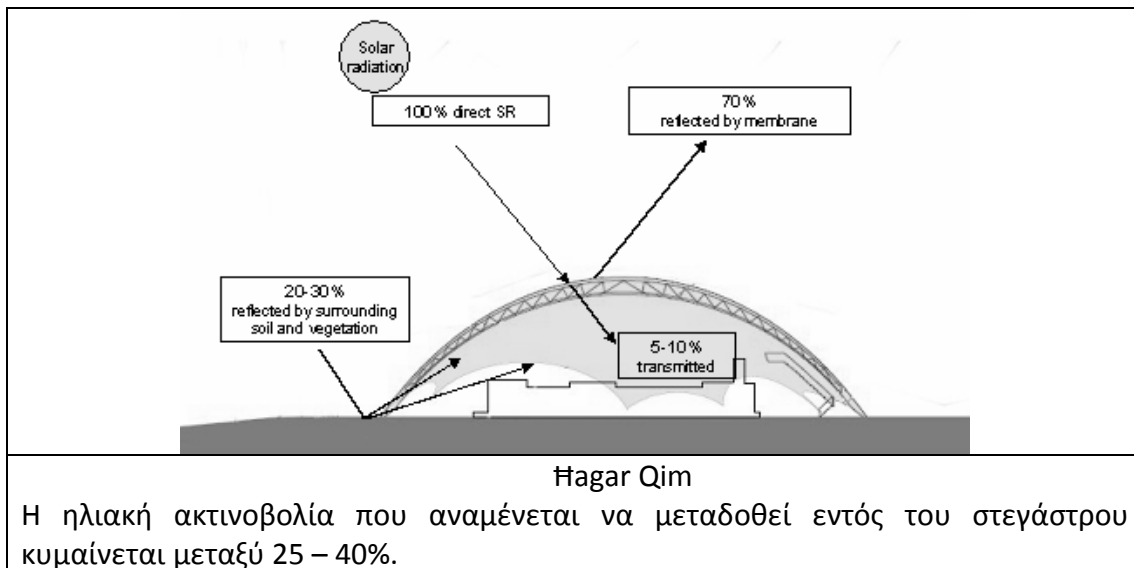
1996: Βανδαλισμοί στους ναούς Μhajdra

Το 1999 δημιουργήθηκε μία Επιστημονική Επιτροπή από την κυβέρνηση της Μάλτας προκειμένου να μελετήσει και να παρέχει συμβουλές για τη διατήρηση των ναών. Η Επιτροπή αναγνώρισε ως τον κύριο παράγοντα φθοράς τους δυσμενείς περιβαλλοντικούς παράγοντες, οι οποίοι επηρεάζουν το περιεχόμενο του υλικού και τη δομική ακεραιότητα των ναών.

Για το λόγο αυτό προτάθηκε η προστασία των Μνημείων με αντιστρεπτό τρόπο, χρησιμοποιώντας ένα ανοιχτό στέγαστρο. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα ξεκίνησε το 2008 με χρονικό ορίζοντα 25 - 30 ετών. Τα στέγαστρα βοηθούν στην προστασία των ναών από τις θερμοκρασιακές διακυμάνσεις και τις ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες. Επιπρόσθετα, η συνεχής παρακολούθηση και ο έλεγχος επιτρέπουν βαθύτερη κατανόηση της επίδρασης του συνδυασμού των περιβαλλοντικών παραγόντων στους ναούς.

Τα υλικά του στέγαστρου είναι ύφασμα και γυαλί με επικάλυψη τεφλόν και οι διαστάσεις 70 m μήκος, 70 m πλάτος και 10 m ύψος για την κάλυψη επιφάνειας 4500 m².





Μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί

- **Υλικά:** Οι ασβεστόλιθοι κοραλλιογενείς και Globigerina υπόκεινται σε φθορά, εγείροντας σημαντικές προκλήσεις στα θέματα συντήρησής τους. Πληθώρα ερευνητικών προγραμμάτων έχουν πραγματοποιηθεί στην κατεύθυνση αυτή
- **Περιβαλλοντική παρακολούθηση:** θερμοκρασία αέρα και σχετική υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία, ρύπανση, βροχόπτωση, ταχύτητα και διεύθυνση ανέμου, βιολογικοί οργανισμοί

Ερωτήσεις «γεννώνται» στους μαθητές κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας, όπως:

- *Στον μεγαλιθικό ναό της Μάλτας πώς μπορούμε να γνωρίζουμε το αρχικό σχήμα της πρόσοψης του ναού προκειμένου να προχωρήσουμε σε ανακατασκευή;*
- *Ποια είναι η προέλευση της γλώσσας που μιλάνε στη Μάλτα;*
- *Οι σεισμοί αποτελούν πρόβλημα για τους μεγαλιθικούς ναούς;*
- *Όταν οι βανδαλισμοί συνέβησαν στο μεγαλιθικό ναό της Μάλτας, ανήκε ήδη στη λίστα των Μνημείων της Παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς. Η περιφρούρηση του μνημείου δεν ήταν υποχρεωτική;*
- *Οι σκαλωσιές αποτελούν μόνιμο μέτρο;*
- *Η χημική σύσταση της βροχής αποτελεί πρόβλημα για τα μνημεία;*
- *Ποια είναι τα βασικά μειονεκτήματα των ανοιχτών υποστέγων;*
- *Ποια είναι τα βασικά υλικά συντήρησης που χρησιμοποιούνται σήμερα;*
- *Προκειμένου να τοποθετηθεί ένα υπόστεγο στο μεγαλιθικό ναό, πρέπει να δοθεί άδεια από την UNESCO;*
- *Υπάρχει εμφανής βελτίωση μετά την τοποθέτηση των υποστέγων στο μεγαλιθικό ναό;*

Με την ολοκλήρωση της θεματικής ενότητας οι μαθητές απαντούν εκ νέου στο αρχικό ερωτηματολόγιο αντίληψης προκειμένου να διερευνηθεί το κέρδος της γνώσης που απέκτησαν.

11.10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

- Μαΐστρου Ε. (2009). *Ιστορικά σύνολα, Διάλεξη στο πλαίσιο του Πειραματικού Κύκλου Μαθημάτων, Πρόγραμμα EUROMED Heritage IV ELAICH “Educational linkage approach in cultural heritage”, Αθήνα*
- Μοροπούλου Α. (2009Α). *Δομικά υλικά – εισαγωγή, Διάλεξη στο πλαίσιο του Πειραματικού Κύκλου Μαθημάτων, Πρόγραμμα EUROMED Heritage IV ELAICH “Educational linkage approach in cultural heritage”, Αθήνα*
- Μοροπούλου Α. (2009Β). *Ιστορικά δομικά υλικά, Διάλεξη στο πλαίσιο του Πειραματικού Κύκλου Μαθημάτων, Πρόγραμμα EUROMED Heritage IV ELAICH “Educational linkage approach in cultural heritage”, Αθήνα*
- Μοροπούλου Α. (2009Γ). *Διαγνωστική μελέτη – μη καταστρεπτικές και ενόργανες μέθοδοι διάγνωσης της φθοράς και ελέγχου υλικών και επεμβάσεων συντήρησης, Διάλεξη στο πλαίσιο του Πειραματικού Κύκλου Μαθημάτων, Πρόγραμμα EUROMED Heritage IV ELAICH “Educational linkage approach in cultural heritage”, Αθήνα*
- Μοροπούλου Α., Καθ. ΕΜΠ (2009Δ). *Φαινόμενα και μηχανισμοί της φθοράς, Διάλεξη στο πλαίσιο του Πειραματικού Κύκλου Μαθημάτων, Πρόγραμμα EUROMED Heritage IV ELAICH “Educational linkage approach in cultural heritage”, Αθήνα*
- Μοροπούλου Α. (2010). *Υλικά και επεμβάσεις συντήρησης: κριτήρια, μεθοδολογία και τεχνικές αποτίμησης, Διάλεξη στο πλαίσιο του Πειραματικού Κύκλου Μαθημάτων, Πρόγραμμα EUROMED Heritage IV ELAICH “Educational linkage approach in cultural heritage”, Αθήνα*
- Μοροπούλου Α. (2013). *Σύνδεση του ΕΜΠ με τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση για τον επαγγελματικό προσανατολισμό των μαθητών, Ημερίδα με θέμα «Σύνδεση του ΕΜΠ με τη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση για τον επαγγελματικό προσανατολισμό των μαθητών», Δομή Απασχόλησης και Σταδιοδρομίας, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα*
- Τάσιος Θ.Π. (2009). *Μνημεία: Κοινωνική σημασία και αξιολογικές αντιφάσεις, Διάλεξη στο πλαίσιο του Πειραματικού Κύκλου Μαθημάτων, Πρόγραμμα EUROMED Heritage IV ELAICH “Educational linkage approach in cultural heritage”, Αθήνα*

Ξενόγλωσση

- Cassar J. (2010). *Conservation issues in relation to archaeological sites in Malta, Lecture in the framework of the Experimental Course within the EUROMED Heritage IV project ELAICH “Educational linkage approach in cultural heritage”, Athens*
- Lobovikov - Katz A. (2010). *Values, Perception & Representation in Preservation of Cultural Heritage, Lecture in the framework of the Experimental Course within the EUROMED Heritage IV project ELAICH “Educational linkage approach in cultural heritage”, Athens*

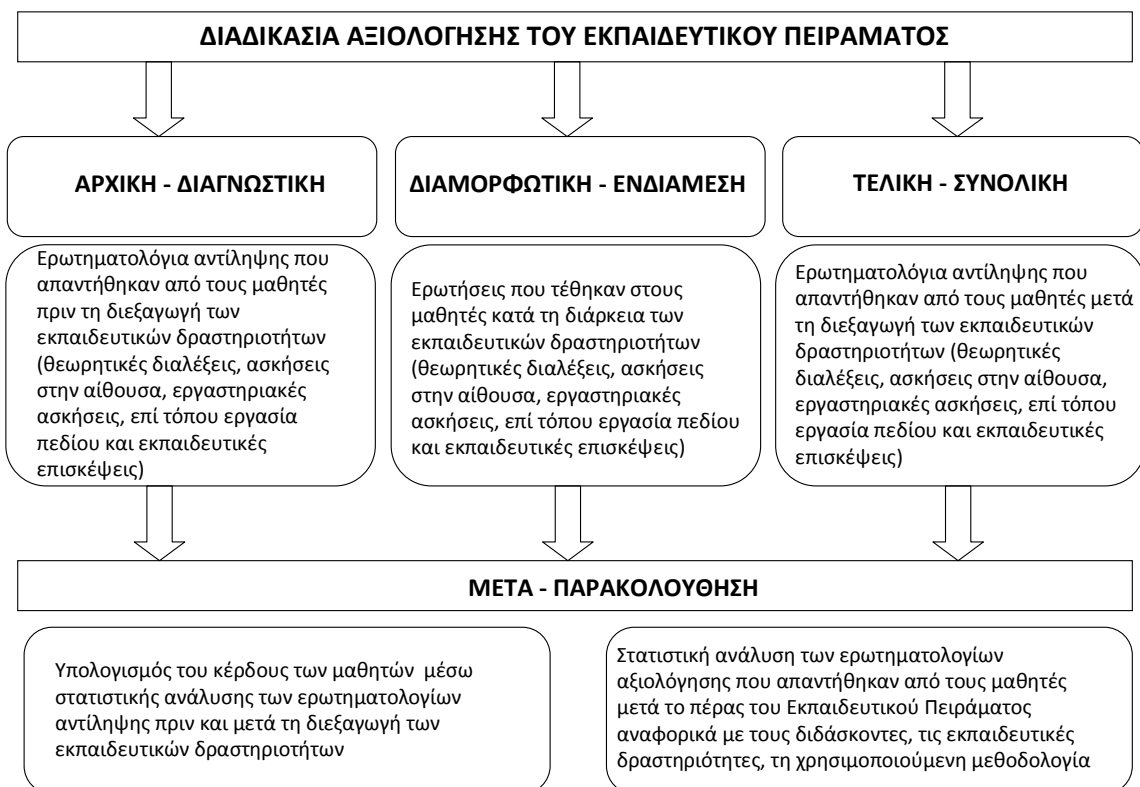
- Moropoulou A., Cakmak A.S., Polykreti K. (2002A). Provenance and technology investigations of the Agia Sophia bricks, *J. American Ceramic Society*, 85, No 2, pp. 366-372
- Moropoulou A., Konstanti A., Kokkinos Ch. (2006). Education and training in cultural heritage protection: the Greek experience, Conference and Brokerage Event "The construction aspects of built heritage protection, Dubrovnik, Croatia
- Moropoulou A., Lampropoulou A., Konstanti A., Kiouisi A. (2008). European master level education on protection of cultural heritage: national experiences and European perspectives, 8th EC Conference on Sustaining Europe's Cultural Heritage, Ljubljana, Slovenia
- Moropoulou A., Konstanti A. (2010). Master level education on protection of cultural heritage: national experiences and European perspectives, 5th International Conference on interdisciplinarity in education: new higher education programs", Tallinn, Estonia
- Moropoulou A., Konstanti A., Labropoulou A., Labropoulos K. (2013). Adoption of a project approach in engineering education for cultural heritage protection, PAEE'2013 5th International Symposium on Project Approaches in Engineering Education "Closing the Gap between University and Industry", Eindhoven, The Netherlands

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12: ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

12.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το εκπαιδευτικό πείραμα αποτιμήθηκε με τη βοήθεια αξιολόγησης που πραγματοποιήθηκε σε όλα τα στάδια (αρχική, ενδιάμεση, τελική αξιολόγηση). Η αξιολόγηση είχε ως βασικό σκοπό τον εντοπισμό του βαθμού επίτευξης των εκπαιδευτικών στόχων και αναφέρεται στην πρόοδο των μαθητών, στην αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας και της μαθησιακής διαδικασίας, στο πρόγραμμα, στους εμπλεκόμενους ανθρώπους που εφάρμοσαν τις εκπαιδευτικές μεθόδους, στο εκπαιδευτικό υλικό.

Σχηματικά, η αξιολόγηση του εκπαιδευτικού πειράματος περιελάμβανε τα ακόλουθα:



Σχήμα 66: Διαδικασία αξιολόγησης του εκπαιδευτικού πειράματος

12.2. ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ, ΔΙΑΜΟΡΦΩΤΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Η αρχική - διαγνωστική καθώς και η τελική - συνολική αξιολόγηση πραγματοποιήθηκαν μέσω ερωτηματολογίων αντίληψης, τα οποία απαντήθηκαν από τους μαθητές πριν και μετά τη διεξαγωγή των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων για κάθε θεματική ενότητα. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

Θεματική ενότητα	Αρχικός βαθμός (pre-test grade)	Τελικός βαθμός (post-test grade)
Επί τόπου εργασία – εκπαιδευτική επίσκεψη στην Ακρόπολη και στο Μουσείο της Ακρόπολης	19,2/ 100	86/100
Πολιτιστική κληρονομιά και περιβάλλον	40,6/ 100	74,6/100
Ιστορικά υλικά – Παθολογία και φθορά που επιδρούν αρνητικά στην πολιτιστική κληρονομιά	57,1/ 100	75,8/100
Συμβατά και αποτελεσματικά υλικά και επεμβάσεις συντήρησης	64,8/ 100	93/100
Αντισεισμική προστασία μνημείων	47,5/ 100	86,5/100
Αειφόρος διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς	45,1/ 100	90,3/100

Πίνακας 22: Αποτελέσματα των ερωτηματολογίων αντίληψης ανά θεματική ενότητα του Εκπαιδευτικού Πειράματος

Η διαμορφωτική - ενδιάμεση αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια ερωτήσεων που τέθηκαν προφορικά από τους καθηγητές στους μαθητές στην αρχή και κατά τη διάρκεια των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων, όπως αυτές παρουσιάζονται στο κεφάλαιο της υλοποίησης του εκπαιδευτικού πειράματος.

12.3. ΜΕΤΑ - ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ

Η μετα – παρακολούθηση πραγματοποιήθηκε με τον υπολογισμό του κέρδους των μαθητών (students' gain) μέσω στατιστικής ανάλυσης των ερωτηματολογίων αντίληψης πριν και μετά τη διεξαγωγή των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων:

$$\text{Δείκτης κέρδους μάθησης} = \frac{(\text{Βαθμός}_{\text{τελ.}}) - (\text{Βαθμός}_{\text{αρχ.}})}{(\text{Βαθμός}_{\text{τελ.}}^{\text{max}}) - (\text{Βαθμός}_{\text{αρχ.}})} \cdot 100\%$$

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Θεματική ενότητα	Δείκτης κέρδους μάθησης
Επί τόπου εκπαιδευτική επίσκεψη – εργασία πεδίου	82,7 %

στην Ακρόπολη και στο Μουσείο της Ακρόπολης	
Πολιτιστική κληρονομιά και περιβάλλον	57,2 %
Ιστορικά υλικά – παθολογία και φθορά που επιδρούν αρνητικά στην πολιτιστική κληρονομιά	43,6 %
Συμβατά και αποτελεσματικά υλικά και επεμβάσεις συντήρησης	80,1 %
Αντισεισμική προστασία μνημείων	74,3 %
Αειφόρος διατήρηση πολιτιστικής κληρονομιάς	82,3 %

Πίνακας 23: Αποτελέσματα μετα – παρακολούθησης (δείκτης κέρδους μάθησης) ανά θεματική ενότητα του Εκπαιδευτικού Πειράματος

Μετα - παρακολούθηση έλαβε χώρα, επίσης, για την αξιολόγηση των μαθημάτων και των διδασκόντων του Εκπαιδευτικού Πειράματος με τη βοήθεια ερωτηματολογίου. Το ερωτηματολόγιο αυτό συμπληρώθηκε από τους μαθητές και επεξεργάστηκε στατιστικά, όπως φαίνεται στα ακόλουθα διαγράμματα, για την εξαγωγή συμπερασμάτων:

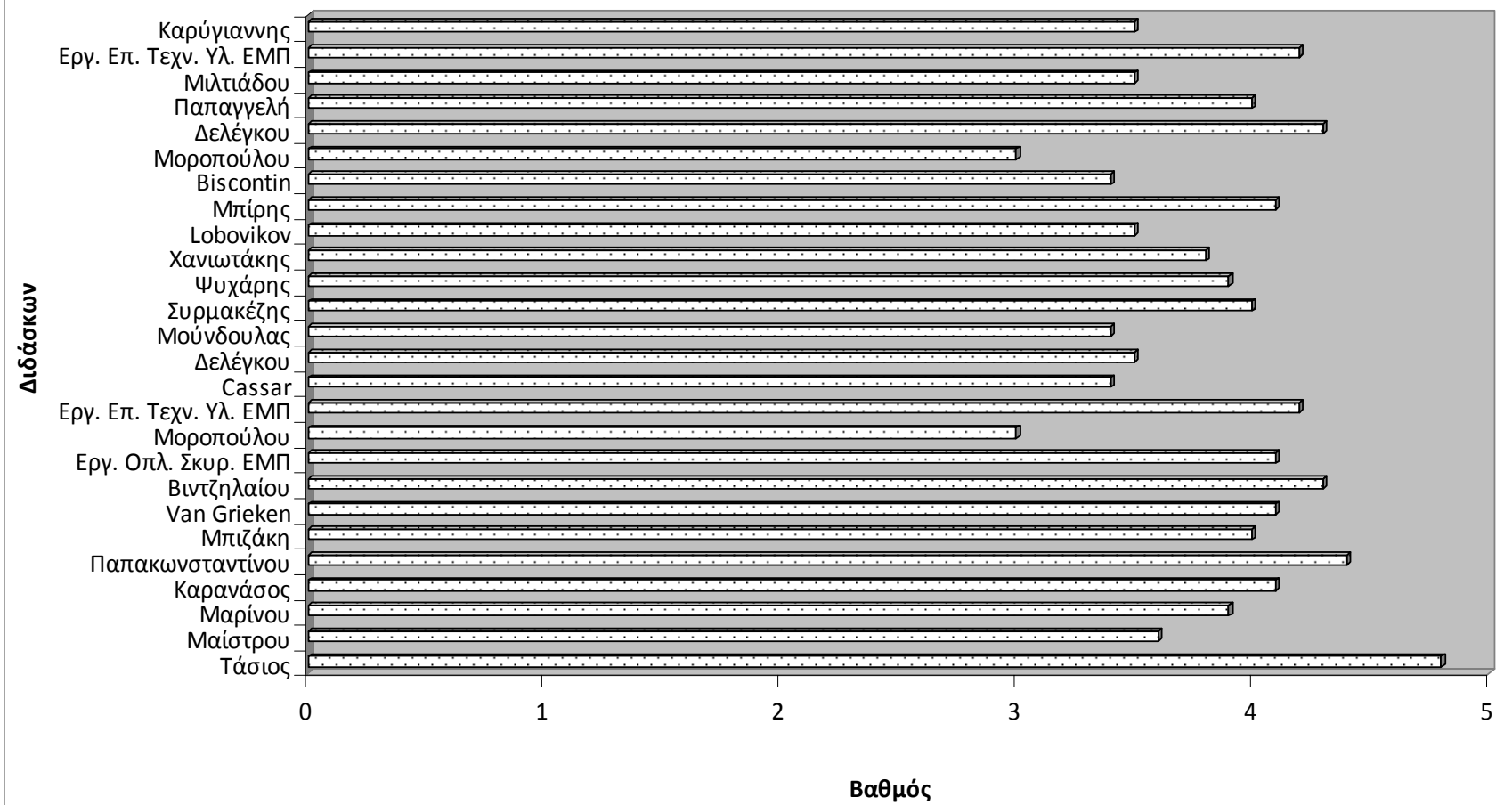
ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ / ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΩΝ

ΔΙΔΑΣΚΩΝ / ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

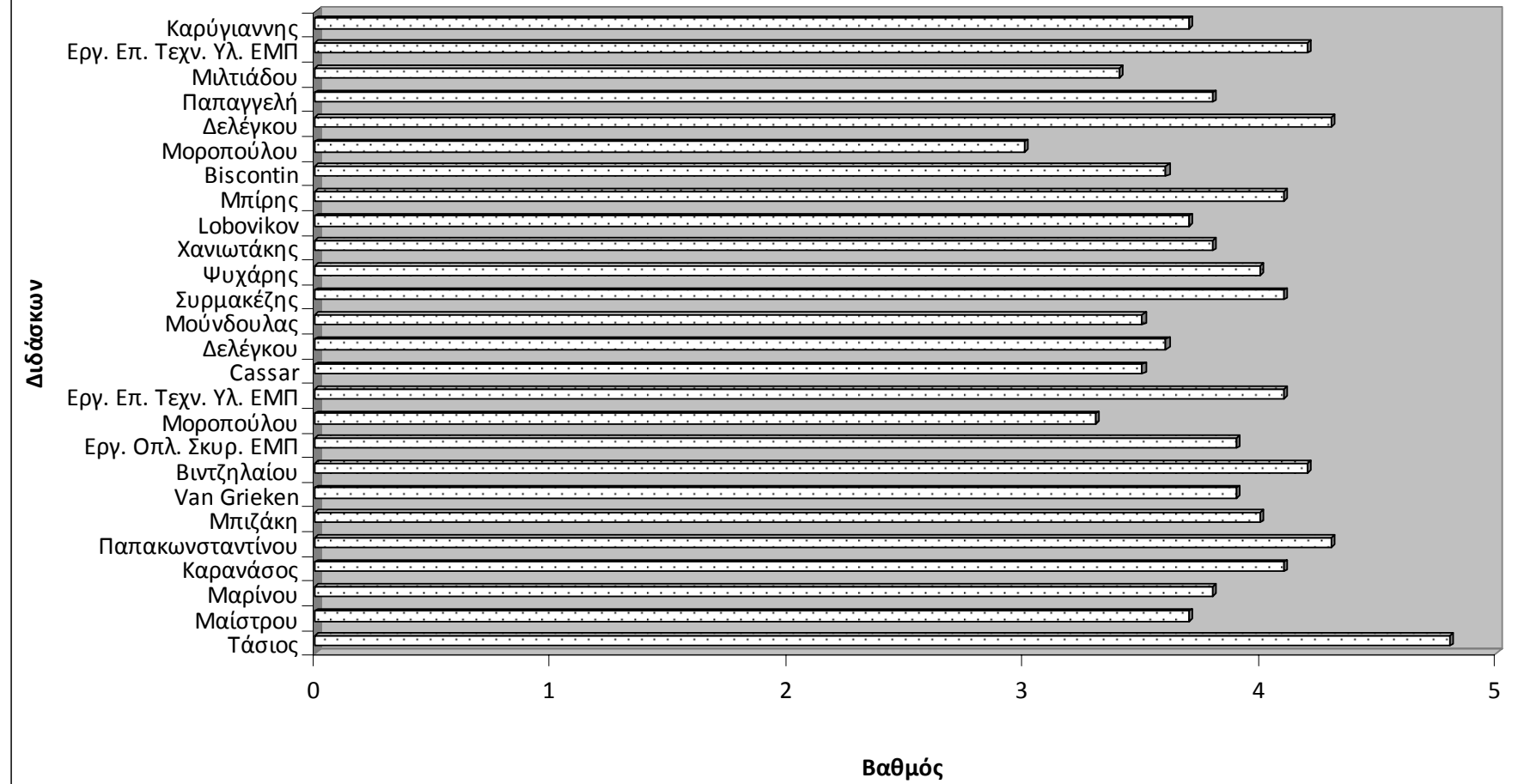
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	Prof. R. Van Grieken	Καθ. Ε. Βιντζηλαίου	Ερευν. ομάδα Οπλισμ. Σκυρ. Πολ. Μηχ. ΕΜΠ	Εργ. Καθ. Μοροπούλου	Α. Ερευν. ομάδα Επιστ. & Τεχν. Υλ. Σχ. Χημ. Μηχ. ΕΜΠ
I. Ήταν κατανοητά:					
<i>I1. Το μάθημα;</i>	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>I2. Τα παραδείγματα;</i>	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>I3. Οι απαντήσεις στις ερωτήσεις;</i>	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
II. Ήταν σαφή:					
<i>II1. Το εκπαιδευτικό υλικό;</i>	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>II2. Η παρουσίαση;</i>	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>III1. Το εργαστήριο;</i>	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>III2. Η επί τόπου εργασία;</i>	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>III3. Η επίσκεψη;</i>	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1: Καθόλου, **2:** Όχι ιδιαίτερα, **3:** Ικανοποιητικά, **4:** Πολύ καλά, **5:** Εξαιρετικά

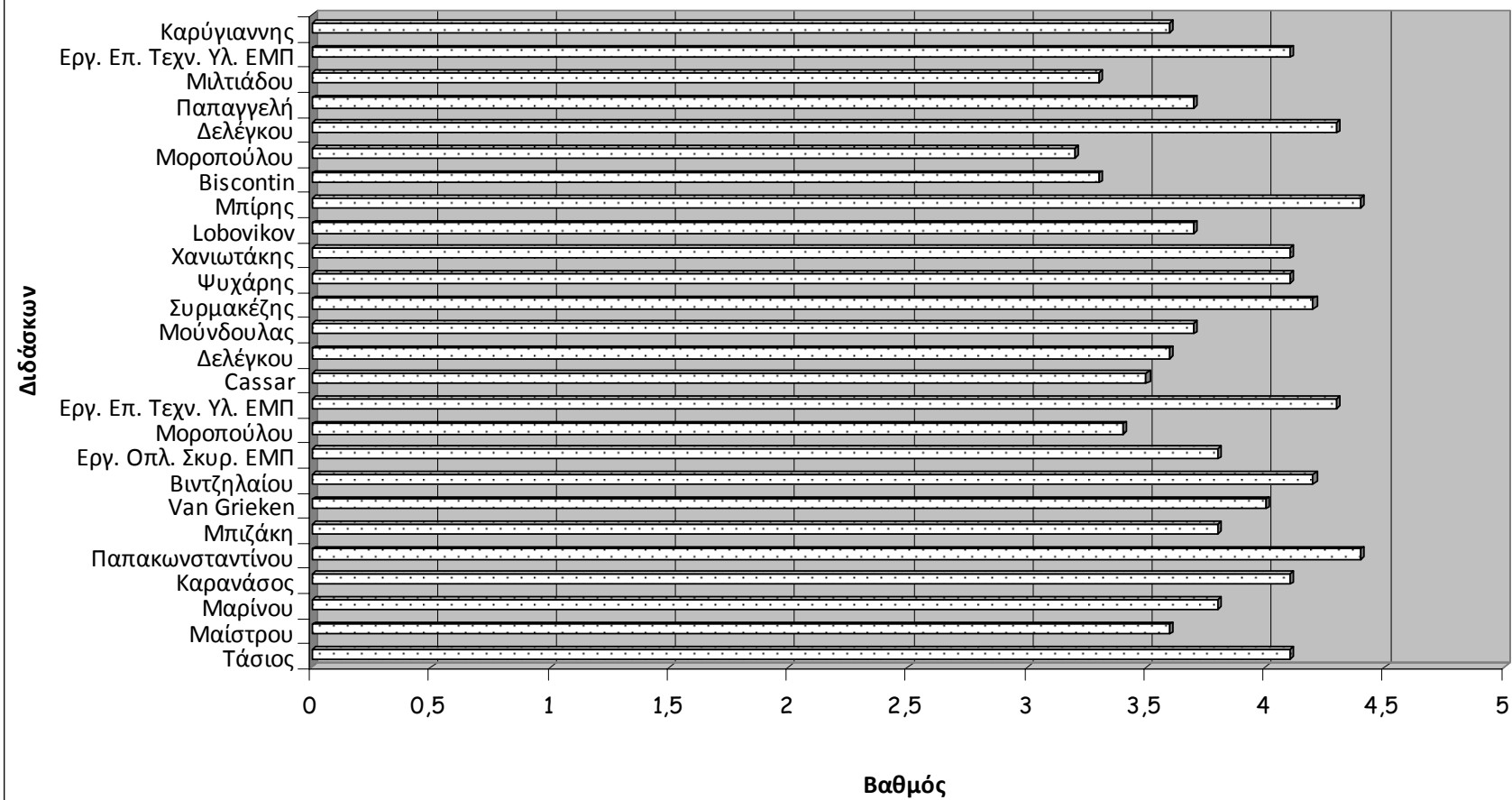
Αξιολόγηση διδασκόντων: 'Ηταν κατανοητό το μάθημα ;



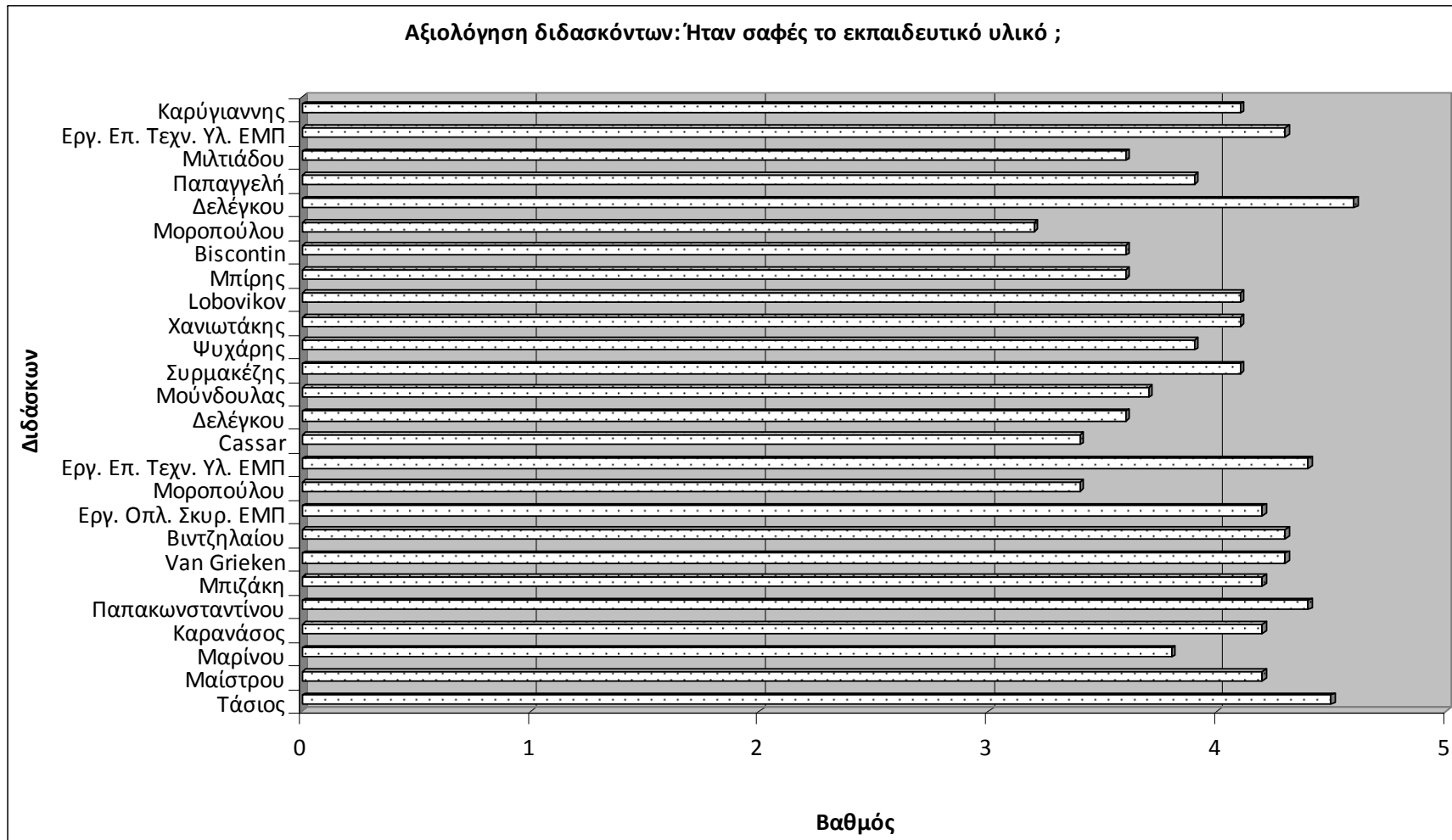
Αξιολόγηση διδασκόντων: Ήταν κατανοητά τα παραδείγματα ;



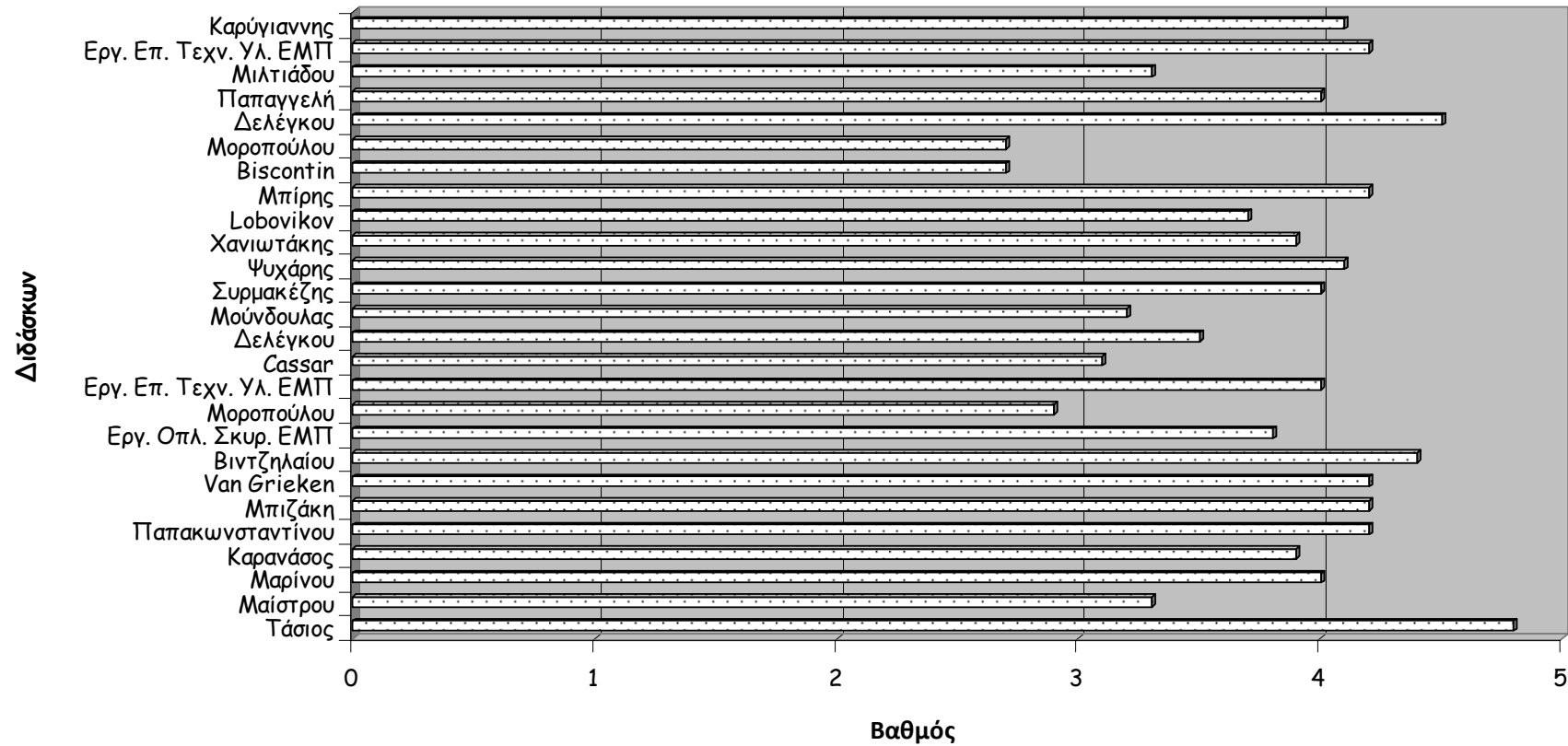
Αξιολόγηση διδασκόντων: Ήταν κατανοητές οι απαντήσεις που δόθηκαν στις ερωτήσεις των μαθητών ;



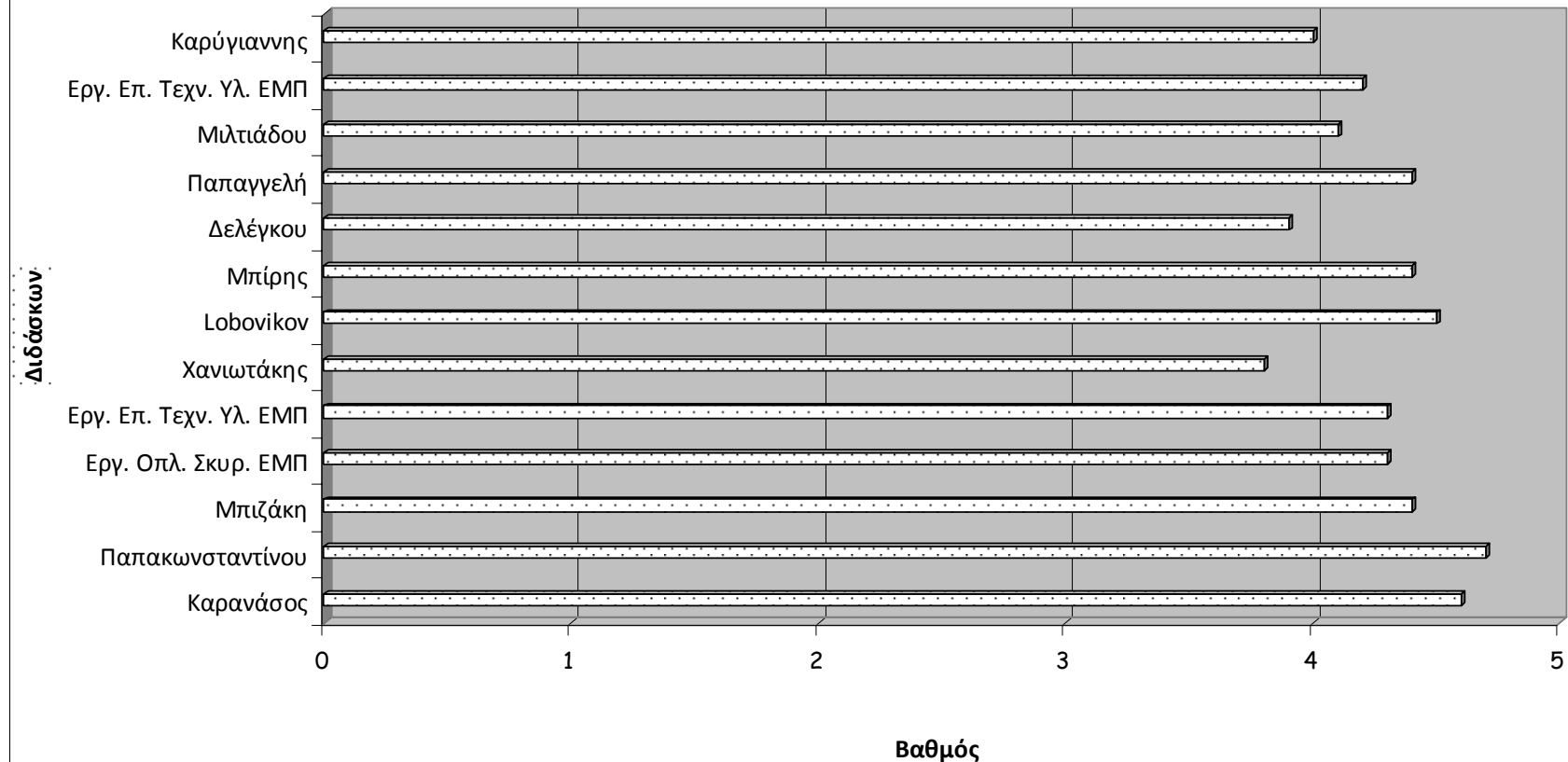
Αξιολόγηση διδασκόντων: Ήταν σαφές το εκπαιδευτικό υλικό ;



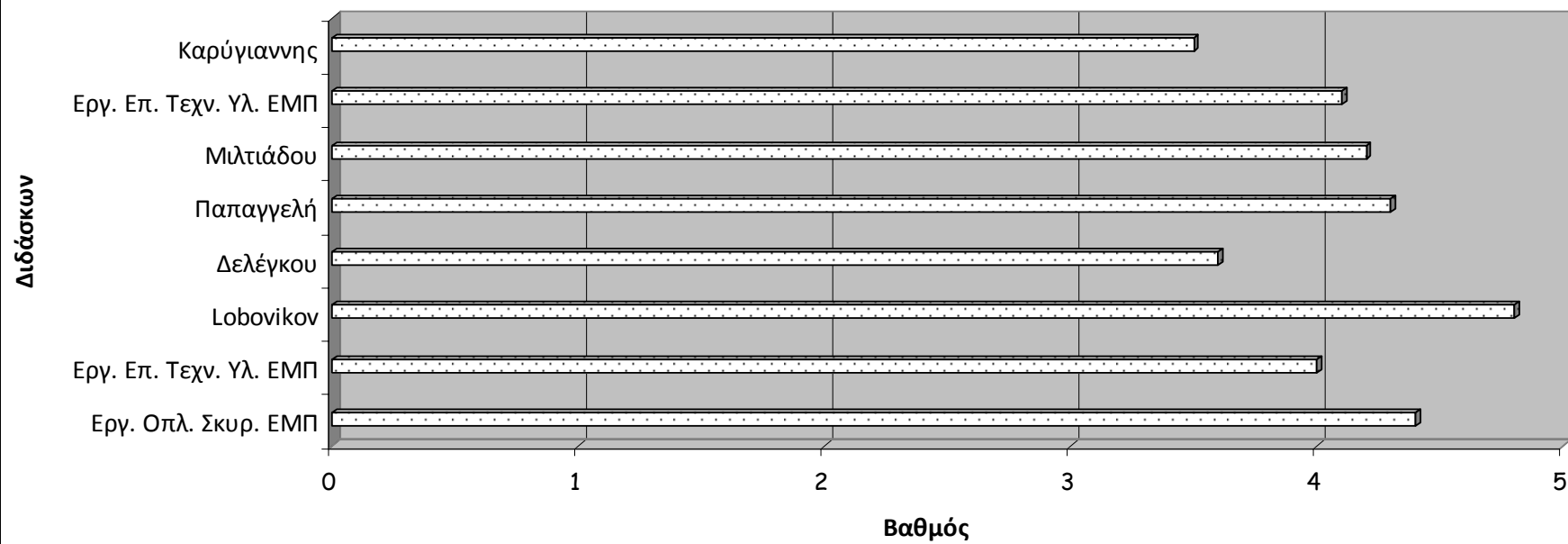
Αξιολόγηση διδασκόντων: Ήταν σαφής η παρουσίαση ;



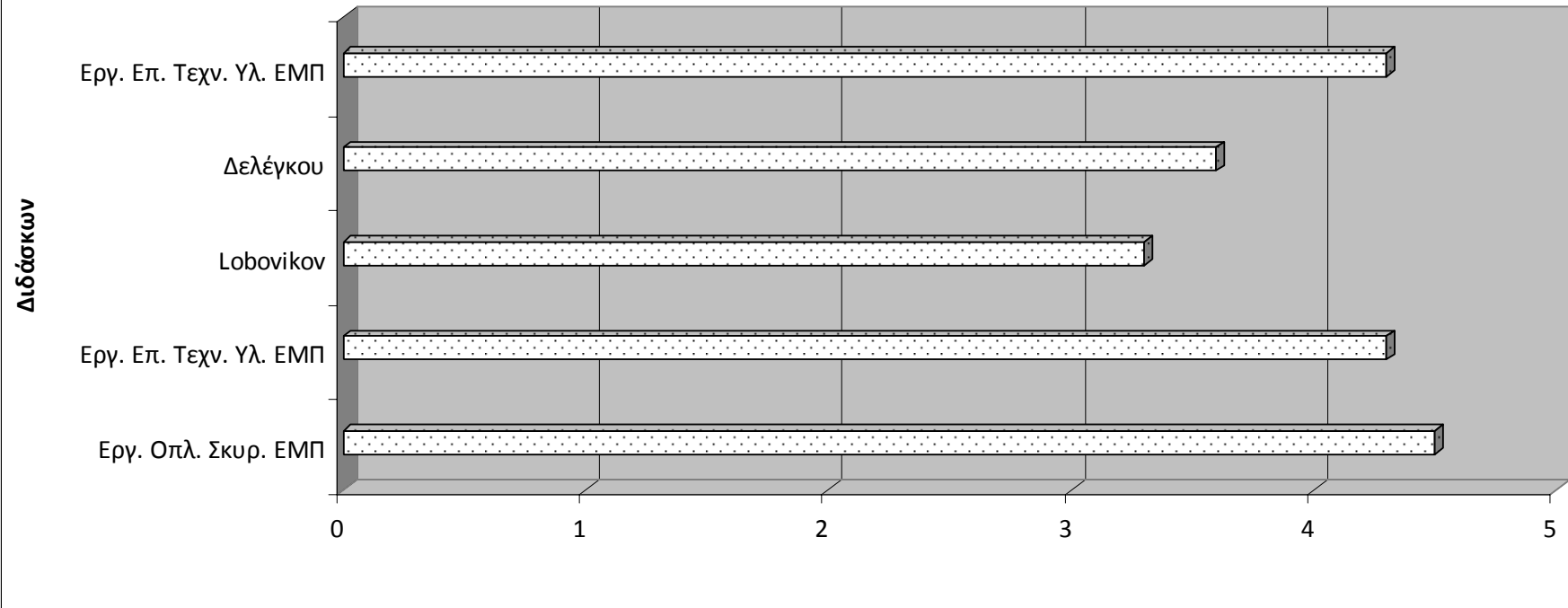
Αξιολόγηση διδασκόντων: Ήταν εποικοδομητική και διδακτική η εκπαιδευτική επίσκεψη ;



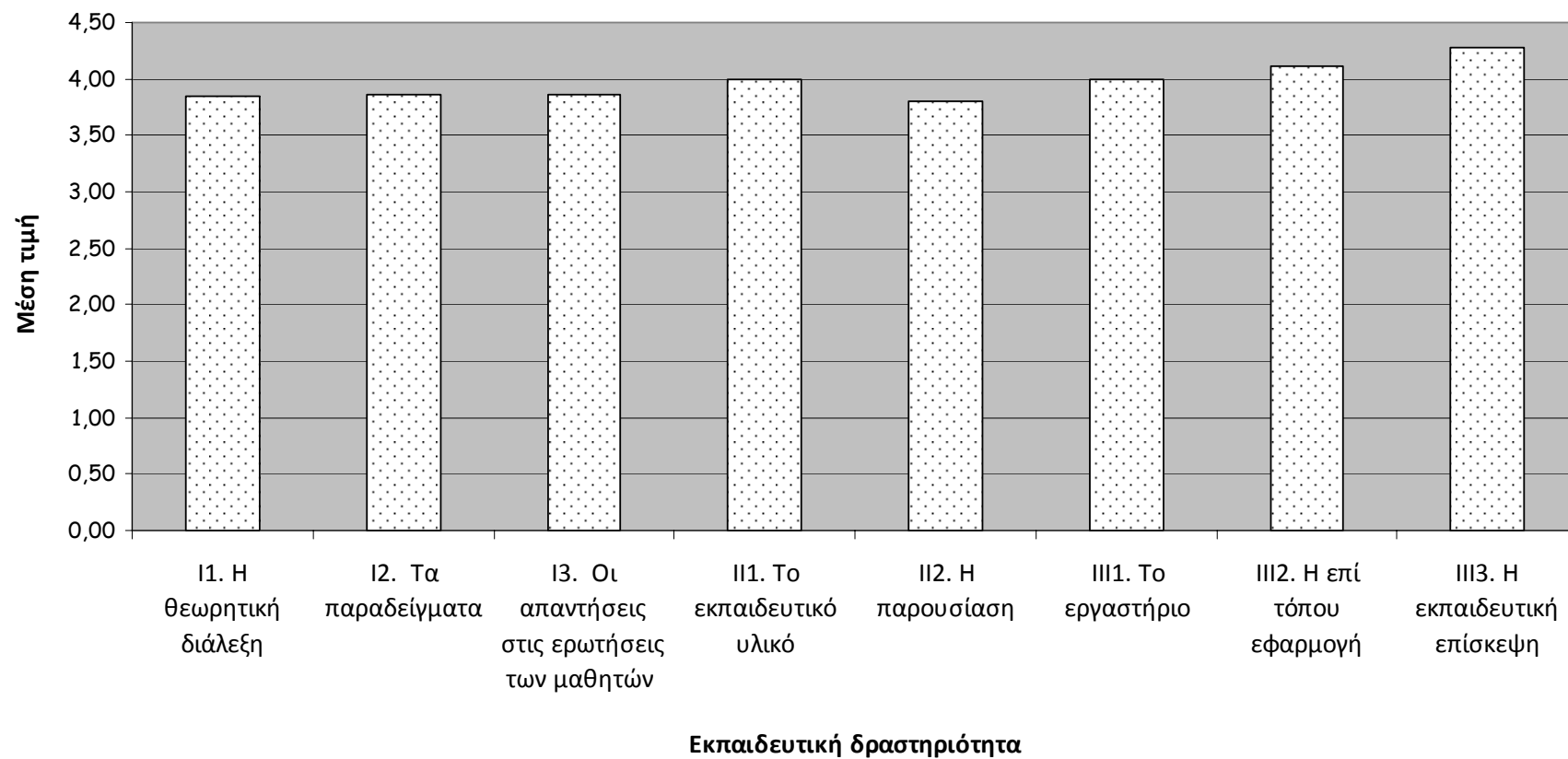
Αξιολόγηση διδασκόντων: Ήταν η επί τόπου εφαρμογή εποικοδομητική και διδακτική ;

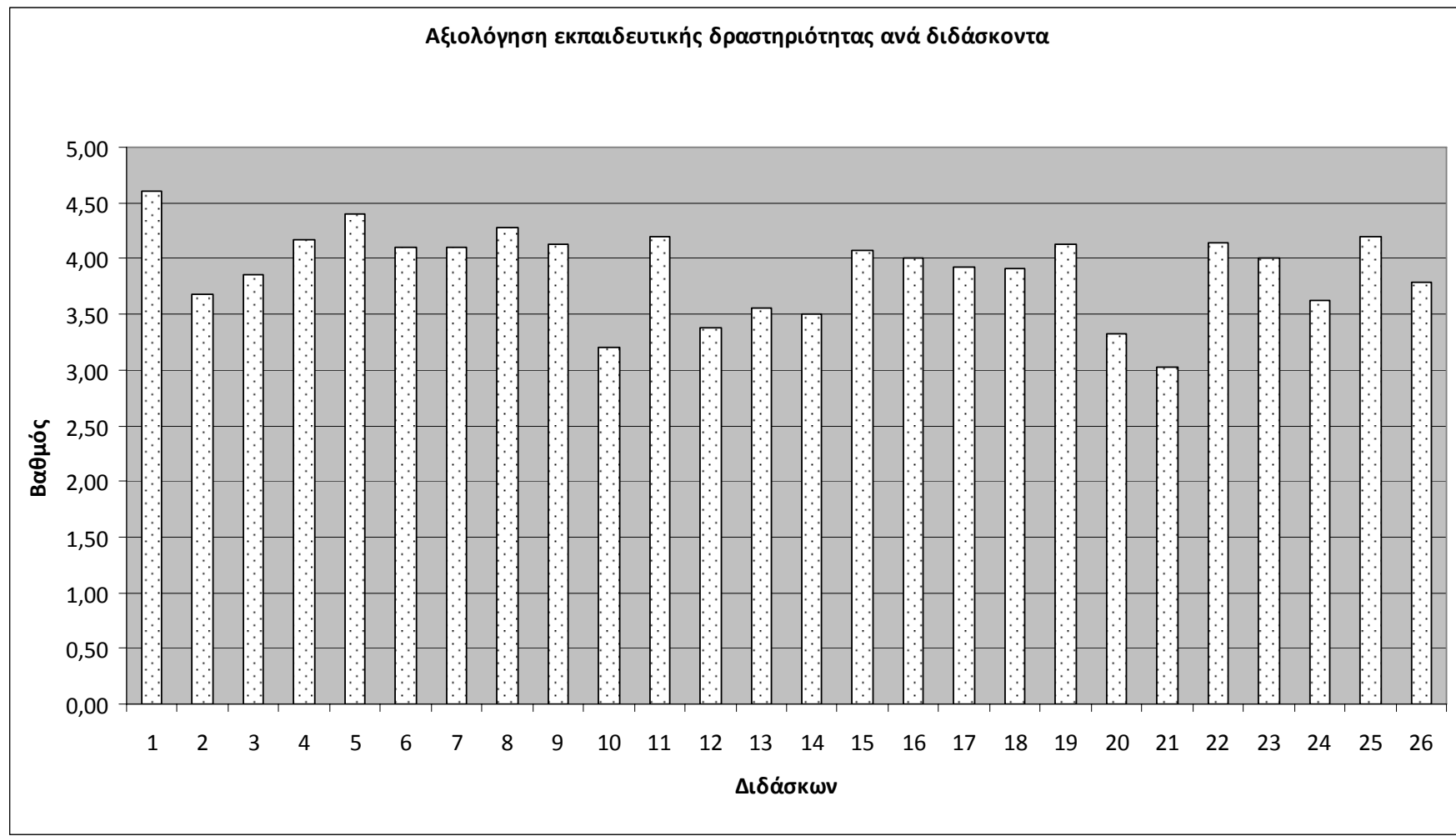


Αξιολόγηση διδασκόντων: Το εργαστήριο ήταν επικοινωνιακό και διδακτικό ;



Αξιολόγηση των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων





Διαγράμματα 19-28: Αποτελέσματα μετα – παρακολούθησης (αξιολόγηση μαθημάτων και διδασκόντων του Εκπαιδευτικού Πειράματος)

Τα αποτελέσματα φαίνονται συγκεντρωτικά στον ακόλουθο Πίνακα:

Αξιολόγηση των διδασκόντων σχετικά με τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες, την ακολουθούμενη μεθοδολογία και το εκπαιδευτικό υλικό		
Ερώτηση	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Ήταν κατανοητές:		
Οι διαλέξεις;	3,85	0,44
Τα παραδείγματα που χρησιμοποιήθηκαν;	3,86	0,38
Οι απαντήσεις στις ερωτήσεις των μαθητών;	3,86	0,36
Ήταν σαφή:		
Το εκπαιδευτικό υλικό;	3,99	0,38
Οι παρουσιάσεις;	3,80	0,55
Ήταν εποικοδομητικό και διδακτικό:		
Το εργαστήριο;	4,00	0,52
Η επί τόπου εργασία πεδίου;	4,11	0,42
Η εκπαιδευτική επίσκεψη;	4,28	0,27

Πίνακας 23: Αποτελέσματα μετα – παρακολούθησης (αξιολόγηση μαθημάτων και διδασκόντων) του Εκπαιδευτικού Πειράματος

Επιπρόσθετα, η αποτελεσματικότητα του Εκπαιδευτικού Πειράματος αξιολογήθηκε και με τη βοήθεια του ακόλουθου ερωτηματολογίου:

Μέρος Ι – Τι πιστεύετε για τη συνεισφορά των ακόλουθων στοιχείων του Σεμιναρίου στην αποκτηθείσα μάθηση;

Στοιχείο	← Χαμηλή Υψηλή →					Σημειώσεις
	1	2	3	4	5	
Διαλέξεις στην αίθουσα						
Ασκήσεις στην αίθουσα						
Συναντήσεις από απόσταση με τους διδάσκοντες						
Διάλογος με τους μεταπτυχιακούς φοιτητές						
Εργαστήρια γενικά						
Επίδειξη της τεχνικής XRF, της δειγματοληψίας και μέτρησης αέρα						
Εργαστήριο Οπλισμένου Σκυροδέματος (μελέτη ιστορικών κατασκευών)						
Εργαστήριο Επιστήμης και Τεχνικής των Υλικών (Ενόργανες και μη καταστρεπτικές τεχνικές						

διάγνωσης)							
Εργαστήριο Αντισεισμικής Τεχνολογίας							
Υπολογιστικό κέντρο Χημικών Μηχανικών (διαχείριση δεδομένων)							
Εκπαιδευτικές επισκέψεις γενικά							
Επίσκεψη στο Ιστορικό Κτήριο του ΕΜΠ							
Επίσκεψη στην Ακρόπολη (Εργαστήριο, Μουσείο)							
Α.Ε. Τσιμέντων ΤΙΤΑΝ							
Ημέρα επί τόπου μνημείο / αρχαιολογικό χώρο – σκίτσα και τεχνικές διάγνωσης							
Εμπειρία σκίτσου / σκαριφήματος με το χέρι							
Τρισδιάστατη αναπαράσταση της Μιλήτου							
Ανάπτυξη ερωτηματολογίου							

Μέρος II – Συμπληρώστε τις ακόλουθες προτάσεις:

Αυτό που μου άρεσε περισσότερο στο Σεμινάριο είναι -----
 -----γιατί -----

Θεωρώ ότι συντήρηση είναι -----
 γιατί -----

Το πιο σημαντικό πράγμα που έμαθα είναι ότι -----
 γιατί -----

Μέρος III – Σημειώστε το επίπεδο συμφωνίας σας στις ακόλουθες δηλώσεις:

Δήλωση	← Χαμηλό Υψηλό →					Σημειώσεις
	1	2	3	4	5	
Μου άρεσε που σκίτσαρα με το χέρι						
Μου άρεσε η ενασχόληση με θέματα που σχετίζονται με τη συντήρηση και την αποκατάσταση						
Μου άρεσε που έμαθα σχετικά με τη συντήρηση και την						

αποκατάσταση						
Αναγνώρισα τύπους φθοράς και υλικά επί τόπου στα μνημεία και τους αρχαιολογικούς χώρους						
Μπορώ να αναγνωρίσω τύπους φθοράς και υλικά όταν τα δω						
Έμουν σε θέση να σκισάρω φθορές και υλικά επί τόπου στο μνημείο / αρχαιολογικό χώρο						

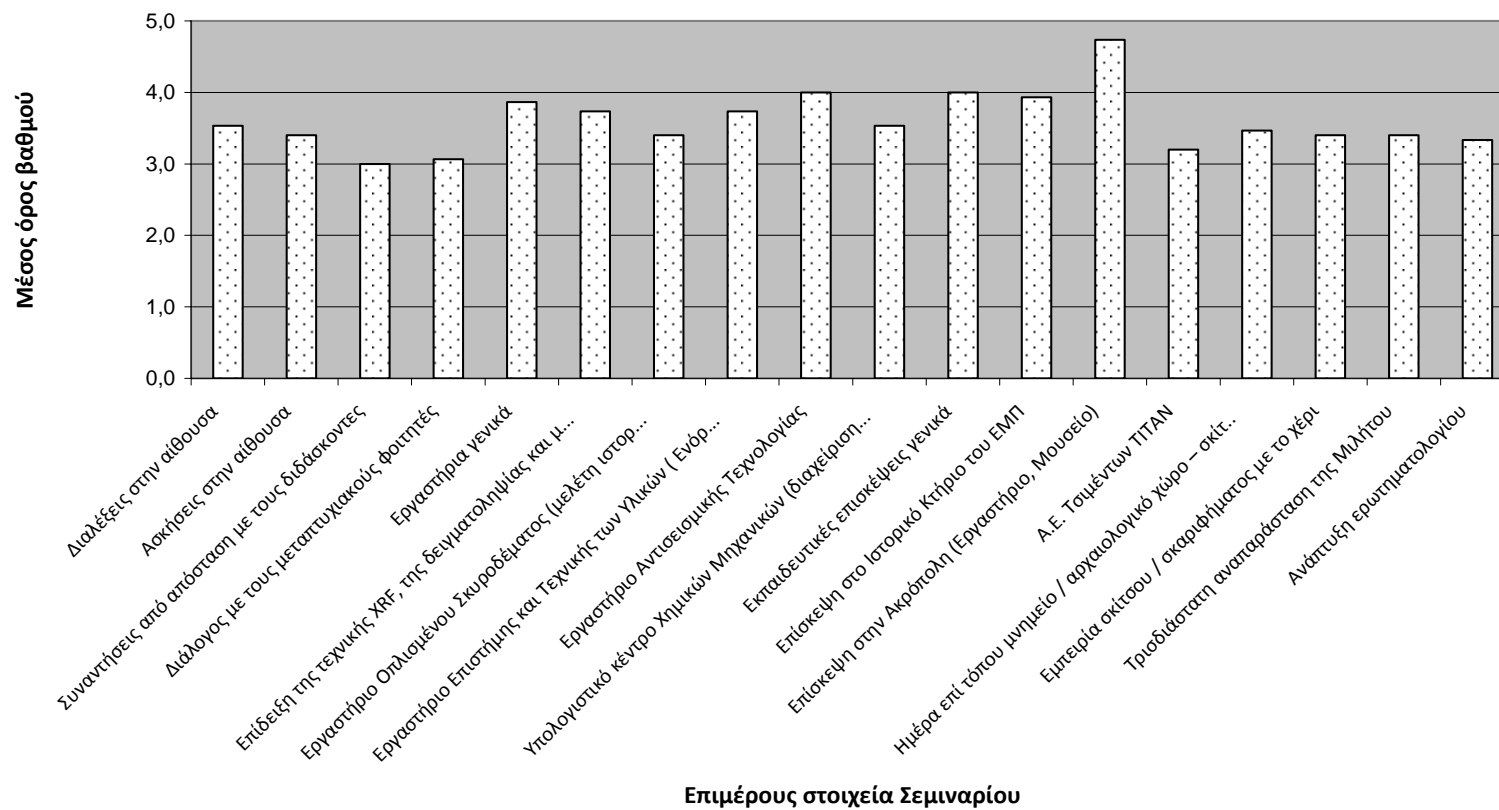
Δηλώσεις	← Χαμηλό Υψηλό					Σημειώσεις
	→	1	2	3	4	
Το σκισάρισμα με το χέρι με βοήθησε να κατανοήσω τη σπουδαιότητα του κτηρίου (της δομής), τις αξίες που φέρει και την κατάσταση στην οποία βρίσκεται						
Μπορώ να εικάσω τι προκάλεσε τη φθορά που σχεδίασα. Θεωρώ ότι είναι -----						
Κατανοώ τα σκίτσα των συμμαθητών μου						
Κατανοώ τα διαφορετικά εργαλεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διάγνωση της φθοράς. Για παράδειγμα: ----- -- Χρησιμοποιείται για ----- ---						
Αισθάνομαι ότι γνωρίζω τι πρέπει να γίνει προκειμένου να αποκατασταθεί ένας τόπος. Για παράδειγμα -----						
Θεωρώ ότι το ενδιαφέρον μου για τη συντήρηση και την αποκατάσταση θα παραμείνει και στο μέλλον						
Η εργασία πεδίο σε έναν τόπο είναι πιο ενδιαφέρουσα για μένα παρά η έρευνα στον τομέα της συντήρησης – αποκατάστασης						
Θα ήθελα οι τοπικές αρχές να						

επενδύουν περισσότερο σε ----- -----						
θα ήθελα πολύ να μετάσχω στη συντήρηση ή αποκατάσταση ενός τόπου . Ειδικά σε -----						
Κατανοώ τη σχέση της Μονής Δαφνίου και του Αρχαιολογικού χώρου της Ελευσίνας με την κουλτούρα και τον πολιτισμό μου						

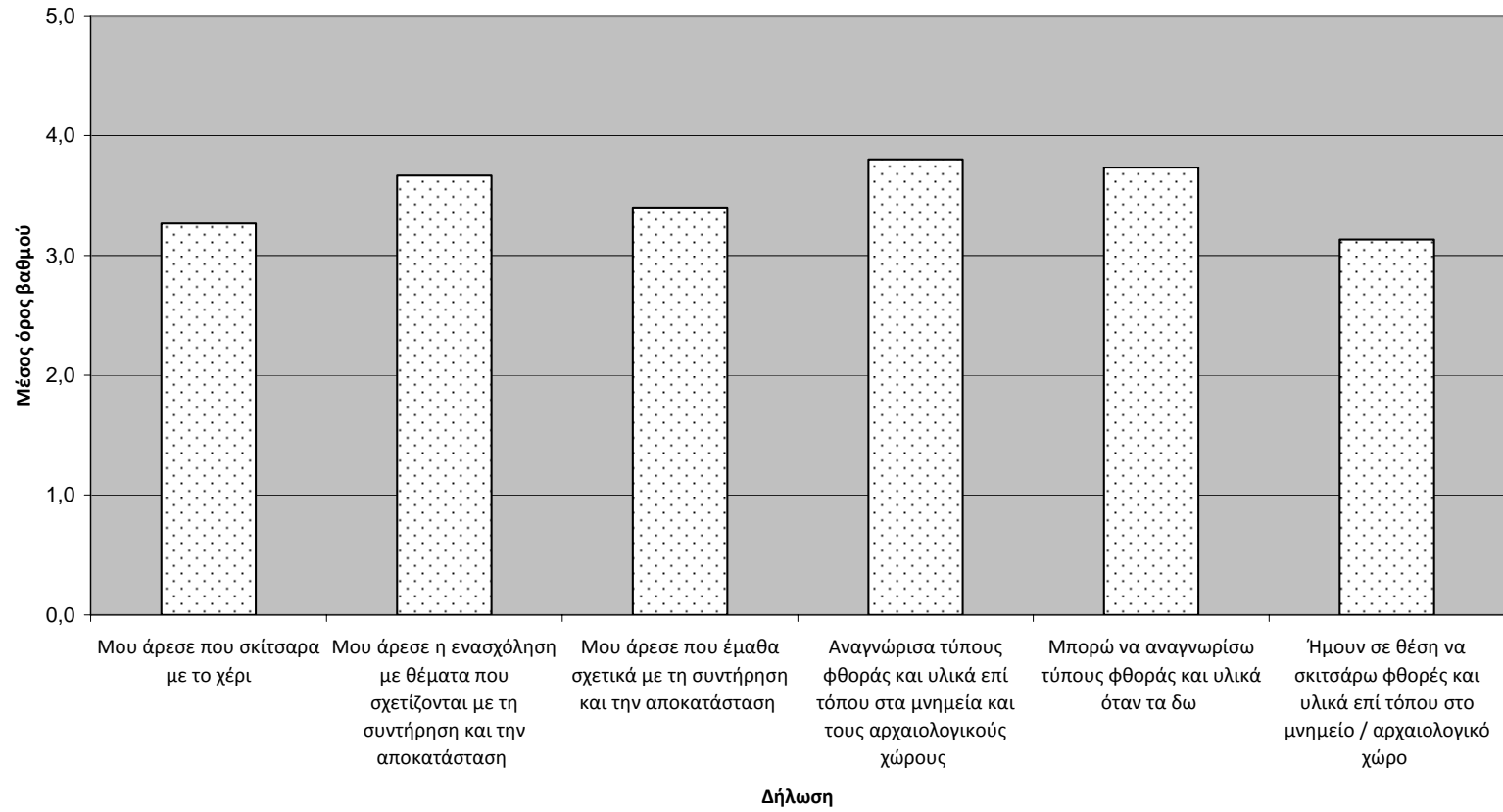
Δηλώσεις	← Χαμηλό Υψηλό →					Σημειώσεις
	1	2	3	4	5	
Εάν περιέλθει στα χέρια μου ένα υπόμνημα για τη συντήρηση – αποκατάσταση ενός τόπου θα το υπογράψω						
Εάν περιέλθει στα χέρια μου ένα υπόμνημα για συντήρηση – αποκατάσταση θα ελέγξω πρώτα -----						
Θεωρώ ότι θα επιλέξω τον τομέα της συντήρησης – αποκατάστασης για το μελλοντικό μου επάγγελμα						
Η αποκατάσταση της Μονής Δαφνίου είναι σημαντική γιατί - -----						
Κατανοώ τις αιτίες φθοράς των υλικών. Για παράδειγμα ----- προκαλεί τη φθορά -----						

Θα ήθελα να εκφράσω ότι -----

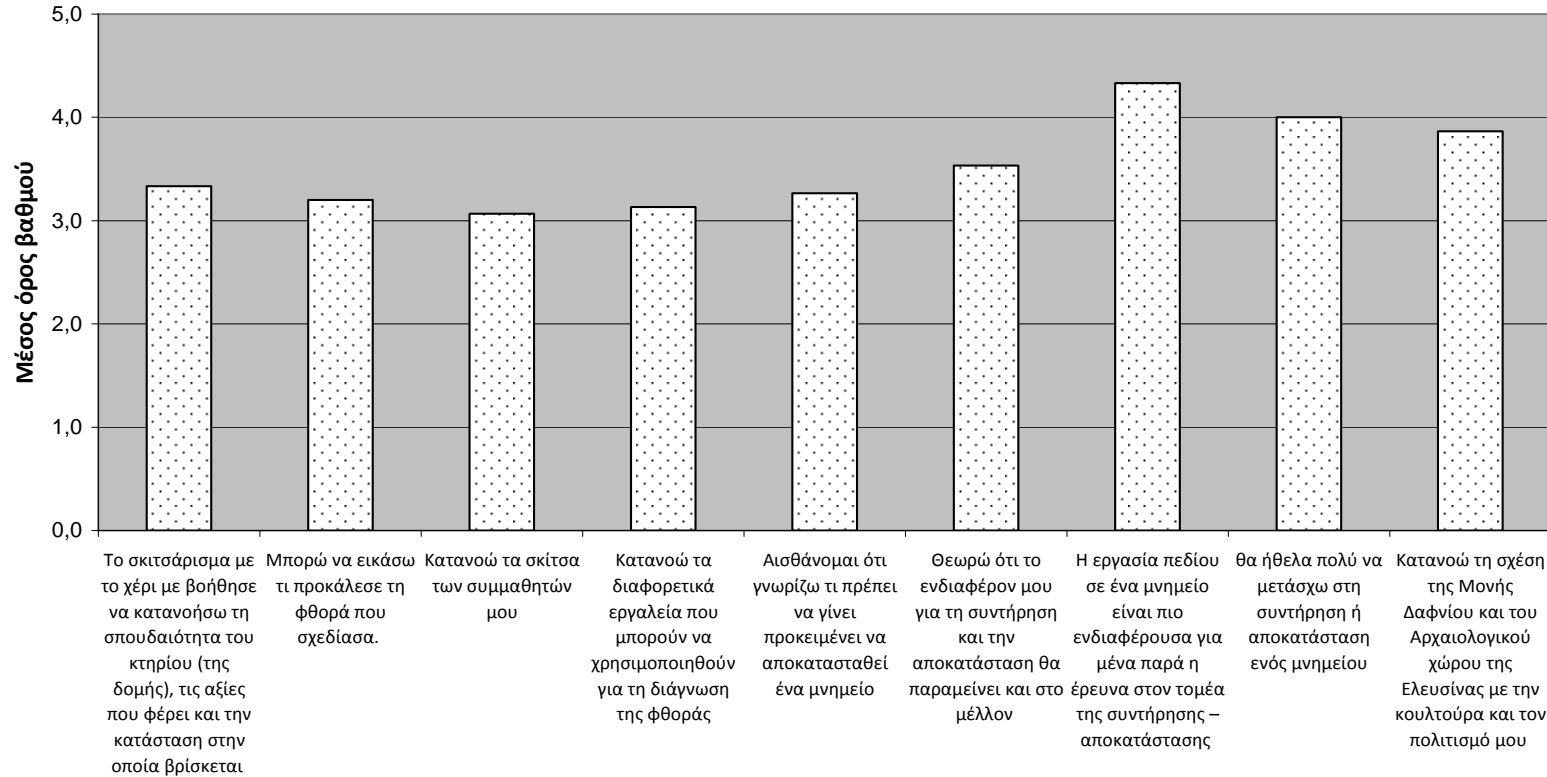
Βαθμός συνεισφοράς επιμέρους στοιχείων του Εκπαιδευτικού Πειράματος στην αποκτηθείσα μάθηση



Βαθμός συμφωνίας με τις ακόλουθες δηλώσεις

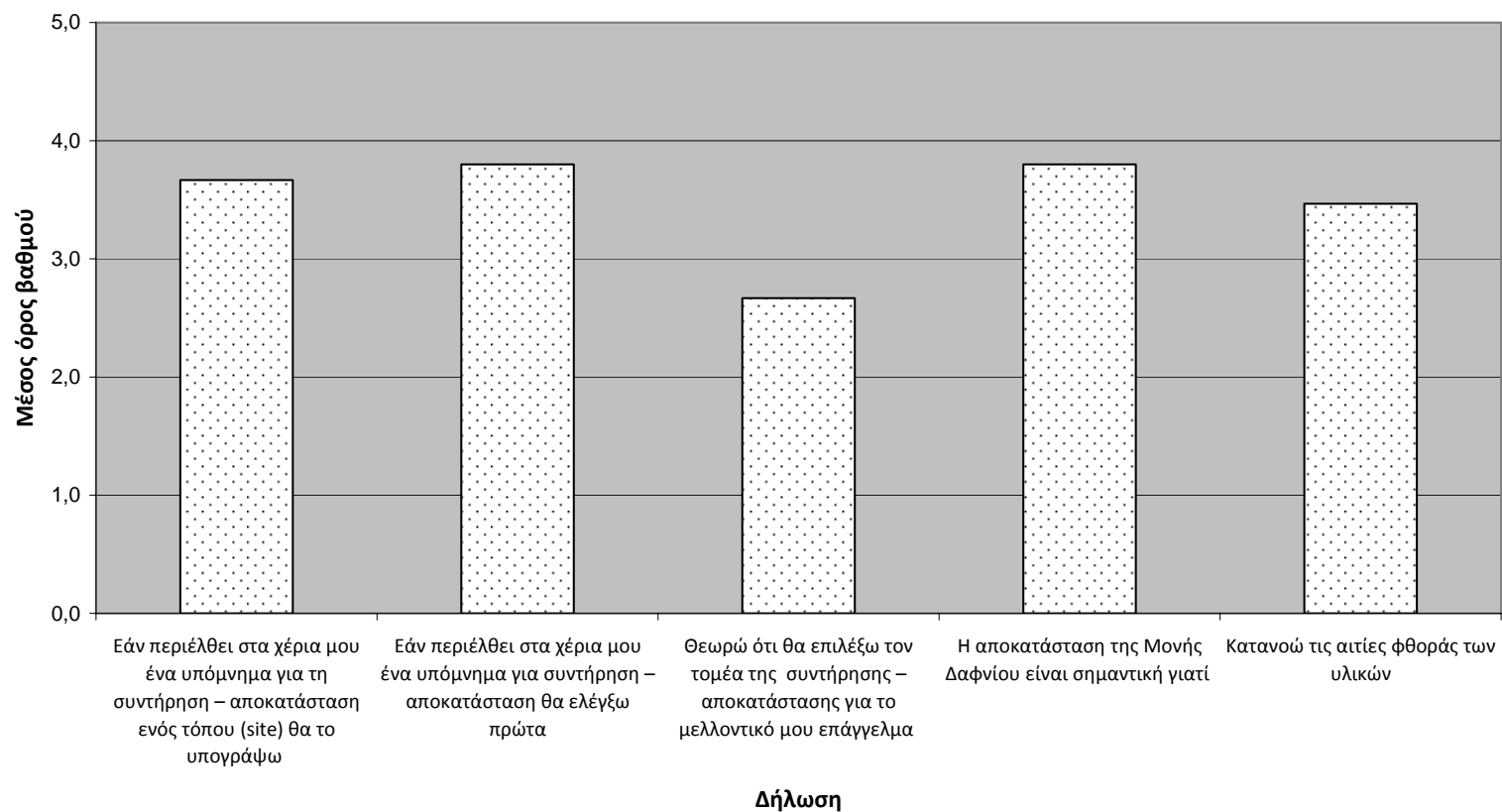


Βαθμός συμφωνίας με τις ακόλουθες δηλώσεις



Δήλωση

Βαθμός συμφωνίας με τις ακόλουθες δηλώσεις



Διάγραμμα 29-32: Αποτελέσματα μετα-παρακολούθησης (βαθμός συμφωνίας μαθητών με δηλώσεις)

Επιπρόσθετα, οι μαθητές κατέγραψαν και παρουσίασαν τις εντυπώσεις τους από την εμπειρία του εκπαιδευτικού πειράματος στο Διήμερο που διοργανώθηκε με τίτλο «Εκπαίδευση στην προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς για τους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης - ο ρόλος των Πολυτεχνείων, των Μηχανικών και της Βιομηχανία» και βασικό σκοπό την αποτίμηση του πειράματος. Ενδεικτικά παρατίθενται οι εντυπώσεις των μαθητών που μετείχαν:

Εντυπώσεις μαθητών	
Θετικές	Αρνητικές
Ήταν μια χρήσιμη εμπειρία.	Κάποιοι ομιλητές ήταν ασαφείς.
Στους αρχαιολογικούς χώρους της Ακρόπολης και της Ελευσίνας είδαμε και ακούσαμε πράγματα που δεν μαθαίνουν οι τουρίστες.	Το πρόγραμμα ήταν μακρύ για μας που χάναμε μαθήματα από το σχολείο.
Ήρθαμε σε επαφή με μεταπτυχιακούς και συζητήσαμε μαζί τους.	Οι πληροφορίες που παίρναμε σε μια διδακτική ώρα ήταν υπερβολικά πολλές.
Εκτιμήσαμε περισσότερο την Πολιτιστική Κληρονομιά.	Παρακολουθήσαμε πειραματικές επιδείξεις και κάναμε πολύ λίγα πειράματα.
Αν ήταν μάθημα επιλογής στο σχολείο, θα ήταν υποψήφιο να το επιλέξουμε.	Το περιεχόμενο των διαλέξεων ήταν εξειδικευμένο και συχνά δυσνόητο για μας που έχουμε γνώσεις Α' Λυκείου.
Αν εισάγονταν στο σχολείο, θα ήταν ευχάριστη αλλαγή στην ξερή διδασκαλία άλλων μαθημάτων.	Ορισμένες φορές κάποιοι ομιλητές πλατίασαν, με αποτέλεσμα την επιμήκυνση του ημερήσιου προγράμματος ή την απώλεια διαλειμμάτων ή την παράλειψη αντικειμένων διδασκαλίας.
Κάποιοι ομιλητές ήταν πολύ ενδιαφέροντες και ευχάριστοι και είχαμε πολλά να τους ρωτήσουμε.	Κάποιες φορές κάποιοι ομιλητές αλληλοεπικαλύφθηκαν.
Είναι ευχάριστο το ότι μαθαίνουμε άλλα πράγματα και αποκτάμε σφαιρικές γνώσεις σε ότι έχει σχέση με τη διατήρηση της πολιτιστικής μας κληρονομιάς και των μνημείων.	Οι συμμετέχοντες μαθητές από το 1 ^ο Γενικό Λύκειο Ν. Ψυχικού, δεν είχαμε από το σχολείο μας πάντα στήριξη, όπως π.χ. αναπλήρωση των ωρών που χάναμε.
Ελπίζω στην πραγματοποίηση ειδικού σχολικού μαθήματος σύντομα	Δεν είχαμε ενημερωτική εισήγηση πριν την έναρξη του Προγράμματος και σε κάποιες διαλέξεις δεν είχαμε Ερωτηματολόγια.
	Το διαδραστικό παιχνίδι, να ντύσουμε τους πολεμιστές των Θερμοπυλών, που παρακολουθήσαμε στο Ι.Μ.Ε., δεν είχαν σχέση με το αντικείμενό μας.
	Μερικές πληροφορίες που παίρνουμε είναι κάπως εξειδικευμένες και δύσκολες να τις κατανοήσουμε εντελώς

Πίνακας 24: Εντυπώσεις μαθητών μετά το πέρας του Εκπαιδευτικού Πειράματος

12.5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της αξιολόγησης, το Εκπαιδευτικό Πείραμα ήταν μια πολύτιμη και χρήσιμη εμπειρία για τους μαθητές που συμμετείχαν. Ο βασικός στόχος του προγράμματος, δηλαδή η ευαισθητοποίηση των νέων για την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς, επιτεύχθηκε. Οι μαθητές είχαν τη δυνατότητα να εκτιμήσουν σε μεγαλύτερο βαθμό την πολιτιστική κληρονομιά μετά την παρακολούθηση του Κύκλου Μαθημάτων, να αναγνωρίσουν τους τύπους φθοράς που ταλανίζουν τα μνημεία, να μάθουν σχετικά με τα βασικά μέτρα που πρέπει να ληφθούν για την προστασία τους.

Το πιο ενδιαφέρον κομμάτι του Κύκλου Μαθημάτων αποδείχθηκε πως ήταν οι εργαστηριακές ασκήσεις και οι επί τόπου εργασίες πεδίου - εκπαιδευτικές επισκέψεις σε μνημεία και αρχαιολογικούς χώρους, όπου οι μαθητές είχαν την ευκαιρία για βιωματική εμπειρία (hands-on-experience) με τη χρήση υψηλής μετρητικής τεχνολογίας.

Όπως προέκυψε από τις προτάσεις των μαθητών, θα ήταν επιθυμητή η ύπαρξη ενός μαθήματος επιλογής για την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς ενταγμένου στο πρόγραμμα σπουδών. Στο πλαίσιο αυτό, μία ζώνη πολιτισμού θα μπορούσε να ιδρυθεί στο επίπεδο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, όπου θα πραγματοποιούνταν η εισαγωγή μαθήματος για την αιεφόρο ανάπτυξη και την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Μέσω των μαθημάτων αναδείχθηκε η προστιθέμενη αξία της εκπαιδευτικής προσέγγισης για την εκπαίδευση των φυσικών επιστημών στα σχολεία, καθώς και τη συνεισφορά στη γεφύρωση των κενών μεταξύ δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Το εκπαιδευτικό πείραμα κατέρριψε βασικά ερωτήματα και ενδοιασμούς που υπήρχαν πριν τη διεξαγωγή του, όπως «οι μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης θα ενδιαφέρονται για τα θέματα της πολιτιστικής κληρονομιάς» και «το επίπεδο διδασκαλίας από τους καθηγητές Πανεπιστημίου θα είναι κατανοητό από τους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης;» (Moropoulou, 2010A).

Η αποτίμηση του σεμιναρίου αξιοποιήθηκε για το σχεδιασμό των σεμιναρίων που ακολούθησαν σε άλλες χώρες στο πλαίσιο του προγράμματος ELAICH. Συντελέστηκαν οι απαραίτητες προσαρμογές στο περιεχόμενο, κυρίως όσον αφορά στην οπτικοποίηση του εκπαιδευτικού υλικού, την προσθήκη ασκήσεων on line και off line για τους μαθητές και την εισαγωγή του εκπαιδευτικού υλικού στο ELAICH toolkit. Όλο το σχετικό υλικό παρουσιάζεται στην ιστοσελίδα: <http://www.elaich.technion.ac.il/e-learning/en/toc.html>.

Σύμφωνα με τις προτάσεις που έγιναν στο ευρω-μεσογειακό διήμερο (Getsios et al., 2010), (Moropoulou, 2010B), (Moropoulou, 2011) η καθιέρωση μιας πολιτιστικής ζώνης, όπου ένα μάθημα για την αιεφόρο ανάπτυξη και την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς θα μπορούσε να εισαχθεί στο επίπεδο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, θα αποτελούσε ένα θετικό βήμα για την αναβάθμιση του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος. Σε αυτή την κατεύθυνση, καθιερώνεται συνεργασία μεταξύ του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου και της Διεύθυνσης Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης του Υπουργείου Παιδείας, Διά Βίου Μάθησης και Θρησκευμάτων και την Επιτροπή Committee for the Lyceum Reform of the National Council for Education σχετικά με:

- Τη ζώνη μαθημάτων επιλογής από μαθητές της πρώτης και δεύτερης τάξης του Λυκείου σχετικά με τις ενότητες «Τέχνη και Πολιτισμός» και «Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη» μεταξύ τεσσάρων επιλογών και της τρίτης τάξης του Λυκείου την ενότητα «Ιστορία της Τέχνης και Πολιτισμός» μεταξύ τεσσάρων επιλογών.
- Μία υποχρεωτική ερευνητική εργασία (research project) στο πρόγραμμα σπουδών 32 ωρών ανά εβδομάδα σε μία από τις παραπάνω θεματικές ενότητες.

Τα Πανεπιστήμια, οι μηχανικοί, οι βιομηχανικοί εταίροι έχουν εκφράσει την προθυμία τους να μετάσχουν, παρέχοντας τις υποδομές και τους ανθρώπινους πόρους προκειμένου να χρησιμοποιηθούν ως ανοιχτά εργαστήρια για την ολοκληρωμένη και διεπιστημονική εκπαίδευση των μαθητών.

Η προσπάθεια που συντελέστηκε στο πλαίσιο του προγράμματος ELAICH και η στρατηγική που αναπτύχθηκε σε εθνικό επίπεδο θα πρέπει να συνεχισθεί και να προωθηθεί σε ευρωπαϊκό επίπεδο μέσω μιας ευρωπαϊκής εκπαιδευτικής στρατηγικής. Οι μαθητές θα έχουν την ευκαιρία να ενεργοποιηθούν και να ευαισθητοποιηθούν προς σύγχρονα θέματα αειφορίας και προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Η πραγματοποίηση ενός ερευνητικού προγράμματος για τη διάχυση της επιστήμης στην κοινωνία, εστιάζοντας στην προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς και εμπλέκοντας τη μεταφορά γνώσης από τα Πανεπιστημιακά Ιδρύματα στους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης θα είχε ενδιαφέρον.

Θα ήταν επίσης χρήσιμο να διερευνηθεί εάν μόνιμοι μηχανισμοί εφαρμογής της καινοτόμου εκπαιδευτικής μεθοδολογίας θα μπορούσαν να εισαχθούν και να εφαρμοσθούν στο επίπεδο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Ο κοινωνικός προσανατολισμός και ο ρόλος των Πολυτεχνείων και των Πολυτεχνικών Σχολών θα πρέπει να εξετασθεί και να προωθηθεί στην κατεύθυνση αυτή.

12.6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Getsios A, Maravelia S, Pantazis G., Paradeisi A., Georgiadou A. (2010). High – school students participate in an educational program for cultural heritage protection, EUROMED ELAICH Dissemination Event “High – school students are educated in cultural heritage protection. Contribution of Universities, scientific community, engineers and industry, Athens
- Moropoulou A. (2010A). The ELAICH Athens Experimental Course. ELAICH Athens Partner Meeting, Athens
- Moropoulou A. (2010B). Conclusions, EUROMED ELAICH Dissemination Event “High – school students are educated in cultural heritage protection. Contribution of Universities, scientific community, engineers and industry”. Athens
- Moropoulou A. (2011). Youth and cultural heritage: Pilot Courses in Athens and Istanbul. Dissemination Event ELAICH. Bressanone

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13: ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ - ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗΣ

13.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μετά το πέρας των κύκλων μαθημάτων και την αξιολόγησή τους, το εκπαιδευτικό υλικό βελτιστοποιείται και αναπτύσσεται ηλεκτρονικό εργαλείο μάθησης για τους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Το εργαλείο αυτό λειτουργεί σε μία πλατφόρμα ηλεκτρονικής μάθησης (e-learning), η οποία βοηθά στη σύνδεση των μαθητών με την πολιτιστική τους κληρονομιά, στην ευαισθητοποίησή τους, στην κατανόηση της πολιτιστικής κληρονομιάς και των κινδύνων που την απειλούν, στη συνεισφορά τους στη διατήρησή της.

Το εκπαιδευτικό εργαλείο παρέχει απαντήσεις για τους μαθητές στα ακόλουθα βασικά ερωτήματα:

- Τι είναι η πολιτιστική κληρονομιά;
- Γιατί πρέπει να διατηρήσουμε την πολιτιστική κληρονομιά;
- Πως πρέπει να διατηρήσουμε την πολιτιστική κληρονομιά;

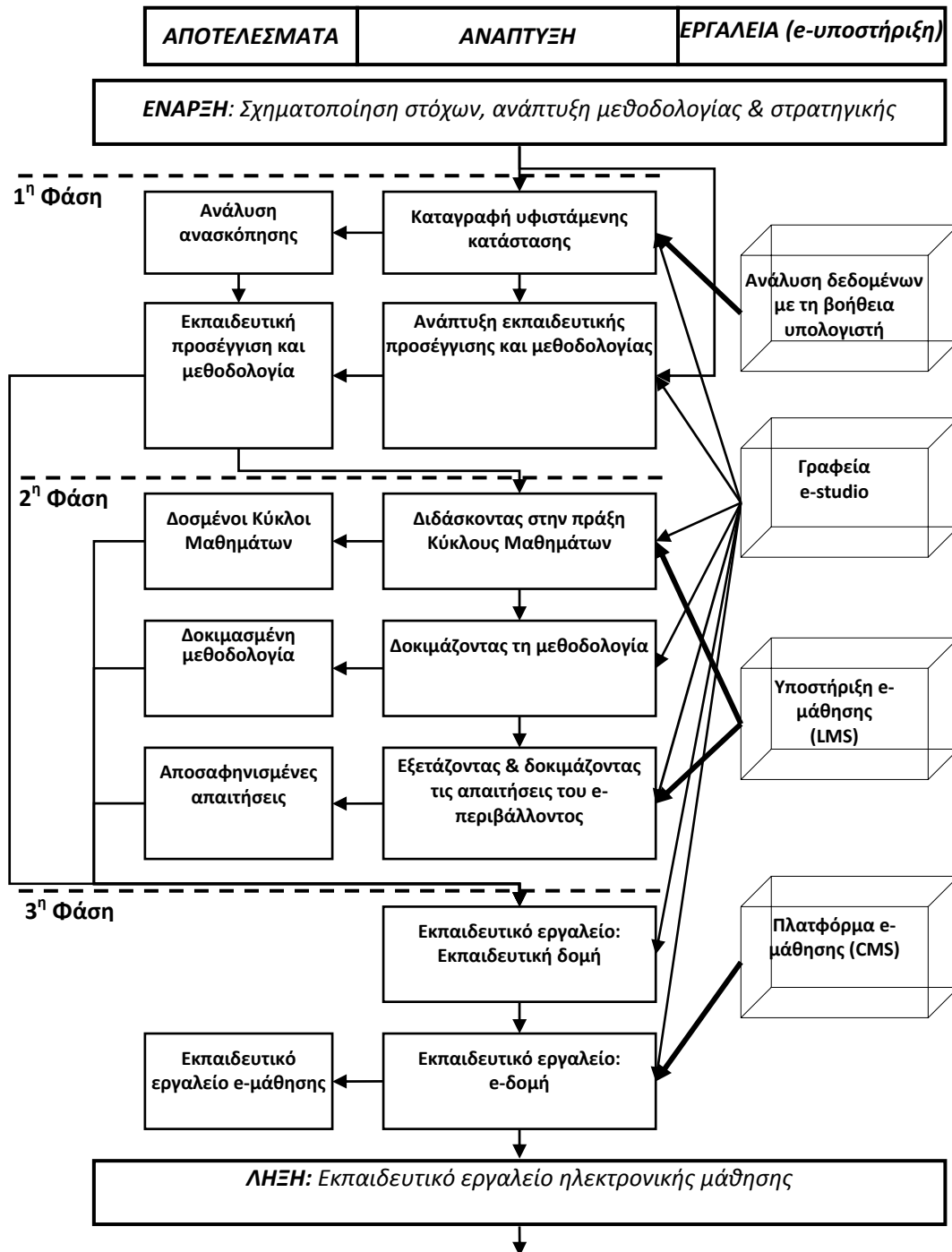
Οι τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών αποτελούν το μέσο για την υλοποίηση των στόχων της αναπτυσσόμενης εκπαιδευτικής μεθοδολογίας και καθιστούν το περιεχόμενό της ευρέως προσβάσιμο. Σύμφωνα με τη Ευρωπαϊκή Στρατηγική (*Europe 2020 strategy for smart, sustainable and inclusive growth*), οι μετρήσιμοι στόχοι που τίθενται για το 2020 αφορούν στην απασχόληση, την έρευνα και την καινοτομία, την κλιματική αλλαγή και την ενέργεια, την εκπαίδευση και την καταπολέμηση της φτώχειας. Οι στόχοι αυτοί είναι άμεσα συνδεδεμένοι μεταξύ τους, καθώς η βελτίωση του εκπαιδευτικού επιπέδου συνεισφέρει στην αύξηση της απασχόλησης και στην οικονομική ανάπτυξη, στην ανάπτυξη της έρευνας και της καινοτομίας, στη μείωση της φτώχειας.

Σύμφωνα με την Ψηφιακή Ατζέντα για την Ευρώπη (*Digital Agenda for Europe*), είναι σημαντικό οι Ευρωπαίοι πολίτες να εκπαιδεύονται στη χρήση των τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών και των ψηφιακών μέσων και να προσελκύνονται στην εκπαίδευσή τους.

13.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗΣ

Η δημιουργία του ηλεκτρονικού εργαλείου μάθησης πραγματοποιήθηκε σε τρεις φάσεις (Lobovikon-Katz et al., 2012):

- 1^η φάση: Ανάπτυξη της εκπαιδευτικής μεθοδολογίας
- 2^η φάση: Εφαρμογή - δοκιμή της εκπαιδευτικής μεθοδολογίας
- 3^η φάση: Ανάπτυξη και σχεδιασμός της πλατφόρμας ηλεκτρονικής μάθησης βάσει των αποτελεσμάτων της 1^{ης} και 2^{ης} φάσης.



Σχήμα 67: Φάσεις δημιουργίας του ηλεκτρονικού εκπαιδευτικού εργαλείου μάθησης

- **1^η Φάση: Ανάπτυξη της εκπαιδευτικής μεθοδολογίας**

Πραγματοποιήθηκε καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης, η οποία αφορά στην καταγραφή των κύκλων μαθημάτων - σεμιναρίων που υφίστανται για το ευρύ κοινό (με έμφαση στους μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης) σε διάφορες Ευρωπαϊκές - κατά βάση - χώρες. Αφορά σε συγκριτική ανάλυση των δεδομένων, από όπου προκύπτει η αναγκαιότητα ανάπτυξης της εκπαιδευτικής μεθοδολογίας.

Η συλλογή και ανάλυση των δεδομένων με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή αφορά σε ανάλυση των δεδομένων συναφούς ερωτηματολογίου μέσω της ηλεκτρονικής έκδοσης του Excel, ακολουθώντας συγκεκριμένα κριτήρια και προκαθορισμένες παραμέτρους. Τα δεδομένα αφορούν στην ανάλυση περίπου 600 ερωτηματολογίων.

Η εκπαιδευτική μεθοδολογία που αναπτύχθηκε είχε στόχο τη μεταφορά βασικών γνώσεων και την κατανόηση των αξιών που διέπουν την πολιτιστική κληρονομιά, τα προβλήματα συντήρησης και τις αρχές της συντήρησης από μη εξειδικευμένο κοινό. Η διαδικασία της ανάπτυξης οδήγησε στη δημιουργία της συγκεκριμένης δομής του εκπαιδευτικού υλικού, το οποίο δοκιμάσθηκε κατά τη διεξαγωγή του πειραματικού κύκλου μαθημάτων, καθώς και των κύκλων μαθημάτων που ακολούθησαν. Για το σκοπό αυτό έγινε χρήση τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών, όπως συζητήσεις μέσω Skype, παίρνοντας τη μορφή των γραφείων e-studio μεταξύ των συμμετεχόντων.

- **2^η Φάση: Εφαρμογή - δοκιμή της εκπαιδευτικής μεθοδολογίας**

Η εφαρμογή της εκπαιδευτικής μεθοδολογίας πραγματοποιήθηκε σε μία σειρά κύκλων μαθημάτων. Η αρχική εφαρμογή αφορούσε στον πειραματικό κύκλο μαθημάτων στην Ελλάδα και στη συνέχεια στο Ισραήλ, στην Τουρκία, στη Μάλτα και στην Ιορδανία.

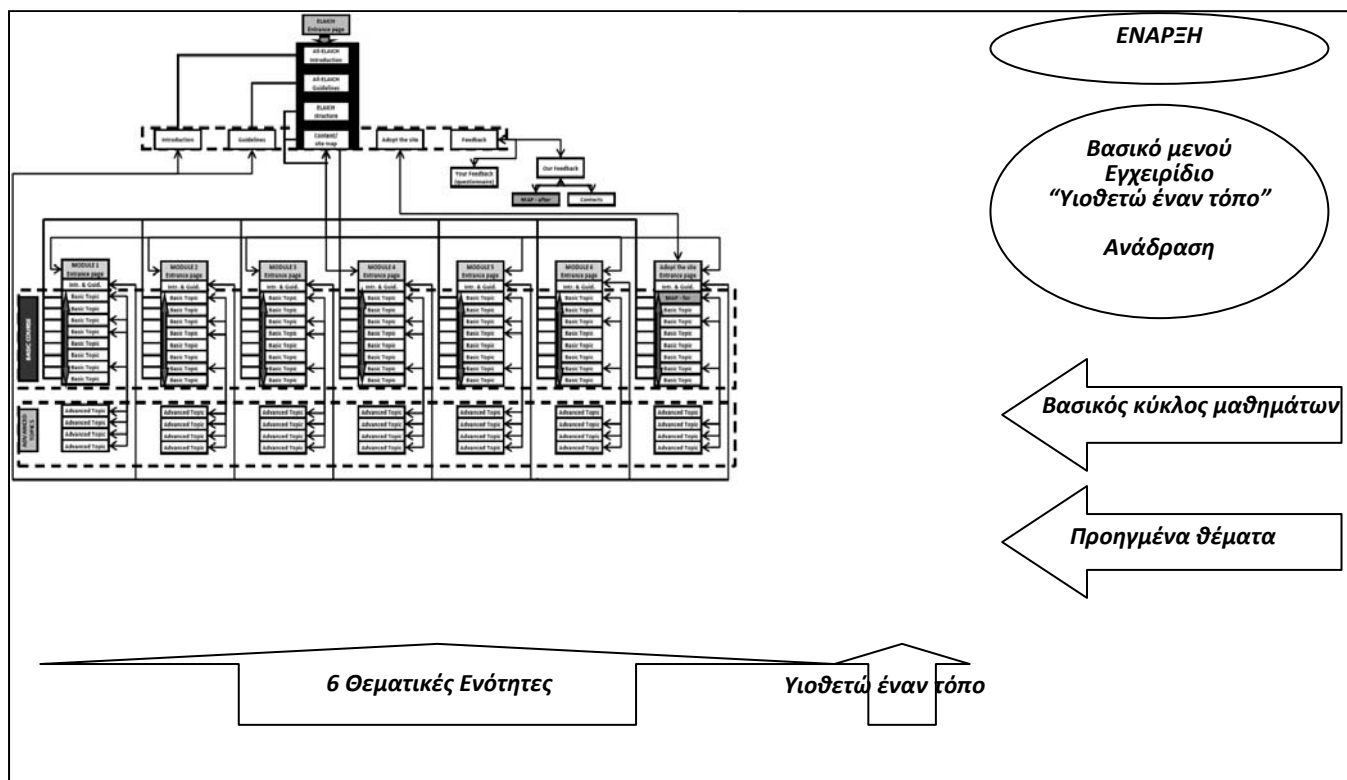
Η δοκιμή της μεθοδολογίας πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών. Για παράδειγμα, στον Πειραματικό Κύκλο Μαθημάτων έλαβαν χώρα μαθήματα στην Αθήνα μέσω video conference σε σύνδεση με το Πανεπιστήμιο του Ισραήλ.

Ο κύκλος μαθημάτων στο Ισραήλ σχεδιάσθηκε έτσι, ώστε να υποστηρίζει ένα σύστημα διαχείρισης μάθησης (Learning Management System - LMS) προκειμένου να εξεταστεί η εκπαιδευτική μεθοδολογία και η e-εφαρμογή της, καθώς και να διευκολυνθεί ο σχεδιασμός του εκπαιδευτικού εργαλείου ηλεκτρονικής μάθησης. Ένα εικονικό περιβάλλον μάθησης, το Moodle, χρησιμοποιήθηκε για την υποστήριξη και διαχείριση της εκπαιδευτικής διαδικασίας, περιλαμβάνοντας εκπαιδευτικό υλικό, ασκήσεις, καθώς και υλικό προετοιμασίας για τις επί τόπου εκπαιδευτικές δραστηριότητες σε ιστορικούς τόπους.

Η μεθοδολογία δοκιμάσθηκε και βελτιστοποιήθηκε μέσω της πραγματικής διδασκαλίας στο πλαίσιο των κύκλων μαθημάτων που ακολούθησαν του πειραματικού. Το εκπαιδευτικό υλικό προσαρμόσθηκε κατάλληλα, προκειμένου να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του εκπαιδευτικού εργαλείου ηλεκτρονικής μάθησης.

- **3^η Φάση: Ανάπτυξη και σχεδιασμός της πλατφόρμας ηλεκτρονικής μάθησης βάσει των αποτελεσμάτων της 1^{ης} και 2^{ης} φάσης**

Η πλατφόρμα ηλεκτρονικής μάθησης ήταν το αποτέλεσμα της ανάπτυξης των δύο προηγούμενων φάσεων, λαμβάνοντας υπ' όψιν τόσο τη σχηματοποίηση της λογικής δομής και της διδακτικής της e-μάθησης, όσο και τον κατάλληλο προγραμματισμό για το «ανέβασμα» του συνόλου του εκπαιδευτικού υλικού.



Σχήμα 68: Λογική δημιουργίας της πλατφόρμας ηλεκτρονικής μάθησης

Προκειμένου το εκπαιδευτικό εργαλείο να είναι εύχρηστο για χρήστες που δε διαθέτουν εξειδικευμένη εμπειρία στο γνωστικό αντικείμενο της προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς, όπως συμβαίνει στην περίπτωση των μαθητών μαζί με τους καθηγητές τους, κρίνεται σκόπιμο να συνοδεύεται από μία σειρά Εισαγωγών και Οδηγιών για κάθε θεματική ενότητα. Το εκπαιδευτικό εργαλείο θα μπορούσε επίσης να χρησιμοποιηθεί από τους φορείς που ασχολούνται με την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς, και για το λόγο αυτό οι Εισαγωγές και οι Οδηγίες αποτελούν χρήσιμο βοηθητικό - επεξηγηματικό στοιχείο.

Στις Εισαγωγές γίνεται αναφορά στο περιεχόμενο κάθε σχετικού τμήματος του εκπαιδευτικού εργαλείου και στις Οδηγίες παρέχονται χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με τη μελέτη κάθε ενότητας (διάρκεια, εξοπλισμός κ.λ.π.). Όλα τα παραπάνω αποτελούν το Εγχειρίδιο του εκπαιδευτικού εργαλείου, το οποίο είναι μεταφρασμένο σε έξι γλώσσες (αγγλικά, ιταλικά, εβραϊκά, αραβικά, ελληνικά, μαλτέζικα).

Το εκπαιδευτικό εργαλείο συνθέτουν τόσο ο βασικός κύκλος μαθημάτων όσο και προηγμένα θέματα, τα οποία ο χρήστης μπορεί να επιλέξει εάν επιθυμεί να εμβαθύνει σε συγκεκριμένες έννοιες. Ο βασικός κύκλος μαθημάτων είναι το βασικό υποχρεωτικό «μονοπάτι» που παρέχει το υλικό για όλα τα θέματα. Τα προηγμένα θέματα είναι προαιρετικά και μπορούν να ληφθούν (ή όχι) ανάλογα με την επιλογή

του χρήστη, από τη λίστα των προηγμένων θεμάτων που παρέχονται στο τέλος κάθε ενότητας. Αυτά επεκτείνουν τα θέματα του βασικού κύκλου μαθημάτων.

Η Προτεινόμενη διάρκεια του βασικού κύκλου μαθημάτων είναι 30 ώρες, περιλαμβάνοντας και τη μελέτη επί τόπου σύμφωνα με την Ενότητα «Υιοθετώ έναν τόπο». Ο βασικός κύκλος μαθημάτων είναι ο κύριος υποχρεωτικός κύκλος μαθημάτων. Τα προηγμένα θέματα μπορούν να ληφθούν ή όχι, ανάλογα με την απόφαση του σχολείου.

Τη δομή της πλατφόρμας ηλεκτρονικής μάθησης συνθέτουν έξι βασικές θεματικές ενότητες, οι οποίες υποδιαιρούνται σε επιμέρους θέματα. Κάθε θεματική ενότητα είναι αφιερωμένη σε συγκεκριμένο κομμάτι της σύγχρονης διεπιστημονικής προσέγγισης του γνωστικού πεδίου της Προστασίας Μνημείων. Όλες οι θεματικές ενότητες συνδέονται με την ενότητα «Υιοθετώ έναν τόπο».

Οι Θεματικές Ενότητες είναι οι ακόλουθες:

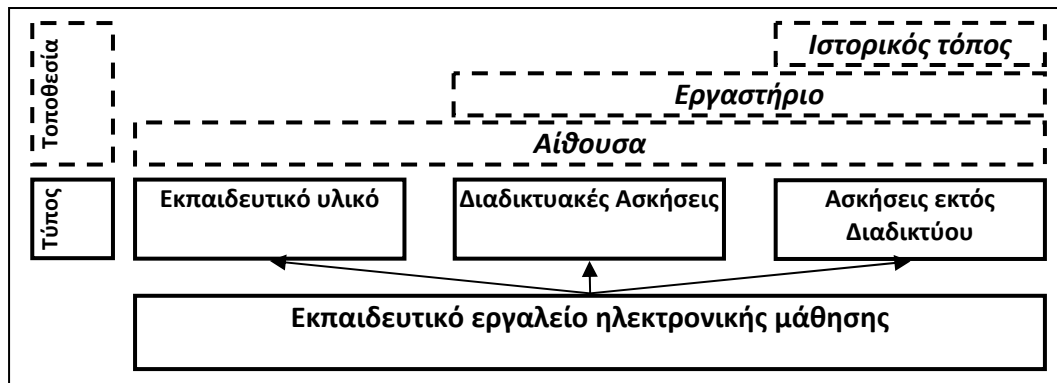
- **Αξίες και ευαισθητοποίηση**
- **Γνωρίζοντας τη δομημένη πολιτιστική κληρονομιά**
- **Φθορά και περιβάλλον**
- **Η διαδικασία της συντήρησης**
- **Παρακολούθηση και έλεγχος - διατήρηση**
- **Διαχείριση και χρήση.**

Οι Ενότητες πρέπει να μελετηθούν διαδοχικά και στο τέλος προτείνεται να μελετηθεί η ενότητα «Υιοθετώ έναν τόπο». Η Ενότητα αυτή βασίζεται στη γνώση και κατανόηση των εννοιών που αναπτύχθηκαν στις προηγούμενες έξι θεματικές ενότητες. Παρέχει τη δυνατότητα στους μαθητές να εφαρμόσουν τη γνώση που απέκτησαν σε έναν ιστορικό τόπο προκειμένου να τον κατανοήσουν, να καταγράψουν τα βασικά του χαρακτηριστικά, να διεξάγουν βασική ανάλυση, να συλλέξουν δεδομένα που βοηθούν στη διατήρηση του τόπου.

Προτείνεται το σχολείο να επιλέγει τον ιστορικό τόπο σε συνεργασία με τις αρμόδιες αρχές, οι οποίες είναι υπεύθυνες για τους ιστορικούς τόπους. Η τελική εργασία μπορεί να υποβληθεί από το σχολείο σε μία σχετική αρχή συντήρησης / πολιτιστικής κληρονομιάς με την ολοκλήρωση του κύκλου μαθημάτων. Η ιστοσελίδα παρέχει μία λίστα επαφών σε διάφορες χώρες στο τμήμα Ανάδραση. Κάθε σχολείο μπορεί να επιλέξει ένα ιστορικό τόπο κοντά στο σχολείο, εάν υπάρχει διαθέσιμος, για λόγους εύκολης λογιστικής.

Στην περίπτωση αυτή όλες οι εκτός Διαδικτύου επί τόπου εκπαιδευτικές δραστηριότητες μπορούν να λάβουν χώρα στον ίδιο τόπο. Αυτό θα μπορούσε να εμπλουτίσει το πεδίο της τεκμηρίωσης, της κατανόησης και της ανάλυσης του τόπου.

Οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες αφορούν στη μελέτη του εκπαιδευτικού υλικού (των παρουσιάσεων - διαλέξεων), καθώς και στην εξάσκηση της αποκτηθείσας γνώσης μέσω ασκήσεων, κουίζ, ερωτηματολογίων. Οι δραστηριότητες μπορούν να διεξαχθούν στην αίθουσα, στο εργαστήριο, καθώς και σε επιλεγμένο ιστορικό τόπο. Υπάρχει η δυνατότητα εκτέλεσης των ασκήσεων τόσο online αλλά και offline ακολουθώντας συγκεκριμένες οδηγίες που διατίθενται (Lobovikov-Katz et al., 2012).



Σχήμα 69: Τύπος και τοποθεσία του εκπαιδευτικού υλικού και των δραστηριοτήτων που παρέχονται από το εκπαιδευτικό εργαλείο ηλεκτρονικής μάθησης

Το εκπαιδευτικό εργαλείο παρέχει ευελιξία μέσω της πλατφόρμας ηλεκτρονικής μάθησης, η οποία παρέχει εύκολη πλοήγηση στο χρήστη και άμεση πρόσβαση σε όλο το εκπαιδευτικό υλικό, παρέχοντας ταυτόχρονα τη δυνατότητα διαδοχικής μαθησιακής προόδου.

Η πλατφόρμα ηλεκτρονικής μάθησης παρέχει εκπαιδευτικό υλικό πλούσιο σε γραφικά, εικόνες, φωτογραφίες, βίντεο και ηχητικά αρχεία. Παρέχει δυνατότητα πρόσβασης στο υλικό διαδικτυακά και εκτός διαδικτύου και παρέχει μεταφρασμένες τις οδηγίες και τα εισαγωγικά μέρη σε έξι γλώσσες (αγγλικά, ιταλικά, εβραϊκά, αραβικά, ελληνικά, μαλτέζικα). Το Σύστημα Διαχείρισης Περιεχομένου (Content Management System, CMS) χρησιμοποιεί τα αγγλικά ως γλώσσα διεπαφής.

Η πλατφόρμα ηλεκτρονικής μάθησης δοκιμάστηκε μέσω ενός πιλοτικού κύκλου μαθημάτων online που πραγματοποιήθηκε από σχολείο σε συνεργασία με έναν φορέα συντήρησης. Ο κύκλος μαθημάτων περιελάμβανε διαδικτυακές δραστηριότητες και πειράματα εκτός διαδικτύου, τα οποία διεξήχθησαν από μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης υπό την καθοδήγηση των καθηγητών τους, οι οποίοι συμβουλευτήκαν τις οδηγίες του εγχειριδίου. Οι καθηγητές χαρακτήρισαν το υλικό κατανοητό και εύκολα διαχειρίσιμο. Επιπρόσθετα, οι καθηγητές σε συνεργασία με το φορέα συντήρησης επέλεξαν τον τόπο για την επί τόπου εφαρμογή και οι μαθητές είχαν την ευκαιρία να εφαρμόσουν εκεί την αποκτηθείσα γνώση. Το τελικό προϊόν των μαθητών ήταν σχέδια και αποτελέσματα της επί τόπου μελέτης και της τεκμηρίωσης.

13.3. ΕΝΟΤΗΤΑ 1: ΑΞΙΕΣ ΚΑΙ ΕΥΑΙΣΘΗΤΟΠΟΙΗΣΗ

▪ ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αποτελεί νέο στοιχείο, το οποίο είναι απαραίτητο για την εισαγωγή της θεματικής ενότητας στους μαθητές, καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς τη φυσική παρουσία του καθηγητή. Στη συγκεκριμένη ενότητα, έχει την ακόλουθη μορφή:

Η Ενότητα 1 της ηλεκτρονικής πλατφόρμας αποτελεί την εισαγωγή στο σύνολο του εκπαιδευτικού εργαλείου, αλλά παράλληλα εστιάζει σε ορισμένες βασικές έννοιες. Σκοπός της ενότητας είναι να εισαγάγει στους μαθητές την έννοια της πολιτιστικής κληρονομιάς, τη σημασία της προστασίας της και την αφύπνιση και ευαισθητοποίηση του κοινού.

Περιγράφει την πολιτιστική κληρονομιά, τις γενικές κατηγορίες και από τι απαρτίζεται. Εισάγει την ιδέα της υλικής και άυλης κληρονομιάς, με έμφαση στην πλέον συνηθισμένη μορφή της, αυτή που συναντάται στην καθημερινή μας ζωή, αυτή που μας περιβάλλει, την αρχιτεκτονική ή δομημένη κληρονομιά.

Η Ενότητα εισάγει την ιδέα της αξίας της πολιτιστικής κληρονομιάς, στις κατηγορίες που περιλαμβάνει και στη σημασία της, και αναφέρεται στους λόγους που επιβάλλουν τη διατήρησή της. Θέτει το πλαίσιο κατανόησης του ευάλωτου της πολιτιστικής κληρονομιάς, την κατανόηση ότι η πολιτιστική κληρονομιά υπόκειται σε φθορά των υλικών και της δομής της, καθώς και των παραγόντων που είναι υπεύθυνοι για την φθορά της.

Η ενότητα συμβάλλει στην απόκτηση βασικών γνώσεων για τις αλλαγές που έχουν επέλθει στο γνωστικό διεπιστημονικό πεδίο της προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς, το οποίο συνδυάζει την τέχνη, την ιστορία, την αρχιτεκτονική, την οικοδομική, τη μηχανική, τη χημεία, τα μαθηματικά, τη φυσική, τη βιολογία κ.λ.π.

▪ ΟΔΗΓΙΕΣ

Αποτελεί νέο στοιχείο, το οποίο είναι απαραίτητο για χρήση από τους καθηγητές, καθώς παρέχει οδηγίες σχετικά με τη χρήση του εκπαιδευτικού εργαλείου. Στη συγκεκριμένη ενότητα, έχει την ακόλουθη μορφή:

Η ενότητα 1 είναι η πρώτη ενότητα του βασικού προγράμματος της ηλεκτρονικής πλατφόρμας. Πρέπει να προηγηθεί της μελέτης των υπολοίπων ενότητων και του “Υιοθετώ έναν τόπο”.

Η δομή της ενότητας φαίνεται στον ακόλουθο Πίνακα:

Διάρκεια ενότητας	3 ώρες
Αριθμός θεμάτων	5
Τοποθεσία	Αίθουσα διδασκαλίας
Απαιτούμενος εξοπλισμός	Ηλεκτρονικός υπολογιστής, συσκευή προβολής, σύνδεση με διαδίκτυο
Ειδικά σχόλια	Σύντομη επίσκεψη σε ιστορικά κτήρια στην περιοχή του σχολείου προτείνεται για το θέμα 1.5. Αν είναι εφικτό, προτείνεται η συνεννόηση με τις τοπικές αρχές του εν λόγω φορέα για την οργάνωση ξενάγησης

Η ενότητα 1 αποτελείται από 5 θέματα, τα οποία πρέπει να μελετηθούν ανεξάρτητα. Η προτεινόμενη διάρκεια μελέτης των θεμάτων της ενότητας 1 είναι:

1.1. Τι είναι πολιτιστική κληρονομιά;	Μέρος I	40 min
	Μέρος II	25 min
1.2. Γιατί πρέπει να διατηρήσουμε την πολιτιστική κληρονομιά;		30 min
1.3. Πως θα διατηρήσουμε την πολιτιστική κληρονομιά;		30 min
1.4. Μνημεία: Κοινωνική σημασία και αξιολογικές αντιφάσεις		15 min
1.5. Τεκμηρίωση της πολιτιστικής κληρονομιάς		30 min
Άσκηση 1:A		10 min

Με την ολοκλήρωση της ενότητας 1 θα έχει επιτευχθεί βασική ευαισθητοποίηση και κατανόηση των θεμάτων που άπτονται της συγκεκριμένης ενότητας.

▪ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ

Αποτελεί προϋπάρχον στοιχείο, το οποίο ωστόσο εμπλουτίζεται με εικόνες, παραδείγματα και επιπλέον επεξηγηματικό υλικό, ακολουθώντας τις ανάγκες και απαιτήσεις των μαθητών, όπως αυτές προέκυψαν κατά την αξιολόγηση του Πειραματικού Κύκλου Μαθημάτων, καθώς και των υπόλοιπων Κύκλων Μαθημάτων που διεξήχθησαν στη συνέχεια σε διάφορες χώρες της Μεσογείου. Το νέο στοιχείο είναι ότι περιλαμβάνει, εκτός από τα βασικά, και προηγμένα θέματα, τα οποία προορίζονται για τους μαθητές που επιθυμούν να εμβαθύνουν στο γνωστικό πεδίο.

Οι παρουσιάσεις που σύμφωνα με τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των μαθητών ήταν κατανοητές και ελκυστικές για τους μαθητές, κατάφεραν να κεντρίσουν το ενδιαφέρον τους και να τους ενεργοποιήσουν να μετάσχουν στην εκπαιδευτική διαδικασία, θέτοντας και απαντώντας σε ποικίλα ερωτήματα, διατηρούνται στο εκπαιδευτικό εργαλείο της πλατφόρμας ηλεκτρονικής μάθησης χωρίς καθόλου ή με μικρές αλλαγές και σε ορισμένες περιπτώσεις συνοδεύονται από ηχητικά αρχεία για την πληρέστερη παρουσίαση των εννοιών που θίγονται και την εισαγωγή των μαθητών στο πνεύμα και τη φιλοσοφία της διάλεξης.

Για τη συγκεκριμένη ενότητα, τα βασικά θέματα που θίγονται είναι:

- 1.1 Τι είναι πολιτιστική κληρονομιά: Ασχολείται με την έννοια της πολιτιστικής κληρονομιάς και τις κατηγορίες της. Δίνει παραδείγματα υλικής και άυλης κληρονομιάς, καθώς και κινητής και ακίνητης πολιτιστικής κληρονομιάς. Παρέχει βασική εισαγωγή στην πιο διαδεδομένη μορφή της πολιτιστικής κληρονομιάς, στην οποία εστιάζεται η μεθοδολογία, τη δομημένη (ή αρχιτεκτονική) κληρονομιά, την κληρονομιά που είναι γύρω μας, η οποία αποτελεί μέρος της καθημερινής μας ζωής.
- 1.2 Γιατί πρέπει να διατηρήσουμε την πολιτιστική κληρονομιά: Παρουσιάζει και εξηγεί μια σύνθετη αλληλεπίδραση μεταξύ των «αξιών»

της δομημένης κληρονομιάς και της φθοράς της και παρέχει τη βάση για την κατανόηση των λόγων που επιβάλλουν τη διατήρηση της δομημένης πολιτιστικής κληρονομιάς.

- *1.3 Πώς θα διατηρήσουμε την πολιτιστική κληρονομιά:* Αποτελεί εισαγωγή στο πεδίο της προστασίας της δομημένης πολιτιστικής κληρονομιάς σχετικά με τις αλλαγές που έχουν επέλθει στο πεδίο της προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς. Παρέχει εισαγωγή στο σύγχρονο διεπιστημονικό πεδίο της προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς που αναλύεται συστηματικά στις επόμενες ενότητες, ένα πεδίο που περιλαμβάνει διαφορετικούς τομείς, όπως τέχνη, ιστορία, αρχιτεκτονική, μηχανική, χημεία, μαθηματικά, φυσική, βιολογία.
- *1.4 Μνημεία: κοινωνική σημασία και αξιολογικές αντιφάσεις:* Αναφέρεται στο γεγονός ότι τα μνημεία εξυπηρετούν την ανάγκη του ανθρώπου για την καταγραφή της συλλογικής ιστορίας. Τα μνημεία παρέχουν έναν πλούτο γνώσεων και πρακτικών, τόσο κοινωνικών όσο και τεχνικών. Η αισθητική αξία, μια σημαντική ανθρώπινη ανάγκη, ικανοποιείται μέσα από τα μνημεία, ενώ ακόμα και η θέα των περισσότερων μνημείων αποτελεί συχνά και πηγή έμπνευσης. Επομένως, πρέπει να προωθηθεί η ευαισθητοποίηση και η ενθάρρυνση της ενεργούς συμμετοχής στην προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς. Η προστασία μνημείων μπορεί να συμβάλλει αποφασιστικά σε πολλούς τομείς όπως ο τουρισμός και η κοινωνικο-οικονομική ανάπτυξη.
- *1.5 Τεκμηρίωση της πολιτιστικής κληρονομιάς:* Αποτελεί μια επισκόπηση της τεκμηρίωσης στον πεδίο της προστασίας της δομημένης πολιτιστικής κληρονομιάς. Αναλύονται οι λόγοι για τους οποίους η τεκμηρίωση αποτελεί πολύτιμο εργαλείο για τις επεμβάσεις προστασίας και παρουσιάζονται επιλεγμένα παραδείγματα εφαρμογής της σε ιστορικά κτήρια.

Τα προηγμένα θέματα που θίγονται είναι:

- *1.6 Συντήρηση των μνημείων της Ακρόπολης στην Αθήνα σε συμβατότητα με και αναδεικνύοντας τις αξίες των μνημείων*
Η προσθήκη του συγκεκριμένου θέματος έγινε δεδομένης της σπουδαιότητας των μνημείων της Ακρόπολης τόσο σε εθνικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο, σε συνδυασμό με το ενδιαφέρον των μαθητών που αναδείχθηκε κατά την επί τόπου επιστημονική τους επίσκεψη στο πλαίσιο του πειραματικού κύκλου μαθημάτων.

Ενδεικτικά, η εμπλουτισμένη παρουσίαση για την ενότητα 1.1. εμπεριέχει πλήθος εικόνων και επεξηγήσεων για τους μαθητές. Η έννοια της πολιτιστικής κληρονομιάς παρουσιάζεται αναλυτικά, προκειμένου να διαφανεί ότι περιλαμβάνει διαφορετικούς τύπους «πολιτιστικών προϊόντων», τα οποία παράγονται ως αποτέλεσμα της ανθρώπινης δημιουργικής δραστηριότητας

διαφορετικών ειδών, από τέχνες και δεξιότητες μέχρι εξελιγμένη τεχνολογία. Τονίζεται ότι κατά το παρελθόν ο όρος πολιτιστική κληρονομιά περιελάμβανε κατά βάση τα κτήρια ή αλλιώς τα «ιστορικά μνημεία», ενώ με τον καιρό ο όρος επεκτάθηκε προκειμένου να συμπεριλάβει και άλλους τύπους κληρονομιάς, όπως την άυλη (θεατρική παράσταση, μουσική, χορός) καθώς και το κτήριο υπό μία ευρύτερη έννοια, συμπεριλαμβάνοντας τον περιβάλλοντα χώρο ή ακόμα και το ιστορικό τετράγωνο, την πόλη, το τοπίο κ.λ.π.

Παρουσιάζεται στους μαθητές ο ορισμός της UNESCO [UNESCO, 2008], σύμφωνα με τον οποίο η πολιτιστική κληρονομιά απαρτίζεται από τα ακόλουθα:

- Υλική πολιτιστική κληρονομιά
 - Κινητή πολιτιστική κληρονομιά (πίνακες ζωγραφικής, αγάλματα, νομίσματα, χειρόγραφα, παραδοσιακές φορεσιές κ.λ.π.)
 - Ακίνητη πολιτιστική κληρονομιά (μνημεία, αρχαιολογικοί τόποι κ.λ.π.)
 - Υποθαλάσσια πολιτιστική κληρονομιά (ναυάγια πλοίων, υποθαλάσσια ερείπια και πόλεις κ.λ.π.).

Ένα κτήριο ανήκει στην ακίνητη πολιτιστική κληρονομιά. Μπορεί να περιέχει, ωστόσο, μία συλλογή αντικειμένων πολιτιστικής κληρονομιάς (πίνακες, αγάλματα, σχέδια, έπιπλα) που ανήκουν στην κινητή πολιτιστική κληρονομιά. Η ζωγραφική ή τα αγάλματα, ωστόσο, μπορεί να αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι του κτηρίου, καθιστώντας τα μέρος της ακίνητης πολιτιστικής κληρονομιάς και σε καμία περίπτωση δεν μπορούν να απομακρυνθούν από το σημείο όπου βρίσκονται τοποθετημένα.



Μουσείο Kunsthistorisches, Βιέννη

Ένα ιστορικό κτήριο μπορεί να αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι ενός μεγαλύτερου αρχιτεκτονικού συνόλου ή ενός τοπίου:



Villa Pisani (Stra, Ιταλία)



Villa La Rotonda (Vicenza, Ιταλία)

Μία ολόκληρη πόλη μπορεί να χαρακτηριστεί ιστορικός - αρχαιολογικός τόπος είτε κατοικείται στη σύγχρονη εποχή είτε έχει εγκαταλειφθεί:



Βενετία, Ιταλία



Εθνικό Πάρκο Anvat, Ισραήλ

Τα ιστορικά κτήρια μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην καθημερινή ζωή ή να παραμείνουν ως ερείπια:



Μουσείο Rockefeller, Ιερουσαλήμ



Ρόδος

Επίσης, ένα ερείπιο μπορεί να αποκατασταθεί και να επανέλθει στην αρχική του χρήση ή να αποκτήσει νέα χρήση και λειτουργία:



Συναγωγή στην παλιά πόλη Acre, Ισραήλ

- Άυλη πολιτιστική κληρονομιά
 - Προφορικές παραδόσεις
 - Τέχνες
 - Τελετουργίες κ.ά.

Η άυλη πολιτιστική κληρονομιά (UNESCO, 2003) εμπεριέχει τις πρακτικές, τις αναπαραστάσεις, τις εκφράσεις, τη γνώση, τις δεξιότητες, καθώς και τα όργανα, τα αντικείμενα, τους πολιτιστικούς χώρους που συνδέονται με αυτά, τα οποία οι κοινότητες, οι ομάδες ή σε ορισμένες περιπτώσεις μεμονωμένα τα άτομα αναγνωρίζουν ως μέρος της πολιτιστικής τους κληρονομιάς.

Η άυλη πολιτιστική κληρονομιά μεταφέρεται από γενιά σε γενιά, σταθερά αναδημιουργείται από τις κοινωνίες και τις ομάδες σε ανταπόκριση με το περιβάλλον, την αλληλεπίδραση με τη φύση και την ιστορία και παρέχει την αίσθηση ταυτότητας και συνέχειας, προωθώντας το σεβασμό για την πολιτιστική πολυμορφία και την ανθρώπινη δημιουργικότητα.

Η άυλη και η υλική πολιτιστική κληρονομιά συνήθως είναι σε άμεση διασύνδεση μεταξύ τους. Για παράδειγμα, τα θέατρα (υλική κληρονομιά) οικοδομούνται προκειμένου να φιλοξενήσουν τις άυλες θεατρικές παραστάσεις.



Εξειδικεύοντας στη δομημένη - αρχιτεκτονική κληρονομιά, ορίζεται ως το σύνολο των μνημείων, των κτηρίων και των τόπων που παρουσιάζουν ιστορικό, αρχαιολογικό, καλλιτεχνικό, επιστημονικό, κοινωνικό ή τεχνικό ενδιαφέρον (Granada, 1985). Η ορολογία που χρησιμοποιείται ποικίλει, περιλαμβάνοντας τους όρους αρχιτεκτονικά μνημεία, ιστορικά μνημεία, ιστορικά κτήρια, ιστορικά κτήρια και τόποι.

Σύμφωνα με τη Χάρτα της Βενετίας (The Venice Charter, 1964), η έννοια ενός ιστορικού μνημείου περιλαμβάνει όχι μόνο το αρχιτεκτονικό έργο, αλλά και το αστικό ή αγροτικό περιβάλλον όπου βρίσκεται η μαρτυρία ενός πολιτισμού ή αξιοσημείωτης ανάπτυξης ή ενός ιστορικού γεγονότος. Αυτό έχει εφαρμογή όχι μόνο σε μεγάλα έργα τέχνης, αλλά και σε μικρότερου μεγέθους έργα, τα οποία έχουν αποκτήσει πολιτιστική σπουδαιότητα με το πέρασμα του χρόνου.

Τα στοιχεία που απαρτίζουν τη δομημένη κληρονομιά μπορεί να είναι:

- Ιστορικά τοπία
- Ιστορικές πόλεις και χωριά
- Αρχιτεκτονικά σύνολα
- κτήρια
- Κατασκευές (π.χ. γέφυρες)
- Αγάλματα, βρύσες κ.ά.
- Κήποι κ.ά.

Η δομημένη κληρονομιά σε γενικό επίπεδο απαρτίζεται από διαφορετικά στοιχεία, αλλά και κάθε κτήριο αποτελείται από διαφορετικά αρχιτεκτονικά στοιχεία. Τα αρχιτεκτονικά στοιχεία διατηρούν τη συνοχή του κτηρίου όχι μόνο από δομικής απόψεως (για παράδειγμα εάν αφαιρέσουμε μία κολώνα, η στέγη μπορεί να καταρρεύσει), αλλά και οπτικά. Για παράδειγμα, μπορείτε να φανταστείτε πώς θα έμοιαζε το ακόλουθο κτήριο αφαιρώντας τα αρχιτεκτονικά και διακοσμητικά στοιχεία του;



Ένα αρχιτεκτονικό σύνολο αποτελεί ένα σύμπλεγμα που απαρτίζεται από διάφορα στοιχεία, τα οποία είναι μεταξύ τους οπτικά ισορροπημένα. Τα στοιχεία αυτά μπορεί να είναι κτήρια, μικρά κτίσματα, σκάλες, βρύσες κ.λ.π. Ορισμένες φορές ένα σύνολο αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του περιβάλλοντός του (αστικού ή αγροτικού τοπίου). Συχνά τα αρχιτεκτονικά σύνολα αναπτύσσονται για μεγάλη χρονική περίοδο. Σε αυτή την περίπτωση, κάθε μεταγενέστερο στοιχείο προσθέτει στην ενότητα του συνόλου. Αυτό απαιτεί μία διαφοροποιημένη προσέγγιση για τη συντήρηση των επιμέρους τμημάτων, δίνοντας προσοχή στο καθένα από αυτά, διατηρώντας ωστόσο την ισορροπία του συνόλου και προσθέτοντας τις ιδιαίτερες αρχιτεκτονικές, ιστορικές, αισθητικές και άλλες αξίες.

Τα μεγάλα και μικρού μεγέθους στοιχεία των αρχιτεκτονικών συνόλων διασυνδέονται στενά μεταξύ τους. Για παράδειγμα, μπορούμε να προσεγγίσουμε ένα άγαλμα και να διαπιστώσουμε ότι αποτελεί ένα ανεξάρτητο έργο τέχνης. Ταυτόχρονα, το άγαλμα αποτελεί και τμήμα του αρχιτεκτονικού συνόλου, που απαρτίζεται από το παλάτι, τον κήπο και άλλα μικρά κτίσματα. Η πρόκληση φθοράς στο μικρό - σε σχέση με το σύνολο - άγαλμα θα οδηγήσει σε καταστροφή της οπτικά ισορροπημένης εικόνας του συνόλου.



Ένα ιστορικό κτήριο μπορεί να αποτελεί τμήμα ενός αρχιτεκτονικού συνόλου, συμπεριλαμβάνοντας πάρκα και κήπους και μπορεί να «αγκαλιάζει» ένα πάρκο με τα κτήριά του και την πόλη:



Ιταλία - Villa Pisani, Stra, Veneto



Βιέννη - Άποψη της πόλης από το Πάρκο
Shoenbrunn

Ένα αρχιτεκτονικό σύνολο μπορεί να περιλαμβάνει κτήρια, αγάλματα, πύργους και διάφορα άλλα στοιχεία:



Ιστορικά κτήρια, σκάλες, μικρότερα κτίσματα, πλατείες, βρύσες, κανάλια μπορεί να αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι ενός μεγαλύτερου αρχιτεκτονικού συνόλου, τα οποία δεν μπορούν να αφαιρεθούν χωρίς να διαταράξουν την αρχιτεκτονική ισορροπία του συνόλου:



Ρώμη, Ιταλία: Church Santissima Trinità
dei Monti - Spanish Steps - Piazza di
Spagna - Villa Medici



Βενετία, Ιταλία

Η ενότητα του συνόλου είναι σημαντική και στην περίπτωση των εσωτερικών χώρων των κτηρίων, αναφορικά με τις κουρτίνες, τα έπιπλα, τα διακοσμητικά αντικείμενα που πρέπει να ταιριάζουν με τον υπόλοιπο χώρο:



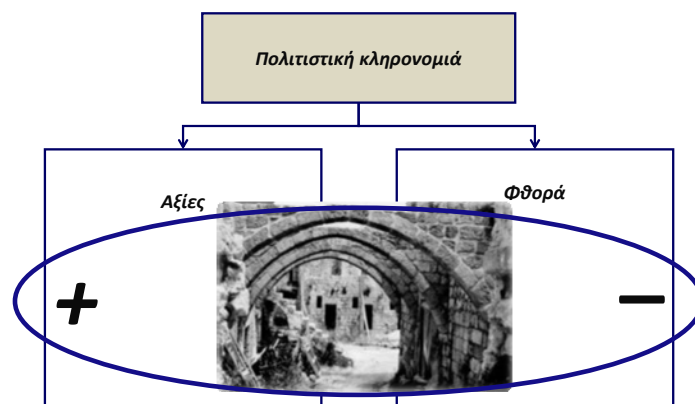
Albertina, Βιέννη

Το εσωτερικό του θεάτρου (Teatro Olimpico, Vicenza) αποτελεί μοναδικό παράδειγμα της δομημένης κληρονομιάς, που περιλαμβάνει όχι μόνο το κτήριο καθεαυτό, αλλά και το διάκοσμο του θεάτρου, ο οποίος δημιουργεί την αίσθηση ενός εξωτερικού χώρου:



Teatro Olimpico, Vicenza - Ιταλία

Στην εμπλουτισμένη παρουσίαση για την ενότητα 1.2. παρουσιάζεται σχηματικά η ισορροπία των θετικών (αξίες, που αποτελούν το λόγο διατήρησης) και των αρνητικών (φθορά των υλικών, που τείνει να εξαλείψει τις αξίες) στοιχείων που αφορούν στη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς:



Αναφορικά με τις αξίες, οι αποφάσεις και οι προσπάθειες διατήρησης της πολιτιστικής κληρονομιάς πραγματοποιούνται για λόγους αξίας για εμάς, γιατί για

παράδειγμα αισθανόμαστε άνετα σε ένα γνωστό αρχιτεκτονικό περιβάλλον ή απολαμβάνουμε την ομορφιά ενός ιστορικού κτηρίου ή γιατί ένα κτήριο αποτελεί αναπόσπαστο και σημαντικό κομμάτι της εικόνας μιας πόλης ή γιατί κάνουμε χρήση ιστορικών κτηρίων κ.λ.π.

Οι αξίες που διέπουν την αναγκαιότητα διατήρησης της πολιτιστικής κληρονομιάς αφορούν σε:

- αισθητική, αρχιτεκτονική, καλλιτεχνική αξία
- συνεισφορά στο αστικό / αγροτικό / φυσικό / πολιτιστικό τοπίο
- αρχαιολογική αξία
- τεχνολογική αξία
- συναισθηματική, συμβολική αξία
- θρησκευτική, πολιτική, ιστορική αξία
- οικονομική αξία.

Η βαρύτητα των αξιών σε κάθε περίπτωση συχνά αλλάζει με την πάροδο των χρόνων. Για παράδειγμα, ένα κτήριο που μπορεί να έχει χτιστεί για πολιτικούς λόγους, στη συνέχεια μπορεί να αποτελέσει ένα εμβληματικό κτήριο υψηλής αισθητικής, αρχιτεκτονικής και καλλιτεχνικής αξίας, καθώς σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε από αξιόλογους αρχιτέκτονες - καλλιτέχνες και μεταγενέστερα η ιστορική του αξία να υπερισχύσει έναντι των υπόλοιπων αξιών.



Βιέννη - Μία από τις σημαντικότερες αξίες του κτηρίου είναι η τεχνολογική. Ωστόσο, η «βιομηχανική άποψη» του εσωτερικού χώρου του κτηρίου προσδίδει ιδιαίτερη αρχιτεκτονική – ποιητική ατμόσφαιρα λόγω του συνολικού σχεδιασμού και των αναλογιών των επιμέρους στοιχείων, για παράδειγμα αισθητική της τεχνολογίας.



Αρχαιολογικός χώρος Avdat – Ισραήλ: Ορισμένες από τις βασικές αξίες που περιλαμβάνει είναι αισθητικές, αρχιτεκτονικές, καλλιτεχνικές, τοπίου, ιστορικές



Η αρχιτεκτονική του παρελθόντος επηρέασε την αρχιτεκτονική των παλαιότερων περιόδων και αποτελεί σημαντική πηγή γνώσης για τους σχετικούς

επαγγελματίες, οι οποίοι είναι σε θέση να «ανακατασκευάσουν» την εικόνα ενός ερειπωμένου ιστορικού κτηρίου με τη βοήθεια της ανάλυσης των επιμέρους τμημάτων που έχουν διατηρηθεί στο πέρασμα του χρόνου. Ταυτόχρονα, είναι σε θέση να κατανοήσουν καλύτερα το σύγχρονο αρχιτεκτονικό περιβάλλον στο οποίο ζούμε.

	<p>“Κάθετη” ιστορική επιρροή της αρχιτεκτονικής επιρροής του παρελθόντος στην αρχιτεκτονική νεότερων περιόδων.</p> <p>Ερέχθειο Σκίτσο: A. Lobonikov-Katz</p> <p>Ιστορικό νεοκλασικό κτήριο του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου (1837), με εμφανή την επιρροή του Ερέχθειου: σύγκριση των αναλογιών των ανοιγμάτων.</p>
<p>“Οριζόντια” αρχιτεκτονική επιρροή: ομοιότητα των κατασκευών της Ηρωϊδικής περιόδου ως προς τις συνολικές αναλογίες, το μέγεθος, και τον τύπο των λίθων. Οι ιστορικοί αυτοί τόποι διέπονται από το σύνολο των αξιών.</p> <p>Ιερουσαλήμ – Ισραήλ: Mahpelah Cave, Hebron and Temple Mount</p>	

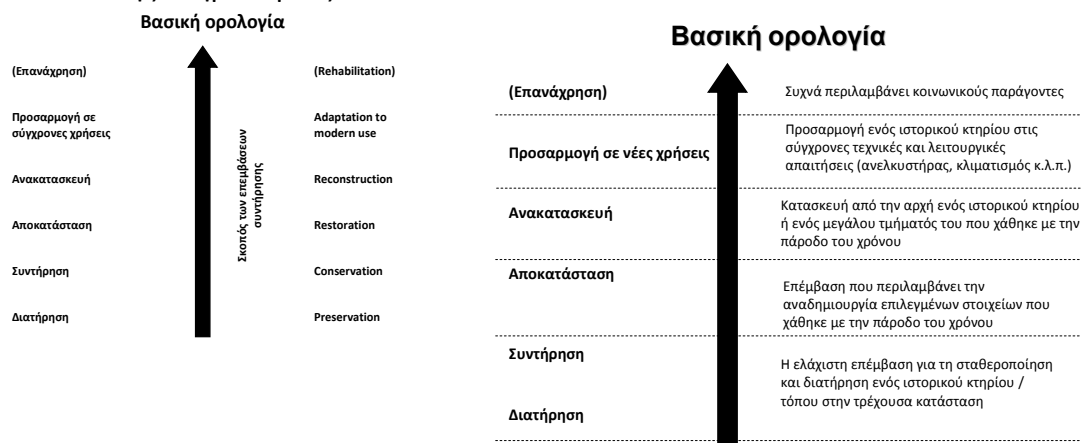
Οι αξίες των ιστορικών κτηρίων, στις οποίες κατά βάση οφείλεται η ομορφιά τους, μπορεί ταυτόχρονα να συνδέονται με τους παράγοντες που προξενούν σε αυτά φθορά.

<p>Το νερό αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι και σύμβολο της αρχιτεκτονικής ομορφιάς της Βενετίας, ωστόσο και σημαντικό</p>	<p>Ο ήλιος και το νερό της πηγής αποτελούν βασικά στοιχεία που συνθέτουν την ομορφιά του συνόλου, ωστόσο ευθύνονται για τη φθορά για παράδειγμα των αγαλμάτων που αποτελούν το σήμα κατατεθέν της πηγής (Court of Lions,</p>

παράγοντα φθοράς.	Γρανάδα, Ισπανία), τα οποία έχουν απωλέσει τα χαρακτηριστικά τους.
	
Ιερουσαλήμ	Βενετία
Αισθητική φθορά στην αρχιτεκτονική εικόνα λόγω της φθοράς των υλικών (ασβεστόλιθος) - λευκές και μαύρες κηλίδες και κρούστες ορατές στις προσόψεις	

Σύμφωνα με το εμπλουτισμένο υλικό για την ενότητα 1.3., η συντήρηση περιλαμβάνει όλες τις προσπάθειες που σχεδιάζονται για την κατανόηση της πολιτιστικής κληρονομιάς, τη γνωριμία με την ιστορία της και τις έννοιες που περιλαμβάνει, τη διατήρηση των υλικών της, την προβολή και αποκατάστασή της. Ο όρος πολιτιστική κληρονομιά περιλαμβάνει τα Μνημεία, τα κτήρια και τους τόπους πολιτιστικής αξίας, σύμφωνα με τον ορισμό της World Heritage Convention (The Nara document on authenticity, 1994).

Ακολουθεί η παράθεση της βασικής ορολογίας που χρησιμοποιείται για την περιγραφή των δραστηριοτήτων που στοχεύουν στη διατήρηση της δομημένης πολιτιστικής κληρονομιάς:



Η διατήρηση αποτελεί έναν γενικό όρο και, ομοίως με τη συντήρηση, μπορεί να καλύψει όλο το εύρος των δραστηριοτήτων που στοχεύουν στη διατήρηση της δομημένης κληρονομιάς.

Η ορολογία δέχεται τις επιδράσεις της τοπικής ιστορίας συντήρησης. Έτσι, η κοινή χρήση και η σημασία των όρων διαφέρουν ελαφρώς από χώρα σε χώρα. Ο όρος συντήρηση και αποκατάσταση χρησιμοποιείται ευρέως στην Ευρώπη (Μεγάλη Βρετανία και Γαλλία αντίστοιχα), ενώ ο όρος διατήρηση στις ΗΠΑ.

Τη συντήρηση συνθέτουν τα ακόλουθα:

- Μελέτη, τεκμηρίωση, έρευνα, ανάλυση του ιστορικού κτηρίου / τόπου επί τόπου και στο εργαστήριο
 - Πλάνο και στρατηγική της συντήρησης βάσει των αποτελεσμάτων της παραπάνω ανάλυσης
 - Καθεαυτές εργασίες συντήρησης
 - Φάση μετα – συντήρησης, που περιλαμβάνει την αποτίμηση της συντήρησης, την πρόληψη της φθοράς, τη διατήρηση
- Απαντώντας στο ερώτημα τι πρέπει να διατηρηθεί, η απάντηση αφορά σε:
- Υλικά
 - Δομή
 - Αξίες
- Απαντώντας στα ερωτήματα:
- πώς οι συντηρητές αποφασίζουν ποια μέρη του κτηρίου πρέπει να διατηρηθούν
 - τι γίνεται όταν ένα συγκεκριμένο τμήμα έχει φθαρεί σε μεγάλο βαθμό και «απειλεί» και τα υπόλοιπα μέρη του κτηρίου
 - πρέπει να αποκατασταθεί ή να απομακρυνθεί

Οι σύγχρονες αρχές της συντήρησης απαιτούν προσπάθειες για τη διατήρηση όλων των αξιών ενός ιστορικού κτηρίου και αποτρέπουν την απομάκρυνση επιμέρους τμημάτων. Η ακολουθούμενη προσέγγιση για τα ιστορικά κτήρια τα αντιμετωπίζει όχι μόνο ως αρχιτεκτονικά αριστουργήματα, αλλά και ως ιστορικές μαρτυρίες, λαμβάνοντας μέριμνα τα αυθεντικά χαρακτηριστικά και τις αξίες του.

Από τα μέσα του 20^{ου} αιώνα, διεθνείς χάρτες και συγκεκριμένες προδιαγραφές έχουν θεσπιστεί και υιοθετηθεί από τη διεθνή κοινότητα των συντηρητών, επιστημόνων, μηχανικών, τεχνιτών, προκειμένου να υπάρχουν διεθνείς κανόνες και αρχές, οι οποίες να διέπουν τα θέματα συντήρησης της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Στο παρελθόν, οι συντηρητές συχνά διατηρούσαν τα μέρη του κτηρίου που εκείνοι προτιμούσαν και κατέστρεφαν τμήματα ή στοιχεία που δε συμβάδιζαν για παράδειγμα με τις σύγχρονες αρχιτεκτονικές τάσεις.

Η προσέγγιση της διατήρησης και αποκατάστασης των Μνημείων έχει υποστεί περαιτέρω ανάπτυξη. Κατά την αποκατάσταση, για παράδειγμα, του Arch of Titus (Ρώμη, 1821 – 1823), οι αρχιτέκτονες Stern και Valadier εφάρμοσαν ορισμένες από τις αρχές της αποκατάστασης που σχηματοποιήθηκαν 140 χρόνια αργότερα στο Χάρτη της Βενετίας (1964)

- αποκατάσταση που βασίζεται σε ολοκληρωμένη έρευνα και ακριβή δεδομένα στην αρχική μορφή του κτηρίου
- ακριβή αποκατάσταση του συνολικού σχήματος βάσει της ανάλυσης και της έρευνας του κτηρίου επί τόπου
- διάκριση των νέων τμημάτων από τα αυθεντικά με τη χρήση παρόμοιου αλλά διαφορετικής υφής δομικού και διακοσμητικού υλικού.



Νέο - 19^{ος} αιώνας

Πολύ παλιό - 1^{ος} αιώνας



Arch of Titus, Ρώμη
Πριν και μετά την αποκατάσταση

Στη σύγχρονη εποχή, η διεπιστημονική προσέγγιση της συντήρησης περιλαμβάνει διαφορετικές θεματικές περιοχές (τέχνες, ιστορία, αρχιτεκτονική, τεχνολογία, μηχανική) και επιστημονική έρευνα σε διαφορετικά πεδία (χημεία, μαθηματικά, φυσική, βιολογία, νανο-υλικά). Υλικά και επεμβάσεις συντήρησης αναπτύσσονται ειδικά για τη συντήρηση των ιστορικών κτηρίων και τόπων, η δοκιμή των οποίων πραγματοποιείται σε εργαστηριακή κλίμακα. Ποικίλες προηγμένες τεχνικές διάγνωσης εφαρμόζονται στη συντήρηση των μνημείων, προκειμένου να γίνουν κατανοητά τα αίτια και οι τύποι της φθοράς.

Είναι σημαντικό ο καθένας - και όχι απλά οι εξειδικευμένοι επιστήμονες που ασχολούνται με το αντικείμενο - να προσεγγίζουν την πολιτιστική κληρονομιά δίνοντας προσοχή στις αξίες της και να είναι ευαισθητοποιημένοι.

▪ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Αποτελεί νέο στοιχείο, στοχεύοντας στην καλύτερη κατανόηση του θεωρητικού πλαισίου. Έχει τη μορφή ερωτηματολογίου, το οποίο περιλαμβάνει τις ακόλουθες ερωτήσεις:

- Από τι αποτελείται η πολιτιστική κληρονομιά;
- Γιατί πρέπει να διατηρήσουμε την πολιτιστική κληρονομιά;
- Ποιοι τύποι απαρτίζουν την υλική πολιτιστική κληρονομιά;
- Ποιος είναι ο κύριος ρόλος της τεκμηρίωσης και της διαγνωστικής μελέτης των Μνημείων στη συντήρηση;

▪ ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΗΧΟΥ

Αποτελεί νέο στοιχείο, το οποίο χρησιμοποιείται για την καλύτερη κατανόηση και επεξήγηση του θεωρητικού πλαισίου που περιλαμβάνεται στις παρουσιάσεις. Ο καθηγητής παρέχει περαιτέρω πληροφορίες και διευκρινίσεις προς τους μαθητές σχετικά με τις έννοιες που θίγονται και τα παραδείγματα που εξετάζονται, καθώς δεν είναι σε άμεση επαφή με τους μαθητές για να απαντήσει σε τυχόν απορίες τους.

13.4. ΕΝΟΤΗΤΑ 2: ΓΝΩΡΙΖΟΝΤΑΣ ΤΗ ΔΟΜΗΜΕΝΗ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑ

▪ ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αποτελεί νέο στοιχείο, το οποίο είναι απαραίτητο για την εισαγωγή της θεματικής ενότητας στους μαθητές, καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς τη φυσική παρουσία του καθηγητή. Στη συγκεκριμένη ενότητα, έχει την ακόλουθη μορφή:

Η Ενότητα 2 της ηλεκτρονικής πλατφόρμας ακολουθεί τη μελέτη της ενότητας 1 «Αξίες και ευαισθητοποίηση». Ο στόχος της ενότητας είναι να εξοικειωθεί ο μαθητής με την έννοια του κτηρίου, καθώς και με τα βασικά βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν για την πραγματοποίηση του στόχου αυτού (κατανόηση του κτηρίου, διάγνωση, δομικό σύστημα, χαρακτηρισμός υλικών και ρόλος τους στη συμπεριφορά των δομικών συστημάτων, κατανόηση ότι το κτήριο είναι ένα "ζωντανός οργανισμός" που αλλάζει καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του, στο οποίο πραγματοποιούνται παρεμβάσεις και απαιτείται ολοκληρωμένη διαγνωστική μελέτη για την κατάσταση της φθοράς του και τους μηχανισμούς με τους οποίους φθείρεται).

Η Ενότητα εξετάζει τα βασικά στοιχεία που αποτελούν τη δομημένη (αρχιτεκτονική) κληρονομιά, τα προβλήματα που απειλούν την πολιτιστική κληρονομιά, καθώς και τον τρόπο με τον οποίο προστατεύονται οι ιστορικές πόλεις, και διασφαλίζονται τα ιδιαίτερα ιστορικά, αρχιτεκτονικά και πολιτιστικά χαρακτηριστικά της.

Η Ενότητα παρουσιάζει τα ιστορικά δομικά συστήματα, τη συμπεριφορά τους κάτω από διάφορα φορτία και δράσεις καθώς και τα οικοδομικά υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τους. Ο αναγνώστης εξοικειώνεται με τις συνήθειες ζημιές που παρατηρούνται σε ιστορικές δομές που οφείλονται στους σεισμούς καθώς και με τις βασικές επιτόπιες τεχνικές χαρακτηρισμού και αποτίμησης ιδιοτήτων που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του τύπου κατασκευής της τοιχοποιίας.

Η Ενότητα εισάγει τους μαθητές στις βασικές κατηγορίες των ιστορικών δομικών υλικών που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των μνημείων στο πέρασμα των αιώνων. Εξετάζονται οι κύριες κατηγορίες δομικών υλικών, δηλαδή, λίθοι, κεραμικά και κονιάματα, που περιγράφονται όσον αφορά στην προέλευσή τους, την κατασκευή, τη διαμόρφωση, τις βασικές ιδιότητες και το χαρακτηρισμό τους. Παράλληλα, εξετάζονται τα ψηφιδωτά, ως ένα από τα κύρια ιστορικά διακοσμητικά υλικά.

Επιπρόσθετα, εξετάζεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται για την ανάλυση της σεισμικής απόκρισης των ιστορικών κατασκευών. Αναφέρονται τα βασικά βήματα της μεθοδολογίας της αντίστροφης μηχανικής προσέγγισης που απαιτείται για το σχεδιασμό και την κατασκευή αντισεισμικών κονιαμάτων αποκατάστασης συμβατών με τα ιστορικά δομικά υλικά.

Τέλος, στην ενότητα περιλαμβάνονται και μια σειρά από εργαστηριακές ασκήσεις σε μορφή επίδειξης, για την καλύτερη κατανόηση των θεωρητικών διαλέξεων. Αυτές αφορούν στη μελέτη της πορώδους δομής των υλικών, καθώς και της συμβατότητάς τους σε σχέση με το νερό και τα φαινόμενα μεταφοράς διαλυτών αλάτων.

▪ **ΟΔΗΓΙΕΣ**

Αποτελεί νέο στοιχείο, το οποίο είναι απαραίτητο για χρήση από τους καθηγητές, καθώς παρέχει οδηγίες σχετικά με τη χρήση του εκπαιδευτικού εργαλείου. Στη συγκεκριμένη ενότητα, έχει την ακόλουθη μορφή:

Η Ενότητα 2 ακολουθεί τη μελέτη της Ενότητας 1. Η δομή της έχει την ακόλουθη μορφή:

Διάρκεια ενότητας	4.5 ώρες
Αριθμός θεμάτων	7 και 1 σειρά εργαστηριακών ασκήσεων με την μορφή επίδειξης
Τοποθεσία	Αίθουσα διδασκαλίας
Απαιτούμενος εξοπλισμός	Ηλεκτρονικός υπολογιστής και συσκευή προβολής

Η Ενότητα 2 αποτελείται από 7 θέματα, τα οποία πρέπει να μελετηθούν με τη σειρά αρίθμησής τους και μια σειρά ασκήσεων για κατανόηση της πορώδους δομής των υλικών και του τρόπου με τον οποίο μεταφέρονται διαμέσου της πορώδους δομής τα διαλυτά άλατα. Η προτεινόμενη διάρκεια μελέτης του κάθε θέματος είναι η ακόλουθη:

Θέμα	Διάρκεια
2.1. Γνωρίζοντας το κτήριο - Εισαγωγή	15 min
2.2 Αρχιτεκτονική κληρονομιά και στρατηγικός σχεδιασμός για την προστασία της	15 min
2.3 Η ολοκλήρωση της τέχνης, των υλικών και της δομής στην αρχιτεκτονική κληρονομιά	15 min
2.4 Ιστορικά δομικά συστήματα – Συμπεριφορά και τυπικές βλάβες / τύποι δομικών στοιχείων και η επίδρασή τους στην συμπεριφορά των ιστορικών κατασκευών / μέθοδοι για την επιτόπια εξέταση ιστορικών κατασκευών	60 min
2.5 Ιστορικά δομικά υλικά: Λίθοι, κεραμικά, κονιάματα	60 min
2.6 Ιστορικά υλικά αρχιτεκτονικών επιφανειών: Ψηφιδωτά	15 min
2.7 Αντισεισμική προστασία μνημείων	45 min
2.7.1 Σεισμική απόκριση ιστορικών κατασκευών	
2.7.2 Κονιάματα αντισεισμικής προστασίας	
ΕΡΓ Η πορώδης δομή των υλικών και η μελέτη της συμβατότητάς τους σε σχέση με τα φαινόμενα μεταφοράς υγρασίας και διαλυτών αλάτων	45 min
2.α Επίδειξη της έννοιας της πυκνότητας – μετρήσεις πορώδους	
2.β Μελέτη της υγρομετρικής συμπεριφοράς των δομικών υλικών με υπέρυθρη θερμογραφία	
2.γ Η χρήση της υπέρυθρης θερμογραφίας για την αποτίμηση της συμβατότητας δομικών υλικών: Τα παραδείγματα της Αγίας Σοφίας και των Ενετικών Οχυρώσεων του Ηρακλείου	
ΠΡΟΗΓΜ	

Με την ολοκλήρωση της Ενότητας 2, ο αναγνώστης θα έχει κατανοήσει τα βασικά θέματα που εξετάζονται. Ειδικότερα, αναμένεται να αποκτηθούν:

- γνώσεις σχετικά με τη μεθοδολογία μελέτης ενός κτηρίου όσον αφορά στη διάγνωση, το χαρακτηρισμό των δομικών υλικών και του δομικού συστήματος, τη φθορά και τις απαιτούμενες επεμβάσεις συντήρησης
- αφύπνιση σχετικά με το σεβασμό και την προστασία των ιστορικών πόλεων, όσον αφορά στην ιστορική, αρχιτεκτονική και πολιτιστική τους ταυτότητα.

Οι μαθητές εκπαιδεύονται στην παρατήρηση ιστορικών κατασκευών, όχι μόνο από την άποψη της τέχνης, αλλά αντιμετωπίζοντάς τες ως «ζωντανούς οργανισμούς» που υπόκεινται σε φθορά και βλάβες, πρέπει να μελετηθούν και να προστατευθούν προκειμένου να διατηρηθούν.

▪ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ

Αποτελεί προϋπάρχον στοιχείο, το οποίο ωστόσο εμπλουτίζεται με εικόνες, παραδείγματα και επιπλέον επεξηγηματικό υλικό, ακολουθώντας τις ανάγκες και απαιτήσεις των μαθητών, όπως αυτές προέκυψαν κατά την αξιολόγηση του Πειραματικού Κύκλου Μαθημάτων, καθώς και των υπόλοιπων Κύκλων Μαθημάτων που διεξήχθησαν σε διάφορες χώρες της Μεσογείου. Το νέο στοιχείο είναι ότι περιλαμβάνει, εκτός από τα βασικά, και προηγμένα θέματα, τα οποία προορίζονται για τους μαθητές που επιθυμούν να εμβαθύνουν στο γνωστικό πεδίο.

Για τη συγκεκριμένη ενότητα, τα βασικά θέματα που θίγονται είναι:

- *2.1 Γνωρίζοντας το κτήριο:* Εξετάζονται τα βασικά βήματα προκειμένου να κατανοηθεί η έννοια του κτηρίου. Αυτά αφορούν στην αντίληψη του κτηρίου, στη διάγνωση, στη μελέτη του δομικού συστήματος, στο χαρακτηρισμό των υλικών και στο ρόλο που έχουν στη συμπεριφορά των δομικών συστημάτων. Με τον τρόπο αυτό γίνεται αντιληπτό ότι το κτήριο είναι ένα "ζωντανός οργανισμός" που - όπως και στους ανθρώπους - επέρχονται αλλαγές κατά την διάρκεια της ζωής του έτσι, ώστε μετά από μια ολοκληρωμένη διαγνωστική μελέτη σχεδιάζονται και υλοποιούνται οι κατάλληλες επεμβάσεις προστασίας και συντήρησής του.
- *2.2 Δομημένη κληρονομιά – στρατηγικός σχεδιασμός για την προστασία της:* Το θέμα αυτό εξετάζει τα στοιχεία που απαρτίζουν την αρχιτεκτονική κληρονομιά. Η πολιτιστική κληρονομιά περιλαμβάνει διάφορες αξίες, όπως η ιστορική, επιστημονική, αισθητική, οικονομική, την ποιότητα ζωής, τη διατήρηση της πολιτιστικής ταυτότητας. Υπάρχουν πολλά προβλήματα που απειλούν την πολιτιστική κληρονομιά, όπως η φυσική φθορά, η ατμοσφαιρική ρύπανση, οι λειτουργίες των σύγχρονων πόλεων, οι φυσικές καταστροφές, η ανθρώπινη επέμβαση, οι οικονομικές εξελίξεις. Η προστασία των ιστορικών πόλεων θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τον αναπτυξιακό σχεδιασμό και την αναβάθμιση της ποιότητας της ζωής στις πόλεις. Επιπλέον, η

αποκατάσταση κτηρίων και η επαναχρησιμοποίηση τους πρέπει να είναι συμβατές με το ιστορικό πλαίσιο που αντιπροσωπεύουν. Η προστασία των ιστορικών πόλεων θα πρέπει να περιλαμβάνει την τεκμηρίωση και αξιολόγηση πριν από την εφαρμογή της κάθε παρέμβασης. Είναι σημαντικό να λειτουργεί ένας μόνιμος τοπικός φορέας για διάχυση των επιστημονικών και τεχνικών γνώσεων για μια συνεχή ανταλλαγή απόψεων με τους κατοίκους. Αυτός ο φορέας θα πρέπει να σέβεται τον ιδιαίτερο ιστορικό, αρχιτεκτονικό και πολιτιστικό χαρακτήρα της πόλης. Το αναμενόμενο αποτέλεσμα είναι οι μαθητές να κατανοήσουν τα βασικά στοιχεία της πολιτιστικής κληρονομιάς και να αφυπνιστούν σχετικά με τις διαδικασίες προστασίας των ιστορικών πόλεων και διατήρησης του ιστορικού, αρχιτεκτονικού και πολιτιστικού τους χαρακτήρα.

- *2.3 Η ολοκλήρωση της τέχνης, των υλικών και της δομής στην αρχιτεκτονική κληρονομιά:* Τα ιστορικά κτήρια και οι κατασκευές γενικότερα που συνθέτουν την αρχιτεκτονική κληρονομιά διέπονται από διαφορετικές αξίες και συνδυάζουν την τέχνη, την τεχνολογία και τα υλικά. Συχνά τα δομικά στοιχεία, των οποίων ο κύριος ρόλος είναι να διασφαλίσουν την σταθερότητα του κτηρίου, αποκτούν καλλιτεχνική μορφή. Σε αυτές τις περιπτώσεις τα δομικά στοιχεία έχουν διττή αποστολή: την τεχνολογική/ δομική και την καλλιτεχνική/αρχιτεκτονική. Μέσα από παραδείγματα γίνεται φανερός ο "διττός" αισθητικός-τεχνολογικός ρόλος των δομικών στοιχείων, καθώς και ο δομικός ρόλος κάποιων αρχιτεκτονικών στοιχείων. Στοχεύει στη βασική κατανόηση της ακεραιότητας της τέχνης, των υλικών και της δομής της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς.
- *2.4 Ιστορικά δομικά συστήματα – συμπεριφορά και τυπικές βλάβες – μέθοδοι για την επιτόπια εξέταση ιστορικών κατασκευών:* Το θέμα έχει στόχο να φέρει τους μαθητές σε επαφή με τις βασικές παραμέτρους των ιστορικών δομικών συστημάτων, καθώς και με τη συμπεριφορά τους κάτω από διάφορα φορτία και δράσεις. Αναφέρονται τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ιστορικών κατασκευών και παρουσιάζονται οι τρόποι με τους οποίους τα υλικά συνδυάζονται για να χτισθεί μια τοιχοποιία. Στη συνέχεια, εξηγούνται τα βασικά μηχανικά χαρακτηριστικά της τοιχοποιίας (η οποία υπόκειται σε φόρτιση υπό θλίψη ή εφελκυσμό). Παρουσιάζεται επίσης μια απλουστευμένη περιγραφή του φαινομένου του σεισμού. Στη συνέχεια, εξηγούνται οι πιο συχνές βλάβες που παρατηρούνται σε ιστορικές δομές λόγω σεισμών και δίνονται παραδείγματα (με φωτογραφίες). Στο πλαίσιο αυτό, παρουσιάζεται ένας από τους τρόπους που εφευρέθηκε από τους παλιούς μάστορες για την προστασία των κατασκευών τους από τις σεισμικές δονήσεις (ενίσχυση με ξύλο) και εξηγείται ο ρόλος των ξύλων στις δομές. Τέλος, τονίζεται η σημασία της τεκμηρίωσης του δομικού συστήματος με επιτόπιες μη-καταστρεπτικές τεχνικές και ειδικότερα με το γεωραντάρ και την ενδοσκοπία, που επιτρέπουν την αναγνώριση του

τύπου κατασκευής της τοιχοποιίας. Το αναμενόμενο αποτέλεσμα είναι οι μαθητές να κατανοήσουν τις βασικές έννοιες της ιστορικής κατασκευής, του δομικού συστήματος, των δομικών υλικών, του τύπου της τοιχοποιίας, της μηχανικής συμπεριφοράς των δομών σε φορτίσεις θλίψης, εφελκυσμού, διάτμησης και σεισμικών δονήσεων. Έτσι, θα μάθουν να παρατηρούν τις ιστορικές κατασκευές όχι μόνο ως αντικείμενα τέχνης (ελκυστικά από αισθητική άποψη) αλλά και ως «ζωντανούς» οργανισμούς που υπόκεινται σε φθορά, διάβρωση κλπ και επομένως ως αντικείμενα που απαιτούν τεκμηρίωση και ανάλυση της συμπεριφοράς τους για να προστατευθούν κατάλληλα



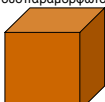
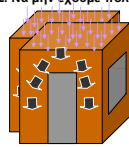
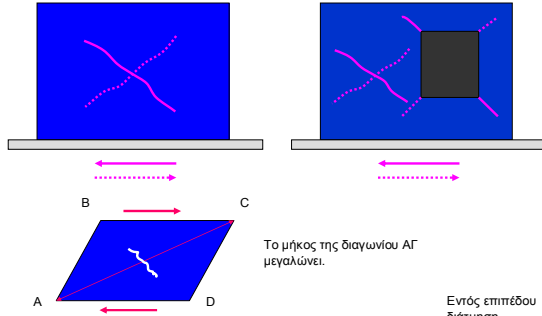
- *2.5 Ιστορικά δομικά υλικά - λίθοι, κεραμικά, κονιάματα:* Το θέμα εξετάζει τις βασικές κατηγορίες των ιστορικών δομικών υλικών που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των μνημείων στο πέρασμα των αιώνων. Εξετάζει την εξέλιξη τους και τα κριτήρια επιλογής τους. Οι κύριες κατηγορίες, πέτρες, κεραμικά και κονιάματα περιγράφονται λεπτομερώς, όσον αφορά την προέλευσή τους, την κατασκευή, την διαμόρφωση, τις βασικές ιδιότητες και τον ο χαρακτήρισμό τους. Το αναμενόμενο αποτέλεσμα είναι η κατανόηση των βασικών ιδιοτήτων που πρέπει να έχει ένα δομικό υλικό για να επιλεγεί και χρησιμοποιηθεί ως δομικό υλικό
- *2.6 Ιστορικά υλικά αρχιτεκτονικών επιφανειών – Ψηφιδωτά:* Το θέμα εξετάζει ένα από τα κύρια ιστορικά διακοσμητικά υλικά, τα ψηφιδωτά. Τα ψηφιδωτά είναι αρχιτεκτονικές επιφάνειες που καλύπτονται από ένα διακοσμητικό στρώμα από ψηφίδες (μικρά κομμάτια από χρωματιστό γυαλί, πέτρα ή άλλα υλικά) που επικολλούνται στην επιφάνεια με τη χρήση κονιάματος. Τα ψηφιδωτά υπόκεινται σε φθορά από διάφορους περιβαλλοντικούς παράγοντες, ιδίως αυτά που είναι εκτεθειμένα στο εξωτερικό του κτιρίου. Η συντήρηση των ψηφιδωτών μπορεί να διαφέρει σε έκταση, από την ελάχιστη επιτόπια συντήρηση έως την πλήρη αφαίρεση του ψηφιδωτού, την συντήρηση των ψηφίδων στο εργαστήριο, την αντικατάσταση των κονιαμάτων βάσης και επανατοποθέτησης του στην επιφάνεια. Η παρουσίαση αυτή αναλύει τα σχετικά βήματα. Το αναμενόμενο αποτέλεσμα είναι να αντιληφθεί ο μαθητής τα βασικά χαρακτηριστικά των ψηφιδωτών και της φθοράς στην οποία υπόκεινται, καθώς και των τεχνικών συντήρησής τους.
- *2.7. Αντισεισμική προστασία μνημείων – σεισμική απόκριση ιστορικών κατασκευών:* Το θέμα αναφέρεται στη μεθοδολογία που χρησιμοποιείται για την εξέταση της σεισμικής ιστορικών κατασκευών. Παρουσιάζονται η εμπειρική εκτίμηση της συμπεριφοράς της δομής, η σταθεροποίηση και ανακατασκευή της για βελτίωση της σεισμικής της απόκρισης και η εγκατάσταση ενός δικτύου επιταχυνσιογράφων για την καταγραφή πραγματικών δεδομένων σε ιστορικές κατασκευές. Το αναμενόμενο αποτέλεσμα είναι να αποκτηθεί γνώση σχετικά με την ολοκληρωμένη μελέτη της σεισμικής απόκρισης ιστορικών δομών. Επιπρόσθετα, το

Θέμα παρουσιάζει τα βασικά βήματα της μεθοδολογίας αντίστροφης μηχανικής που απαιτείται για το σχεδιασμό και την κατασκευή κονιαμάτων αποκατάστασης αντισεισμικής προστασίας συμβατά με τα ιστορικά δομικά υλικά και εξηγεί πώς τα κονιάματα αυτά εφαρμόζονται πιλοτικά σε τοιχοποιίες για την μελέτη της δυναμικής συμπεριφοράς τους.

Τα προηγμένα θέματα που θίγονται είναι:

- 2.8 Διαγνωστική μελέτη των ψηφιδωτών της Αγίας Σοφίας

Ενδεικτικά, στο εμπλουτισμένο εκπαιδευτικό υλικό που αφορά στα ιστορικά δομικά συστήματα παρουσιάζονται τα ακόλουθα:

<h3>ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΔΟΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ</h3> <p>Σε όλες τις περιοχές της Γης, οι ανθρώπινες κοινωνίες κατασκεύαζαν και κατασκεύαζαν ΔΟΜΗΜΑΤΑ, για να προστατευθούν από καιρικές συνθήκες. Ξύλα, κλπ., καθώς και για να στεγάσουν την ιδιωτική και την κοινωνική τους ζωή. Όταν σε μια περιοχή αναπτύσσεται ένας τύπος κτηρίου, ο οποίος εφαρμόζεται (με ή χωρίς παραλλαγές) για μια ορισμένη περίοδο, τότε έχουμε ένα ΔΟΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ. ΙΣΤΟΡΙΚΟ δομικό σύστημα το αποκαλούμε εμείς, επειδή έχει αναπτυχθεί στο παρελθόν. Ο οικισμός στον οποίον έχει εφαρμοσθεί το ιστορικό δομικό σύστημα είναι ένας ΙΣΤΟΡΙΚΟΣ ΟΙΚΙΣΜΟΣ.</p> <p>ΤΙ ΣΗΜΑΙΝΕΙ ΔΟΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ: Ένα δομικό σύστημα χαρακτηρίζεται από:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των κτηρίων (πέτρα, ωμόπλινθοι, οπτόπλινθοι, κονίαμα, ξύλο, σκυρόδεμα, χάλυβας, ...) • Από την αρχιτεκτονική διαμόρφωση των κτηρίων, η οποία εξαρτάται από πλήθος κοινωνικών, οικονομικών παραμέτρων, καθώς και από κλιματικές συνθήκες, κλπ. • Από τις δράσεις που ασκούνται στα κτήρια (μόνον το βάρος της κατασκευής και τα φορτία λειτουργίας ή/και σεισμός, ολισθαίνον έδαφος, άνεμος, ...) • Από το είδος των στοιχείων και από την μεταξύ τους σύνδεση. Αυτά συντίθενται σε ένα σύνολο, το οποίο λειτουργεί για την ασφαλή μεταφορά όλων των δράσεων από εκεί όπου ασκούνται μέχρι το έδαφος. 	<h3>Ιστορικά δομικά συστήματα στην Ελλάδα</h3> <p>ΥΛΙΚΑ: Λίθοι, ωμόπλινθοι, Οπτόπλινθοι Κονίαμα (για τη σύνδεση τους) Ξύλο (ξύλοδεσιές), μέταλλο (ελκυστήρες)</p> <p>Τοιχοποιία</p> <p>Ενίσχυση τοιχοποιίας</p> <p>Τρόποι δόμησης (στις όψεις):</p>  <p>Ξηρολιθοδομή (ξηρολιθά) (Σπάνια)</p> <p>Ομοπλινθοδομή</p>
<h3>Ιστορικά δομικά συστήματα στην Ελλάδα</h3>  <p>Αργολιθοδομή</p> <p>Πλινθοπερικλειστή</p> <p>Ημιάσμητη ή Άσμητη</p> <p>Τρίσηρη (ή ποικίλων) τοιχοποιία: Γενικός όρος, ο οποίος περιλαμβάνει μεγάλη ποικιλία κατασκευαστικών τύπων και συνδυασμού υλικών</p> <p>Τρόποι δόμησης (κατά το πάχος)</p>	<h3>Ο ρόλος του κονιαμάτος</h3> <p>Συνδέει τους λίθους μεταξύ τους / εξομαλύνει τις ακμές των λίθων / κλείνει τα κενά (αέρας / νερό / θερμοκρασία / έντομα)</p> <p>Είναι όμως το ασθενές υλικό!!!</p> <p>Ευτυχώς, η αντοχή της τοιχοποιίας κυμαίνεται μεταξύ των δύο</p> <p>20-100 MPa</p> <p>1-5 MPa</p> <p>Αλλά, Πολύ μικρή (εξαρτάται κυρίως από την αντοχή του κονιαμάτος)</p> <p>Επιπλέον, Θραύση για πολύ μικρή παραμόρφωση (1,0-1,5mm για τοίχο ύψους 1m)</p> <p>Επομένως, η τοιχοποιία τα πάει καλά με τη θλίψη, αλλά πολύ άσχημα με τον εφελκυσμό.</p>
<h3>Γι' αυτό έχουν μεγάλη σημασία τα ακόλουθα</h3> <p>1. Η λειτουργία κιβωτίου Το πλήρες ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο (τοίχοι και πατώματα ή πάτωμα και στέγη) είναι δυσπαραμόρφωτο. Αν αρχίσουμε να «αφαιρούμε» έδρες (π.χ. έχει καταρρεύσει η στέγη), τότε το κιβώτιο γίνεται πιο ευπαράμορφο. Άρα, είναι πιθανότερο να παρουσιάσει βλάβες η τοιχοποιία Το ίδιο συμβαίνει, αν οι τοίχοι δεν είναι καλά δεμένοι στις γωνίες του κτηρίου.</p>  <p>2. Να μην έχουμε πολύ μεγάλα ανοίγματα (πόρτες και παράθυρα) Μειώνεται η διαθέσιμη διατομή της τοιχοποιίας και η ροή των δυνάμεων παρεκκλίνει από την (ευμενή) κατακόρυφη πορεία της</p> 	<h3>Ο σεισμός</h3>  <p>Το μήκος της διαγωνίου ΑΓ μεγαλώνει.</p> <p>Εντός επιπέδου διάτμησης</p>

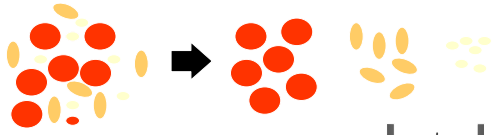
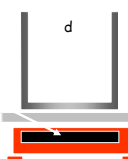
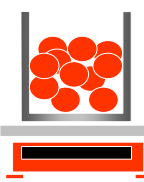
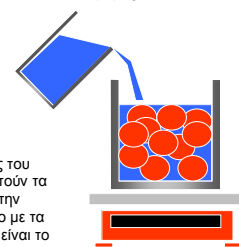
<p style="text-align: center;">Ο σεισμός</p> <p style="text-align: center;">Κίνηση του εδάφους</p> <p style="text-align: right;">Μ η μάζα του κτηρίου</p> <p style="text-align: center;">«Δύναμη» οριζόντια (και κατακόρυφη)</p> <p style="text-align: center;">ίσα</p> <p style="text-align: center;">Απλουστευτικά, λέμε ότι για επιτάχυνση του σεισμού αθ, επιβάλλεται στο κτήριο μια «αδρανειακή δύναμη», $F=(αg)MMη$</p>	<p style="text-align: center;">Ο σεισμός</p>
<p style="text-align: center;">Ο σεισμός</p> <p style="text-align: center;">Εκτός επιπέδου κάμψη</p>	<p style="text-align: center;">Η χρήση του ξύλου</p> <p style="text-align: center;"><i>Υπάρχει τρόπος να βελτιώσουμε την συμπεριφορά των ιστορικών κτηρίων και, επομένως, να περιορίσουμε αυτές τις βλάβες;</i></p> <p>Παράδειγμα:</p> <p>Εμφεκτισμός στο ξύλο. Η αντοχή του είναι πολύ μεγάλη. Έτσι, είτε δεν επιτρέπει στην ρωγή να εκδηλωθεί ή (αν εκδηλωθεί) δεν της επιτρέπει να ανοίξει πολύ.</p> <p>Άραγε, το ήξεραν αυτό οι παλαιά Οικοδόμοι; Το ήξεραν και το εφαρμόζαν συστηματικά, τουλάχιστον από το 2500 π.Χ.</p>
<p style="text-align: center;">Η χρήση του ξύλου</p> <p style="text-align: center;">Ο πολλαπλός ρόλος των ξύλινων ενισχύσεων</p> <p>Ομοιόμορφη κατανομή φορτίων</p> <p>Σύνδεση περιμετρικών με εσωτερικούς τοίχους</p> <p>Σύνδεση παρειών τοίχου</p> <p>Ενίσχυση περιοχής ανοιγμάτων</p> <p>Ρόλος οπλισμού</p>	<p style="text-align: center;">Η χρήση του ξύλου</p> <p>Το κακό είναι ότι το ξύλο δεν έχει απεριόριστο χρόνο ζωής. Υπό σταθερές συνθήκες υγρασίας, έχει μεγάλη διάρκεια ζωής. Υπό μεταβαλλόμενη υγρασία και όταν αυτή υπερβαίνει ένα ορισμένο ποσοστό, βιολογική προσβολή και αποσάθρωση του ξύλου. Όχι μόνον χάνουμε τον θετικό του ρόλο, αλλά μας μένουν και κενά, τα οποία αποτελούν περιοχές αδυναμίας για το κτήριο.</p>

■ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Αποτελεί νέο στοιχείο, στοχεύοντας στην καλύτερη κατανόηση του θεωρητικού πλαισίου. Έχει τη μορφή εργαστηριακών επιδείξεων, περιλαμβάνοντας τα ακόλουθα:

- Η πορώδης δομή των υλικών και η μελέτη της συμβατότητάς τους σε σχέση με τα φαινόμενα μεταφοράς υγρασίας και διαλυτών αλάτων
 - Επίδειξη της έννοιας της πυκνότητας – μετρήσεις πορώδους
 - Μελέτη της υδρομετρικής συμπεριφοράς των δομικών υλικών με υπέρυθρη θερμογραφία
 - Η χρήση της υπέρυθρης θερμογραφίας για την αποτίμηση της συμβατότητας δομικών υλικών: τα παραδείγματα της Αγίας Σοφίας και των Ενετικών Οχυρώσεων του Ηρακλείου

Ενδεικτικά, για τη μέτρηση της πυκνότητας και του πορώδους προτείνεται η ακόλουθη εργαστηριακή επίδειξη:

<p>[Απατούμενα υλικά: Χαλίκια διαφόρων μεγεθών, νερό, δοχείο, χάρακας, ζυγαριά]</p> <p>Βήμα 1. Χωρίστε τα χαλίκια σε τρία ή τέσσερα παρόμοια μεγέθη</p>  <p>Βήμα 2. Ζυγίστε το άδειο δοχείο (W_0) Μετρήστε τη διάμετρο του δοχείου (d)</p> 	<p>Βήμα 3. Γεμίστε το δοχείο με μεγάλα χαλίκια. Μην το κουνάτε. Ζυγίστε το δοχείο μαζί με τα χαλίκια. Αυτό είναι το βάρος W_1</p>  <p>Βήμα 4. Σιγά σιγά ρίξτε νερό εντός του δοχείου μέχρι να σκεπαστούν τα χαλίκια που βρίσκονται στην κορυφή. Ζυγίστε το δοχείο με τα χαλίκια και το νερό. Αυτό είναι το βάρος W_2</p> 
<p>Βήμα 5. Υπολογίστε τη φαινόμενη πυκνότητα των μεγάλων χαλικιών</p> $\rho_b = \frac{\text{Βάρος χαλικιών}}{\text{Φαινόμενος όγκος χαλικιών}} = \frac{W_1 - W_0}{\pi \frac{d^2}{4} H}$ <p>Βήμα 6. Υπολογίστε την πραγματική πυκνότητα των μεγάλων χαλικιών</p> $\rho_s = \frac{\text{Βάρος χαλικιών}}{\text{Πραγματικός όγκος χαλικιών}} = \frac{W_1 - W_0}{\pi \frac{d^2}{4} H - (W_2 - W_1) / \rho_{water}}$ <p>Βήμα 7. Επαναλάβετε τα βήματα 3-6 για τις υπόλοιπες ομάδες χαλικιών. Συζητήστε τα αποτελέσματα των μετρήσεων της πυκνότητας που λαμβάνονται.</p>	<p>Βήμα 8. Υπολογίστε το πορώδες ενός «κυλινδρικού χαλικιού», προσμοιάζοντας τη μικροδομή ενός πορώδους λίθου</p> $P = \frac{\text{Όγκος πόρων}}{\text{Ολικός όγκος}} = \frac{(W_2 - W_1) / \rho_{water}}{\pi \frac{d^2}{4} H}$ <p>Βήμα 9. Επαναλάβετε το βήμα 8 για όλα τα μεγέθη χαλικιών. Συζητήστε τις λαμβανόμενες τιμές του πορώδους</p> <p>Βήμα 10. Αναμείξτε όλα τα χαλίκια</p> <p>Βήμα 11. Επαναλάβετε τα βήματα 3-6. Ανακινήστε καλά και ρίξτε τα στο δοχείο. Συζητήστε σχετικά με τις διαφορετικές τιμές φαινόμενης και πραγματικής πυκνότητας που λαμβάνονται.</p> <p>Βήμα 12. Επαναλάβετε το βήμα 8 χρησιμοποιώντας το μείγμα των χαλικιών. Συζητήστε σχετικά με τις διαφορετικές λαμβανόμενες τιμές πορώδους.</p>

■ ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΗΧΟΥ

Αποτελεί νέο στοιχείο, το οποίο χρησιμοποιείται για την καλύτερη κατανόηση – επεξήγηση του θεωρητικού πλαισίου που περιλαμβάνεται στις παρουσιάσεις. Ο καθηγητής παρέχει περαιτέρω πληροφορίες και διευκρινίσεις προς τους μαθητές σχετικά με τις έννοιες που θίγονται και τα παραδείγματα που εξετάζονται, καθώς δεν είναι σε άμεση επαφή με τους μαθητές για να απαντήσει σε τυχόν απορίες τους.

13.5. ΕΝΟΤΗΤΑ 3 «ΦΘΟΡΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ»

▪ ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αποτελεί νέο στοιχείο, το οποίο είναι απαραίτητο για την εισαγωγή της θεματικής ενότητας στους μαθητές, καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς τη φυσική παρουσία του καθηγητή. Στη συγκεκριμένη ενότητα, έχει την ακόλουθη μορφή:

Η Ενότητα 3 της πλατφόρμας ηλεκτρονικής μάθησης παρέχει μία γενική εικόνα της φθοράς και του περιβάλλοντος στο πεδίο της συντήρησης της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Στην Ενότητα αυτή, οι μαθητές θα κατανοήσουν ότι:

- η πολιτιστική κληρονομιά είναι εύθραυστη
- η φθορά είναι συχνά το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης μεταξύ της αέριας ρύπανσης και άλλων περιβαλλοντικών παραγόντων και της πολιτιστικής κληρονομιάς
- οι περιβαλλοντικές παράμετροι και τα στοιχεία που πλήττουν την πολιτιστική κληρονομιά επηρεάζονται από ποικίλες ανθρώπινες δραστηριότητες και από φυσικές πηγές
- τι μπορεί να γίνει για τη μείωση της επίδρασης του περιβάλλοντος - Προληπτική Συντήρηση.

Με την Ενότητα 3 οι μαθητές θα είναι σε θέση να αναγνωρίζουν τα κύρια φαινόμενα φθοράς που προκαλούνται από το περιβάλλον και συναντώνται στα μνημεία. Τα βασικά θέματα είναι τα ακόλουθα:

- Ατμοσφαιρική ρύπανση (κυρίως διοξείδιο του θείου, οξείδια του αζώτου, όζον και αιθάλη) που ευθύνεται για τη φθορά της πολιτιστικής κληρονομιάς
- Φυσικές ατμοσφαιρικές ενώσεις, όπως το θαλασσινό αλάτι που επηρεάζει την πολιτιστική κληρονομιά (μηχανισμοί, αποτίμηση και πιθανές προληπτικές θεραπείες)
- Πώς γίνεται η αποτίμηση της αλληλεπίδρασης του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος με την πολιτιστική κληρονομιά (απλές δοκιμές για την εκτίμηση της ποιότητας του τοπικού περιβάλλοντος και ανάλυση της μεταβολής της επιφάνειας των δομικών λίθων και των στοιχείων της πολιτιστικής κληρονομιάς)
- Φαινόμενα φθοράς: ορισμός, ταξινόμηση, παράγοντες φθοράς, παθολογία μνημείου και μακροκλίμακα, περιβαλλοντικές επιδράσεις και μικροκλίμα
- Διαγνωστική μελέτη: μελέτη πραγματικών περιπτώσεων και ανάλυση της αιτίας του προβλήματος καθώς και της λύσης της προληπτικής συντήρησης.

▪ ΟΔΗΓΙΕΣ

Αποτελεί νέο στοιχείο, το οποίο είναι απαραίτητο για χρήση από τους καθηγητές, καθώς παρέχει οδηγίες σχετικά με τη χρήση του εκπαιδευτικού εργαλείου. Στη συγκεκριμένη ενότητα, έχει την ακόλουθη μορφή:

Η Ενότητα 3 είναι η τρίτη Ενότητα του Βασικού Κύκλου. Πρέπει να μελετηθεί τρίτη στη σειρά των Ενοτήτων και της Ενότητας «Υιοθετώ ένα τόπο». Η δομή της Ενότητας είναι η ακόλουθη:

Διάρκεια της Ενότητας	4 ώρες
Αριθμός Θεμάτων	6
Χώρος διεξαγωγής	Αίθουσα
Ειδικά χαρακτηριστικά του χώρου διεξαγωγής	Κανένα
Απαιτούμενος εξοπλισμός	Υπολογιστής (ές), προβολέας, σύνδεση στο Διαδίκτυο
Ειδικά σχόλια	Προτείνεται οι μαθητές να έρθουν σε επαφή με τις τοπικές περιβαλλοντικές αρχές για ενημέρωση σχετικά με την κατάσταση στην πόλη τους.

Η Ενότητα 3 περιλαμβάνει 6 Θέματα, τα οποία πρέπει να μελετηθούν διαδοχικά. Η προτεινόμενη διάρκεια μελέτης κάθε Θέματος είναι:

3.1. Εισαγωγή – Ευαισθητοποίηση σχετικά με την επίδραση του περιβάλλοντος στη φθορά των μνημείων	10 λεπτά
3.2. Ατμόσφαιρα και αέριοι ρυπαντές	30 λεπτά
3.3. Ατμόσφαιρα και σωματίδια	30 λεπτά
3.4. Φαινόμενα και μηχανισμοί της φθοράς	60 λεπτά
3.5. Προληπτική συντήρηση	50 λεπτά
3.6. Διάγνωση της φθοράς: Μεθοδολογία, κριτήρια και τεχνικές- Μη καταστρεπτικές και ενόργανες εργαστηριακές τεχνικές για τη διάγνωση της φθοράς και την αποτίμηση των επεμβάσεων συντήρησης	60 λεπτά

▪ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ

Αποτελεί προϋπάρχον στοιχείο, το οποίο ωστόσο εμπλουτίζεται με εικόνες, παραδείγματα και επιπλέον εξηγηματικό υλικό, ακολουθώντας τις ανάγκες και απαιτήσεις των μαθητών, όπως αυτές προέκυψαν κατά την αξιολόγηση του Πειραματικού Κύκλου Μαθημάτων, καθώς και των υπόλοιπων Κύκλων Μαθημάτων που διεξήχθησαν σε διάφορες χώρες της Μεσογείου. Το νέο στοιχείο είναι ότι περιλαμβάνει, εκτός από τα βασικά, και προηγμένα θέματα, τα οποία προορίζονται για τους μαθητές που επιθυμούν να εμβαθύνουν στο γνωστικό πεδίο.

Για τη συγκεκριμένη ενότητα, τα βασικά θέματα που θίγονται είναι:

- 3.1 Εισαγωγή - επίδραση του περιβάλλοντος στη φθορά των μνημείων: Το θέμα παρέχει μία εισαγωγή για το περιβάλλον και την επίδρασή του στο πεδίο της Συντήρησης της Πολιτιστικής Κληρονομιάς. Εστιάζει στην καλλιέργεια της αφύπνισης των μαθητών σχετικά με την επίδραση του περιβάλλοντος στη φθορά των μνημείων. Οι μαθητές θα κατανοήσουν ότι:

- Η Πολιτιστική Κληρονομιά είναι εύθραυστη
- Η ατμόσφαιρα έχει σημαντική επίδραση στην υγεία, στο οικοσύστημα, στην ορατότητα και στα μνημεία.

Με την Ενότητα 3, οι μαθητές θα είναι σε θέση να ξεκινήσουν τη μελέτη τους σχετικά με τη φθορά και το περιβάλλον.

Τα βασικά θέματα είναι τα ακόλουθα:

- Η ατμοσφαιρική ρύπανση (κυρίως διοξείδιο του θείου, οξείδια του αζώτου, όζον και αιθάλη) ευθύνεται για τη φθορά της πολιτιστικής κληρονομιάς
- Οι φυσικές ατμοσφαιρικές ενώσεις, όπως το θαλασσινό αλάτι, που επηρεάζουν την πολιτιστική κληρονομιά (μηχανισμοί, αποτίμηση και πιθανές προληπτικές θεραπείες)

- *3.2 Ατμόσφαιρα και αέρια ρύπανση:* Το Θέμα παρέχει πληροφορίες σχετικά με την ατμόσφαιρα και τους αέριους ρυπαντές και σχετικά με την επίδρασή τους στο πεδίο της Συντήρησης της Πολιτιστικής Κληρονομιάς. Ο μαθητής θα κατανοήσει ότι:

- Η φθορά είναι συχνά το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης μεταξύ της αέριας ρύπανσης και άλλων περιβαλλοντικών παραγόντων και της Πολιτιστικής Κληρονομιάς
- Οι περιβαλλοντικές παράμετροι και οι ενώσεις που πλήττουν την Πολιτιστική Κληρονομιά επηρεάζονται από ποικίλες ανθρώπινες δραστηριότητες και από φυσικές πηγές.

Οι μαθητές θα κατανοήσουν την επίδραση των αέριων ρυπαντών στα Μνημεία. Τα βασικά θέματα είναι τα ακόλουθα:

- Η ατμοσφαιρική ρύπανση (κυρίως διοξείδιο του θείου, οξείδια του αζώτου και όζον) που ευθύνεται για τη φθορά της πολιτιστικής κληρονομιάς
- Πώς αποτιμούμε την αλληλεπίδραση του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος με την Πολιτιστική Κληρονομιά (απλές δοκιμασίες για την αξιολόγηση της ποιότητας του τοπικού περιβάλλοντος)

- *3.3 Ατμόσφαιρα και σωματίδια:* Το Θέμα παρέχει πληροφορίες σχετικά με την ατμόσφαιρα και τα σωματίδια και την επίδρασή τους στο πεδίο της Συντήρησης της Πολιτιστικής Κληρονομιάς. Ο μαθητής θα κατανοήσει ότι:

- Η φθορά είναι συχνά το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης μεταξύ της αέριας ρύπανσης και άλλων περιβαλλοντικών παραγόντων και της Πολιτιστικής Κληρονομιάς
- Οι περιβαλλοντικές παράμετροι και οι ενώσεις που πλήττουν την Πολιτιστική Κληρονομιά επηρεάζονται από ποικίλες ανθρώπινες δραστηριότητες και από φυσικές πηγές.

Μαζί με το Θέμα 3.3, οι μαθητές θα είναι σε θέση να κατανοήσουν την επίδραση των ατμοσφαιρικών σωματιδίων στα Μνημεία. Τα βασικά θέματα είναι τα ακόλουθα:

- Η ατμοσφαιρική ρύπανση λόγω σωματιδίων που είναι υπεύθυνη για τη φθορά της πολιτιστικής κληρονομιάς
 - Πώς αποτιμούμε την αλληλεπίδραση του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος με την Πολιτιστική Κληρονομιά (απλές δοκιμασίες για την αποτίμηση της ποιότητας του τοπικού περιβάλλοντος)
- *3.4 Φαινόμενα και μηχανισμοί της φθοράς:* Το Θέμα μελετά την παθολογία της φθοράς. Στοχεύει στην ερμηνεία των κύριων φαινομένων φθοράς και των παραγόντων που προκαλούν τη φθορά, μέσω της παρουσίασης χαρακτηριστικών παραδειγμάτων (π.χ. σχηματισμός γύψου, επιφανειακές κρούστες, κρυστάλλωση αλάτων, αποσάθρωση συνδετικών κονιαμάτων, ασύμβατα υλικά, φθορά από μηχανικούς παράγοντες, φθορά από βιολογικούς παράγοντες). Το αναμενόμενο αποτέλεσμα είναι η αναγνώριση των κύριων φαινομένων φθοράς και η αποκτηθείσα γνώση σχετικά με την αναμενόμενη φθορά των υλικών σε επίπεδο κτηρίου - μνημείου.
- *3.5 Προληπτική συντήρηση:* Το Θέμα παρέχει πληροφορίες σχετικά με την προληπτική συντήρηση στο πεδίο της Πολιτιστικής Κληρονομιάς. Ο μαθητής θα κατανοήσει τι πρέπει να γίνει για να μειωθεί η επίδραση του περιβάλλοντος; Προληπτική Συντήρηση. Μαζί με το Θέμα 3.1, οι μαθητές θα είναι σε θέση να κατανοήσουν την έννοια της Προληπτικής Συντήρησης. Τα βασικά θέματα είναι τα ακόλουθα:
 - Φυσικές ατμοσφαιρικές ενώσεις, όπως το θαλασσινό αλάτι, που επιδρούν στην πολιτιστική κληρονομιά (μηχανισμοί, αποτίμηση και πιθανές προληπτικές επεμβάσεις)
 - Διαγνωστική μελέτη: Θα μελετήσετε πραγματικές περιπτώσεις και θα αναλύσετε την αιτία του προβλήματος καθώς και τη λύση της προληπτικής συντήρησης.
- *3.6 Διάγνωση της φθοράς: μεθοδολογία, κριτήρια και τεχνικές – μη καταστρεπτικές και ενόργανες εργαστηριακές τεχνικές για τη διάγνωση της φθοράς και την αποτίμηση της συντήρησης:* Το Θέμα ασχολείται με την ολοκληρωμένη διαγνωστική μεθοδολογία και την εξέταση των τεχνικών που χρησιμοποιούνται (μη καταστρεπτικές και ενόργανες εργαστηριακές τεχνικές). Στοχεύει στη μελέτη της τεκμηρίωσης, των επί τούτου μετρήσεων με μη καταστρεπτικές τεχνικές, του χαρακτηρισμού των προϊόντων φθοράς στο εργαστήριο με τη χρήση αναλυτικών τεχνικών, της συσχέτισης των ενδογενών και εξωγενών παραγόντων στην κλίμακα του μνημείου, οδηγώντας σε μία υπόθεση εργασίας σχετικά με τους δρώντες περιβαλλοντικούς παράγοντες φθοράς και τους επικρατέστερους μηχανισμούς φθοράς. Το αναμενόμενο αποτέλεσμα είναι η αποκτηθείσα γνώση σχετικά με την ολοκληρωμένη διάγνωση της φθοράς των μνημείων, που είναι προαπαιτούμενο για κάθε αποτελεσματική επέμβαση συντήρησης, προστασίας ή αποκατάστασης.

▪ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Αποτελεί νέο στοιχείο, στοχεύοντας στην καλύτερη κατανόηση του θεωρητικού πλαισίου. Περιλαμβάνει τα ακόλουθα σε μορφή εργαστηριακών επιδείξεων:

- Εισαγωγή - Αφύπνιση σχετικά με την επίδραση του περιβάλλοντος στη φθορά των μνημείων
- Άσκηση σχετικά με την ατμόσφαιρα και την αέρια ρύπανση
- Δοκιμασίες στο Διαδίκτυο (ερωτηματολόγια πολλαπλών επιλογών)
- Δοκιμασίες στο Διαδίκτυο (ερωτηματολόγια πολλαπλών επιλογών)
- Δοκιμασίες στο Διαδίκτυο (ερωτηματολόγια πολλαπλών επιλογών)
- Η φθορά στο εργαστήριο και στην κλίμακα του μνημείου
 - Η φθορά των αλάτων στο εργαστήριο: Κρυστάλλωση αλάτων
 - Η φθορά στο εργαστήριο και στην κλίμακα του μνημείου
 - Από τη φθορά των αλάτων στο εργαστήριο στην παθολογία της φθοράς των αλάτων στο μνημείο: Η περίπτωση της Μεσαιωνικής Πόλης της Ρόδου
- Η όξινη βροχή και τα ατμοσφαιρικά σωματίδια στην πόλη μου
- Μαθαίνοντας να βλέπουμε
- Μαθαίνοντας να αναλύουμε τις περιβαλλοντικές επιδράσεις

Ενδεικτικά, κατά την εισαγωγική άσκηση της αφύπνισης σχετικά με την επίδραση του περιβάλλοντος στη φθορά των μνημείων ισχύουν τα ακόλουθα:

Σκοπός: Ο σκοπός της άσκησης είναι η ανάλυση – καλύτερη κατανόηση – αποσαφήνιση εννοιών που σχετίζονται με το περιβάλλον και τη φθορά του μνημείου.

Οδηγίες: Η Άσκηση αυτή προτείνεται να διεξαχθεί στην αρχή της θεματικής ενότητας 3 προκειμένου να διερευνηθεί η αρχική γνώση και αντίληψη των μαθητών.

1. Έχετε ακούσει ποτέ ποια στοιχεία της πόλης σας αποτελούν μέρος της ιστορικής – πολιτιστικής κληρονομιάς της χώρας σας;

Πάντα	
Μερικές φορές	
Σπάνια	
Ποτέ	

2. Όταν πηγαίνετε βόλτα στην πόλη σας, παρατηρείτε τα ιστορικά κτήρια, τα μνημεία ή τις συνήθειες των κατοίκων;

Πάντα	
Μερικές φορές	
Σπάνια	
Ποτέ	

3. Πώς αισθάνεσθε όταν βλέπετε στην πόλη σας ένα ιστορικό κτήριο, έναν τόπο φυσικού κάλλους ή ένα μνημεό που έχει υποστεί φθορά;

Λυπημένος/η	
Προβληματισμένος/η	
Αδιάφορος/η	
Χαρούμενος/η	

4. Ποια είναι η έννοι της λέξης περιβάλλον; Διαλέξτε μόνο μία απάντηση.

Το σύνολο της υπαίθρου και των φυσικών περιοχών του κόσμου.	
Το σύνολο των συνθηκών που περιβάλλουν τους ζωντανούς οργανισμούς και τα μη ζωντανά στοιχεία, που αποτελούν το αποτέλεσμα περίπλοκων σχέσεων μεταξύ των φυσικών στοιχείων και των ανθρώπινων δραστηριοτήτων.	
Οι συνθήκες που περιβάλλουν τα ζώα που ζουν σε φυσικές περιοχές.	

5. Κατά τη γνώμη σας, υπάρχει σχέση μεταξύ της ιστορικής κληρονομιάς και του περιβάλλοντος;

Ναι	
Όχι	

6. Πιστεύετε ότι το περιβάλλον και η ρύπανση καταστρέφουν την πολιτιστική κληρονομιά της χώρας σας;

Ναι	
Όχι	

7. Ποιοι από τους ακόλουθους ρυπαντές πιστεύετε ότι επηρεάζουν τα μνημεία;

Διοξείδιο του θείου (SO ₂)	
Σωματίδια (PM)	
Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂)	
Οξειδία του αζώτου (NO _x)	
Όλα τα παραπάνω	
Κανένα από τα παραπάνω	

8. Θεωρείτε ότι το άλας (NaCl) μπορεί να προκαλέσει μεταβολές στην πολιτιστική κληρονομιά;

Ναι	
Όχι	

9. Ποιες από τις ακόλουθες κλιματικές παραμέτρους νομίζετε ότι μπορούν να επηρεάσουν τα Μνημεία;

Θερμοκρασία	
Βροχόπτωση	
Άνεμος	
Υγρασία	
Όλα τα παραπάνω	

Κανένα από τα παραπάνω	
------------------------	--

10. Νομίζετε ότι τα φυτά μπορούν να προκαλέσουν αλλαγές στην πολιτιστική κληρονομιά;

Ναι	
Όχι	

Η άσκηση της μελέτης της φθοράς των αλάτων στο εργαστήριο περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

Κρυστάλλωση αλάτων

Εργαστηριακή άσκηση προσομοίωσης και «μέτρησης» της φθοράς από άλατα

Η φθορά από άλατα αναφέρεται στη μηχανική φθορά των πορωδών λίθων και των δομικών υλικών γενικότερα, μέσω της ανάπτυξης μηχανικών τάσεων στο εσωτερικό των υλικών (πόρων) από κρυστάλλους άλατος και στη διάρρηξη του υλικού όταν οι τάσεις αυτές ξεπερνούν την αντοχή του υλικού.

Τις κύριες πηγές αλάτων στην τοιχοποιία αποτελούν η αναρριχόμενη υγρασία (από το έδαφος), τα γειτονικά υλικά, όπως το τσιμέντο και συχνά το συνδετικό κονίαμα. Εάν η εξάτμιση λάβει χώρα στο εσωτερικό της μάζας του υλικού, η φθορά εμφανίζεται με τη μορφή της κυψέλωσης. Στην περίπτωση που η εξάτμιση λάβει χώρα στο εξωτερικό της μάζας του υλικού, εμφανίζονται εξανθίσεις αλάτων.

Η άσκηση φανερώνει την επίδραση των διαλυτών αλάτων στη συνοχή των δομικών υλικών σε εργαστηριακή κλίμακα υπό ελεγχόμενες συνθήκες.

Κρυστάλλωση αλάτων

Εργαστηριακή άσκηση προσομοίωσης και «μέτρησης» της φθοράς από άλατα

Βασισμένα στα:

RILEM. "Crystallization test by total immersion. (for untreated stone)", Test V. Ia (1980)

ICCROM "A Laboratory manual for architectural conservators", (1988)

- Δείγματα λίθου 5x5x5cm
- Διάλυμα θειικού νατρίου (Na_2SO_4) 14 % κ.β.

Βήμα 1. Ξηράνετε τα δείγματα στο φούρνο στους 60°C για 24 ώρες και αφήστε τα να κρυσώσουν σε then allow to cool in a ξηραντήρα σε θερμοκρασία δωματίου

Βήμα 2. Ζυγίστε τα δείγματα (W_0)

Βήμα 3. Βυθίστε πλήρως τα δείγματα σε διάλυμα 14%κ.β. Na_2SO_4 για 24 ώρες

Βήμα 4. Ξηράνετε τα δείγματα για 24 ώρες στο φούρνο στους 60°C και αφήστε τα να κρυσώσουν σε ξηραντήρα σε θερμοκρασία δωματίου

Βήμα 5. Ζυγίστε τα δείγματα (W_n)

Βήμα 6. Επαναλάβετε τα βήματα 3-5 μέχρι να υπάρχει σαφής ένδειξη μακροσκοπικής φθοράς ή μέχρι τα δείγματα να καταστραφούν

Βήμα 7. Σχεδιάστε το βάρος ($W_0, W_1, W_2, \dots, W_n$) συναρτήσει του αριθμού των κύκλων (n)

Κρυστάλλωση αλάτων

Εργαστηριακή άσκηση προσομοίωσης και «μέτρησης» της φθοράς από άλατα

Οι μαθητές μέσω του πειράματος κατανοούν πώς τα δείγματα του λίθου διαλύονται σταδιακά ως αποτέλεσμα της επίδρασης της κρυστάλλωσης των αλάτων εντός των πόρων τους και πώς αυτό γίνεται μέσα από επαναλαμβανόμενους κύκλους ύγρανσης – ξήρανσης.

Η χρήση διαφορετικών τύπων λίθων, κατά προτίμηση διαφορετικής σύστασης και πορώδους φανερώνει τη σπουδαιότητα του ρόλου της μικροδομής και τη διαφορά στην επιδεκτικότητα των διαφορετικών λίθων στη φθορά από άλατα.

■ ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΗΧΟΥ

Αποτελεί νέο στοιχείο, το οποίο χρησιμοποιείται για την καλύτερη κατανόηση – επεξήγηση του θεωρητικού πλαισίου που περιλαμβάνεται στις παρουσιάσεις. Ο καθηγητής παρέχει περαιτέρω πληροφορίες και διευκρινίσεις προς τους μαθητές σχετικά με τις έννοιες που τίγονται και τα παραδείγματα που εξετάζονται, καθώς δεν είναι σε άμεση επαφή με τους μαθητές για να απαντήσει σε τυχόν απορίες τους.

13.6. ΕΝΟΤΗΤΑ 4 «Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

▪ ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αποτελεί νέο στοιχείο, το οποίο είναι απαραίτητο για την εισαγωγή της θεματικής ενότητας στους μαθητές, καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς τη φυσική παρουσία του καθηγητή. Στη συγκεκριμένη ενότητα, έχει την ακόλουθη μορφή:

Έχετε ποτέ αναρωτηθεί τι συμβαίνει πίσω από τις σκαλωσιές που είναι στημένες γύρω από τα ιστορικά κτίρια; Τι κάνουν οι συντηρητές; Ποιες οδηγίες και αρχές καθορίζουν την επιλογή των υλικών και των τεχνικών που χρησιμοποιούν;

Η Ενότητα 4 αποτελεί μια εισαγωγή στις εργασίες συντήρησης που γίνονται προκειμένου ένα ιστορικό κτίριο ή αρχαιολογικός χώρος να διατηρηθεί σε καλή κατάσταση ή να βελτιωθούν οι πιθανότητες του να αντέξει απέναντι στους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Στην ενότητα αυτή θα αναπτυχθούν η μεθοδολογία και τα βήματα αυτής που υιοθετείται και που είναι πάντα προσαρμοσμένη στις ανάγκες κάθε κτιρίου ή χώρου που απαιτεί συντήρηση και προστασία.

Σε αυτή την ενότητα θα γίνει αντιληπτό ότι σε πραγματικές εργασίες συντήρησης (τεχνικά, ονομάζονται και «διορθωτικά μέτρα») απαιτείται επιτόπου επέμβαση, η οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο μετά από μελέτη, τεκμηρίωση και διάγνωση του κτιρίου, των υλικών του, της τεχνολογίας κατασκευής του και των προβλημάτων φθοράς του (βλ. Ενότητες 1, 2 και 3). Επίσης, θα γίνει αντιληπτό ότι στην αυτή τη φάση του έργου, το πρόσωπο που πραγματοποιεί τις εργασίες συντήρησης - ο συντηρητής - προσθέτει κάτι στο κτίριο (π.χ. κόλλα, επίχρισμα ή κονίαμα), ή να αφαιρεί κάτι από το κτίριο (π.χ. κρούστες κλπ).

Όλες αυτές οι δράσεις σχεδιάζονται προσεκτικά εκ των προτέρων και εκτελούνται σύμφωνα με μια καλά μελετημένη αλληλουχία και με βάση συγκεκριμένες κατευθυντήριες οδηγίες. Για παράδειγμα, είναι πολύ σημαντικό τα υλικά που χρησιμοποιούνται από τους συντηρητές (π.χ. κονιάματα) να είναι συμβατά με τα αρχικά υλικά, ή οποιαδήποτε σημερινή επέμβαση να μην εμποδίζει μελλοντικές επεμβάσεις συντήρησης ή προστασίας. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται σε ό,τι αφαιρείται και προστίθεται ώστε να μην τίθεται σε κίνδυνο η "αληθινή" φύση του κτιρίου – η αυθεντικότητά του.

Θα γίνει αντιληπτό ότι η χρήση μη συμβατών υλικών και μεθόδων συντήρησης, ακόμα και αν αυτό γίνει με την καλύτερη δυνατή πρόθεση, μπορεί να είναι επιζήμιο για το κτίριο ακόμα και να προκαλέσει μεγαλύτερη φθορά.

Η συντήρηση είναι μια διαδικασία συναρμολόγησης κομματιών.... Ας την ανακαλύψουμε.

▪ ΟΔΗΓΙΕΣ

Αποτελεί νέο στοιχείο, το οποίο είναι απαραίτητο για χρήση από τους καθηγητές, καθώς παρέχει οδηγίες σχετικά με τη χρήση του εκπαιδευτικού εργαλείου. Στη συγκεκριμένη ενότητα, έχει την ακόλουθη μορφή:

Μέχρι τώρα θα πρέπει έχει κατανοηθεί ότι η αρχιτεκτονική κληρονομιά είναι ευάλωτη, και απαιτείται μια συλλογική προσπάθεια για την διατήρησή της. Η ενότητα 4 θα πρέπει να μελετηθεί μετά Ενότητες 1, 2 και 3. Όλες οι ενότητες συνδέονται με την Ενότητα 4, και ειδικότερα η Ενότητα 5, καθώς τα θέματα της

προληπτικής συντήρησης και ελέγχου αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της διαδικασίας της συντήρησης

Η δομή της Ενότητας έχει την ακόλουθη μορφή:

Διάρκεια ενότητας	4ώρες 15 λεπτά
Αριθμός θεμάτων	5
Τοποθεσία	Προτείνεται η αίθουσα διδασκαλίας αλλά αρκετές από τις δραστηριότητες μπορούν να πραγματοποιηθούν όπου αλλού είναι αυτό επιθυμητό
Ειδικά χαρακτηριστικά τοποθεσίας	Κανένα
Απαιτούμενος εξοπλισμός	Ηλεκτρονικός υπολογιστής, συσκευή προβολής, σύνδεση με διαδίκτυο, στυλό και μολύβια και χαρτί για τις ασκήσεις
Ειδικά σχόλια	Κανένα

Κάθε θέμα πρέπει να ολοκληρώνεται με την ακόλουθη σειρά:

1. Διαβάστε την εισαγωγή και τις οδηγίες
2. Παρακολουθήστε την παρουσίαση PowerPoint
3. Πραγματοποιήστε την άσκηση
4. Επιβεβαιώστε με τα αποτελέσματα ανατροφοδότησης που δίνονται στην ιστοσελίδα

Η ενότητα 4 αποτελείται από 5 θέματα, τα οποία προτείνεται να μελετηθούν με την σειρά που δίνονται.

Οδηγίες για τους διδάσκοντες: Μπορείτε να επιλέξετε μεμονωμένα θέματα και να τα ενσωματώσετε στις διαλέξεις σας. Οι ασκήσεις που περιλαμβάνονται στην ενότητα μπορούν να ολοκληρωθούν και με ομάδες μαθητών. Προτείνεται να πραγματοποιηθούν συζητήσεις με τους μαθητές μετά την ολοκλήρωση των ασκήσεων και να χρησιμοποιηθούν τα συμπεράσματα των συζητήσεων αυτών για την γενική ανακεφαλαίωση της ενότητας αυτής (περιέχονται οδηγίες στις ασκήσεις)

Προτεινόμενη διάρκεια μελέτης κάθε θέματος:

4.1 Τι πήγε στραβά;... Η πρόληψη είναι καλύτερη από την θεραπεία	60 min
4.2 Τι μπορεί να γίνει;	60 min
4.3 Πως πρέπει να γίνει; Βασικές αρχές στην συντήρηση	60 min
4.4 Τα πρέπει και τα μη	60 min
4.5 Προδιαγραφές συμβατών υλικών και επεμβάσεων συντήρησης	15min

▪ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ

Αποτελεί προϋπάρχον στοιχείο, το οποίο ωστόσο εμπλουτίζεται με εικόνες, παραδείγματα και επιπλέον εξηγηματικό υλικό, ακολουθώντας τις ανάγκες και απαιτήσεις των μαθητών, όπως αυτές προέκυψαν κατά την αξιολόγηση του

Πειραματικού Κύκλου Μαθημάτων, καθώς και των υπόλοιπων Κύκλων Μαθημάτων που διεξήχθησαν σε διάφορες χώρες της Μεσογείου. Το νέο στοιχείο είναι ότι περιλαμβάνει, εκτός από τα βασικά, και προηγμένα θέματα, τα οποία προορίζονται για τους μαθητές που επιθυμούν να εμβαθύνουν στο γνωστικό πεδίο.

Για τη συγκεκριμένη ενότητα, τα βασικά θέματα που θίγονται είναι:

- 4.1 *Τι πηγε στραβά; Η πρόληψη είναι καλύτερη από τη θεραπεία:* Ακριβώς όπως οι γιατροί που βλέπουν τα συμπτώματα για να κατανοήσουν τη νόσο του ασθενούς, ή όπως οι ντετέκτιβ που αναζητούν ενδείξεις για να λύσουν ένα μυστήριο, έτσι και ένα από τα πρώτα πράγματα που κάνουν συντηρητές για την αξιολόγηση της κατάστασης ενός κτιρίου ή μνημείου πολιτιστικής κληρονομιάς είναι να εξετάσουμε πολύ προσεκτικά την δομή (π.χ. πώς είναι χτισμένο, τα υλικά, κ.λπ.), καθώς και την κατάσταση φθοράς του (π.χ. είδος, την έκταση, τη κατανομή, κ.λπ.). Αυτό τεχνικά ονομάζεται "οπτική παρατήρηση». Τα αποτελέσματα της φθοράς (π.χ. ρωγμές, αποκολλήσεις τμημάτων κλπ) χαρακτηρίζονται προσεκτικά, και τεκμηριώνονται συστηματικά με φωτογράφιση και αποτύπωση σε ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων / χάρτες που απεικονίζουν γραφικά την έκταση και την κατανομή τους (βλ. Ενότητα 1). Αυτό είναι το πρώτο στάδιο της διαδικασίας συντήρησης, η οποία περιλαμβάνει στην συνέχεια και τις υπόλοιπες διαδικασίες που παρουσιάστηκαν στις Ενότητες 2 και 3.

Ο κύριος στόχος της ερευνητικής αυτής διαδικασίας είναι να φτάσουμε στην πηγή του προβλήματος (δηλαδή τις αιτίες της φθοράς), έτσι ώστε το πρόβλημα να μπορεί να αναιρεθεί ή τουλάχιστον να μειωθούν οι επιπτώσεις του μέχρι να υλοποιηθούν επεμβάσεις συντήρησης / προστασίας. Είναι προφανές ότι δεν υπάρχει λόγος για τον καθαρισμό ή επισκευή ενός κτιρίου πριν διασφαλισθεί ότι η στέγη δεν έχει διαρροή και ότι το σύστημα απαγωγής των υδάτων λειτουργεί σωστά. Επίσης, είναι καλύτερα να μειώσει κανείς τη ρύπανση που προκαλείται από τα καυσαέρια των αυτοκινήτων παρά να επαναλαμβάνεται ο καθαρισμός των κτιρίων που βρίσκονται σε πολυσύχναστους δρόμους. Είναι ανάλογο δηλαδή με την περίπτωση που ένας γιατρός συμβουλεύει τον ασθενή τους να σταματήσει να καταναλώνει συγκεκριμένο τρόφιμο που είναι επιβλαβές για την υγεία του αντί να του χορηγεί συνεχώς φάρμακα για να αντιμετωπίσει τα συμπτώματα που του προκαλεί το τρόφιμο αυτό. Η αντιμετώπιση των αιτίων της φθοράς πριν επέμβουμε άμεσα στο κτίριο είναι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για να διασφαλιστεί η αειφορία της κατασκευής με την προσέγγιση αυτή είναι επίσης αποτελεσματικότερη η επέμβαση συντήρησης, μειώνοντας την ανάγκη παρέμβασης στο κτίριο, το οποίο, προφανώς, έχει και οικονομικά πλεονεκτήματα. Όπως λένε συχνά οι γιατροί στους ασθενείς τους, "Η πρόληψη είναι πολύ καλύτερη από τη θεραπεία"

- 4.2 *Τι μπορεί να γίνει;:* Τα κτίρια και οι κατασκευές αρχιτεκτονικής κληρονομιάς συχνά απαιτούν δομική ενίσχυση, αντικατάσταση και αποκατάσταση φθαρμένων τμημάτων, καθαρισμό επιφανειών ή

επεμβάσεις προστασίας από χημικές διεργασίες που προκαλούν φθοράς. Στο θέμα αυτό θα γίνει αντιληπτό ότι ένα έργο συντήρησης περιλαμβάνει μια σειρά από επιτόπου επεμβάσεις - για παράδειγμα, καθαρισμός και στερέωση –που πραγματοποιούνται από συντηρητές. Όλες οι εργασίες επιτόπου συντήρησης πρέπει να έχουν προγραμματισθεί προσεκτικά και εκ των προτέρων. Σε προηγούμενες ενότητες έχει γίνει ξεκάθαρο ότι η πολιτιστική κληρονομιά είναι μοναδική για κάθε περιοχή και αντίστοιχα ιδιαίτερα τα προβλήματά της. Διαφορετικά προβλήματα απαιτούν διαφορετικές λύσεις και κάθε εργασία συντήρησης πρέπει να είναι προσαρμοσμένη στις ειδικές ανάγκες της περιοχής. Για το λόγο αυτό, ένα έργο συντήρησης συνεπάγεται μια συντονισμένη προσπάθεια από ένα ευρύ φάσμα επαγγελματιών που πρέπει να δουν το Μνημείο στην αρχική του υπόσταση, τις αξίες του, την ιστορία και τα υλικά του, και να αναγνωρίσουν όλες τις φθορές που έχουν συμβεί καθώς και τους ιδιαίτερους παράγοντες και μηχανισμούς φθοράς που σχετίζονται με το περιβάλλον του μνημείου. Η αειφόρος προστασία της κληρονομιάς μπορεί να επιτευχθεί μόνο με τον περιορισμό της δράσης των αιτιών της φθοράς, την διαμόρφωση ορθολογικής χρήσης του χώρου ή του κτιρίου, την επιλογή των κατάλληλων υλικών και μεθόδων συντήρησης και της δημιουργίας ενός αποτελεσματικού προγράμματος προληπτικής συντήρησης. Ας μιλήσουμε για τη διατήρηση επιτόπου επεμβάσεις συντήρησης με περισσότερες λεπτομέρειες .

- *4.3 Πώς πρέπει να γίνει; Βασικές αρχές στη συντήρηση:* Κατά τη διάρκεια των επεμβάσεων συντήρησης οι συντηρητές είτε προσθέτουν διάφορα υλικά όπως χημικές ουσίες, προϊόντα καθαρισμού, νερό, συγκολλητικά, κλπ.) είτε αφαιρούν διάφορα υλικά όπως κρούστες, φθαρμένα τμήματα κ.α.. Και οι δύο ενέργειες συνεπάγονται κάποιους κινδύνους και πρέπει να σχεδιάζονται και να εκτελούνται προσεκτικά. Η προσθήκη υλικών συντήρησης / αποκατάστασης μπορεί να προκαλέσει περαιτέρω προβλήματα στο μέλλον, εάν τα υλικά αυτά δεν έχουν επιλεγεί σωστά. Ένα λάθος υλικό διατήρησης μπορεί να αντιδράσει χημικά με τα αρχικά υλικά ή να τροποποιήσει τις φυσικές ιδιότητες τους (για παράδειγμα το χρώμα). Κάποιες αλλαγές μπορεί να συμβούν σε σύντομο χρονικό διάστημα και μπορεί να είναι ορατές αμέσως. Άλλες αλλαγές, ωστόσο, πιθανά να εμφανιστούν σε μακροπρόθεσμη βάση, και είναι επομένως πιο δύσκολο να προβλεφθούν. Για το λόγο αυτό τα υλικά που εφαρμόζονται από συντηρητές πρέπει να έχουν «ιδιαίτερα» χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα θα πρέπει να είναι συμβατά - να λειτουργούν ικανοποιητικά μαζί με τα αρχικά υλικά, βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα - και να είναι αναστρέψιμα – να μπορούν να αφαιρεθούν εύκολα ώστε να διασφαλίζεται ότι δεν γίνεται καμία μόνιμη ζημιά και ότι δεν αποτρέπονται μελλοντικές επεμβάσεις συντήρησης. Η αφαίρεση υλικών, όπως για παράδειγμα οι επικαθίσεις, από μια αρχιτεκτονική επιφάνεια μπορούν επίσης να είναι επιβλαβείς καθώς μέρος του αρχικού υλικού μπορεί να αφαιρεθεί κατά την διάρκεια της

διαδικασίας συντήρησης. Η αφαίρεση όμως αυτή του αρχικού υλικού είναι μόνιμη και επομένως, ο καθαρισμός είναι μια μη-αντιστρεπτή διαδικασία που πρέπει να πραγματοποιείται με ιδιαίτερη προσοχή. Οι συντηρητές μπορούν να επιλέξουν από ένα μεγάλο εύρος υλικών και μεθόδων συντήρησης. Αυτή η δυνατότητα επιτρέπει μεγάλη ευελιξία στον σχεδιασμό αποτελεσματικών αλλά και ασφαλών επεμβάσεων συντήρησης για κάθε συγκεκριμένη περίπτωση. Πρέπει όμως να λαμβάνεται υπόψη ότι το πιο καλό έργο συντήρησης είναι αυτό στο οποίο οι συντηρητές «κάνουν όσα χρειάζονται, με όσο το δυνατόν λιγότερα».

- *4.4 Τα πρέπει και τα μη:* Τα «πρέπει και τα μη» σκοπό έχουν να θέσουν τα γενικά συμπεράσματα στις έννοιες που παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα τρία θέματα. Η στρατηγική συντήρησης ενός κτιρίου / μνημείου / χώρου πολιτιστικής κληρονομιάς, συμπεριλαμβανομένων των επιτόπιων επεμβάσεων συντήρησης, βασίζεται σε γενικές γραμμές στην προσεκτική μελέτη του κάθε συγκεκριμένου χώρου και των προβλημάτων του. Καθορίζεται για κάθε περίπτωση ξεχωριστά και είναι αποτέλεσμα συγχρονισμένων ενεργειών μιας διεπιστημονικής ομάδας. Επομένως, δεν μπορούν να δοθούν ειδικές κατευθύνσεις σχετικά με τι υλικά και τι μεθόδους πρέπει να χρησιμοποιηθούν. Είναι όμως δυνατόν να δοθούν γενικές κατευθύνσεις σχετικά με το τι πρέπει να γίνει και τι δεν πρέπει να γίνει, και αυτό είναι το περιεχόμενο του θέματος «τα πρέπει και τα μη» στις εργασίες συντήρησης.
- *4.5 Προδιαγραφές συμβατών υλικών και επεμβάσεων συντήρησης:* Το θέμα αυτό εξετάζει τις βασικές προδιαγραφές των συμβατών υλικών και επεμβάσεων συντήρησης. Στο παρελθόν, οι ασύμβατες επεμβάσεις συντήρησης και η χρήση ασύμβατων υλικών προκάλεσε σημαντικές φθορές και συχνά επιτάχυνε την φθορά των μνημείων. Σήμερα, είναι σημαντικό πριν την διενέργεια οποιασδήποτε επέμβασης συντήρησης σε ιστορικό κτίριο / μνημείο να έχουν ληφθεί υπόψη οι οδηγίες του Χάρτη της Βενετίας που έχουν σκοπό να αποτρέψουν ή να μειώσουν την πιθανότητα ακατάλληλης ή μακροπρόθεσμα επικίνδυνης επέμβασης. Στο πλαίσιο αυτό, οι πιο συνήθεις επεμβάσεις (καθαρισμός, στερέωση, υλικά αποκατάστασης) που εφαρμόζονται στα μνημεία με βάση ολοκληρωμένο σχέδιο προστασίας πρέπει να ικανοποιούν τις βασικές αρχές συμβατότητας με τα ιστορικά υλικά και της αναστρεψιμότητας. Το αναμενόμενο αποτέλεσμα είναι να γίνει κατανοητό πως τα υλικά και επεμβάσεις συντήρησης πρέπει να χρησιμοποιούνται σε ένα μνημείο με γνώμονα την συμβατότητα και την αντιστρεψιμότητα.

Τα προηγμένα θέματα που τίγονται είναι:





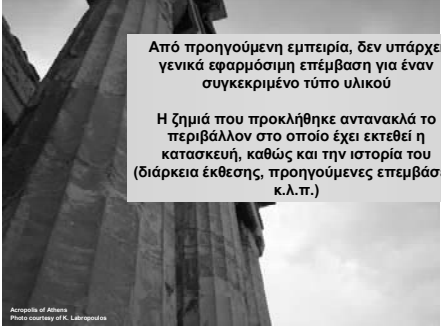
- *4.6 Κριτήρια και μεθοδολογία καθαρισμού – Πιλοτικές εφαρμογές και παραδείγματα:* Το θέμα αυτό εξετάζει τον καθαρισμό, έναν από τους σημαντικότερους τύπους επεμβάσεων συντήρησης που εφαρμόζονται




για την προστασία της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς. Δίνεται ο ορισμός του καθαρισμού και οι λόγοι για τους οποίους είναι αναγκαία η εφαρμογή του. Παρουσιάζονται η γενική μεθοδολογία και τα κριτήρια εφαρμογής των επεμβάσεων καθαρισμού καθώς και την μεθοδολογία με την οποία προσεγγίζουμε την περίπτωση που ένα κτίριο πρέπει να υποβληθεί σε επέμβαση καθαρισμού. Για καλύτερη κατανόηση της θεωρίας, παρουσιάζεται το παράδειγμα του Εθνικού Αρχαιολογικού Μουσείου στην Αθήνα. Σε αυτό, παρουσιάζονται παραδείγματα πιλοτικής εφαρμογής μεθόδων καθαρισμού σε μαρμάρινες επιφάνειες που παρουσιάζουν χαρακτηριστικούς τύπους φθοράς και για τον χαρακτηρισμό των οποίων εφαρμόζονται αναλυτικές και μη-καταστρεπτικές τεχνικές. Στο παράδειγμα του Εθνικού Αρχαιολογικού Μουσείου παρουσιάζεται η μεθοδολογία αποκάλυψης της παθολογίας των επιφανειών, του χαρακτηρισμού της φθοράς τους, και της αποτίμησης της ανθεκτικότητας των επεμβάσεων συντήρησης. Το αναμενόμενο αποτέλεσμα είναι να γίνει κατανοητό τι προδιαγραφές πρέπει να καλύπτουν τα υλικά και οι επεμβάσεις καθαρισμού για την αποτελεσματικότερη προστασία των μνημείων

- *4.7 Κριτήρια και μεθοδολογία στερέωσης – Πιλοτικές εφαρμογές και παραδείγματα:* Το θέμα αυτό παρουσιάζει την στερέωση, έναν από τους βασικούς τύπους επεμβάσεων συντήρησης που εφαρμόζονται στην αρχιτεκτονική κληρονομιά. Δίνεται ο ορισμός της στερέωσης και οι λόγοι για τους οποίους επιβάλλεται. Αναλύονται τα κριτήρια επιλογής και οι βασικοί τύποι στερεωτικών υλικών, ενώ παράλληλα παρουσιάζονται τα προηγμένα στερεωτικά σωματιδιακών σύνθετων και η μεθοδολογία αποτίμησης των στερεωτικών υλικών. Για καλύτερη κατανόηση των παραπάνω, παρουσιάζεται το παράδειγμα της Μεσαιωνικής Πόλης της Ρόδου, όπου περιγράφονται πιλοτικές εφαρμογές στερεωτικών υλικών, και τυπικά αποτελέσματα αναλυτικών και μη-καταστρεπτικών δοκιμών που χρησιμοποιήθηκαν για την αποτίμηση της αποτελεσματικότητας και συμβατότητας τους με τα ιστορικά υλικά. Το θέμα αυτό προτείνεται να συνοδευθεί με μελέτη του θέματος 4.5 «Προδιαγραφές συμβατών υλικών και επεμβάσεων συντήρησης» της ενότητας 4. Το αναμενόμενο αποτέλεσμα είναι να γίνει κατανοητό τι προδιαγραφές πρέπει να καλύπτουν τα υλικά και οι επεμβάσεις καθαρισμού για την αποτελεσματικότερη προστασία των μνημείων
- *4.8 Αντίστροφη μηχανική προσέγγιση για συμβατά και επιτελεστικά υλικά αποκατάστασης – παραδείγματα:* Το θέμα αυτό εξετάζει την εφαρμογή της αντίστροφης μηχανικής προσέγγισης (reverse engineering) για την παραγωγή συμβατών κονιαμάτων αποκατάστασης τα οποία προσομοιώνουν τα ιστορικά κονιάματα αλλά παράλληλα προσφέρουν βελτιωμένη απόδοση για την αντισεισμική προστασία των μνημείων. Η μεθοδολογία περιλαμβάνει τον χαρακτηρισμό των ιστορικών κονιαμάτων, την επιλογή πρώτων υλών και των κατάλληλων συνθέσεων, την προετοιμασία των κονιαμάτων αποκατάστασης, την αποτίμηση των

ιδιοτήτων των κονιαμάτων αποκατάστασης, την βελτιστοποίηση των τεχνικών χαρακτηριστικών των νωπών κονιαμάτων με βάση το «περιεχόμενο νερό» και την «εργασιμότητά» τους, την αποτίμηση των κονιαμάτων κατά την διάρκεια της πήξης και σκλήρυνσης τους, την βελτιστοποίηση με βάση τα χαρακτηριστικά των κονιαμάτων και την πιλοτική εφαρμογή στο επίπεδο της τοιχοποιίας. Το υπόδειγμα εφαρμογής αυτής της αντίστροφης μηχανικής προσέγγισης είναι η περίπτωση ιστορικής τοιχοποιίας στην Αγία Σοφία. Το αναμενόμενο αποτέλεσμα είναι να αποκτηθεί γνώση σχετικά με τα στάδια σχεδιασμού και παραγωγής υλικών αποκατάστασης – ειδικότερα, κονιάματα αποκατάστασης – για την αντισεισμική προστασία των μνημείων

Ενδεικτικά, η παρουσίαση που αφορά στις «Απατήσεις για συμβατά υλικά και επεμβάσεις συντήρησης» αρθρώνεται ως ακολούθως:

<p>Η προστασία, η συντήρηση και η αποκατάσταση της δομημένης πολιτιστικής κληρονομιάς αποτελούν ένα διεπιστημονικό πεδίο και περιλαμβάνουν ποικίλες δράσεις.</p> <p>Για το λόγο αυτό οι επιστήμονες πρέπει να προσεγγίσουν το πρόβλημα της προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς σε πολλά επίπεδα.</p>  <p><i>Sanctuary of Demeter, Eleusis Photo courtesy of A. Moropoulou</i></p>	 <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Αποτίμηση της αποτελεσματικότητας της επέμβασης</div> <div style="margin-bottom: 5px;">↑</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Συμβατή επέμβαση</div> <div style="margin-bottom: 5px;">↑</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Αποτίμηση κινδύνου για περαιτέρω φθορά</div> <div style="margin-bottom: 5px;">↑</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Προσδιορισμός των επικρατέστερων μηχανισμών φθοράς</div> <div style="margin-bottom: 5px;">↑</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Διάγνωση της φθοράς και χαρτογράφηση</div> </div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-size: small; position: absolute; right: 0; top: 50%; white-space: nowrap;">Βασικά βήματα στην προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς</div>
<p>Η βασική πρόκληση που καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε για την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς είναι ότι πρέπει να αντιμετωπίσουμε τα υπάρχοντα ιστορικά δομικά υλικά που υπόκεινται στη φθορά του χρόνου και του περιβάλλοντος, παρά να έχουμε την ελευθερία να σχεδιάσουμε και να κατασκευάσουμε νέα / μοντέρνα υλικά.</p> <div style="display: flex;">   </div> <p><i>Historic bridge at Agrafa, Greece</i> <i>Rion - Antirion Bridge, Greece</i></p>	 <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; background-color: #f0f0f0;"> <p>Από προηγούμενη εμπειρία, δεν υπάρχει γενικά εφαρμόσιμη επέμβαση για έναν συγκεκριμένο τύπο υλικού</p> <p>Η ζημία που προκλήθηκε αντανάκλα το περιβάλλον στο οποίο έχει εκτεθεί η κατασκευή, καθώς και την ιστορία του (διάρκεια έκθεσης, προηγούμενες επεμβάσεις κ.λ.π.)</p> </div> <p><i>Acropolis of Athens Photo courtesy of K. Lefkopoulos</i></p>

<p>Στη σημερινή εποχή, είναι επιτακτική η ανάγκη πριν πραγματοποιηθεί οποιαδήποτε επέμβαση σε ένα ιστορικό κτήριο / μνημείο, να ακολουθούνται οι οδηγίες του Χάρτη της Βενετίας που στοχεύουν στην αποφυγή ή ελαχιστοποίηση της πιθανότητας ακατάλληλης και / ή μακροπρόθεσμα επικίνδυνης επέμβασης</p> <p>ΑΠΟ ΤΗΝ</p> <p>ΑΝΑΣΤΡΕΨΙΜΟΤΗΤΑ</p> <p>ΣΤΗ</p> <p>ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ</p> <p>Ως κύρια κριτήρια για την εκτίμηση της αποδοχής των εφαρμοζόμενων υλικών και επεμβάσεων συντήρησης</p>	<p>Στο παρελθόν, ασύμβατες επεμβάσεις συντήρησης και / ή χρήση ασύμβατων υλικών προκάλεσαν σημαντικά προβλήματα και ενίσχυσαν τη φθορά των ιστορικών κτηρίων / μνημείων</p> <p>↓</p> <p>Η λήψη αποφάσεων σχετικά με τις επεμβάσεις συντήρησης πρέπει να βασίζεται σε συγκεκριμένα κριτήρια, προδιαγραφές και μεθοδολογία προκειμένου να διασφαλισθεί η αειφορία των κατασκευών</p>
<p>Παράδειγμα: Ασύμβατότητα των τσιμεντικών κονιαμάτων σε επεμβάσεις αποκατάστασης</p> <p>Το παλάτι της Κνωσού έχει επιβιώσει από το 1500 π.Χ. μέχρι σήμερα. Η αποκατάσταση του Evans (1900) οδηγεί στο τέλος του 20^{ου} αιώνα σε φθορά των αυθεντικών υλικών λόγω της χρήσης οπλισμένου σκυροδέματος που έφθασε στο τέλος του χρόνου ζωής του.</p>  <p>Ρηγμάτωση – φθορά του λίθου</p> <p>Αποκατάσταση της αποκατάστασης!!!</p>	<p>Χρήση τσιμεντικών κονιαμάτων σε επεμβάσεις συντήρησης ιστορικών τοιχοποιιών</p> <p>Ασύμβατότητα: Αδιαβροχοποίηση αρχιτεκτονικών επιφανειών</p> <p>Χρήση τσιμεντικών κονιαμάτων για την αδιαβροχοποίηση τρούλων που είναι διακοσμημένοι με φρέσκο</p>  <p>Μη αντιπροσέγγιση καταστροφής του διαφανούς στρώματος δευτερογενώς ανακρυσταλλωμένου ασβεστίου που «σφραγίζει» το φρέσκο</p>
<p>Κρίσιμα προβλήματα υλικών και επεμβάσεων συντήρησης</p>  <p>Εμπειρική και όχι επιστημονική προσέγγιση λόγω:</p> <ul style="list-style-type: none"> Έλλειψης κατάλληλης διαγνωστικής μελέτης Αποσπασματικών και συχνά αντικρουόμενων επεμβάσεων συντήρησης Απουσία στρατηγικού σχεδιασμού Απερίσκεπτης χρήσης ασύμβατων υλικών Έλλειψης έρευνας σε βάθος σχετικά με τα σύγχρονα υλικά και τις επεμβάσεις συντήρησης “Φόβου” για την καινοτομία (εάν κάτι «δουλεύει» γιατί να το αλλάξουμε;) Προβλημάτων που ενισχύθηκαν λόγω της ύπαρξης διαφόρων διαφορετικών παραδοσιακών / ιστορικών υλικών 	<p>ΣΥΜΒΑΤΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ</p> <p>Προ-στερέωση (μόνο σε περιπτώσεις εκτεταμένης φθοράς)</p> <p>Καθαρισμός (μηχανική, φυσική ή χημική απομάκρυνση επιφανειακών επικαθίσεων)</p> <p>Στερέωση (Αποκατάσταση της συνοχής των φθαρμένων υλικών)</p> <p>Επιφανειακή προστασία (Προστασία από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες)</p> <p>Υλικά αποκατάστασης (Συμβατά με τα ιστορικά υλικά της τοιχοποιίας)</p> <p>Αντιμετώπιση ανερχόμενης υγρασίας (επιτρέποντας στη δομή να «αναπνέει»)</p> <p>Συνεχής παρακολούθηση και έλεγχος της αποτελεσματικότητας των επεμβάσεων συντήρησης (δείκτες φθοράς)</p> <p>→ Βλ. Θέμ. Ev. 4 – Θέμα 4.6: Κριτήρια και μεθοδολογία καθαρισμού – πλοκικές εφαρμογές και μελέτες περιπτώσεων</p> <p>→ Βλ. Θέμ. Ev. 4 – Θέμα 4.7: Κριτήρια και μεθοδολογία στερέωσης – πλοκικές εφαρμογές και μελέτες περιπτώσεων</p> <p>→ Βλ. Θέμ. Ev. 4 – Θέμα 4.8: Αντιπροσέγγιση μηχανικής προστασίας για συμβατά και επελεστικά υλικά αποκατάστασης – μελέτες περιπτώσεων</p> <p>→ Βλ. Θέμ. Ev. 5 – Θέμα 5.1.2: Μη καταστρεπτικές δοκιμές και έλεγχος ποιότητας σε μνημεία για παρακολούθηση της κατάστασης της φθοράς και της συμβατότητας των επεμβάσεων συντήρησης</p>

■ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Αποτελεί νέο στοιχείο, στοχεύοντας στην καλύτερη κατανόηση του θεωρητικού πλαισίου. Οι Ασκήσεις που περιλαμβάνονται είναι οι ακόλουθες:

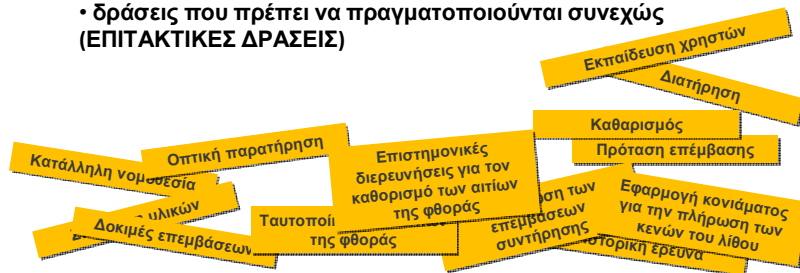
- Ποιες είναι οι απειλές για το Khanesh-Shawarda στην Παλαιά Πόλη της Acre;
- Τι μπορεί να γίνει;
- Επιλέξτε τη σύνθεση κονιάματος
- Ακολουθώντας τα βήματα του συντηρητή

Ενδεικτικά, για την άσκηση «Τι μπορεί να γίνει» ισχύουν τα ακόλουθα:

Τι μπορεί να γίνει;

Κοιτάξτε τα διάφορα βήματα που βρίσκονται διάσπαρτα παρακάτω και τοποθετήστε τα στα κατάλληλα κουτιά που δίνονται στην ακόλουθη διαφάνεια, χωρίζοντάς τα σε:

- δράσεις που λαμβάνουν χώρα πριν τις επεμβάσεις συντήρησης (ΠΡΙΝ)
- δράσεις που περιλαμβάνονται στις επεμβάσεις συντήρησης (ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ)
- δράσεις που λαμβάνουν χώρα μετά την ολοκλήρωση των επεμβάσεων συντήρησης (ΜΕΤΑ)
- δράσεις που πρέπει να πραγματοποιούνται συνεχώς (ΕΠΙΤΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ)



Τι μπορεί να γίνει;

ΕΠΙΤΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ



Τι μπορεί να γίνει;

Αντιστοιχίστε τον σωστό ορισμό με το σωστό βήμα

ΒΗΜΑ	ΟΡΙΣΜΟΣ
Πρόταση συντήρησης	Σχεδιασμός των επεμβάσεων συντήρησης
Καθαρισμός	Απομάκρυνση των « ξένων » υλικών από την επιφάνεια
Στερέωση υλικών	Επεξεργασία που επιτρέπει την αποκατάσταση της συνοχής « αποδυναμωμένου » υλικού
Δοκιμές επεμβάσεων	Προκαταρκτικές δοκιμές που διεξάγονται για την αποτίμηση των υλικών και μεθόδων συντήρησης
Δομοστατικά έργα	Μέτρα για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που σχετίζονται με τη στατική επάρκεια του κτηρίου
Κονιάματα αποκατάστασης	Εφαρμογή κονιαμάτων για την πλήρωση των συνδέσμων ανάμεσα στους λίθους ή στους πλίνθους και στις απώλειες

▪ ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΗΧΟΥ

Αποτελεί νέο στοιχείο, το οποίο χρησιμοποιείται για την καλύτερη κατανόηση – επεξήγηση του θεωρητικού πλαισίου που περιλαμβάνεται στις παρουσιάσεις. Ο καθηγητής παρέχει περαιτέρω πληροφορίες και διευκρινίσεις προς τους μαθητές σχετικά με τις έννοιες που θίγονται και τα παραδείγματα που εξετάζονται, καθώς δεν είναι σε άμεση επαφή με τους μαθητές για να απαντήσει σε τυχόν απορίες τους.

13.7. ΕΝΟΤΗΤΑ 5 «ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ - ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ»

▪ ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αποτελεί νέο στοιχείο, το οποίο είναι απαραίτητο για την εισαγωγή της θεματικής ενότητας στους μαθητές, καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς τη φυσική παρουσία του καθηγητή. Στη συγκεκριμένη ενότητα, έχει την ακόλουθη μορφή:

Έχετε ποτέ αναρωτηθεί τι συμβαίνει σε ένα ιστορικό κτίριο όταν ολοκληρώνονται οι εργασίες συντήρησης; Πιστεύετε ότι τελειώνουν τα πάντα και δεν απαιτείται καμία περαιτέρω φροντίδα στο κτίριο ή τον αρχαιολογικό χώρο; Σκεφτείτε την πολιτιστική κληρονομιά σαν το σώμα σας: Όταν είστε άρρωστοι χρειάζεστε κατάλληλη φροντίδα αλλά... μετά, όταν είστε πλέον υγιείς, δεν παρακολουθείτε την κατάσταση της υγείας σας; Το ίδιο ισχύει και με την πολιτιστική κληρονομιά.

Όταν ο κόσμος αναφέρεται στην συντήρηση ή την αποκατάσταση, πάντα σκέφτονται τις πρακτικές επεμβάσεις που γίνονται, όπως για παράδειγμα τον καθαρισμό και την στερέωση αρχιτεκτονικών και διακοσμητικών επιφανειών όπως λίθοι, τοιχογραφίες, ψηφιδωτά κλπ). Για πολλά χρόνια η προσοχή ήταν κυρίως στην επέμβαση αυτή καθεαυτή χωρίς να ασχολούμασταν για το τι γίνεται μετά το πέρας της διαδικασίας συντήρησης. Μόνο πρόσφατα έχει επικεντρωθεί το ενδιαφέρον στον έλεγχο της κατάστασης της επέμβασης συντήρησης μετά την ολοκλήρωση των εργασιών: Αυτός είναι ο μόνος τρόπος να αποφευχθούν βλάβες που διαφορετικά θα ήταν εξαιρετικά δύσκολο να αποκατασταθούν ή συντηρηθούν. Αυτός ο έλεγχος ονομάζεται Παρακολούθηση και είναι πολύ χρήσιμος για την Συντήρηση ενός κτιρίου ή αρχαιολογικού χώρου.

Υπό αυτή την έννοια, αρκετοί παράγοντες που συνδέονται με την φύση των υλικών (χημική σύσταση, φυσικά χαρακτηριστικά κλπ) και το περιβάλλον πρέπει να μετρηθούν, να γίνουν δοκιμές και να ελεγχθούν με τον χρόνο. Η ενότητα 5 αποτελεί εισαγωγή στις έννοιες της Παρακολούθησης, του Ελέγχου και της Διατήρησης ως θεμελιώδη μέρη μιας εργασίας συντήρησης. Παράλληλα, παρέχει χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με τα θέματα Προληπτικής Συντήρησης η οποία μπορεί να εφαρμοσθεί μετά την ολοκλήρωση των επεμβάσεων συντήρησης (βλ. Ενότητα 4)

▪ ΟΔΗΓΙΕΣ

Αποτελεί νέο στοιχείο, το οποίο είναι απαραίτητο για χρήση από τους καθηγητές, καθώς παρέχει οδηγίες σχετικά με τη χρήση του εκπαιδευτικού εργαλείου. Στη συγκεκριμένη ενότητα, έχει την ακόλουθη μορφή:

Η ενότητα 5 πρέπει να μελετηθεί μετά τις ενότητες 1, 2, 3 και 4. Από τις προηγούμενες ενότητες πρέπει να έχουν γίνει κατανοητές οι αξίες της πολιτιστικής κληρονομιάς, τα υλικά που την αποτελούν, οι επιδράσεις του περιβάλλοντος, τα φαινόμενα φθοράς, οι βασικές αρχές συντήρησης ...και πολλά άλλα σημαντικά θέματα. Αν έχετε ολοκληρώσει τότε προχωρήστε στην μελέτη της ενότητας 5.

Για τον βασικό κορμό του προγράμματος, η ενότητα αυτή είναι δομημένη σε 2 ώρες θεωρητικών μαθημάτων και 2 ώρες πρακτικών ασκήσεων. Με αυτό τον τρόπο μπορείτε άμεσα να κάνετε κάποια θεμελιώδη πειράματα και να καταλάβετε

περισσότερο την σημασία ελέγχου και δοκιμών σχετικά με την κατάσταση της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Δομή ενότητας 5:

Διάρκεια	4 ώρες (βασικός κορμός)
Αριθμός θεμάτων	4
Τοποθεσία	Αίθουσα διδασκαλίας
Ειδικά χαρακτηριστικά τοποθεσίας	Κανένα
Απαιτούμενος εξοπλισμός	Ηλεκτρονικός υπολογιστής, συσκευή προβολής, σύνδεση με διαδίκτυο, ειδικός εξοπλισμός για απλά πειράματα στο εργαστήριο (βλ. Ασκήσεις)
Ειδικά σχόλια	Το θέμα 5.1 συσχετίζει το μάθημα στην αίθουσα (μέσω παρουσιάσεων PowerPoint) με απλές εργαστηριακές ασκήσεις που βοηθούν να καταλάβετε την σημασία μελέτης και παρακολούθησης των κατασκευών στις οποίες γίνονται επεμβάσεις συντήρησης. Οι ασκήσεις και οι δραστηριότητες περιγράφονται πλήρως (βλ. 5.A-5.E: Υλικά για εξάσκηση). Μερικές ασκήσεις απαιτούν την προετοιμασία δειγμάτων μερικές μέρες πριν την πραγματοποίηση των πειραμάτων (για περισσότερες λεπτομέρειες βλ. 5.A-5Γ). Για τον βασικό κορμό του προγράμματος, κάντε μόνο τις ασκήσεις 5.A και 5.B. Αν ενδιαφέρεστε να κάνετε και άλλες ενδιαφέρουσες ασκήσεις, κάντε επίσης και τις 5.Γ, 5.Δ και 5.E, και γίνετε και εσείς ένας μικρός επιστήμονας

Η ενότητα 5 αποτελείται από 4 θέματα, τα οποία πρέπει να μελετηθούν με την σειρά που δίνονται.

Τα θέματα και η προτεινόμενη διάρκεια μελέτης για κάθε θέμα (βασικός κορμός) δίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

▪ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ

Αποτελεί προϋπάρχον στοιχείο, το οποίο ωστόσο εμπλουτίζεται με εικόνες, παραδείγματα και επιπλέον εξηγηματικό υλικό, ακολουθώντας τις ανάγκες και απαιτήσεις των μαθητών, όπως αυτές προέκυψαν κατά την αξιολόγηση του Πειραματικού Κύκλου Μαθημάτων, καθώς και των υπόλοιπων Κύκλων Μαθημάτων που διεξήχθησαν σε διάφορες χώρες της Μεσογείου. Το νέο στοιχείο είναι ότι περιλαμβάνει, εκτός από τα βασικά, και προηγμένα θέματα, τα οποία προορίζονται για τους μαθητές που επιθυμούν να εμβαθύνουν στο γνωστικό πεδίο.

Για τη συγκεκριμένη ενότητα, τα βασικά θέματα που θίγονται είναι:

- *5.1 Παρακολούθηση ή μη παρακολούθηση;*: ο θέμα 5.1 είναι εισαγωγή στην έννοια της Παρακολούθησης ως βασικής δράσης ενός έργου συντήρησης. Η παρακολούθηση βασίζεται στην αξιολόγηση μιας σειράς παραμέτρων που περιγράφουν την κατάσταση διατήρησης ενός αντικειμένου ή κατασκευής. Φυσικά, η αξιολόγηση αυτή πραγματοποιείται και για αντικείμενα που έχουν υποστεί επεμβάσεις συντήρησης καθώς με αυτό τον τρόπο αξιολογείται η αποτελεσματικότητα της στον χρόνο. Πως πάμε όμως από την θεωρία στην πράξη; Είναι αναγκαίο να γνωρίζουμε την συμπεριφορά διαφόρων υλικών, να καθορίζουμε τις ειδικές περιβαλλοντικές συνθήκες και να αναπτύσσουμε ένα σχέδιο συντήρησης στο μέλλον. Για την ακρίβεια, μερικές διεργασίες είναι ταχύτερες (π.χ. η απόθεση σκόνης στις επιφάνειες), ενώ μερικές άλλες είναι πιο αργές (π.χ. οι χημικές διεργασίες λόγω της όξινης βροχής). Σε αυτό το πλαίσιο, είναι σημαντικό να οριστούν και επιλεγούν κατάλληλοι παράμετροι και εύκολες μέθοδοι παρακολούθησης στον χρόνο όχι μόνο για τα αντικείμενα και κατασκευές αλλά και για την σταθερότητα των προϊόντων που χρησιμοποιούνται κατά την διαδικασία συντήρησης
- *5.2 Τι είναι συντήρηση;*: Το θέμα 5.2 αποτελεί εισαγωγή στην Συντήρηση. Η Συντήρηση μπορεί να θεωρηθεί ως συνδυασμός όλων των τεχνικών και δράσεων που μπορούν να υλοποιηθούν για την διατήρηση ή την επαναφορά στην αρχική του κατάσταση και λειτουργία ενός αντικειμένου ή κατασκευής. Πως καθαρίζετε και τακτοποιείτε το δωμάτιό σας και βοηθάτε την μητέρα σας στις δουλειές σπιτιού; Πως γίνεται αυτό συνήθως; Περιμένετε μέχρι το δωμάτιο να είναι τόσο ανοργάνωτο και τόσο βρώμικο ώστε δεν μπορείτε να μετακινήσετε ή να βρείτε τίποτα Ή καθαρίζετε και τακτοποιείτε λίγο λίγο καθημερινά ή κάθε εβδομάδα; Αυτή είναι η βασική διαφορά μεταξύ του να κάνεις μια κανονική δράση ή μια ειδική δράση: Αυτή η δράση λέγεται Συντήρηση. Η Συντήρηση επομένως γίνεται μια προγραμματισμένη λειτουργία, που μπορεί να σχεδιασθεί και προγραμματισθεί πριν, κατά την διάρκεια και μετά την διαδικασία διατήρησης
- *5.3 Προληπτική συντήρηση:* Το θέμα 5.3 εστιάζει στην σημασία της Προληπτικής Συντήρησης η οποία πραγματοποιείται μετά την διαδικασία διατήρησης.... Δηλαδή ακόμα και αν η πολιτιστική κληρονομιά διατηρείται σε καλή κατάσταση, μπορούμε να πραγματοποιούμε μερικές επεμβάσεις, συχνά απλές, για να αποτρέψουμε την φθορά ή να μειώσουμε τον ρυθμό φθοράς της από τους διαβρωτικούς περιβαλλοντικούς παράγοντες. Θα δούμε σε μερικά παραδείγματα συγκεκριμένες ενέργειες και λύσεις που μπορούν να αντιμετωπίσουν την κακοποίηση των επιφανειών (π.χ. αντιαισθητικά μη-καλλιτεχνικά γκράφτι). Αυτού του είδους η πρόληψη οφείλεται σε συγκεκριμένη υποβάθμιση που δεν σχετίζεται με περιβαλλοντικούς παράγοντες (βλ. Ενότητα 3): Είναι ένα παράδειγμα ανθρωπογενούς υποβάθμισης. Υπό αυτή την έννοια, η Πρόληψη μπορεί να νοηθεί και ως Παιδεία.

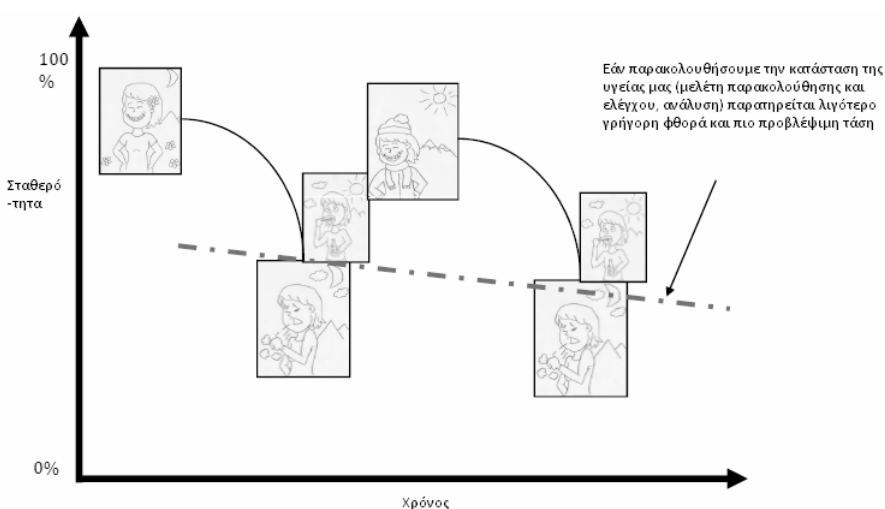
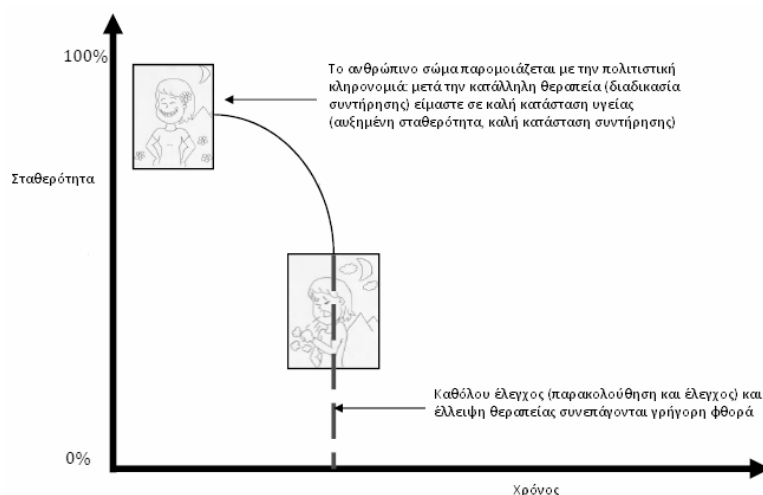
Τα προηγμένα θέματα που θίγονται είναι:

- 5.5 Μη καταστρεπτικές δοκιμές και έλεγχος ποιότητας σε μνημεία για την παρακολούθηση της κατάστασης φθοράς και της συμβατότητας των επεμβάσεων συντήρησης

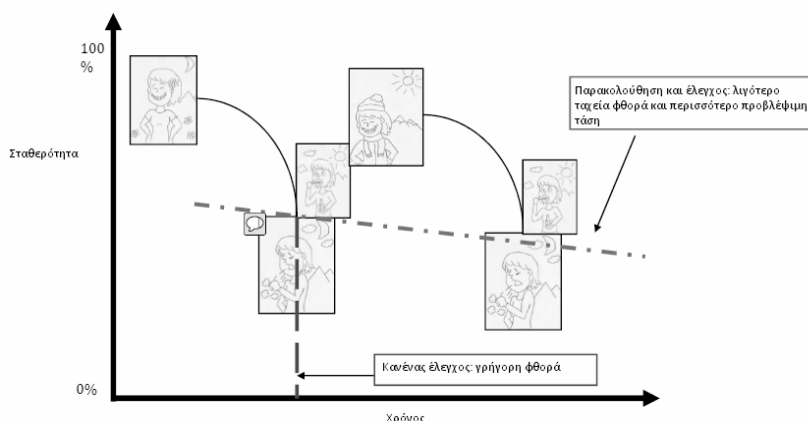
Ενδεικτικά, στην παρουσίαση «Παρακολούθηση ή μη παρακολούθηση» παρουσιάζονται τα ακόλουθα. Οι βασικές έννοιες που θίγονται αφορούν:

- στην έννοια της παρακολούθησης και του ελέγχου
- σε εφαρμογές παρακολούθησης και ελέγχου
- στην παρακολούθηση και στον έλεγχο – προληπτική συντήρηση
- στα πλεονεκτήματα εφαρμογής της παρακολούθησης και του ελέγχου.

Έτσι, γίνεται φανερό ότι η παρακολούθηση και ο έλεγχος αφορούν στην κατανόηση της κινητικής της σταθερότητας της πολιτιστικής κληρονομιάς πριν και μετά τις διαδικασίες συντήρησης, επαναλαμβάνοντας τις μετρήσεις στη διάρκεια του χρόνου

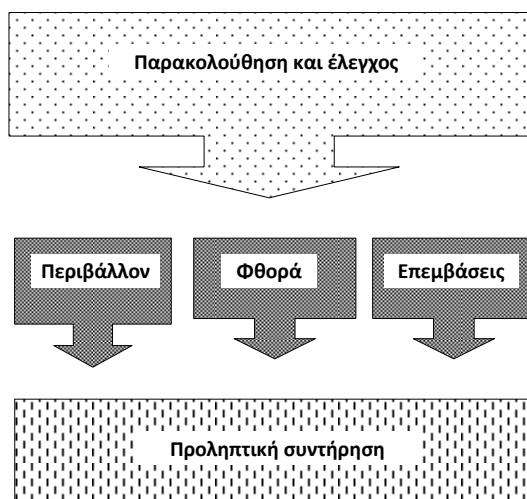


Σύγκριση της σταθερότητας στη διάρκεια του χρόνου με και χωρίς δράσεις παρακολούθησης και ελέγχου



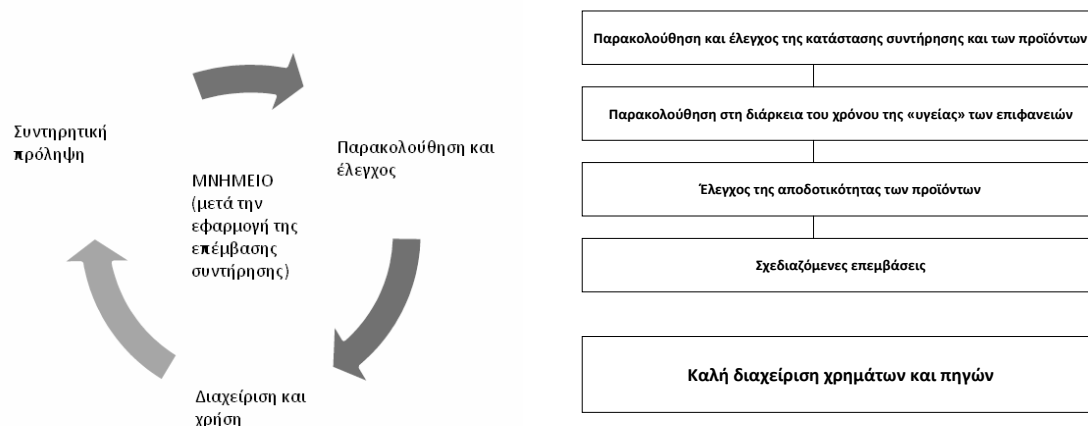
Η παρακολούθηση και ο έλεγχος μπορούν να εφαρμοσθούν σε όλες τις αρχιτεκτονικές και διακοσμητικές επιφάνειες (λίθους, ψηφιδωτά, fresco κ.ά.). Η συντήρηση των επιφανειών απαιτεί συνεχείς δράσεις παρακολούθησης και ελέγχου, καθώς οι διεργασίες φθοράς συχνά συνεχίζουν να υφίστανται και μετά την εφαρμογή των επεμβάσεων. Για το λόγο αυτό, η παρακολούθηση και ο έλεγχος αποτελούν μέρος του πλάνου συντήρησης και των ίδιων των επεμβάσεων.

Ο όρος της παρακολούθησης και του ελέγχου δεν αναφέρεται μόνο στον έλεγχο της κατάστασης συντήρησης του Μνημείου πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την εφαρμογή των επεμβάσεων, αλλά αφορά και στη διασύνδεση με το περιβάλλον όπου βρίσκεται το εν λόγω Μνημείο, με τις διαδικασίες φθοράς και τα παλαιά και νέα προϊόντα και επεμβάσεις.



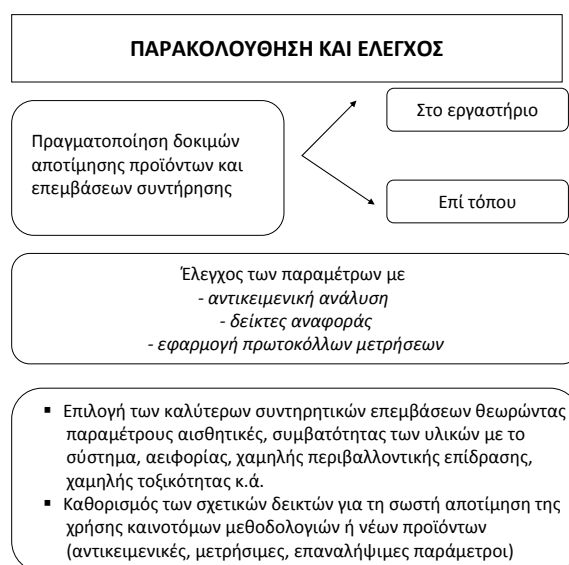
Οι δράσεις παρακολούθησης και ελέγχου εξαρτώνται σημαντικά από το περιβάλλον:

Περιβάλλον	Χαρακτηριστικά
Εσωτερικό - εξωτερικό	Επίπεδο υγρασίας αέρα, ηλιακή έκθεση, ρύπανση, σκόνη, σωματίδια
Αστικό - αγροτικό	Άνθρωποι, αυτοκίνητα, δονήσεις, βλάστηση
Θαλάσσιο	Επίπεδο αλάτων



Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την εφαρμογή παρακολούθησης και ελέγχου αφορούν σε:

- δυνατότητα εφαρμογής σε όλες τις αρχιτεκτονικές και διακοσμητικές επιφάνειες
 - έλεγχο της κατάστασης συντήρησης του Μνημείου πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την εφαρμογή των επεμβάσεων
 - σύνδεση με το περιβάλλον όπου βρίσκεται το Μνημείο, τις διαδικασίες φθοράς και παλιά και νέα προϊόντα που προκύπτουν από τις επεμβάσεις
 - παρακολούθηση και έλεγχο που στοχεύουν σε προληπτική συντήρηση, με αποτέλεσμα τη σωστή διαχείριση χρημάτων και πηγών
- Έτσι, παρακολούθηση και έλεγχος σημαίνουν:



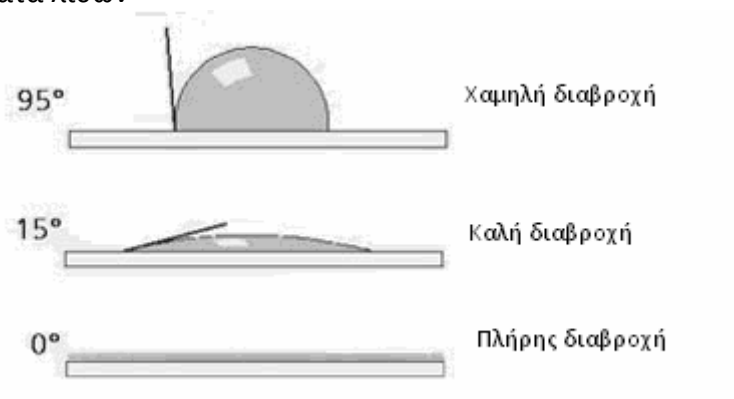
Μπορούμε να παρακολουθήσουμε και να ελέγξουμε διαφορετικές παραμέτρους, όπως:

- Παράμετροι υλικών: επιφανειακή μικρο-μορφολογία, υδατο-απωθητικότητα / έλξη, περιεχόμενο διαλυτών αλάτων, συνοχή υλικού-προσκόλληση, αντίσταση υλικού σε κλιματικές αλλαγές
- Αισθητικές παράμετροι: χρώμα, υποκατεστημένα υλικά, επανα-ολοκλήρωση

Αναφορικά με την αποτίμηση των προϊόντων συντήρησης, τα προϊόντα που χρησιμοποιούνται πρέπει να διαθέτουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, όπως:

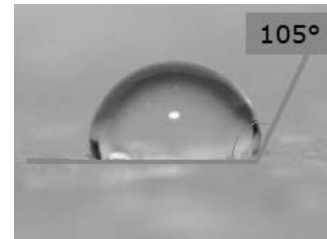
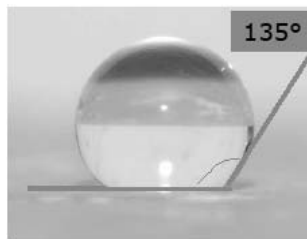
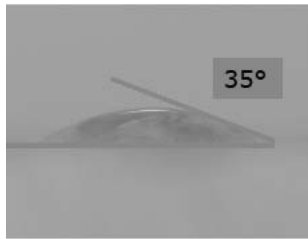
- Συμβατότητα (δημιουργία συστήματος δύο συστατικών (υπόστρωμα – προϊόντα), στο οποίο οι φυσικές, χημικές, μηχανικές και αισθητικές ιδιότητες των προϊόντων δεν είναι «αντικρουόμενες» με του υποστρώματος
- Αναστρεψιμότητα (τα προϊόντα μπορούν να απομακρυνθούν από το υπόστρωμα χωρίς να προξενήσουν φθορά σε αυτό)
- Υδατο – απωθητικότητα: Το νερό δε διαβρέχει το προϊόν / Το νερό έρχεται σε επαφή με την επιφάνεια του προϊόντος αλλά δε διεισδύει σε αυτό
- Αδιαπερατότητα: Το νερό έρχεται σε επαφή με την επιφάνεια του προϊόντος αλλά δε διεισδύει σε αυτό
- Σταθερότητα: τα προϊόντα πρέπει να διατηρούν τα χαρακτηριστικά τους στη διάρκεια του χρόνου παρά την επίδραση παραγόντων φθοράς (περιβάλλον, χρήση κ.ά.)
- Χαμηλή τοξικότητα: τα προϊόντα δεν πρέπει να είναι επικίνδυνα για την υγεία αυτών που τα εφαρμόζουν και για το περιβάλλον
- Διαφάνεια
- Μικρές χρωματικές διαφορές

Μέτρηση της γωνίας επαφής: αποτίμηση της υδατο-απωθητικότητας / της έλξης του νερού σε δείγματα λίθων

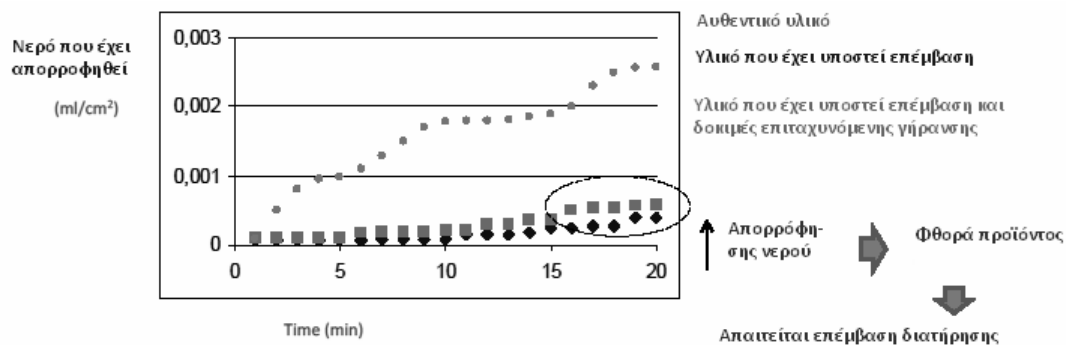
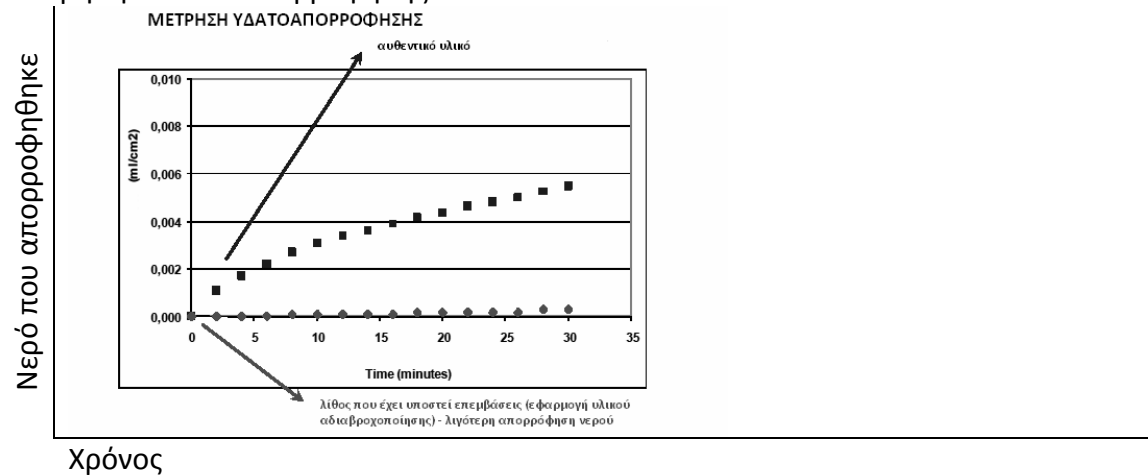


Εάν:

- Γωνία επαφής $< 90^{\circ}$ = διαβροχή (wetting)
- Γωνία επαφής $> 90^{\circ}$ = υδατο – απωθητικότητα (water – repellency)



Μέτρηση υδατο - απορρόφησης



Αντίστοιχα, η ενότητα 5.2. ασχολείται με το θέμα της διατήρησης. Εξετάζονται οι ακόλουθες βασικές έννοιες:

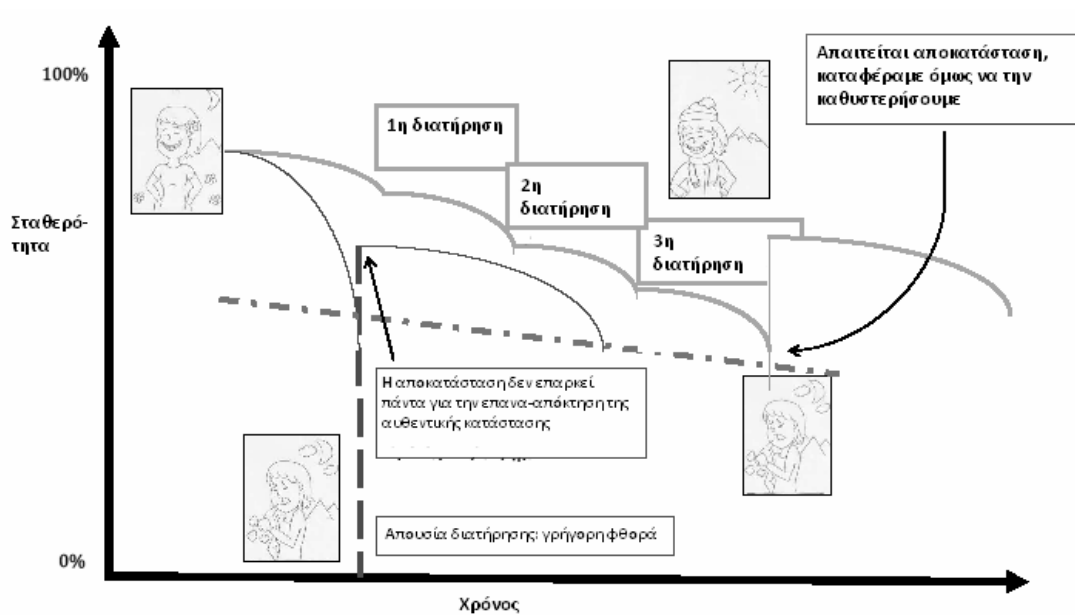
- Γιατί είναι τόσο σημαντική η διατήρηση;
- Συνήθης και μη διατήρηση
- Τι χρειαζόμαστε για μία «καλή» διατήρηση;
- Πλάνο διατήρησης
- Χαρακτηριστικά παραδείγματα

Με τον όρο διατήρηση εννοούμε «το συνδυασμό όλων των τεχνικών, των εξειδικευμένων και των διοικητικών δράσεων, συμπεριλαμβανομένων και των εποπτικών δράσεων, που πραγματοποιούνται για τη διατήρηση ή για την επαναφορά ενός συστήματος / έργου στα δεδομένα πρότυπα, προκειμένου να μπορεί να έλθει σε πέρας η προβλεπόμενη από το έργο λειτουργία».

Η σπουδαιότητα της διατήρησης έγκειται στο γεγονός ότι επιτρέπει:

- Καλύτερη συντήρηση των Μνημείων
- Συνεχή χρήση – αξιοποίηση της δομημένης κληρονομιάς
- Διατήρηση της αποτελεσματικότητας
- Επιβράδυνση περαιτέρω επεμβάσεων αποκατάστασης
- Εξοικονόμηση χρημάτων και χρόνου.

Η εφαρμογή σωστής διατήρησης οδηγεί στην αποφυγή ταχείας φθοράς των Μνημείων μετά την εφαρμογή επεμβάσεων αποκατάστασης.



Η συνήθης διατήρηση περιλαμβάνει:

- Καθάρισμα
 - «Νοικοκύρεμα»
 - Αποκατάσταση
 - Διατήρηση της σωστής θερμοκρασίας, υγρασίας κ.λ.π.
- Η μη συνήθης διατήρηση περιλαμβάνει
- Εφαρμογή επιχρισμάτων – βαφής στους τοίχους
 - Αποκατάσταση της στέγης
 - Στερέωση των εύθρυπτων τμημάτων
 - Περιορισμός εξανθήσεων αλάτων
 - Δομικές επεμβάσεις

Η διατήρηση συντίθεται από ποικίλες δράσεις και για το λόγο αυτό απαιτείται καλός, ακριβής και καθαρός σχεδιασμός:

- **ΑΣΚΗΣΕΙΣ**

Αποτελεί νέο στοιχείο, στοχεύοντας στην καλύτερη κατανόηση του θεωρητικού πλαισίου. Οι Ασκήσεις είναι οι ακόλουθες:

- Ας βυθίσουμε το λίθο πλήρως στο νερό και...
- Πώς μπορούμε να μετρήσουμε τα χρώματα;
- Ας δούμε τι θυμάστε από την ενότητα 5: Κουίζ και σταυρόλεξα
- Μακρο - και μικρο – παρατηρήσεις
- Τι μπορεί να μας πει η γωνία επαφής
- Πείραμα αναρριχώμενης υγρασίας

▪ ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΗΧΟΥ

Αποτελεί νέο στοιχείο, το οποίο χρησιμοποιείται για την καλύτερη κατανόηση – επεξήγηση του θεωρητικού πλαισίου που περιλαμβάνεται στις παρουσιάσεις. Ο καθηγητής παρέχει περαιτέρω πληροφορίες και διευκρινίσεις προς τους μαθητές σχετικά με τις έννοιες που τίγονται και τα παραδείγματα που εξετάζονται, καθώς δεν είναι σε άμεση επαφή με τους μαθητές για να απαντήσει σε τυχόν απορίες τους.

13.8. ΕΝΟΤΗΤΑ 6 «ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ»

▪ ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αποτελεί νέο στοιχείο, το οποίο είναι απαραίτητο για την εισαγωγή της θεματικής ενότητας στους μαθητές, καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς τη φυσική παρουσία του καθηγητή. Στη συγκεκριμένη ενότητα, έχει την ακόλουθη μορφή:

Η Ενότητα 6 είναι η τελευταία ενότητα, που ακολουθεί τα λογικά βήματα στην προστασία της Πολιτιστικής Κληρονομιάς, όπως αυτά παρουσιάστηκαν στις προηγούμενες ενότητες. Ειδικότερα, όπως παρουσιάστηκε στην 1η ενότητα, αρχικά πρέπει να κατανοήσουμε τι είναι Πολιτιστική Κληρονομιά και ποιες αξίες αντιπροσωπεύει. Το επόμενο βήμα είναι να αντιληφθούμε τι είναι η δομημένη κληρονομιά (Ενότητα 2), μέσω μελέτης του κτιρίου / μνημείου και των στοιχείων του. Αυτό είναι προαπαιτούμενο για την κατανόηση της φθοράς του μνημείου και της επίδρασης του περιβάλλοντος σε αυτό (Ενότητα 3), ώστε να αποκομισθεί μια ολοκληρωμένη εικόνα της «κατάστασης φθοράς» της εξεταζόμενης δομής. Μόνο αφότου επιτευχθεί αυτό μπορούν να σχεδιασθούν και επιλεγούν οι κατάλληλες επεμβάσεις, υλικά και τεχνικές συντήρησης ώστε να πληρούνται οι ειδικές προδιαγραφές για το συγκεκριμένο μνημείο. Βέβαια, η προστασία της Πολιτιστικής Κληρονομιάς είναι μια συνεχής διαδικασία, έτσι ώστε, ακόμα και μετά την ολοκλήρωση των επεμβάσεων προστασίας, απαιτείται παρακολούθηση και συντήρηση (Ενότητα 5) όχι μόνο για την αποτίμηση της αποτελεσματικότητας των επεμβάσεων και υλικών προστασίας, αλλά επίσης – ίσως πιο σημαντικό – για την εκτίμηση της ταχύτητας με την οποία το μνημείο υπόκειται σε φθορά ώστε να προγραμματισθούν οι μελλοντικές επεμβάσεις προστασίας του. Η διαχείριση όλων αυτών των ενεργειών είναι κρίσιμη για την προστασία της Πολιτιστικής Κληρονομιάς, και η ενότητα 6 παρουσιάζει την ολοκληρωμένη διαχείρισης και χρήση συγκεκριμένων περιοχών και συνόλων.

Ο σκοπός της Ενότητας 6 είναι ο σπουδαστής του προγράμματος eLAICH να καταφέρει να συνειδητοποιήσει ότι η αειφόρος προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς μας είναι συνυφασμένη με την αειφόρο ανάπτυξη της σύγχρονης κοινωνίας και ότι και τα δύο μπορούν να επιτευχθούν με ολοκληρωμένη διαχείριση και χρήση όλων των διαθέσιμων τεχνολογικών, οικονομικών και κοινωνικών πόρων.

Η Ενότητα 6 εξετάζει πως ο στρατηγικός σχεδιασμός των επεμβάσεων προστασίας, η διαχείριση της ροής των τουριστών, η διαχείριση των κοινωνικοοικονομικών πόρων και η διαχείριση του περιβάλλοντος μπορούν να αποτελέσουν πολύτιμα εργαλεία για την αειφόρο προστασία των μνημείων, των ιστορικών κτιρίων, ιστορικών χώρων και συνόλων, εξασφαλίζοντας οικιστική και κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη, ενώ παράλληλα διασφαλίζεται η πολιτιστική ταυτότητα. Ο ρόλος των καινοτόμων τεχνολογιών και των μεθοδολογιών στρατηγικού σχεδιασμού για την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς παρουσιάζεται σε αυτή την ενότητα σε αριθμό εφαρμογών που καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα από την προστασία κτιρίων μέχρι την αειφόρο ανάπτυξη νησιών σημαντικού πολιτιστικού ενδιαφέροντος.

▪ ΟΔΗΓΙΕΣ

Αποτελεί νέο στοιχείο, το οποίο είναι απαραίτητο για χρήση από τους καθηγητές, καθώς παρέχει οδηγίες σχετικά με τη χρήση του εκπαιδευτικού εργαλείου. Στη συγκεκριμένη ενότητα, έχει την ακόλουθη μορφή:

Η ενότητα 6 είναι η τελευταία ενότητα του βασικού προγράμματος eLAICH και πρέπει να ακολουθεί την μελέτη όλων των προηγούμενων ενότητων. Σκοπό έχει να παρουσιάσει πως αποκομίζεται η «μεγάλη εικόνα», δηλαδή να κατανοήσει ο σπουδαστής πώς να ολοκληρώσει την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς στις ανάγκες της σύγχρονης κοινωνίας.

Διάρκεια ενότητας	4 ώρες
Αριθμός θεμάτων	8
Τοποθεσία	Αίθουσα διδασκαλίας
Απαιτούμενος εξοπλισμός	Ηλεκτρονικός υπολογιστής, συσκευή προβολής

Δομή Ενότητας και προτεινόμενη διάρκεια μελέτης:

Θέμα	Διάρκεια
6.1. Τουρισμός και μνημεία	15 min
6.2 Αρχαιολογικά πάρκα	30 min
6.3 Διατήρηση Ιστορικών Πόλεων	15 min
6.4 Καινοτόμες τεχνολογίες και μεθοδολογίες στρατηγικού σχεδιασμού για την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς	15 min
6.5 Προστασία και αποκατάσταση της ιστορικής πόλης Acre	25 min
6.6 Οι μεγαλιθικοί ναοί της Μάλτας – Μελέτη και προστασία περιοχών Παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς	45 min
6.7 Διαχείριση περιβάλλοντος για την προστασία της Βενετίας	35 min
6.8 Διατήρηση της Κληρονομιάς – Η περίπτωση της Μεσαιωνικής Πόλης της Ρόδου και της Χάλκης, νησιού του Αιγαίου – Πρωτοβουλίες της Διεθνούς Νεολαίας	60 min

Η Ενότητα 6 αποτελείται από 8 θέματα, που μπορούν να μελετηθούν και εκτός αριθμητικής αλληλουχίας, καθώς αναφέρονται σε επιλεγμένα παραδείγματα. Κάθε θέμα πρέπει να μελετηθεί με την ακόλουθη σειρά: 1. Διαβάστε την Εισαγωγή και τις οδηγίες, 2. Δείτε την παρουσίαση powerpoint, 3. Αναζητείστε στο διαδίκτυο και την σχολική βιβλιοθήκη πρόσθετο υλικό και πληροφοριών για την ιστορική περιοχή / πόλη που αναφέρεται στο θέμα.

Οδηγίες προς διδάσκοντες: Μπορείτε να επιλέξετε συγκεκριμένα θέματα και να τα ενσωματώσετε στις διαλέξεις σας, με βάση τον τύπο πολιτιστικής κληρονομιάς που είναι διαθέσιμος σε τοπικό ή εθνικό επίπεδο (π.χ. μνημεία, αρχαιολογικοί χώροι, ιστορικές πόλεις κ.α.). Με αυτό τον τρόπο, οι μαθητές ενθαρρύνονται να συσχετίσουν τα παραδείγματα που παρουσιάζονται στην ενότητα αυτή με παραδείγματα στα οποία έχουν εμπειρία. Αν είναι εφικτό, θα μπορούσε να

διοργανωθεί και σχολική επίσκεψη σε παρόμοιο χώρο (π.χ. ιστορική πόλη), όπου οι μαθητές θα μπορούν να συγκρίνουν τις τοπικές ενέργειες και δράσεις με όσα έχουν διδαχθεί από τα παραδείγματα της ενότητας αυτής. Εναλλακτικά, θα μπορούσαν να δοθούν σε ομάδες μαθητών τοπικά ή εθνικά παραδείγματα, ώστε να αναζητήσουν πληροφορίες σε βιβλιογραφία και να ετοιμάσουν μια μικρή έκθεση σχετικά με τις ενέργειες και δράσεις που έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με την διαχείριση των επεμβάσεων συντήρησης και την χρήση των επιλεγμένων περιοχών / μνημείων.

▪ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ

Αποτελεί προϋπάρχον στοιχείο, το οποίο ωστόσο εμπλουτίζεται με εικόνες, παραδείγματα και επιπλέον επεξηγηματικό υλικό, ακολουθώντας τις ανάγκες και απαιτήσεις των μαθητών, όπως αυτές προέκυψαν κατά την αξιολόγηση του Πειραματικού Κύκλου Μαθημάτων, καθώς και των υπόλοιπων Κύκλων Μαθημάτων που διεξήχθησαν σε διάφορες χώρες της Μεσογείου. Το νέο στοιχείο είναι ότι περιλαμβάνει, εκτός από τα βασικά, και προηγμένα θέματα, τα οποία προορίζονται για τους μαθητές που επιθυμούν να εμβαθύνουν στο γνωστικό πεδίο.

Για τη συγκεκριμένη ενότητα, τα βασικά θέματα που θίγονται είναι:

- *6.1 Τουρισμός και μνημεία:* Το συγκεκριμένο θέμα ασχολείται με το φαινόμενο του τουρισμού με έμφαση στον πολιτιστικό τουρισμό και την επίδραση του στα μνημεία. Ο πολιτιστικός Τουρισμός είναι μια εναλλακτική μορφή Τουρισμού που αναπτύχθηκε για να αντιμετωπίσει την αρνητική επίδραση της μαζικής και ανεξέλεγκτης ροής τουριστών στα μνημεία και αρχαιολογικούς χώρους. Αρκετοί διεθνείς Οργανισμοί αντιμετωπίζουν την αρνητική επίδραση του μαζικού τουρισμού και εξειδικευμένες τουριστικές οδηγίες έχουν αναπτυχθεί προς αυτή την κατεύθυνση. Ειδικότερα στην περίπτωση της Ελλάδας, ο Πολιτισμός θεωρείται ως ο πλούτος της χώρας. Η ύπαρξη ενός διαχειριστικού πλάνου προστασίας και οργάνωσης των επισκέψεων στα μνημεία και τους αρχαιολογικούς χώρους είναι πλέον απαραίτητη για την αντιμετώπιση των αρνητικών επιπτώσεων του μαζικού τουρισμού. Ο Τουρισμός συνεισφέρει στην ολοκλήρωση της πολιτιστικής κληρονομιάς στην εθνική οικονομία και οι Ευρωπαϊκές Πολιτικές ανταποκρίνονται σε αυτές την ανάγκη. Το αναμενόμενο αποτέλεσμα είναι η ανάδειξη της ανάγκης αειφόρου και υπεύθυνου πολιτιστικού τουρισμού που εξαλείφει τις αρνητικές συνέπειες του τουρισμού στα μνημεία και τους αρχαιολογικούς χώρους
- *6.2 Αρχαιολογικά πάρκα:* Το θέμα 6.2 «Αρχαιολογικά Πάρκα» εκθέτει την σπουδαιότητα της κατάλληλης διαχείρισης και χρήσης των Αρχαιολογικών Πάρκων. Καθώς αποτελούν τμήμα των «ίχνων υλικών» που σχετίζονται με τους χώρους αρχαίου πολιτισμού, τα Αρχαιολογικά Πάρκα πρέπει να διατηρηθούν και να προστατευθούν. Είναι σημαντικό να σχεδιάζεται αποτελεσματικά ένα Αρχαιολογικό Πάρκο ώστε αφενός μεν να διατηρούνται οι δεσμοί με το παρελθόν («ίχνη Υλικών»),

αφετέρου να παρέχει ειδικών θεματικών διαδρομών και διδακτικών δραστηριοτήτων.

- *6.3 Διατήρηση Ιστορικών Πόλεων:* Η παρουσίαση αυτή περιγράφει τις προσπάθειες διατήρησης και προστασίας Ιστορικών Πόλεων, όπως στην περίπτωση του Ναυπλίου. Οι Ιστορικές Πόλεις χαρακτηρίζονται από δυο αναγκαία κεφάλαια: Πρώτον το δομημένο και φυσικό περιβάλλον τους, και δεύτερο τις κοινωνικό-οικονομικές αξίες τους, και οποιαδήποτε διαδικασία σχεδιασμού πρέπει να λαμβάνει υπόψη της αυτά τα δύο κεφάλαια. Η διαδικασία σχεδιασμού περιγράφεται στάδιο-στάδιο, ενώ παρουσιάζεται η ανάλυση SWOT - Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats (Δυνατά σημεία, Αδύνατα σημεία, Ευκαιρίες, Απειλές) του προτεινόμενου σχεδίου καθώς και τα βασικά του σημεία. Το αναμενόμενο αποτέλεσμα είναι η κατανόηση ότι απαιτείται αειφόρος ανάπτυξη των Ιστορικών Πόλεων που θα εστιάζονται στις ανάγκες των τοπικών κοινωνιών ενώ θα διατηρούν την πολιτιστική τους ταυτότητα.
- *6.4 Καινοτόμες τεχνολογίες και μεθοδολογίες στρατηγικού σχεδιασμού για την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς:* Η παρουσίαση αυτή εξετάζει πως ο στρατηγικός επεμβάσεων προστασίας και η περιβαλλοντική διαχείριση μπορούν να αποτελέσουν πολύτιμα εργαλεία για την αειφόρο προστασία ιστορικών πόλεων και της πολιτιστικής κληρονομιάς, εξασφαλίζοντας αστική ανάπτυξη και διατηρώντας την πολιτιστική ταυτότητα. Οι καινοτόμες τεχνολογίες και οι μεθοδολογίες στρατηγικού σχεδιασμού για την διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς παρουσιάζονται σε δύο επίπεδα. Στο πρώτο επίπεδο του στρατηγικού σχεδιασμού περιβαλλοντικής διαχείρισης ως εργαλείου αειφόρου διατήρησης ιστορικών πόλεων παρουσιάζονται οι περιπτώσεις της Μεσαιωνικής Πόλης της Ρόδου και οι Ενετικές Οχυρώσεις του Ηρακλείου. Στο δεύτερο επίπεδο του στρατηγικού σχεδιασμού επεμβάσεων συντήρησης σε ιστορικά κτίρια παρουσιάζεται η περίπτωση του Μεγάλου Μελά στο κέντρο της Αθήνας. Το αναμενόμενο αποτέλεσμα είναι να γίνει αντιληπτό πως οι καινοτόμες τεχνολογίες και οι μεθοδολογίες στρατηγικού σχεδιασμού χρησιμοποιούνται για να διασφαλίσουν αποτελεσματική προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς
- *6.5 Προστασία και αποκατάσταση της Ιστορικής Πόλης Acire*
- *6.6. Οι μεγαλιθικοί ναοί της Μάλτας – μελέτη και προστασία περιοχών παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς*
- *6.7. Διαχείριση περιβάλλοντος για την προστασία της Βενετίας:* Το θέμα είναι μια εισαγωγή στην ευαίσθητη περίπτωση της πόλης της Βενετίας. Μια μοναδική πόλη όπως η Βενετία απαιτεί ειδική φροντίδα, δηλαδή μια περιβαλλοντική διαχείριση και ορθή χρήση της πολιτιστικής της κληρονομιάς (τα παλάτια, τα κανάλια, οι γέφυρες, οι νησίδες... η πόλη η ίδια). Κάθε χρόνο 9 εκατομμύρια τουρίστες επισκέπτονται την Βενετία,

χιλιάδες πλοίων περνούν την περιοχή του Αγ. Μάρκου, πολυάριθμα κτίρια απαιτούν συντήρηση των θεμελίων τους, αρκετές «acquaalta» (πλημμύρες) λαμβάνουν χώρα... όλα αυτά τα γεγονότα πρέπει να ληφθούν υπόψη για την προστασία της Βενετίας και της λιμνοθάλασσας που συμπεριελήφθησαν στην λίστα περιοχών Παγκόσμιας Κληρονομιάς της UNESCO το 1987.

- 6.8. Διατήρηση της κληρονομιάς – Η περίπτωση της Μεσαιωνικής Πόλης της Ρόδου και της Χάλκης, νησιών του Αιγαίου – πρωτοβουλίες της διεθνούς νεολαίας: Το συγκεκριμένο θέμα ασχολείται με τις ιστορικές πόλεις ως ανοιχτά εργαστήρια για έρευνα και εκπαίδευση στην αποκατάσταση μνημείων. Σκοπό έχει να αναδείξει την σπουδαιότητα της διατήρησης της κληρονομιάς και την ενεργούς συμμετοχής των τοπικών κοινωνιών και ειδικότερα των νέων, για την ολοκλήρωση της πολιτιστικής και της κοινωνικο-οικονομικής ανάπτυξης. Το αναμενόμενο αποτέλεσμα είναι μέσω της παρουσίας παραδειγμάτων οι νέοι να αποκτήσουν γνώση και να ευαισθητοποιηθούν για ενεργή συμμετοχή στην αποκατάσταση μνημείων, στην προστασία και διατήρησή τους.

▪ ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΗΧΟΥ

Αποτελεί νέο στοιχείο, το οποίο χρησιμοποιείται για την καλύτερη κατανόηση – επεξήγηση του θεωρητικού πλαισίου που περιλαμβάνεται στις παρουσιάσεις. Ο καθηγητής παρέχει περαιτέρω πληροφορίες και διευκρινίσεις προς τους μαθητές σχετικά με τις έννοιες που θίγονται και τα παραδείγματα που εξετάζονται, καθώς δεν είναι σε άμεση επαφή με τους μαθητές για να απαντήσει σε τυχόν απορίες τους.

13.9. ΕΝΟΤΗΤΑ «ΥΙΟΘΕΤΩ ΕΝΑΝ ΤΟΠΟ»

▪ ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Ενότητα “Υιοθετώ ένα τόπο” είναι η τελευταία ενότητα του συνόλου της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Βασίζεται στη γνώση και στην κατανόηση των εννοιών που αναπτύχθηκαν κατά τη μελέτη των προηγούμενων έξι Ενοτήτων. Η Ενότητα “Υιοθετώ έναν τόπο” επιτρέπει στο μαθητή να:

- εφαρμόσει τις γνώσεις του σε ποικίλα θέματα, εστιάζοντας στη φθορά των δομικών υλικών που χρησιμοποιούνται σε ένα ιστορικό κτήριο / τόπο
- αναπτύξει βασική ικανότητα κατανόησης ενός ιστορικού τόπου, καταγράφοντας τα χαρακτηριστικά του και διεξάγοντας βασική ανάλυση
- συλλέξει δεδομένα για έναν ιστορικό τόπο, τα οποία μπορεί να βοηθήσουν στη διατήρησή του από εμπειρογνώμονες συντήρησης και συντηρητές.

Η Ενότητα “Υιοθετώ έναν τόπο” επιτρέπει στους μαθητές του κάθε κύκλου μαθημάτων να αναλάβουν τις προτεινόμενες δραστηριότητες στο πλαίσιο τελικής εργασίας. Η εργασία αυτή μπορεί να υποβληθεί από το σχολείο στις αρμόδιες αρχές συντήρησης και προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς με την ολοκλήρωση του κύκλου μαθημάτων.

▪ ΟΔΗΓΙΕΣ

Η Ενότητα “Υιοθετώ έναν τόπο” καθιστά δυνατή τη μελέτη ενός ιστορικού τόπου μέσω μιας σειράς οδηγιών, οι οποίες πρέπει να μελετηθούν και να εφαρμοστούν διαδοχικά:

- Οδηγίες για την επιλογή ενός τόπου

Τα κριτήρια αυτά πρέπει να είναι εφαρμόσιμα σε έναν ιστορικό τόπο όπου οι μαθητές του θα μελετούν, διερευνούν, φωτογραφίζουν / κάνουν μετρήσεις, κρατούν αρχεία, με σκοπό να παράγουν την κεντρική άσκησή τους εκτός διαδικτύου κατά τη διάρκεια του κύκλου μαθημάτων.

Δύο κατηγορίες πρέπει να είναι παρούσες σε έναν τόπο: “Θετικές” (1) και “Αρνητικές” (2).

1. “Θετικές” = Αξίες

Προτείνεται ο τόπος να κατέχει όχι μόνο ιστορικές αξίες, αλλά και αρχιτεκτονικές / καλλιτεχνικές (αισθητικές) αξίες.

Επιπρόσθετα, άλλες αξίες πρέπει να περιλαμβάνονται, π.χ. κοινωνικές, θρησκευτικές αξίες, η σπουδαιότητα του τόπου εντός του τοπικού πολιτισμού κ.λ.π.

2 “Αρνητικές” = Φθορά

Ο τόπος θα πρέπει επίσης να παρέχει μία πρόσφορη «συλλογή» τύπων φθοράς και να παρέχει πλούσιο υλικό επί τόπου για τη μελέτη της φθοράς της δομής και των υλικών. Παράλληλα, τα φαινόμενα φθοράς δεν πρέπει να εμφανίζονται σε πολύ υψηλό επίπεδο δυσκολίας, αναγνωρίζοντας το προφίλ αρχαρίων των μαθητών. Σημειώνεται ότι ο τόπος πρέπει να είναι ασφαλής για τους μαθητές και τους καθηγητές. Οι κατάλληλες διευκολύνσεις και ένα υπόστεγο πρέπει να παρέχονται σε εύλογη απόσταση από την περιοχή εργασίας σε περίπτωση δύσκολων καιρικών συνθηκών.

Επιπρόσθετα, προτείνεται η διοίκηση του σχολείου να επιλέξει έναν τόπο για την επί τόπου μελέτη των μαθητών σε συνεργασία με τους αρμόδιους φορείς συντήρησης και προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς που έχουν την ευθύνη των ιστορικών τόπων στη σχολική περιοχή.

Με τον όρο “τόπος” νοείται κάθε αντικείμενο της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς, όπως κτήριο, κατασκευή (γέφυρα, υδραγωγείο, μονοπάτι, κ.λ.π.), σύνολο κτηρίων, πάρκο, κ.λ.π. Ο όρος “Τόπος” δεν περιορίζει την κλίμακα και το μέγεθος ενός αντικειμένου. Παρ’ όλα αυτά, τα φυσικά σύνορα του “τόπου” πρέπει να περιγράφονται ρεαλιστικά σύμφωνα με τις ανατεθείσες εργασίες και το περιεχόμενο του προγράμματος.

Για παράδειγμα θα μπορούσε να σημαίνει ένα συγκεκριμένο κτήριο μιας ιστορικής πόλης ή ένα μικρό τμήμα του τοίχου του, όπου οι μαθητές θα μελετήσουν, θα διερευνήσουν, θα λάβουν μετρήσεις και αρχεία, και όχι ολόκληρη η πόλη, όπως μπορεί να ορίζεται από το καθεστώς της πόλης για τη συντήρηση ή από την συμπερίληψή της στη λίστα των Πόλεων Παγκόσμιας Κληρονομιάς.

- *Αρχές μελέτης και τεκμηρίωσης ενός ιστορικού τόπου για τους μαθητές*

Η Ενότητα “Υιοθετώ έναν τόπο” αποτελείται από ένα στάδιο προετοιμασίας και την καθεαυτή μελέτη ενός ιστορικού τόπου. Το στάδιο προετοιμασίας απαρτίζεται από:

- *Βήμα 1:* Επιλέγοντας έναν ιστορικό τόπο για την επί τόπου μελέτη. Η δραστηριότητα αυτή δεν είναι εκπαιδευτική. Πρέπει να αναλαμβάνεται από τη διοίκηση του σχολείου σε συνεργασία με τις αρχές συντήρησης και προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς. Πρέπει να αναλαμβάνεται σε συμφωνία με το έγγραφο «Οδηγίες για την επιλογή ενός τόπου».

- *Βήμα 2:* Μαθαίνοντας για τις αρχές μελέτης και τεκμηρίωσης ενός ιστορικού τόπου. Η δραστηριότητα αυτή πρέπει να διεξαχθεί στην αίθουσα με τη βοήθεια παρουσίασης σε μορφή PowerPoint «Αρχές μελέτης και τεκμηρίωσης ενός ιστορικού τόπου για τους μαθητές».

Χώρος διεξαγωγής: Αίθουσα

Διάρκεια: 30 λεπτά

Εξοπλισμός: Υπολογιστής (ες), προβολέας, σύνδεση στο Διαδίκτυο, στυλό ή μολύβια, χαρτί

- *Βήμα 3:* Πριν την είσοδο σε έναν ιστορικό τόπο, οι μαθητές και ο καθηγητής πρέπει να εξοικειωθούν με τα αναμενόμενα αποτελέσματα της μελέτης που έχει σχεδιασθεί για τον τόπο μέσω ενός παραδείγματος παρόμοιων αποτελεσμάτων από προηγούμενο κύκλο μαθημάτων (παρουσίαση σε μορφή PowerPoint).

Χώρος διεξαγωγής: Αίθουσα

Διάρκεια: 30 λεπτά

Εξοπλισμός: Υπολογιστής (ες), προβολέας σύνδεση στο Διαδίκτυο, στυλό ή μολύβια, χαρτί

- *Οδηγίες για την επί τόπου μελέτη ενός ιστορικού τόπου για τους μαθητές.*

Η μελέτη ενός ιστορικού τόπου πρέπει να γίνει σύμφωνα με το έγγραφο “Οδηγίες για την επί τόπου μελέτη ενός (τμήματος) ιστορικού τόπου για τους μαθητές”. Προτείνεται ο καθηγητής και οι μαθητές να εξοικειωθούν με αυτές τις Οδηγίες πριν πάνε στον τόπο. Οι Οδηγίες περιλαμβάνουν περιγραφή του σκοπού της μελέτης, τη μέθοδο και το αναμενόμενο αποτέλεσμα. Περιλαμβάνουν, επίσης, οργανωτικές οδηγίες, λίστα εξοπλισμού, προτεινόμενο χρονοδιάγραμμα.

Χώρος διεξαγωγής: ιστορικός τόπος

Διάρκεια: 6 ώρες

Εξοπλισμός: Σύμφωνα με το έγγραφο «Οδηγίες για την επί τόπου μελέτη ενός (τμήματος) ιστορικού τόπου για τους μαθητές»

Πληροφορίες σχετικά με έναν ιστορικό τόπο που έχουν συλλεχθεί κατά τη διάρκεια της μελέτης στον τόπο μπορούν να επεξεργαστούν μετά την εξωτερική αυτή δραστηριότητα στην αίθουσα, σύμφωνα με το προαιρετικό κεφάλαιο του εγγράφου «Οδηγίες για την επί τόπου μελέτη ενός (τμήματος) ιστορικού τόπου για τους μαθητές». Η διάρκεια της δραστηριότητας πρέπει να προσαρμόζεται και να αποφασίζεται ανάλογα με το σχολείο, λόγω του συγκεκριμένου εκπαιδευτικού υποβάθρου των μαθητών. Δε συμπεριλαμβάνεται στη χρονική διάρκεια του Βασικού Κύκλου Μαθημάτων.

13.10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- A Digital Agenda for Europe, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Brussels, COM, 245 (May 19, 2010)
- Europe 2020. A strategy for smart, sustainable and inclusive growth, European Commission, Brussels, COM 2020 (March 3, 2010)
- Lobovikov - Katz A., Konstanti A., Labropoulos K., Moropoulou A., Cassar J., De Angelis R. (2012). The EUROMED 4 Project “ELAICH”: e-tools for a teaching environment on EU Mediterranean cultural heritage, EUROMED 2012 International Conference on Cultural Heritage, Oct. 29 – Nov. 3, 2012, Lemesos, Cyprus (under publication in Lecture Notes for Computer Science, Springer Verlag)
- <http://www.elaich.technion.ac.il/e-learning>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14: ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ

14.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την αποτίμηση του εκπαιδευτικού πειράματος ελήφθησαν υπ' όψιν για τη βελτιστοποίηση της αναπτυσσόμενης εκπαιδευτικής μεθοδολογίας. Η αξιολόγηση του πειράματος στο σύνολό του, το κέρδος των μαθητών αναφορικά με την αποκτηθείσα γνώση σε κάθε θεματική ενότητα, οι απόψεις των ίδιων των μαθητών υποδεικνύουν τα θετικά στοιχεία της μεθοδολογίας που πρέπει να διατηρηθούν ή να επεκταθούν περαιτέρω, καθώς και τα αρνητικά στοιχεία που πρέπει να απαλειφθούν ή να αντικατασταθούν.

Από την αποτίμηση γίνεται φανερό, επίσης, εάν είναι χρήσιμη η εισαγωγή του προβληματισμού στην αρχή κάθε εκπαιδευτικής δραστηριότητας και σε ποια μορφή θα μπορούσε να μετεξελιχθεί.

14.2. ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ

Τα βασικά στοιχεία που λαμβάνονται υπ' όψιν για τη βελτιστοποίηση της εκπαιδευτικής μεθοδολογίας που αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε για το γνωστικό πεδίο της Προστασίας Μνημείων είναι τα ακόλουθα:

- Οι μαθητές βρίσκουν πιο ενδιαφέρουσες και ελκυστικές τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες οι οποίες αφορούν σε **βιωματική μάθηση** (εργαστηριακές ασκήσεις, επί τόπου εργασίες πεδίου, εκπαιδευτικές επισκέψεις) σε αντίθεση με τις παραδοσιακές «παθητικές» τεχνικές (διαλέξεις στην αίθουσα)
- Η χρήση πλούσιου **οπτικο - ακουστικού υλικού** και **απτών παραδειγμάτων** βοηθούν τους μαθητές να κατανοήσουν σε μεγαλύτερο βαθμό το περιεχόμενο των εννοιών.
- Η χρησιμοποίηση **πραγματικών σύνθετων προβλημάτων**, τα οποία πηγάζουν από την καθημερινότητα των μαθητών ή είναι γνώριμα σε εκείνους, αυξάνουν το ενδιαφέρον τους για μάθηση.
- Η χρήση **διερευνητικών ερωτήσεων** βοηθά τους μαθητές να μετάσχουν ενεργά στην εκπαιδευτική διαδικασία, τους ωθεί να σκεφτούν κριτικά και δημιουργικά προκειμένου να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις και τους βοηθά να κατανοήσουν σε βάθος τις έννοιες
- Η **ομαδική εργασία** και η **ανάληψη συγκεκριμένων ρόλων** βοηθά στην καλλιέργεια του πνεύματος συνεργασίας και στην υπεύθυνη αντιμετώπιση των καθηκόντων που τους ανατίθενται.
- Η **διεπιστημονική και ολοκληρωμένη προσέγγιση** των θεμάτων βοηθά τους μαθητές να αποκτήσουν σφαιρική άποψη για το γνωστικό αντικείμενο και να γνωρίσουν ποικίλες πτυχές του.

Η εισαγωγή του **προβληματισμού** στην αρχή κάθε εκπαιδευτικής δραστηριότητας ήταν ιδιαίτερη ενθαρρυντική, καθώς αποδείχθηκε ότι ο προβληματισμός:

- αποτελούσε ισχυρό κίνητρο για την κινητοποίηση και τη ενεργό συμμετοχή των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία
- οδηγούσε σε ελπιδοφόρα θετική ανταπόκριση των μαθητών, οι οποίοι είχαν καλό αισθητήριο και μπορούσαν σε πολλές περιπτώσεις να δώσουν ικανοποιητικές απαντήσεις, αλλά και να προχωρούν τον προβληματισμό σε μεγαλύτερο βάθος
- σε συνδυασμό με τις διερευνητικές ερωτήσεις που θέτονταν από τον καθηγητή «γεννούσε» επιπλέον ερωτήματα και προβληματισμούς στους μαθητές, ανατροφοδοτώντας συνεχώς την εκπαιδευτική διαδικασία.

Επιπρόσθετα, το λιγότερο ελκυστικό κομμάτι του Εκπαιδευτικού Πειράματος ήταν σύμφωνα με τους μαθητές η εξέταση του συναφούς θεωρητικού πλαισίου. Ο συνδυασμός, λοιπόν, της επιτυχίας του προβληματισμού με τα αδύναμα σημεία της θεωρητικής διάλεξης οδηγούν κατά τη βελτιστοποίηση της μεθοδολογίας στην ουσιαστική πλέον εισαγωγή της μεθόδου μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα. Με τον τρόπο αυτό ο προβληματισμός παίρνει πιο ώριμη μορφή και μετεξεγλίσσεται σε πρόβλημα που πρέπει να επιλυθεί, χωρίς οι μαθητές να περάσουν αναγκαστικά από το στάδιο των παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας.

Σε αντιδιαστολή με το κλασικό αυτό εκπαιδευτικό μοντέλο, οι μαθητές μπορούν να αναζητήσουν τις απαιτούμενες πληροφορίες μόνοι τους και τους παρέχεται η δυνατότητα μελέτης σχετικού εκπαιδευτικού ηλεκτρονικού υλικού, το οποίο μπορούν να αξιολογήσουν κατάλληλα υπό την καθοδήγηση του καθηγητή και να επιλύσουν το πρόβλημα που τίθεται. Σε περίπτωση, ωστόσο, που ο καθηγητής διαπιστώσει αδυναμία των μαθητών να οδηγηθούν στην επίλυση του προβλήματος, μπορεί να ενισχύσει την εκπαιδευτική διαδικασία με σύντομες θεωρητικές διαλέξεις.

Η ιδέα εισαγωγής της μεθόδου μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα για το γνωστικό αντικείμενο της προστασίας Μνημείων ενισχύεται και από τις ακόλουθες διαπιστώσεις:

- η μέθοδος αρχικά εφαρμόστηκε στην ιατρική, η οποία δανείζει πλήθος όρων στην Προστασία Μνημείων (διάγνωση, πρόληψη, θεραπεία, υπέρηχοι, ενδοσκόπηση κ.λ.π.), οδηγώντας συνειρμικά σε αντιστοιχίες μεταξύ των δύο γνωστικών αντικειμένων
- η μέθοδος εφαρμόζεται σήμερα στον τομέα της μηχανικής και των φυσικών επιστημών και το πεδίο της Προστασίας Μνημείων, όπως εξετάζεται στα πλαίσια της παρούσας διατριβής, ανήκει στα θέματα STEM, και ολοκληρώνεται από τα θέματα των ανθρωπιστικών επιστημών. Αυτό ακριβώς καλύπτει και η μάθηση βασισμένη σε πρόβλημα, λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι οι τεχνικές λύσεις πρέπει να συνοδεύονται από κοινωνικές θεωρήσεις στη σύγχρονη εποχή

- στο συγκεκριμένο γνωστικό πεδίο υπάρχει πληθώρα προβλημάτων προς επίλυση, τα οποία απαιτούν διεπιστημονική προσέγγιση, άπτονται της καθημερινότητας και πραγματικών καταστάσεων, είναι εξαιρετικά περίπλοκα, απαιτούν τη συνεκτίμηση ποικίλων παραμέτρων, χαρακτηριστικά δηλαδή που έχουν τα εξεταζόμενα προβλήματα στη συγκεκριμένη μέθοδο μάθησης

Η εκπαιδευτική δραστηριότητα ως εμπειρία

- Καλλιεργεί την ενεργό μάθηση
- Υποστηρίζει τη δόμηση της γνώσης
- Ολοκληρώνει επιμέρους θεματικά πεδία
- Παρέχει τη συσχέτιση - συνάφεια

Ο μαθητής ως επιλυτής του προβλήματος

- ορίζει προβλήματα & συνθήκες επίλυσης
- εγκαθιστά ένα περιεχόμενο για μάθηση
- επιδιώκει την κατανόηση των εννοιών
- χρησιμοποιεί αυτό-κατευθυνόμενη μάθηση

Το πρόβλημα ως οργανωτής - ρυθμιστής της εκπαιδευτικής δραστηριότητας




- αναδεικνύει την ανάγκη διερεύνησης
- προσελκύει και διατηρεί το ενδιαφέρον των μαθητών
- συνδέει τη σχολική μάθηση με τον πραγματικό κόσμο
- επιτρέπει ουσιαστική μάθηση

Ο καθηγητής ως εκπαιδευτής στο γνωστικό τομέα

- καλλιεργεί το ενδιαφέρον και τον ενθουσιασμό
- προωθεί την κριτική σκέψη των μαθητών
- εκθέτει αποτελεσματικές στρατηγικές μάθησης
- καλλιεργεί ένα περιβάλλον που υποστηρίζει την ανοιχτή διερεύνηση

Σχήμα 70: Το πρόβλημα «ρυθμιστής» της εκπαιδευτικής δραστηριότητας στη μάθηση βασισμένη σε πρόβλημα

- σύμφωνα με τις σύγχρονες αντιλήψεις, ο όρος διδασκαλία δίνει τη θέση του στη μάθηση, την οποία οι μαθητές καλούνται να κατακτήσουν σε μεγάλο βαθμό μόνοι τους, αναπτύσσοντας την κριτική και δημιουργική τους σκέψη, γεγονός που επιτυγχάνεται με τη μάθηση βασισμένη σε πρόβλημα
- η βιωματική μάθηση και η ενεργός συμμετοχή των μαθητών για την κατάκτηση της μάθησης σε όλη τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας αποτελούν βασικά συστατικά για την επιτυχή διδασκαλία και εμπέδωση της γνώσης. Στην προσπάθεια αυτή ο καθηγητής δεν έχει το ρόλο του απόμακρου καθοδηγητή, αλλά του συμμετόχου. Τα στοιχεία αυτά διασφαλίζονται με τη μάθηση βασισμένη σε πρόβλημα.

		
<p>Οι μαθητές εμπλέκονται ενεργά στην εκπαιδευτική διαδικασία, διερευνούν το πρόβλημα προς επίλυση που τίθεται από τον καθηγητή</p>	<p>Ο καθηγητής είναι συμμετοχός στην εκπαιδευτική διαδικασία, θέτει ερωτήματα διερεύνησης στους μαθητές, συμμετέχει εάν ζητηθεί ή διαπιστώσει ότι οι μαθητές αποπροσανατολίζονται από τους τεθέντες στόχους, παρακολουθεί & ελέγχει τη συνολική διαδικασία</p>	<p>Όλοι μαζί οδηγούνται στην επίλυση του προβλήματος μέσω συνεργασίας, ανταλλαγής απόψεων, ανάληψης πρωτοβουλιών, διεπιστημονικής & ολιστικής προσέγγισης</p>

Σχήμα 71: Σταδιακή εξέλιξη του ρόλου των μαθητών και του καθηγητή στην εκπαιδευτική διαδικασία

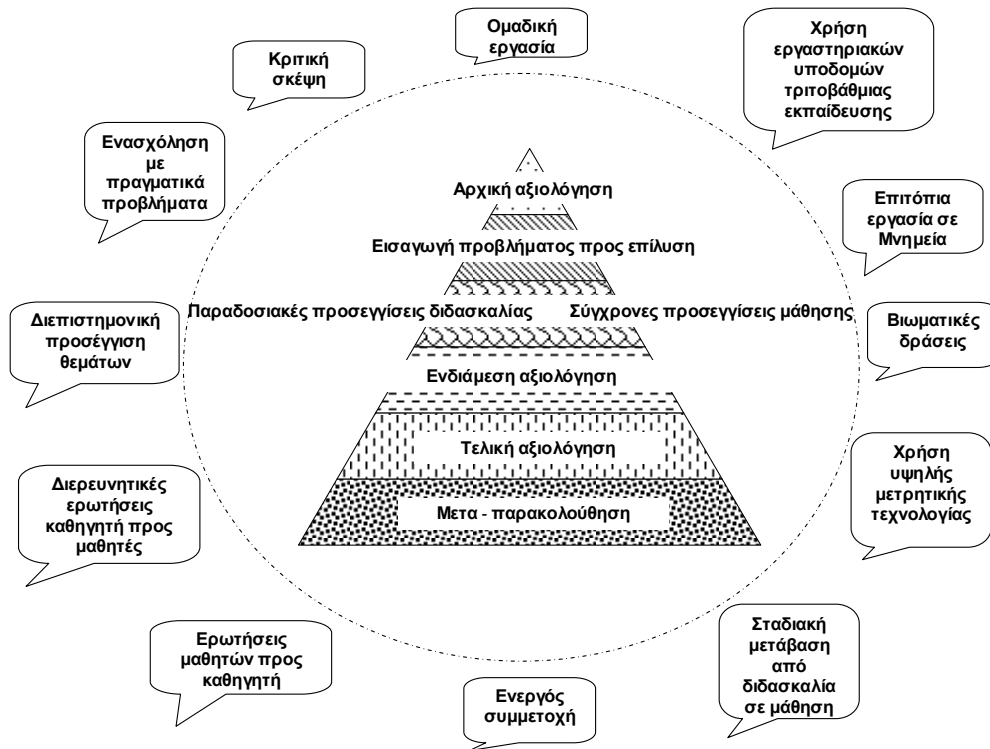
Από την αξιολόγηση της εφαρμοζόμενης μεθοδολογίας στον Πειραματικό Κύκλο Μαθημάτων υπάρχει η ένδειξη της θετικής ανταπόκρισης των μαθητών σε ένα βασικό πρόβλημα, αλλά δεν μπορεί να εκτιμηθεί με ασφάλεια εάν οι μαθητές είναι σε θέση να ανταποκριθούν στην επίλυση των περίπλοκων προβλημάτων που αφορούν στη δομημένη πολιτιστική κληρονομιά χωρίς να λάβουν καθόλου θεωρητικές γνώσεις, αξιοποιώντας μόνο την πρότερη γνώση σε θέματα φυσικών επιστημών, τεχνολογίας, μαθηματικών, σε συνδυασμό με θέματα ανθρωπιστικών επιστημών.

Οι σύγχρονες ενεργητικές μέθοδοι διδασκαλίας, οι οποίες αφορούν σε εφαρμογή βιωματικής προσέγγισης και αναφέρονται σε επίλυση ασκήσεων στην αίθουσα, ανάλυση μελετών περιπτώσεων, εκτέλεση εργαστηριακών δραστηριοτήτων και επί τόπου εργασιών πεδίου σε Μνημεία, διατηρούνται και / ή επεκτείνονται στη βελτιστοποιημένη μεθοδολογία, καθώς κρίθηκαν ιδιαίτερα θετικά από τους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, καταφέροντας να κεντρίσουν το ενδιαφέρον τους, να τους φέρουν σε επαφή με πραγματικές και περίπλοκες καταστάσεις που συναντώνται στην πράξη, να τους εισαγάγουν στη χρήση της υψηλής μετρητικής τεχνολογίας.

Επίσης, η χρήση πλούσιου οπτικού υλικού και απτών παραδειγμάτων βοηθούν στο να καταστεί το περιεχόμενο πιο κατανοητό και πιο ρεαλιστικό. Ενισχύεται η βιωματική μάθηση, η οποία είναι ελκυστική για τους μαθητές και επιτρέπει την κατανόηση των εννοιών σε βάθος.

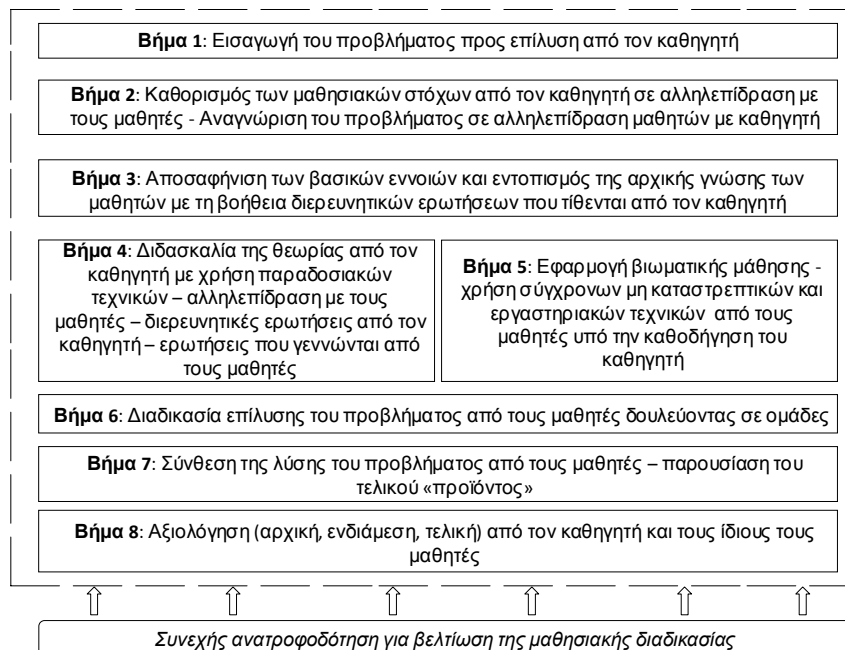
Η βελτιστοποιημένη μεθοδολογία που προκύπτει απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα, όπου ο απλός προβληματισμός μετασχηματίζεται σε περίπλοκο πρόβλημα προς επίλυση, το οποίο οι μαθητές μπορούν να συναντήσουν στην καθημερινότητά τους και για την επίλυσή του χρειάζεται να συνεκτιμήσουν παράγοντες, να προσεγγίσουν το θέμα διεπιστημονικά, να δουλέψουν με κριτική και δημιουργική σκέψη, να συνεργαστούν και να επιτύχουν τη δημιουργία του τελικού αποτελέσματος. Επιπρόσθετα, οι παραδοσιακές προσεγγίσεις διδασκαλίας περιορίζονται. Η μελέτη του συναφούς θεωρητικού πλαισίου μπορεί να

πραγματοποιηθεί και από τους ίδιους τους μαθητές μέσω προτεινόμενου υποστηρικτικού υλικού.



Σχήμα 72: Βελτιστοποιημένη εκπαιδευτική μεθοδολογία για την προσέγγιση του γνωστικού πεδίου της Προστασίας Μνημείων

Τα βήματα που προτείνονται για την αναπτυσσόμενη μεθοδολογία περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:



Σχήμα 73: Γενικά βήματα της βελτιστοποιημένης εκπαιδευτικής μεθοδολογίας για την επίλυση του προβλήματος

Στο **πρώτο βήμα** εισάγεται από τον καθηγητή το πρόβλημα προς επίλυση. Το πρόβλημα περιγράφεται συνοπτικά και παρέχονται ορισμένα δεδομένα που απαιτούνται για την επίλυση του προβλήματος.

Στο **δεύτερο στάδιο** ο καθηγητής σε αλληλεπίδραση με τους μαθητές καθορίζει τους μαθησιακούς στόχους, παρέχοντας τις κατευθυντήριες γραμμές. Το πρόβλημα αναγνωρίζεται, ταυτοποιείται προκειμένου να αρχίσει να μορφοποιείται. Οι μαθητές συνεργάζονται και προτείνουν σε πρώτο στάδιο λύση για το πρόβλημα, χωρίς να υπεισέλθουν ωστόσο σε λεπτομερείς αναλύσεις.

Στο **τρίτο βήμα** γίνεται αποσαφήνιση των βασικών εννοιών που αφορούν στο πρόβλημα και με τη χρήση διερευνητικών ερωτήσεων ο καθηγητής διαπιστώνει την πρότερη γνώση των μαθητών και καθορίζει αναλόγως την πορεία της μαθησιακής διαδικασίας.

Στο **τέταρτο βήμα** και αφού οι μαθητές έχουν αναγνωρίσει ποιες είναι οι βασικές έννοιες, ο καθηγητής προχωρά στη διδασκαλία των βασικών θεωρητικών αρχών με τη χρήση των παραδοσιακών τεχνικών, οι οποίες είναι γνώριμες στους μαθητές και μειώνουν συνεπώς το άγχος του «αγνώστου».

Στο **πέμπτο βήμα** ακολουθεί η εφαρμογή βιωματικής μάθησης για εμπέδωση της θεωρίας και κατανόηση σε βάθος των εννοιών που οι μαθητές διδάχθηκαν στο προηγούμενο στάδιο. Υπό την καθοδήγηση του καθηγητή, οι μαθητές έρχονται σε επαφή με σύγχρονες εργαστηριακές και μη καταστρεπτικές τεχνικές και εφαρμόζοντάς τες μόνοι τους κατανοούν τι μετρούν και γιατί το μετρούν.

Στο **έκτο βήμα** και αφού οι μαθητές έχουν λάβει τις απαιτούμενες γνώσεις προχωρούν στην επίλυση του προβλήματος, δουλεύοντας σε ομάδες και κάνοντας καταμερισμό των εργασιών.

Στο **έβδομο βήμα** οι ομάδες των μαθητών κάνουν την τελική σύνθεση και παρουσιάζουν το τελικό «προϊόν» στον καθηγητή.

Στο **όγδοο βήμα** πραγματοποιείται αξιολόγηση των μαθητών από τον καθηγητή για την αποκτηθείσα γνώση καθώς και αυτό - αξιολόγηση των μαθητών. Μετα - παρακολούθηση πραγματοποιείται για τη συνολική μαθησιακή διαδικασία, τις μεθόδους και τις τεχνικές που υιοθετήθηκαν, τη θεματολογία που επιλέχθηκε, τους διδάσκοντες, την αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών για το γνωστικό αντικείμενο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 15: ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΓΙΑ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ ΚΑΙ ΜΑΘΗΤΕΣ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

15.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Βάσει της βελτιστοποιημένης εκπαιδευτικής μεθοδολογίας αναπτύσσονται διδακτικές οδηγίες και αριστοποιημένο προτεινόμενο εκπαιδευτικό υλικό με αποδέκτες τους μαθητές και τους καθηγητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για το γνωστικό πεδίο της Προστασίας Μνημείων.

Το εκπαιδευτικό υλικό και οι οδηγίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο πλαίσιο εκπόνησης συναφών ερευνητικών εργασιών, καινοτόμων περιβαλλοντικών και πολιτιστικών προγραμμάτων, διαθεματικών εργασιών ή με οποιονδήποτε άλλο τρόπο κρίνει κατάλληλο ο καθηγητής.

Το παρόν κεφάλαιο περιλαμβάνει:

- **Γενικές Διδακτικές Οδηγίες** που αφορούν στην προτεινόμενη εκπαιδευτική μεθοδολογία προς εφαρμογή από τους καθηγητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης
- **Ειδικές Οδηγίες για επί τόπου εφαρμογές σε Μνημεία**
- **Αριστοποιημένο προτεινόμενο εκπαιδευτικό υλικό** για την προσέγγιση του γνωστικού πεδίου της Προστασίας Μνημείων.

15.2. ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ

Κατά την εκπαιδευτική προσέγγιση του γνωστικού πεδίου της Προστασίας Μνημείων, ο καθηγητής πρέπει να έχει κατά νου ότι οι μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, οι οποίοι αποτελούν τους αποδέκτες της προσέγγισης αυτής, αποτελούν μη εξειδικευμένο κοινό. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητο να εισαχθούν με κατανοητό και σαφή τρόπο οι βασικές έννοιες που σχετίζονται με το γνωστικό πεδίο. Η προσέγγιση δεν έχει στόχο τη συσσώρευση εξειδικευμένων γνώσεων, τις οποίες οι μαθητές δε θα είναι σε θέση να συγκρατήσουν και να χρησιμοποιήσουν στο μέλλον, αλλά στην καλλιέργεια τρόπου δημιουργικής και κριτικής σκέψης για την επίλυση πολύπλοκων και πολύ-παραμετρικών προβλημάτων που συναντώνται στην πράξη.

Οι μαθητές δε θα γίνουν ειδικοί επιστήμονες σε θέματα συντήρησης, διατήρησης, προστασίας και ανάδειξης της δομημένης πολιτιστικής κληρονομιάς.

Αντίθετα, η προσέγγιση στοχεύει στην ευαισθητοποίηση των νέων σε θέματα προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς, παρέχοντας μια «πρόγευση» στους μαθητές για το συγκεκριμένο πεδίο σε εισαγωγικό επίπεδο, στοχεύοντας στην προσέλκυση του ενδιαφέροντός τους για περαιτέρω διερεύνηση και συναφή επαγγελματικό προσανατολισμό.

Βασικά στοιχεία της προσέγγισης για τον καθηγητή αποτελούν:

- Η μη ανάλυση του χρόνου, ειδικά εάν δεν υπάρχει επαρκής διαθέσιμος, σε παράθεση εξειδικευμένων θεωρητικών γνώσεων.
- Ο εντοπισμός και η ανάλυση της βασικής ιδέας - έννοιας - προβλήματος προς επίλυση, παρέχοντας τη δυνατότητα στους μαθητές να μετάσχουν ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία.
- Η σύνδεση του θέματος με τη ζωή και την καθημερινότητα των μαθητών, προκειμένου να παρουσιάζει ενδιαφέρον και να είναι εύκολο αντιληπτό
- Η χρήση παραδειγμάτων, φωτογραφιών, εικόνων, διαγραμμάτων, βίντεο, μελετών περιπτώσεων, καθώς η οπτικοποίηση της πληροφορίας συντελεί στην προσέλκυση του ενδιαφέροντος των μαθητών και στην πληρέστερη κατανόηση του θέματος
- Ο συνδυασμός της θεωρίας με την πράξη και η χρήση της βιωματικής προσέγγισης στο πλαίσιο εργαστηριακών ασκήσεων και επί τόπου εργασιών πεδίου, καθώς με τον τρόπο αυτό ενισχύεται το ενδιαφέρον των μαθητών και οι θεωρητικές γνώσεις εμπεδώνονται καλύτερα
- Η οργάνωση των μαθητών σε ομάδες και ο καταμερισμός των εργασιών, προκειμένου οι μαθητές να λειτουργούν αρμονικά και αποτελεσματικά σε ομαδικό επίπεδο
- Η ενθάρρυνση των μαθητών να διατυπώνουν τις απόψεις και να θέτουν ερωτήματα, καλλιεργώντας την αυτενέργεια, τη δημιουργικότητα, την κριτική σκέψη
- Η ανάδειξη ότι ένα πρόβλημα προς επίλυση δεν επιδέχεται αναγκαστικά μία σωστή λύση και η πορεία προς την επίλυση του προβλήματος, η οποία συνεισφέρει σταδιακά στην κατάκτηση της γνώσης, δεν είναι υποχρεωτικά μοναδική.

Για την εφαρμογή της μεθοδολογίας, ο καθηγητής πρέπει να έχει κατά νου ότι:

- ✓ η εκπαίδευση δεν πρέπει να αφορά σε απλή απόκτηση γνώσεων και απομνημόνευση πληροφοριών, αλλά σε ικανότητα εφαρμογής της γνώσης στην πράξη για την επίλυση καθημερινών προβλημάτων
- ✓ η χρήση παραδειγμάτων από την καθημερινότητα βοηθά τους μαθητές στην εμπέδωση της αποκτηθείσας γνώσης και στην εύκολη ανάκληση των σχετικών πληροφοριών όταν θα τους χρειασθούν ξανά
- ✓ οι μαθητές προτιμούν να καταπιάνονται με απτά και χειροπιαστά θέματα και όχι με αφηρημένες ιδέες που είναι δύσκολο να σχηματοποιήσουν και να κατανοήσουν
- ✓ το ενδιαφέρον των μαθητών κεντρίζεται όταν τους ζητείται να μετάσχουν ενεργά για την επίλυση των προβλημάτων και μάλιστα όταν αισθάνονται ελευθερία στην έκφραση των απόψεών τους, απαλλαγμένοι από άγχος ή ακόμα και φόβο χαμηλής βαθμολογίας ή λανθασμένης απάντησης

- ✓ μέσω της προσέγγισης της μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα, δημιουργείται ένα μαθησιακό περιβάλλον, μέσα στο οποίο ο καθηγητής εκπαιδεύει τους μαθητές στην κριτική σκέψη και καθοδηγεί τη διερεύνηση, διευκολύνοντας τη μάθηση προς βαθύτερα επίπεδα κατανόησης, εισαγάγοντας τη διερεύνηση ως συν - ερευνητής
- ✓ οι μαθητές είναι σκόπιμο να ασκούνται στη *δημιουργικότητα*, την *αυτενέργεια*, την *ανάπτυξη κριτικής σκέψης*, την *ομαδικότητα*, την *ανάληψη ρόλων*
- ✓ η *διεπιστημονική και ολιστική προσέγγιση* ενδείκνυται για την ολοκληρωμένη επίλυση των περίπλοκων προβλημάτων που οι μαθητές θα κληθούν να αντιμετωπίσουν στην πράξη
- ✓ η *εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της αξιολόγησης* είναι ελκυστική για εκείνους, παρέχει σημαντικό ρόλο στην όλη εκπαιδευτική διαδικασία, είναι χρήσιμη γιατί λαμβάνει υπ' όψιν τις εντυπώσεις τους για την ουσιαστική βελτίωση της μεθοδολογίας και της εφαρμογής της.

Έτσι, οι **στόχοι** που τίθενται αφορούν στα ακόλουθα:

- *Επίκεντρο ο μαθητής*
- *Μετάβαση από το επίπεδο της διδασκαλίας στο επίπεδο μάθησης*
- *Διεπιστημονική προσέγγιση των θεμάτων*
- *Έναρξη της μαθησιακής διαδικασίας με ένα πρόβλημα*
- *Οι μαθητές πρέπει να οδηγηθούν στους μαθησιακούς στόχους συζητώντας το πρόβλημα και θέτοντας ερωτήματα*
- *Έμφαση στη διαδικασία επίλυσης του προβλήματος και όχι στο καθεαυτό περιεχόμενο του προβλήματος.*

Τα **προσδοκώμενα αποτελέσματα** είναι:

- *Διευκόλυνση της μαθησιακής διαδικασίας, χωρίς στείρα μεταφορά γνώσεων*
- *Ανάπτυξη δεξιοτήτων, αναλυτικής και κριτικής σκέψης των μαθητών*
- *Προώθηση συνεργασίας, ομαδικού πνεύματος, επικοινωνίας μεταξύ των μαθητών*
- *Ικανότητα επίλυσης προβλημάτων που έχουν εφαρμογή στην καθημερινή πρακτική*
- *Προώθηση καινοτομίας*

Ο καθηγητής προκειμένου να εφαρμόσει τη διδακτική προσέγγιση, δίνοντας έμφαση στη μέθοδο μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα, πρέπει να λάβει υπ' όψιν τα ακόλουθα:



Ο καθηγητής παρουσιάζει αρχικά το πρόβλημα στους μαθητές, το οποίο λειτουργεί ως το οργανωτικό κέντρο και ως πυρήνας μάθησης



Το πρόβλημα εμφανίζει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά: είναι περίπλοκο, αλλάζει με την προσθήκη νέων παραμέτρων, δεν επιλύεται εύκολα, π.χ. με τη χρήση μίας μαθηματικής εξίσωσης, η σωστή απάντηση και διαδικασία επίλυσης δεν είναι υποχρεωτικά μία



Οι μαθητές μετέχουν ενεργά στην επίλυση του προβλήματος και στη διαδικασία της μάθησης, υπό την καθοδήγηση του καθηγητή



Οι καθηγητές μοιράζονται σχετικές πληροφορίες με τους μαθητές, οι οποίοι οδηγούνται από μόνοι τους στη δόμηση της γνώσης. Ερωτήματα διερεύνησης τίθενται καθ' όλη τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας



Πρωθείται η ολοκληρωμένη και διεπιστημονική προσέγγιση των θεμάτων

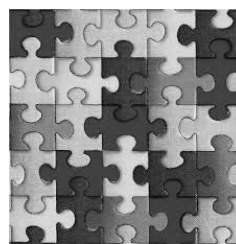


Η αξιολόγηση αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της εκπαιδευτικής διαδικασίας

Προκειμένου η *μεθοδολογία* να παρουσιασθεί και να γίνει εύκολα αντιληπτή από τους μαθητές, η *σηματοποίησή* της γίνεται με τη βοήθεια των κομματιών ενός παζλ. Συγκεκριμένα, η μεθοδολογία ξεκινά με τον *καθορισμό του αρχικού προβλήματος προς επίλυση*. Το πρόβλημα αυτό παρατίθεται στους μαθητές, χωρίς ωστόσο να έχει σηματοποιηθεί σε κάποιο βαθμό. Για το λόγο αυτό η απεικόνισή του έχει τη μορφή άτακτης στοίβας αποτελούμενης από διάσπαρτα κομμάτια παζλ. Τα κομμάτια αυτά αποτελούν τα πιθανά επιμέρους θέματα που απαρτίζουν το πρόβλημα προς επίλυση καθώς και τις πιθανές παραμέτρους, οι οποίες πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν για την *επιτυχή επίλυση του προβλήματος*, κάνοντας χρήση μιας *ολοκληρωμένης και διεπιστημονικής προσέγγισης*.



Αρχικό πρόβλημα προς επίλυση

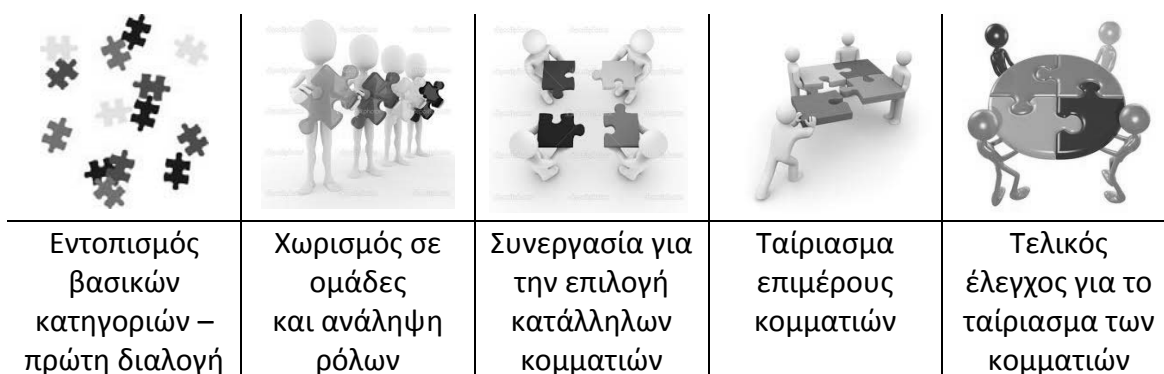


Τελική επίλυση του προβλήματος

Προκειμένου οι μαθητές να οδηγηθούν στην επίλυση του προβλήματος, ακολουθούν *επιμέρους στάδια* υπό την καθοδήγηση του καθηγητή, ο οποίος παρεμβαίνει στην περίπτωση που του ζητηθεί από τους μαθητές ή στην περίπτωση που αντιληφθεί ότι οι μαθητές οδηγούνται σε αδιέξοδο ή λανθασμένο δρόμο. Ο ρόλος τους είναι συμβουλευτικός και καλούνται να δώσουν μια νέα διάσταση στο πρόβλημα και να βάλουν τους μαθητές σε διαδικασία συλλογισμού εκ νέου στην περίπτωση που διαπιστώσουν στασιμότητα. Στα στάδια αυτά πραγματοποιούνται τα ακόλουθα:

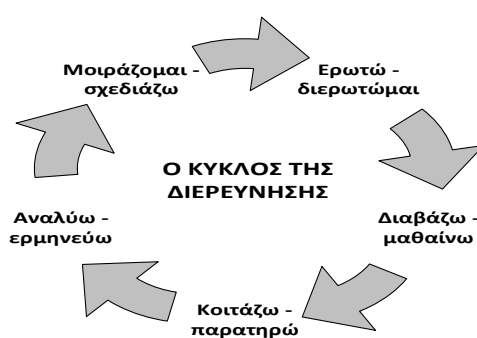
- *Εντοπισμός βασικών κατηγοριών – πρώτη διαλογή*: Οι μαθητές εντοπίζουν τις βασικές κατηγορίες που πρέπει να επιλέξουν από την άτακτη στοίβα και προχωρούν σε μια πρώτη χονδρική ταξινόμηση – κατηγοριοποίηση
- *Χωρισμός σε ομάδες και ανάληψη ρόλων*: Στη συνέχεια οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες με τυχαίο τρόπο και κάθε ομάδα αναλαμβάνει συγκεκριμένο έργο. Ο κάθε μαθητής έχει διακριτό ρόλο εντός της ομάδας στην οποία ανήκει
- *Συνεργασία σχετικά με την επιλογή των κατάλληλων κομματιών*: Οι μαθητές κάθε ομάδας συνεργάζονται μεταξύ τους προκειμένου να καταλήξουν στα κομμάτια του παζλ που πρέπει να χρησιμοποιήσουν για την τελική σύνθεση, πραγματοποιώντας πιο συστηματική δουλειά σε σχέση με τα προηγούμενα στάδια. Κάθε ομάδα αναλαμβάνει τη μελέτη συγκεκριμένου κομματιού, τη συλλογή πληροφοριών, τον εντοπισμό των βασικών χαρακτηριστικών που χρησιμεύουν στην επίλυση του προβλήματος

- *Ταίριασμα επιμέρους κομματιών:* Οι μαθητές προχωρούν σε δοκιμές προκειμένου να ταιριάξουν τα κομμάτια του παζλ, όντας σε δημιουργική αλληλεπίδραση μεταξύ τους
- *Τελικός έλεγχος για το ταίριασμα των κομματιών:* Οι μαθητές κάθε ομάδας προχωρούν στην τελική σύνθεση των επιμέρους κομματιών και επιβεβαιώνουν το ταίριασμά τους. Τα αποτελέσματα κάθε ομάδας συνθέτονται και προκύπτει το τελικό αποτέλεσμα προς παρουσίαση.



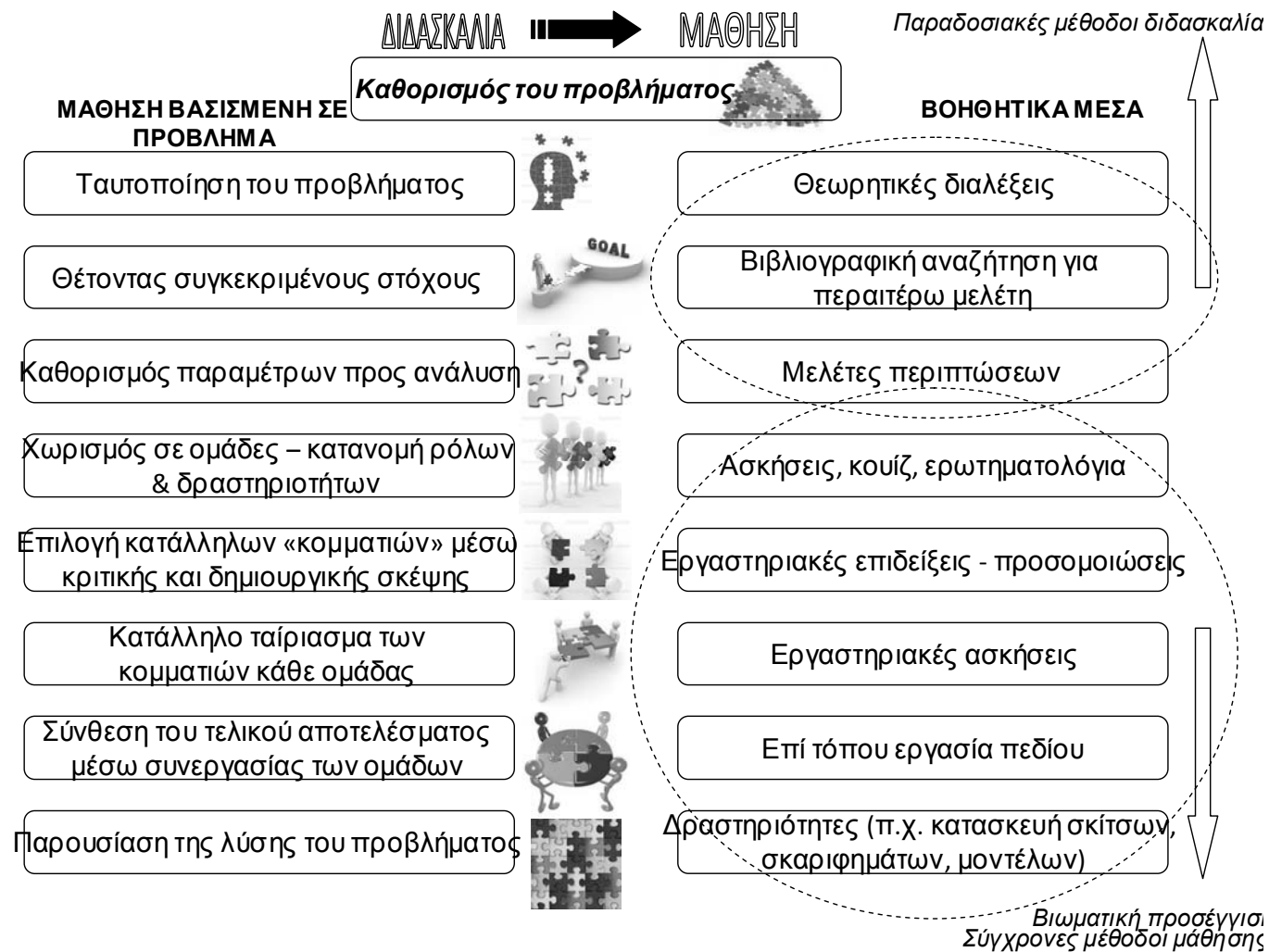
Σχήμα 74: Επιμέρους στάδια για την επίλυση του παζλ «από το αρχικό πρόβλημα στην τελική επίλυση»

Σε όλη τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας, ο καθηγητής θέτει ερωτήματα διερεύνησης προς τους μαθητές, προκειμένου να διερευνήσει την αρχική γνώση των μαθητών και την ακολουθούμενη πορεία τους για την επίλυση του προβλήματος. Οι απαντήσεις στα ερωτήματα διερεύνησης είναι πολύτιμες, καθώς τροφοδοτούν την εκπαιδευτική διαδικασία, μπορεί να οδηγήσουν σε επαναπροσδιορισμό της εκπαιδευτικής πορείας για την επίλυση του προβλήματος, γεννούν νέα ερωτήματα στους μαθητές και καθιστούν τη διαδικασία ζωντανή.



Σχήμα 75: Ο κύκλος της διερεύνησης

Όλα τα παραπάνω συνοψίζονται στο σχήμα που ακολουθεί:



Σχήμα 76: Μετάβαση από τη διδασκαλία στη μάθηση

15.3. ΕΙΔΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ ΜΝΗΜΕΙΑ

Στην ενότητα αυτή παρέχονται οδηγίες για τη διεξαγωγή επί τόπου εφαρμογών σε Μνημεία από τους μαθητές υπό την επίβλεψη των καθηγητών. Συγκεκριμένα, προκειμένου οι μαθητές να εμπεδώσουν τη θεωρία και τις βασικές αρχές της συντήρησης, προστασίας και διατήρησης, μπορούν να μετάσχουν σε μία επί τόπου εφαρμογή σε επιλεγμένο Μνημείο της περιοχής τους, έχοντας την ευκαιρία να αξιοποιήσουν τις αρχές της διεπιστημονικής και βιωματικής προσέγγισης, καθώς και της μάθησης βασισμένης σε ερευνητική εργασία και σε πρόβλημα.

Η επί τόπου εφαρμογή αποτελεί διακριτή ενότητα και η διεξαγωγή της προτείνεται να λάβει χώρα μετά το πέρας όλων των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων, καθώς αξιοποιεί τη γνώση που έχει ληφθεί προγενέστερα. Για την ολοκληρωμένη πραγματοποίησή της κρίνεται επιβεβλημένη η διασύνδεση της δευτεροβάθμιας με την τριτοβάθμια εκπαίδευση, καθώς η δεύτερη διαθέτει την απαιτούμενη τεχνογνωσία, τον εξοπλισμό υψηλής μετρητικής τεχνολογίας και τις εργαστηριακές υποδομές.

Η επί τόπου εφαρμογή σε επιλεγμένο Μνημείο έχει ως σκοπό οι μαθητές:

- να έρθουν σε άμεση επαφή με την πολιτιστική κληρονομιά του τόπου τους
- να κάνουν χρήση
 - ολοκληρωμένης διεπιστημονικής προσέγγισης
 - βιωματικής προσέγγισης
 - μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα και σε ερευνητική εργασία
- να μπορούν να συνεργάζονται αποτελεσματικά σε ομάδα
- να καλλιεργήσουν την παρατηρητικότητα τους, τη δημιουργικότητα, την κριτική σκέψη τους
- να εφαρμόσουν όσα έχουν διδαχθεί στις προηγούμενες θεματικές ενότητες
- να είναι σε θέση να αναγνωρίσουν και να διεξάγουν υπό την καθοδήγηση του καθηγητή και εκπαιδευμένου ερευνητικού προσωπικού τα απαιτούμενα στάδια ολοκληρωμένης διαγνωστικής μελέτης ενός Μνημείου

χωρίς ωστόσο:

- να αναλωθούν σε προσπάθεια δυσνόητης επιστημονικής προσέγγισης, χάνοντας την ουσία, αλλά να επικεντρωθούν σε όσο το δυνατό ακριβέστερη και πληρέστερη καταγραφή και περιγραφή των όσων βλέπουν και παρατηρούν με απλό, κατανοητό και απτό τρόπο .

Η επί τόπου εφαρμογή σε επιλεγμένο Μνημείο προτείνεται να έχει χρονική διάρκεια 6 - 8 ωρών. Επιπροσθέτως, πρέπει να προβλεφθεί χρόνος για:

- τη διεξαγωγή των προπαρασκευαστικών σταδίων (τεκμηρίωση) στην αίθουσα και ολοκλήρωσή τους ως εργασία στο σπίτι ή στη σχολική βιβλιοθήκη με μελέτη και καταγραφή των απαιτούμενων στοιχείων που αφορούν στο Μνημείο ανά ομάδα μαθητών

- την επεξεργασία των δεδομένων και των αποτελεσμάτων των μετρήσεων που έλαβαν χώρα επί τόπου στο Μνημείο στην αίθουσα και ολοκλήρωσή τους ως εργασία στο σπίτι ή στη σχολική βιβλιοθήκη ανά ομάδα μαθητών
- τη συγγραφή της τελικής έκθεσης που αφορά στην παρουσίαση της ολοκληρωμένης διαγνωστικής μελέτης για το συγκεκριμένο Μνημείο εφαρμογής ως εργασία στο σπίτι ή στη σχολική βιβλιοθήκη ανά ομάδα μαθητών.

Η επί τόπου εφαρμογή σε επιλεγμένο Μνημείο περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

I. ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΝΗΜΕΙΟΥ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Το Μνημείο εφαρμογής μπορεί να αναφέρεται σε:

- χαρακτηρισμένο Μνημείο
- ιστορικό τόπο
- αρχαιολογικό χώρο - πάρκο
- ιστορική κατασκευή - κτήριο ιστορικής, καλλιτεχνικής, αρχιτεκτονικής αξίας
- βιομηχανική κληρονομιά (βιομηχανικά κτήρια, αποθήκες, μηχανολογικός εξοπλισμός, εργαλεία, παραδοσιακά σκάφη, παραδοσιακά βαγόνια, λιμενικές εγκαταστάσεις, χώροι κοινωνικών δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τη βιομηχανία κ.ά.)
- νεότερη αρχιτεκτονική κληρονομιά
- αγροτική κληρονομιά (γεφύρια, μύλοι, βρύσες κ.ά.)
- θρησκευτικό κτήριο

Η επιλογή του Μνημείου γίνεται με βάση τα ακόλουθα κριτήρια:

- Προσβασιμότητα: Πρέπει να διασφαλίζεται η εύκολη προσβασιμότητα των μαθητών στο Μνημείο
- Εγγύτητα: Το Μνημείο πρέπει να βρίσκεται σε μικρή σχετικά απόσταση από το σχολείο όπου φοιτούν οι μαθητές
- Ασφάλεια: Η περιοχή που περικλείει το Μνημείο θα πρέπει να είναι ασφαλής για τους μαθητές και να μην κινδυνεύει η ακεραιότητά τους (π.χ. λόγω κατάρρευσης μιας Ιστορικής Κατασκευής)
- Άδεια: Ο καθηγητής πρέπει να εξασφαλίσει εγκαίρως την απαιτούμενη άδεια από τις αρμόδιες αρχές για την επί τόπου επίσκεψη και εφαρμογή των μαθητών στο επιλεγμένο Μνημείο
- Σπουδαιότητα: Το Μνημείο πρέπει να συγκεντρώνει ένα σύνολο αξιών (ιστορικών, αρχαιολογικών, αρχιτεκτονικών, καλλιτεχνικών, αισθητικών, κοινωνικών κ.ά.)
- Παθολογία και φθορά: Το Μνημείο πρέπει να εμφανίζει φθορές και βλάβες, τις οποίες οι μαθητές καλούνται να αντιμετωπίσουν με αποτελεσματικό και συμβατό τρόπο

- Καιρικές συνθήκες: Στο Μνημείο θα πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη για την αντιμετώπιση απρόβλεπτων καιρικών φαινομένων και κακών καιρικών συνθηκών

Όλα τα παραπάνω στοιχεία που αφορούν στην επιλογή του Μνημείου παρουσιάζονται από τον καθηγητή στην αίθουσα και συζητώνται με τους μαθητές, προκειμένου να ενημερωθούν κατάλληλα.

II. ΘΕΤΟΝΤΑΣ ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Ο καθηγητής θέτει το **πρόβλημα** στους μαθητές, φροντίζοντας αυτό να γίνει πλήρως κατανοητό και, σε αλληλεπίδραση με τους μαθητές, προκύπτει ένα πλάνο για τους πιθανούς τρόπους επίλυσης του προβλήματος, το οποίο περιλαμβάνει τα επιμέρους στάδια που πρόκειται να ακολουθηθούν. Ερωτήματα διερεύνησης τίθενται στους μαθητές από τον καθηγητή προκειμένου να διερευνηθεί η αντίληψη των μαθητών για το συγκεκριμένο πρόβλημα και τους πιθανούς τρόπους επίλυσης, ο βαθμός κατανόησης και η δυνατότητα αποτελεσματικής χρήσης των σχετικών διδαχθεισών εννοιών της θεωρίας.

Το **πρόβλημα** αφορά σε:

- Ταυτοποίηση και χαρακτηρισμό των βασικών δομικών υλικών του Μνημείου
- Αναγνώριση και χαρτογράφηση των κύριων τύπων φθοράς που εμφανίζονται στο Μνημείο
- Προτάσεις για την προστασία – συντήρηση – διατήρηση – ανάδειξη του Μνημείου

III. ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

➤ IIIα. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ

Της επί τόπου εφαρμογής, πρέπει να προηγηθεί η τεκμηρίωση, προκειμένου οι μαθητές να «γνωρίσουν» το Μνημείο. Πραγματοποιείται έρευνα και βιβλιογραφική αναζήτηση σε σχετικό έντυπο υλικό και πηγές του διαδικτύου, τα οποία εντοπίζουν οι ίδιοι οι μαθητές υπό την καθοδήγηση του καθηγητή, ο οποίος εφιστά την προσοχή για τον αποτελεσματικό τρόπο αναζήτησης των πληροφοριών, την αξιοπιστία των πηγών άντλησης πληροφοριών, την αναγκαιότητα διασταύρωσης των στοιχείων.

Οι μαθητές μαθαίνουν για:

- τις πηγές άντλησης πληροφοριών [π.χ. εγκυκλοπαίδειες, βιβλία (ιστορίας, αρχαιολογίας, αρχιτεκτονικής, στατικής, οικοδομικής κ.ά.), μηχανές αναζήτησης στο διαδίκτυο (Google κ.ά.), εξειδικευμένες επιστημονικές βάσεις δεδομένων στο διαδίκτυο (Science Direct, Scopus κ.ά.), σχετικές ιστοσελίδες (Υπουργείου Πολιτισμού και Τουρισμού κ.ά.)]
- τον τρόπο αναζήτησης πληροφοριών (π.χ. θεματολογία, λέξεις – κλειδιά, συγγραφέας)

- ο τον τρόπο άντλησης πληροφοριών (κριτική σκέψη για την επιλογή των βασικών πληροφοριών και την αποτελεσματική μελέτη επιστημονικών άρθρων χωρίς να αναλωθούν σε λεπτομέρειες και επιστημονικούς όρους που δεν μπορούν εύκολα να κατανοήσουν και δεν είναι απαραίτητες για τη διεξαγωγή της εργασίας που έχουν αναλάβει)

Η τεκμηρίωση αφορά σε:

- ο *Ιστορική τεκμηρίωση*: Περιλαμβάνει στοιχεία σχετικά με την ιστορία του μνημείου, τη μελέτη ιστορικών αρχείων, τη συλλογή φωτογραφιών, παλαιότερων και σύγχρονων, καθώς και στοιχεία σχετικά με προγενέστερες επεμβάσεις για την κατανόηση της συμπεριφοράς του μνημείου **[ΟΜΑΔΑ 1]**
- ο *Τοπογραφικά και αρχιτεκτονικά στοιχεία*: Αφορά σε στοιχεία σχετικά με την τοπογραφία και την αρχιτεκτονική του Μνημείου **[ΟΜΑΔΑ 2]**
- ο *Στοιχεία υλικών*: αφορά σε στοιχεία σχετικά με την καταγραφή και αποτύπωση των υλικών του Μνημείου, τόσο των αυθεντικών όσο και αυτών που έχουν χρησιμοποιηθεί σε επεμβάσεις συντήρησης και προστασίας του Μνημείου **[ΟΜΑΔΑ 3]**

Η τεκμηρίωση που έχει διεξαχθεί βάσει βιβλιογραφικών πηγών «επιβεβαιώνεται» κατά την επί τόπου επίσκεψη στο επιλεγμένο Μνημείο από τους ίδιους τους μαθητές. Επιπροσθέτως, εκπρόσωποι του φορέα στην αρμοδιότητα του οποίου υπάγεται το Μνημείο αναλαμβάνουν την ξενάγηση των μαθητών στον ευρύτερο χώρο του Μνημείου, παραθέτοντας βασικά στοιχεία σχετικά με την ιστορία του, τη χρονολογία και την τυπολογία της κατασκευής, τα χρησιμοποιούμενα υλικά, τις επεμβάσεις που έχουν πραγματοποιηθεί, τη σπουδαιότητά του και το σύνολο των αξιών που αντιπροσωπεύει, την επισκεψιμότητά του, την πιθανή αλλαγή χρήσης που έχει υποστεί και την τουριστική αξιοποίησή του, καθώς και οποιοδήποτε άλλο στοιχείο το οποίο κρίνεται απαραίτητο για την όσο το δυνατόν πληρέστερη παρουσίαση του Μνημείου.

Οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να θέσουν ερωτήματα που έχουν γεννηθεί είτε κατά το προπαρασκευαστικό στάδιο της τεκμηρίωσης είτε κατά τη διάρκεια της παρουσίασης από τους εκπροσώπους των αρμόδιων φορέων.

Η καταγραφή των δεδομένων και των μετρήσεων που ακολουθεί στα επόμενα στάδια της επί τόπου εφαρμογής προτείνεται να γίνει βάσει συγκεκριμένων πρωτοκόλλων ολοκληρωμένης διάγνωσης για την επίτευξη:

- απλοποίησης της διαδικασίας και διευκόλυνσης των μαθητών
- τυποποίησης
- διασφάλισης επαναληψιμότητας.

➤ IIIβ. ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Οι μαθητές επί τόπου στο επιλεγμένο Μνημείο παρατηρούν και καταγράφουν στοιχεία σχετικά με όσα είναι ορατά μακροσκοπικά, χωρίς τη διενέργεια μετρήσεων, βασιζόμενοι και σε όσα έχουν μελετήσει κατά το στάδιο της τεκμηρίωσης του Μνημείου. Συγκεκριμένα, κάνουν παρατηρήσεις και καταγράφουν στοιχεία σχετικά με την κατάσταση των υλικών, τα παρατηρούμενα φαινόμενα φθοράς και τυχόν επεμβάσεις που έχουν εφαρμοσθεί.

Οι παρατηρήσεις πρέπει να επικεντρωθούν στα ακόλουθα:

- Αναγνώριση των *βασικών δομικών υλικών* του Μνημείου - παρατήρηση και καταγραφή στοιχείων σχετικά με την υφή, το χρώμα, το σχήμα των διαφόρων δομικών υλικών και χαρακτηρισμός της κατάστασής τους (π.χ. καλή, μέτρια, κακή) **[ΟΜΑΔΑ 1]**
- Αναγνώριση των *βασικών τύπων φθοράς* - παρατήρηση και καταγραφή των παρουσιαζόμενων τύπων φθοράς, συσχέτιση με τη θέση εμφάνισής τους (π.χ. γεινίαση με έδαφος, πηγή νερού, οροφή), καθώς και παρατήρηση και καταγραφή στοιχείων σχετικά με τον εμφανιζόμενο βαθμό φθοράς (π.χ. μικρός, μεσαίος, μεγάλος) **[ΟΜΑΔΑ 2]**
- Παρατηρήσεις και καταγραφή σημειώσεων σχετικά με τη *στατική επάρκεια* της κατασκευής **[ΟΜΑΔΑ 3]**
- Συζήτηση με τον καθηγητή και το εξειδικευμένο ερευνητικό προσωπικό σχετικά με πιθανές *αιτίες* που μπορεί να έχουν προκαλέσει τη φθορά κάθε δομικού υλικού **[ΟΜΑΔΕΣ 1, 2, 3]**.

Οι μαθητές επιπροσθέτως :

- λαμβάνουν *ψηφιακές φωτογραφίες*, προκειμένου να φωτογραφηθεί το Μνημείο ως σύνολο, καθώς και να φωτογραφηθούν επιλεγμένα χαρακτηριστικά σημεία του Μνημείου, για τα οποία θα γίνουν μακροσκοπικές παρατηρήσεις και επί τόπου μετρήσεις **[ΟΜΑΔΑ 1]**
- κάνουν *σκαριφήματα*, όπου αποτυπώνουν τις *βασικές όψεις* παρέχοντας σημειώσεις για την κάθε μία (π.χ. βόρεια όψη, επίπεδο εδάφους κ.λ.π.) και βασικά γεωμετρικά δεδομένα **[ΟΜΑΔΑ 2]**
- κάνουν *σκαριφήματα*, στα οποία αποτυπώνουν χωρίς λεπτομέρεια τα *βασικά δομικά υλικά* που παρατηρούν στο Μνημείο (π.χ. τύπος, υφή, χρώμα), τις *παρουσιαζόμενες φθορές* (π.χ. κρούστες, άλατα, βιολογική φθορά, διάβρωση, ρηγματώσεις, αποσάθρωση), τις *πιθανές προγενέστερες επεμβάσεις* συντήρησης και προστασίας (π.χ. στερέωση, καθαρισμός, συμπλήρωση), καθώς και οτιδήποτε άλλο κρίνουν ότι είναι αξιοσημείωτο **[ΟΜΑΔΑ 3]**. Ανάλογα με τις *εξειδικευμένες γνώσεις και τις δεξιότητες των μαθητών* (π.χ. στην περίπτωση των μαθητών ΕΠΑΛ), το σκαρίφημα μπορεί να εξελιχθεί σε πιο λεπτομερές, ακριβές και εξειδικευμένο για καλύτερη αποτύπωση της κατάστασης.

➤ IIIγ. ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ

Οι μαθητές μετρούν ή καταγράφουν διαθέσιμα στοιχεία ή παρατηρούν:

- το *μικροκλίμα* (θερμοκρασία, υγρασία, βροχοπτώσεις, ταχύτητα / συχνότητα ανέμων κ.ά) **[ΟΜΑΔΑ 1]**
- τους *ρύπους* (στερεολύματα, υδρολύματα, αερολύματα) **[ΟΜΑΔΑ 2]**
- τη *χημική ανάλυση εδάφους*, την *ανερχόμενη υγρασία*, τα *άλατα σε υγρή ή στερεή φάση* **[ΟΜΑΔΑ 3]**

➤ IIIΔ. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΗ ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ

Στην περίπτωση των μνημείων για τα οποία θεωρείται μείζονος σημασίας η μη λήψη δείγματος ή η καταστροφή τμήματος της κατασκευής για τη λήψη δείγματος, η χρήση μη καταστρεπτικών τεχνικών αποτελεί ένα πολύτιμο εργαλείο για τη χαρτογράφηση των υλικών και της φθοράς.

Λόγω:

- της *σπουδαιότητας* των μη καταστρεπτικών τεχνικών
- της *αναγκαιότητας* εξοικείωσης των μαθητών με την υψηλή μετρητική τεχνολογία
- της αναμενόμενης *αύξησης του ενδιαφέροντος* των μαθητών μέσω της χρήσης των τεχνικών αυτών
- της δυνατότητας *ενεργούς συμμετοχής* των μαθητών

προτείνεται η χρήση των τεχνικών αυτών στο επιλεγμένο Μνημείο εφαρμογής. Το εξειδικευμένο ερευνητικό προσωπικό, προερχόμενο από την τριτοβάθμια εκπαίδευση, διαθέτει τον απαιτούμενο εξοπλισμό, την εμπειρία και την τεχνογνωσία. Σε συνεργασία με τον καθηγητή καθοδηγεί τους μαθητές για την εφαρμογή των μη καταστρεπτικών τεχνικών σε επιλεγμένα σημεία του Μνημείου.

Οι μαθητές ασχολούνται με τις ακόλουθες μεθόδους:

- *Μικροσκοπία Οπτικών Ινών – Χρωματομετρία [ΟΜΑΔΑ 1]*
- *Θερμογραφία Υπερύθρου – Υπερηχοσκόπηση [ΟΜΑΔΑ 2]*
- *Γεωραντάρ – Ενδοσκόπηση [ΟΜΑΔΑ 3]*

Για την επιλογή των χαρακτηριστικών θέσεων εφαρμογής διεξάγεται συζήτηση και αιτιολόγηση μεταξύ μαθητών, καθηγητή και εξειδικευμένου ερευνητικού προσωπικού. Οι μετρήσεις που διεξάγονται καταγράφονται από τους μαθητές ανά ομάδα και κρατούνται οι απαιτούμενες σημειώσεις.

➤ IIIΕ. ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΦΘΟΡΑΣ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

Τα αποτελέσματα που λαμβάνονται από την επί τόπου εξέταση των υλικών και της φθοράς επιβεβαιώνονται σε εργαστηριακή κλίμακα, σε υποδομές που διατίθενται από τα συναφή εργαστήρια της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Οι μαθητές, υπό την κατάλληλη καθοδήγηση του εξειδικευμένου ερευνητικού προσωπικού, διεξάγουν χημικές αναλύσεις σε δείγματα που έχουν ληφθεί από το Μνημείο.

Οι μαθητές δεν επικεντρώνονται σε πολύπλοκες διαδικασίες και πειραματικές διατάξεις, αλλά στο:

- *τι πρέπει να μετρηθεί*
- *γιατί πρέπει να μετρηθεί*
- *με ποιον τρόπο θα γίνει η απαιτούμενη μέτρηση.*

Οι μαθητές ασχολούνται με:

- *πετρογραφική – ορυκτολογική μελέτη [ΟΜΑΔΑ 1]*
- *φυσικο – χημική μελέτη [ΟΜΑΔΑ 2]*
- *μελέτη μηχανικών αντοχών [ΟΜΑΔΑ 3]*

➤ **IIIστ. ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ**

Τα αποτελέσματα των επί τόπου και των εργαστηριακών μετρήσεων αποτιμώνται από τους μαθητές. Από την αποτίμηση των αποτελεσμάτων και από τα συνολικά στοιχεία που έχουν συλλεγεί διεξάγονται συμπεράσματα. Τα αποτελέσματα συζητώνται και αξιολογούνται στην αίθουσα.

Συγκεκριμένα, οι μαθητές ασχολούνται με:

- *αποτίμηση των αποτελεσμάτων των επί τόπου μετρήσεων με μη καταστρεπτικές τεχνικές [ΟΜΑΔΑ 1]*
- *αποτίμηση των αποτελεσμάτων των εργαστηριακών μετρήσεων με ενόργανες τεχνικές [ΟΜΑΔΑ 2]*
- *σύνθεση αποτελεσμάτων – διεξαγωγή συμπερασμάτων [ΟΜΑΔΑ 3]*

➤ **IIIζ. ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ – ΤΕΛΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ**

Όλα τα στοιχεία συντίθενται κατάλληλα από τους μαθητές, προκειμένου να προκύψει η ολοκληρωμένη διαγνωστική μελέτη, η οποία παρουσιάζεται σε ειδική εκδήλωση του σχολείου. Όλες οι ομάδες συνεργάζονται μεταξύ τους για το τελικό αποτέλεσμα, παρουσιάζουν και συζητούν τα αποτελέσματα που προέκυψαν, προκειμένου όλοι οι μαθητές να γνωρίσουν το σύνολο των δραστηριοτήτων που ακολουθήθηκαν.

Επιπροσθέτως, οι μαθητές συνεργάζονται, προκειμένου να τεθούν:

- *τα προβλήματα που συνάντησαν στην πράξη [ΟΜΑΔΑ 1]*
- *οι εντυπώσεις από τη συνολική εμπειρία [ΟΜΑΔΑ 2]*
- *οι προτάσεις για βελτίωση της επί τόπου εφαρμογής [ΟΜΑΔΑ 3].*

Η ολοκληρωμένη διαγνωστική μελέτη, καθώς και οι προτάσεις των μαθητών τίθενται στη διάθεση του Υπουργείου Παιδείας και Θρησκευμάτων, Πολιτισμού και Αθλητισμού, προκειμένου να διαχυθεί κατάλληλα σε όλη τη σχολική – εκπαιδευτική κοινότητα, καθώς και στον αρμόδιο φορέα για το επιλεγμένο Μνημείο όπου διεξήχθη η επί τόπου εφαρμογή, για κοινοποίηση και περαιτέρω αξιοποίηση στο σχεδιασμό πιθανών εκπαιδευτικών προγραμμάτων.

15.4. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

15.4.1. Εισαγωγή

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται ενδεικτικά προτεινόμενο εκπαιδευτικό υλικό για τη διεπιστημονική προσέγγιση της Προστασίας Μνημείων, κάνοντας χρήση διαφόρων μέσων και διδακτικών προσεγγίσεων, πάντα υπό το πρίσμα της μεθοδολογίας που αναπτύχθηκε για το σκοπό αυτό στο πλαίσιο της διατριβής.

15.4.2. Χρήση της Πλατφόρμας Ασύγχρονης Τηλεκπαίδευσης Open eClass ως εργαλείο διαχείρισης και χρήσης του εκπαιδευτικού υλικού

Η πλατφόρμα Ασύγχρονης Τηλεκπαίδευσης Open eClass GUNET (<http://eclass.gunet.gr/index.php?logout=yes>) αποτελεί ένα ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης Ηλεκτρονικών Μαθημάτων. Ακολουθεί τη φιλοσοφία του λογισμικού ανοικτού κώδικα και υποστηρίζει την υπηρεσία Ασύγχρονης Τηλεκπαίδευσης χωρίς περιορισμούς και δεσμεύσεις. Η πρόσβαση στην υπηρεσία γίνεται με τη χρήση ενός απλού φυλλομετρητή (web-browser) χωρίς την απαίτηση εξειδικευμένων τεχνικών γνώσεων.

Η Αστική Εταιρεία μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα "ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ" (GUNet) ιδρύθηκε το 2000, έχει έδρα την Αθήνα και μέλη όλα τα Ακαδημαϊκά Ιδρύματα (20 Πανεπιστήμια και 16 ΤΕΙ). Οι σκοποί της Εταιρείας προσδιορίζονται από τις ευρύτερες δικτυακές ανάγκες και επιδιώξεις της ακαδημαϊκής κοινότητας της χώρας στα πλαίσια της Κοινωνίας της Πληροφορίας με στόχο την εξυπηρέτηση της έρευνας και της εκπαίδευσης. Ειδικότερα, μεταξύ των σκοπών της Εταιρείας περιλαμβάνονται οι ακόλουθοι:

α. Η ανάπτυξη, υποστήριξη και διαχείριση του ακαδημαϊκού δικτύου όλων των Πανεπιστημίων και ΤΕΙ της χώρας.

β. Ο συντονισμός στη διάχυση και προαγωγή καθώς και η ανάπτυξη προηγμένων δικτυακών υπηρεσιών και εφαρμογών στην ευρύτερη ακαδημαϊκή και ερευνητική κοινότητα της χώρας και η μέσω αυτής γενικότερη βελτίωση της ίδιας της εκπαιδευτικής και ερευνητικής διαδικασίας

γ. Η παροχή δικτυακών υπηρεσιών στα μέλη της και σε οποιοδήποτε τρίτο (φορείς, ινστιτούτα, ιδρύματα), οι δραστηριότητες του οποίου στοχεύουν στην εξυπηρέτηση της εκπαίδευσης και της έρευνας

δ. Η συμμετοχή σε αναπτυξιακά, εκπαιδευτικά και ερευνητικά προγράμματα σχετικά με τις δικτυακές τεχνολογίες, υπηρεσίες και εφαρμογές με στόχο τη διατήρηση του ακαδημαϊκού δικτύου στην αιχμή της τεχνολογίας.

ε. Η ανάπτυξη συνεργασιών με αντίστοιχα ακαδημαϊκά, ερευνητικά, εκπαιδευτικά δίκτυα άλλων χωρών.

Η πλατφόρμα Open eClass (ver.2.7) είναι ένα ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης Ηλεκτρονικών Μαθημάτων. Αποτελεί την πρόταση του Ακαδημαϊκού Διαδικτύου GUnet για την υποστήριξη των Υπηρεσιών Ασύγχρονης Τηλεκπαίδευσης.

Βασική επιδίωξη της πλατφόρμας είναι η ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών και η εποικοδομητική χρήση του διαδικτύου στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Η εισαγωγή της Ασύγχρονης Τηλεκπαίδευσης δίνει νέες δυνατότητες στην εκπαίδευση, προσφέροντας ένα μέσο αλληλεπίδρασης και συνεχούς επικοινωνίας εκπαιδευτή -εκπαιδευόμενου. Παράλληλα, υποστηρίζεται η ηλεκτρονική οργάνωση, αποθήκευση και παρουσίαση του εκπαιδευτικού υλικού, ανεξάρτητα από τους περιοριστικούς παράγοντες του χώρου και του χρόνου της κλασσικής διδασκαλίας, δημιουργώντας τις προϋποθέσεις ενός δυναμικού εικονικού περιβάλλοντος εκπαίδευσης.

Η πλατφόρμα Open eClass είναι σχεδιασμένη με προσανατολισμό την ενίσχυση της εκπαιδευτικής δραστηριότητας. Ειδικότερα, οι εκπαιδευτές μπορούν εύκολα και γρήγορα να δημιουργούν εύχρηστα και λειτουργικά ηλεκτρονικά μαθήματα, χρησιμοποιώντας το εκπαιδευτικό υλικό που διαθέτουν (σημειώσεις, παρουσιάσεις, κείμενα, εικόνες, κλπ). Από την πλευρά τους οι εκπαιδευόμενοι αποκτούν ένα εναλλακτικό κανάλι πρόσβασης στην προσφερόμενη γνώση.

Τα βασικά χαρακτηριστικά της πλατφόρμας είναι:

- οι διακριτοί ρόλοι των χρηστών
- οι διακριτές κατηγορίες των μαθημάτων
- η ευκολία χρήσης & δημιουργίας μαθήματος
- η δομημένη παρουσίαση του μαθήματος
- η σταθερότητα και η αξιοπιστία
- η ευκολία στη διαχείριση.

Οι κατηγορίες των μαθημάτων που υποστηρίζονται αφορούν σε:

- Ανοικτά μαθήματα: είναι τα μαθήματα ελεύθερης πρόσβασης, όπου έχουν πρόσβαση ακόμα και χρήστες που δεν διαθέτουν λογαριασμό στην πλατφόρμα.
- Ανοικτά σε εγγραφή: είναι τα μαθήματα στα οποία ένας χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση μόνο αν διαθέτει λογαριασμό στην πλατφόρμα και εγγραφεί σε αυτά. Επιπρόσθετα, ο υπεύθυνος καθηγητής μπορεί να ορίσει συνθηματικό εγγραφής (password) στο μάθημα.
- Κλειστά μαθήματα: είναι τα μαθήματα στα οποία ένας χρήστης που έχει λογαριασμό στην πλατφόρμα έχει πρόσβαση μόνο εάν του το επιτρέψει ο υπεύθυνος εκπαιδευτής.
- Ανενεργά μαθήματα.

Το ηλεκτρονικό μάθημα αποτελεί τον κεντρικό πυρήνα της πλατφόρμας Open eClass. Κάθε ηλεκτρονικό μάθημα αποτελεί μια αυτόνομη οντότητα στην πλατφόρμα η οποία ενσωματώνει μια σειρά από υποσυστήματα. Ειδικότερα, τα υποσυστήματα που συνθέτουν ένα ηλεκτρονικό μάθημα και ελέγχονται από τον υπεύθυνο εκπαιδευτή είναι τα εξής:

1. Ατζέντα όπου παρουσιάζονται χρονικά τα γεγονότα σταθμοί του μαθήματος (διαλέξεις, συναντήσεις, αξιολογήσεις, κλπ).
2. Έγγραφα όπου αποθηκεύεται και παρουσιάζεται το εκπαιδευτικό υλικό του μαθήματος (κείμενα, παρουσιάσεις, εικόνες, κλπ).

3. Ανακοινώσεις που αφορούν το μάθημα και ενημερώνουν τους εκπαιδευόμενους.
4. Περιοχές Συζητήσεων για την ανταλλαγή απόψεων σε θέματα σχετικά με το μάθημα.
5. Ομάδες Εργασίας (ανοικτές ή κλειστές) που απαρτίζονται από εγγεγραμμένους χρήστες (εκπαιδευόμενοι και εκπαιδευτές).
6. Σύνδεσμοι από το Διαδίκτυο που αφορούν το αντικείμενο του μαθήματος.
7. Εργασίες, χώρος για την ηλεκτρονική διαχείριση των εργασιών του μαθήματος.
8. Ασκήσεις Αυτοαξιολόγησης που δημιουργεί ο εκπαιδευτής με στόχο την εξάσκηση των εκπαιδευόμενων στην ύλη του μαθήματος.
9. Περιγραφή Μαθήματος, χώρος όπου παρουσιάζονται πληροφορίες σχετικά με τους στόχους, την ύλη, τη δομή, κλπ του μαθήματος.
10. Γλωσσάριο, χώρος για την προσθήκη και διαχείριση όρων που περιλαμβάνονται στο μάθημα.
11. Ηλεκτρονικό Βιβλίο, χώρος για την εισαγωγή, διαχείριση και παρουσίαση ηλεκτρονικών βιβλίων σε μορφή HTML.
12. Πολυμέσα όπου αποθηκεύονται και παρουσιάζονται πολυμεσικά αρχεία (εικόνας, βίντεο και ήχου) ή σύνδεσμοι σε αρχεία πολυμέσων που αφορούν το μάθημα.
13. Γραμμή Μάθησης, υποσύστημα που παρέχει τη δυνατότητα στους εκπαιδευτές να οργανώσουν το εκπαιδευτικό τους υλικό σε ενότητες και στους εκπαιδευόμενους να ακολουθούν μια σειρά από βήματα ως δραστηριότητες μάθησης (ακολουθεί το πρότυπο SCORM).
14. Τηλεσυνεργασία, υποσύστημα που επιτρέπει την ανταλλαγή σε πραγματικό χρόνο μηνυμάτων μεταξύ των συμμετεχόντων στο μάθημα (chat).
15. Ερωτηματολόγια, υποσύστημα που παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας δημοσκοπήσεων και ερευνών μαθησιακού προφίλ.
16. Χώρος Ανταλλαγής Αρχείων, όπου υποστηρίζεται η ανταλλαγή αρχείων μεταξύ εκπαιδευόμενων και εκπαιδευτών.
17. Wiki, ένα εργαλείο συνεργασίας που επιτρέπει στους συμμετέχοντες στο μάθημα εκπαιδευτές κι εκπαιδευόμενους να επεξεργάζονται από κοινού το περιεχόμενο διαφόρων κειμένων.
18. Εργαλεία Διαχείρισης Μαθήματος που επιτρέπουν την αλλαγή της ταυτότητας και της πρόσβασης του μαθήματος, τη διαγραφή ή την ανανέωση του μαθήματος, τη διαχείριση των εγγεγραμμένων χρηστών, στατιστικά χρήσης, καθώς και την ενεργοποίηση / απενεργοποίηση των εργαλείων (υποσυστημάτων) του μαθήματος.

Το ηλεκτρονικό μάθημα μπορεί να οργανωθεί σε Θεματικές Ενότητες ομαδοποιώντας τους εκπαιδευτικούς πόρους από τα εργαλεία του μαθήματος.

Τα βασικά οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση της πλατφόρμας είναι:

- ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών στην εκπαιδευτική δραστηριότητα
- αξιοποίηση του υπάρχοντος εκπαιδευτικού υλικού (σημειώσεις, παρουσιάσεις, κλπ)
- επικοινωνιακή χρήση του Διαδικτύου
- ευκολία στη χρήση από εκπαιδευτές και εκπαιδευόμενους

- υποστήριξη μιας αξιόπιστης χαμηλού κόστους υπηρεσίας Ασύγχρονης Τηλεκπαίδευσης
- ευκολία στην εγκατάσταση και τη διαχείριση καθώς και προσαρμοστικότητα στις ιδιαίτερες ανάγκες και απαιτήσεις.

Έτσι, η συγκεκριμένη Πλατφόρμα επιλέγεται στο πλαίσιο της διατριβής, καθώς:

- μπορεί εύκολα να υποστηριχθεί από μαθητές και καθηγητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που δε διαθέτουν εξειδικευμένες γνώσεις
- δίνει τη δυνατότητα συλλογικής παρουσίασης του υλικού (πρόβλημα προς επίλυση, εικόνες, ερωτηματολόγια, ασκήσεις, προτεινόμενο υποστηρικτικό υλικό), το οποίο μπορεί να μελετηθεί από τον μαθητή τόσο στη σχολική αίθουσα σε συνεργασία με τον καθηγητή όσο και με τον μαθητή από απόσταση
- παρέχεται δωρεάν
- ενσωματώνει τις ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία
- παρέχει τη δυνατότητα για ανταλλαγή απόψεων μεταξύ των συμμετεχόντων

Ως παράδειγμα δημιουργίας μιας εκπαιδευτικής δραστηριότητας, τα βήματα που ακολουθούνται είναι τα εξής:

✓ Βήμα 1/3: Βασικά στοιχεία και πληροφορίες μαθήματος

The screenshot shows the 'OPEN@CLASS Course Management System' interface. The user is logged in as 'Αγορίτσα Κωνσταντή, Έξοδος'. The page title is 'Προσωπικό Χαρτοφυλάκιο > Οδηγός δημιουργίας μαθήματος (Βήμα 1 από 3)'. The main content area is titled 'Προσωπικό Χαρτοφυλάκιο' and 'Οδηγός δημιουργίας μαθήματος (Βήμα 1 από 3)'. Below this is a form titled 'Βασικά στοιχεία και πληροφορίες μαθήματος'. The form fields are:

- Τίτλος:** Αξίες και (δομημένη) πολιτιστική κληρονομιά (with a small example text 'π.χ. Ιστορία της Τέχνης' to the right)
- Σχολή - Τμήμα:** Δοκιμαστικά Μαθήματα (dropdown menu)
- Εκπαιδευτές:** Αγορίτσα Κωνσταντή
- Τύπος:** Άλλο (dropdown menu)
- Γλώσσα:** Ελληνικά (dropdown menu)

 There is a 'Επόμενο βήμα >' button at the bottom right of the form. A note at the bottom right of the page states '(*) Όλα τα πεδία είναι υποχρεωτικά!'. The footer contains the logo of the National and Kapodistrian University of Athens (GU) and the text 'Πληροφορίες Πνευματικών Δικαιωμάτων' and 'POWERED BY OPEN@CLASS'.

✓ Βήμα 2/3: Συμπληρωματικές πληροφορίες μαθήματος

The screenshot shows the 'OPEN eCLASS Course Management System' interface. The user is logged in as 'Αγορίτσα Κωνσταντή, Έξοδος'. The language is set to 'Ελληνικά'. The breadcrumb trail is 'Προσωπικό Χαρτοφυλάκιο > Οδηγός δημιουργίας μαθήματος (βήμα 2 από 3)'. The left sidebar contains 'Βασικές Επιλογές' (Κατάλογος Μαθημάτων, Διαθέσιμα Εγχειρίδια, Ταυτότητα Πλατφόρμας, Επικοινωνία) and 'Επιλογές Χρήστη' (Δημιουργία Μαθήματος, Το Ημερολόγιό μου, Αλλαγή του Προφίλ μου, Στατιστικά Χρήσης). The main content area is titled 'Προσωπικό Χαρτοφυλάκιο' and 'Οδηγός δημιουργίας μαθήματος (βήμα 2 από 3)'. The current step is 'Συμπληρωματικές πληροφορίες μαθήματος'. A rich text editor is active, showing a toolbar with options like Bold, Italic, Underline, Bulleted List, Numbered List, Indent, Outdent, Link, Unlink, Text Color, Background Color, Font Size, Font Family, and Font Weight. The text in the editor reads: 'Σκοπός της ενότητας είναι οι μαθητές να μάθουν:'. Below the editor, there are buttons for '« Προηγούμενο βήμα' and 'Επόμενο βήμα >'. A note at the bottom states: 'Σημ.: Μπορείτε να αλλάξετε οποιαδήποτε από τις πληροφορίες αργότερα'.

✓ Βήμα 3/3: Υποσυστήματα και τύπος πρόσβασης

The screenshot shows the 'OPEN eCLASS Course Management System' interface. The user is logged in as 'Αγορίτσα Κωνσταντή, Έξοδος'. The language is set to 'Ελληνικά'. The breadcrumb trail is 'Προσωπικό Χαρτοφυλάκιο > Οδηγός δημιουργίας μαθήματος (βήμα 3 από 3)'. The left sidebar is the same as in the previous screenshot. The main content area is titled 'Προσωπικό Χαρτοφυλάκιο' and 'Οδηγός δημιουργίας μαθήματος (βήμα 3 από 3)'. The current step is 'Υποσυστήματα και τύπος πρόσβασης'. Under 'Διαθέσιμοι τύποι πρόσβασης', there are four radio button options: 'Ανοικτό μάθημα', 'Απαιτείται εγγραφή', 'Κλειστό μάθημα', and 'Ανενεργό μάθημα'. The 'Απαιτείται εγγραφή' option is selected. Below this, there is a text input field for 'Προαιρετικό σκελετικό:'. Under 'Επιλέξτε τα υποσυστήματα που θέλετε να ενεργοποιήσετε για το νέο σας μάθημα:', there are two columns of checkboxes. The first column includes: Ατζέντα, Σύνδεσμοι, Εγγραφή, Πολυμέσα, Εργασίες, Ανακωκώσεις, Περιοχές Συζητήσεων, Ασκήσεις, Ηλεκτρονικό Βιβλίο. The second column includes: Ανταλλαγή Αρχείων, Ομάδες Χρηστών, Τηλεου εργασία, Πληροφορίες Μαθήματος, Ερωτηματολόγια, Γραμμή Μάθησης, Σύστημα Wiki, Πλωσάριο. All checkboxes are checked. At the bottom, there are buttons for '« Προηγούμενο βήμα' and 'Δημιουργία μαθήματος'.

✓ Επιτυχής δημιουργία μαθήματος

Χρήστης: Αγορίτσα Κωνσταντή, Έξοδος Ελληνικά

OPEN@CLASS
Course Management System

Προσωπικό Χαρτοφυλάκιο » Δημιουργία Μαθήματος

Βασικές Επιλογές

- » Κατάλογος Μαθημάτων
- » Διαθέσιμα Εγχειρίδια
- » Ταυτότητα Πλατφόρμας
- » Επικοινωνία

Επιλογές Χρήστη

- » Δημιουργία Μαθήματος
- » Το Ημερολόγιό μου
- » Αλλαγή του Προφίλ μου
- » Στατιστικά Χρήσης

Προσωπικό Χαρτοφυλάκιο

Δημιουργία Μαθήματος

✓ **Μόλις δημιουργήσατε με επιτυχία το μάθημα με τίτλο : Αξίες και (δομημένη) πολιτιστική κληρονομιά (Σημ.) μπορείτε να αλλάξετε διάφορες ρυθμίσεις του μαθήματος μέσα από τη λειτουργία 'Διαχείριση Μαθήματος'**

Είσοδος

GU net Πληροφορίες Πνευματικών Δικαιωμάτων POWERED BY OPEN@CLASS

✓ Τρόπος εμφάνισης μαθήματος

Χρήστης: Αγορίτσα Κωνσταντή, Έξοδος

OPEN@CLASS
Course Management System

Προσωπικό Χαρτοφυλάκιο » Αξίες και (δομημένη) πολιτιστική κληρονομιά » Ταυτότητα Μαθήματος

Ενεργά εργαλεία

- » Ανακοινώσεις
- » Ανταλλαγή Αρχείων
- » Ασκήσεις
- » Ατζέντα
- » Γλωσσάριο
- » Γραμμή Μάθησης
- » Έγγραφα
- » Εργασίες
- » Ερωτηματολόγια
- » Ηλεκτρονικά Βιβλία
- » Ομάδες Χρηστών
- » Περιοχές Συζητήσεων
- » Πληροφορίες Μαθήματος
- » Πολυμέσα
- » Σύνδεσμοι
- » Σύστημα Wiki
- » Τηλεσυνεργασία

Ανεργά εργαλεία

Εργαλεία διαχείρισης

- » Διαχείριση Μαθήματος
- » Διαχείριση Χρηστών
- » Ενεργοποίηση Εργαλείων

Αξίες και (δομημένη) πολιτιστική κληρονομιά

Περιγραφή

Σκοπός της ενότητας είναι οι μαθητές να μάθουν:

- να αναγνωρίζουν την έννοια της (δομημένης) πολιτιστικής κληρονομιάς και τι περιλαμβάνει
- να αντιλαμβάνονται τη σπουδαιότητα διατήρησης και προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς
- να αναγνωρίζουν το σύνολο των αξιών που διέπουν τη (δομημένη) πολιτιστική κληρονομιά

Λέξεις Κλειδιά: (δομημένη) πολιτιστική κληρονομιά, σπουδαιότητα διατήρησης και προστασίας, σύνολο αξιών

Ταυτότητα Μαθήματος

- » **Κωδικός:** TESTGU278
- » **Εκπαιδευτές:** Αγορίτσα Κωνσταντή
- » **Σκολή - Τμήμα:** Δοκιμαστικά Μαθήματα
- » **Τύπος:** Άλλο
- » **Πρόσβαση στο μάθημα:** Περιορισμένη (με λίστα Χρηστών)
- » **Χρήστες:** 1 εγγεγραμμένοι

Εργαλεία

Θεματικές Ενότητες Μαθήματος:

✓ Δημιουργία άσκησης

Course Management System

Προσωπικό Χαρτοφυλάκιο > Αξίες και (δομημένη) πολιτιστική κληρονομιά > Ασκήσεις > Νέα Άσκηση

Ενεργά εργαλεία

- Ανακοινώσεις
- Ανταλλαγή Αρχείων
- Ασκήσεις
- Ατζέντα
- Γλωσσάριο
- Γραμμή Μάθησης
- Έγγραφα
- Εργασίες
- Ερωτηματολόγια
- Ηλεκτρονικό Βιβλίο
- Ομάδες Χρηστών
- Περιοχές Συζήτησης
- Πληροφορίες Μαθήματος
- Πολυμέσα
- Σύνδεσμοι
- Σύστημα Wiki
- Τηλεσυνεργασία

Ανενεργά εργαλεία

Εργαλεία διαχείρισης

- Διαχείριση Μαθήματος
- Διαχείριση Χρηστών
- Ενεργοποίηση Εργαλείων
- Στατιστικά Χρήσης

Αξίες και (δομημένη) πολιτιστική κληρονομιά

Νέα Άσκηση

Στοιχεία άσκησης

Όνομα Άσκησης: Ψευδο-ποσοτικοποίηση των αξιών της πολιτιστικής κληρονομιάς

Περιγραφή Άσκησης:

B / **I** / **U** / **ABC** / **Στυλ** / **Μορφοποίηση** / **Γραμματοσειρά** / **Μέγεθος Γραμ** / **A** / **abz**

Θεωρείτε ότι είστε μηχανικοί με εξδίδικοση στην Προστασία Μνημείων και εργάζεστε στο Υπουργείο Πολιτισμού. Στο πλαίσιο της εργασίας σας σας ανατίθεται να εφαρχίσετε μία σειρά "Μνημείων" προς διατήρηση, ανάδειξη και προστασία, επιλέγοντας τη χρονική σειρά με την οποία θεωρείτε ότι πρέπει να συντελεστούν οι απαιτούμενες ενφάνξεις. Τα εν λόγω "Μνημεία" περιλαμβάνουν:

- Ένα ιστορικό κτήριο στο κέντρο της πρωτεύουσας, το οποίο προσελκεί σημαντικό αριθμό

Διαδρομή: ul > li > font Λέξεις: 0

Τύπος Άσκησης: Σε μία μόνο σελίδα Σε μία ερώτηση ανά σελίδα (στη σειρά)

Έναρξη: 2013-07-26 12:48

Λήξη: 2014-07-26 12:48

Χρονικός περιορισμός: 0 λεπτά (0 για καθόλου περιορισμό)

Επιτρεπόμενες επαναλήψεις: 0 φορές (0 για απεριόριστο αριθμό επαναλήψεων)

Τυχαίες Ερωτήσεις: Επιλογή 0 τυχαίων ερωτήσεων από το σύνολο

Απαντήσεις: Εμφάνιση απαντήσεων μετά το τέλος της άσκησης Απόκρυψη απαντήσεων μετά το τέλος της άσκησης

Βαθμολογία: Εμφάνιση βαθμολογίας μετά το τέλος της άσκησης Απόκρυψη βαθμολογίας μετά το τέλος της άσκησης

✓ Τρόπος εμφάνισης άσκησης

Ενεργά εργαλεία

- Ανακοινώσεις
- Ανταλλαγή Αρχείων
- Ασκήσεις
- Ατζέντα
- Γλωσσάριο
- Γραμμή Μάθησης
- Έγγραφα
- Εργασίες
- Ερωτηματολόγια
- Ηλεκτρονικό Βιβλίο
- Ομάδες Χρηστών
- Περιοχές Συζήτησης
- Πληροφορίες Μαθήματος
- Πολυμέσα
- Σύνδεσμοι
- Σύστημα Wiki
- Τηλεσυνεργασία

Ανενεργά εργαλεία

Εργαλεία διαχείρισης

- Διαχείριση Μαθήματος
- Διαχείριση Χρηστών
- Ενεργοποίηση Εργαλείων
- Στατιστικά Χρήσης

Αξίες και (δομημένη) πολιτιστική κληρονομιά

Στοιχεία άσκησης

Στοιχεία άσκησης

Όνομα Άσκησης : Ψευδο-ποσοτικοποίηση των αξιών της πολιτιστικής κληρονομιάς

Περιγραφή Άσκησης :

Θεωρείτε ότι είστε μηχανικοί με εξδίδικοση στην Προστασία Μνημείων και εργάζεστε στο Υπουργείο Πολιτισμού. Στο πλαίσιο της εργασίας σας σας ανατίθεται να εφαρχίσετε μία σειρά "Μνημείων" προς διατήρηση, ανάδειξη και προστασία, επιλέγοντας τη χρονική σειρά με την οποία θεωρείτε ότι πρέπει να συντελεστούν οι απαιτούμενες ενφάνξεις. Τα εν λόγω "Μνημεία" περιλαμβάνουν:

- Ένα ιστορικό κτήριο στο κέντρο της πρωτεύουσας, το οποίο προσελκεί σημαντικό αριθμό τουριστών το χρόνο
- Ένα βιομηχανικό κτήριο σε απομακρυσμένη δυσπρόσιτη αγροτική περιοχή, το οποίο χρήζει άμεσης επέμβασης για τη διάσωσή του
- Ένας αρχαιολογικός χώρος υψηλού ιστορικού ενδιαφέροντος σε μικρή σχετικά απόσταση από την πρωτεύουσα, ο οποίος απειλείται έντονα τα τελευταία χρόνια από αυξημένη βιομηχανική ρύπανση
- Ένα "Μνημείο" χτισμένο σε παραθαλάσσιο τοπίο, υψηλού αισθητικού κάλλους, το οποίο οφίσταται φθορά λόγω του φαινομένου της κροστάλλωσης διαλυτών αλάτων.

Για την επίλυση του προβλήματος ζητείται:

- Να ψευδο-ποσοτικοποιήσετε το σύνολο των αξιών που διέπουν τη δομημένη πολιτιστική κληρονομιά με τη μορφή μιας γραμμικής συνάρτησης.
- Ποιες παράμετρος θεωρείτε ότι πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν στη συνάρτηση; Αναφερθείτε στη βαρύτητα της κάθε προτεινόμενης παραμέτρου.
- Ποια θα είναι η κατάσταση που προτείνεται για την υπάρχηση των "Μνημείων", εφαρμόζοντας τη συνάρτηση που δημιουργήσατε;
- Θεωρείτε ότι η σωστή απάντηση στο τεθέν πρόβλημα είναι μοναδική; Σχολιάστε.

Έναρξη: 26-07-2013 12:48

Λήξη: 26-07-2014 12:48

Χρονικός περιορισμός: 0 λεπτά

Επιτρεπόμενες επαναλήψεις: 0 φορές

Απαντήσεις: Απόκρυψη απαντήσεων μετά το τέλος της άσκησης

✓ Εισαγωγή βοηθητικών κειμένων για την επίλυση της άσκησης

Χρήστης: Αγιορίτσα Κωνσταντή, Έξοδος

OPEN eCLASS
Course Management System

Προσωπικό Χαρτοφυλάκιο > Αξίες και (δομημένη) πολιτιστική κληρονομιά > Έγγραφα

Αξίες και (δομημένη) πολιτιστική κληρονομιά

Έγγραφα (Ανεργοποίηση)

✓ Το ανέβασμα ολοκληρώθηκε

⚙️ Ανέβασμα αρχείου στον εξυπηρετή | Δημιουργία καταλόγου | Επισκόπηση αποθηκευτικού χώρου

Κατάλογος: Αρχικός κατάλογος

Τύπος	Όνομα	Μέγεθος	Ημερομηνία	Ενέργειες
	Σχεδιασμός και τεχνολογία Βοηθητικό κείμενο για την επίλυση της άσκησης "Ψευδο-ποσοτικοποίηση των αξιών της πολιτιστικής κληρονομιάς"	331.52 KB	26-07-2013	

Μέγιστο μέγεθος αρχείου: 95M

Ενεργά εργαλεία

- Ανακοινώσεις
- Ανταλλαγή Αρχείων
- Ασκήσεις
- Ατζέντα
- Γλωσσάριο
- Γραμμή Μάθησης
- Έγγραφα
- Εργασίες
- Ερωτηματολόγια
- Ηλεκτρονικό Βιβλίο
- Ομάδες Χρηστών
- Περιοχές Συζητήσεων
- Πληροφορίες Μαθήματος
- Πολυμέσα
- Σύνδεσμοι
- Σύστημα Wiki
- Τηλεσυνεργασία

Ανεργά εργαλεία

Εργαλεία διαχείρισης

- Διαχείριση Μαθήματος
- Διαχείριση Χρηστών
- Ενεργοποίηση Εργαλείων

15.4.3. Εκπαιδευτική δραστηριότητα «Κατασκευή ενός μνημείου σε μορφή σκαριφήματος και μακέτας»

✓ **Εισαγωγή**

Η τέχνη προκύπτει από την ανάγκη του ανθρώπου να εκφρασθεί. Κατά μία έννοια, οι καλλιτέχνες μπορούν να θεωρηθούν χημικοί, καθώς κατανοούν και μελετούν τις ιδιότητες συγκεκριμένων υλικών και προσπαθούν να βρουν τρόπους προκειμένου να εξερευνήσουν τις ιδιότητές τους και μέσω αυτών να εκφραστούν οι ίδιοι οι καλλιτέχνες, αλλά και να εκφράσουν τον κόσμο που τους περιβάλλει (Eisenkraft et al., 2006). Στην ίδια βάση και συμπληρώνοντας την παραπάνω αναφορά – κυρίως για τα έργα τέχνης - οι καλλιτέχνες μπορούν να θεωρηθούν αρχιτέκτονες και μηχανικοί όταν αναφερόμαστε στον τομέα της δομημένης κληρονομιάς, αλλά και συντηρητές και αρχαιολόγοι προκειμένου να καλύψουν όλο το εύρος δραστηριοτήτων.

✓ **Σκοπός της εκπαιδευτικής δραστηριότητας**

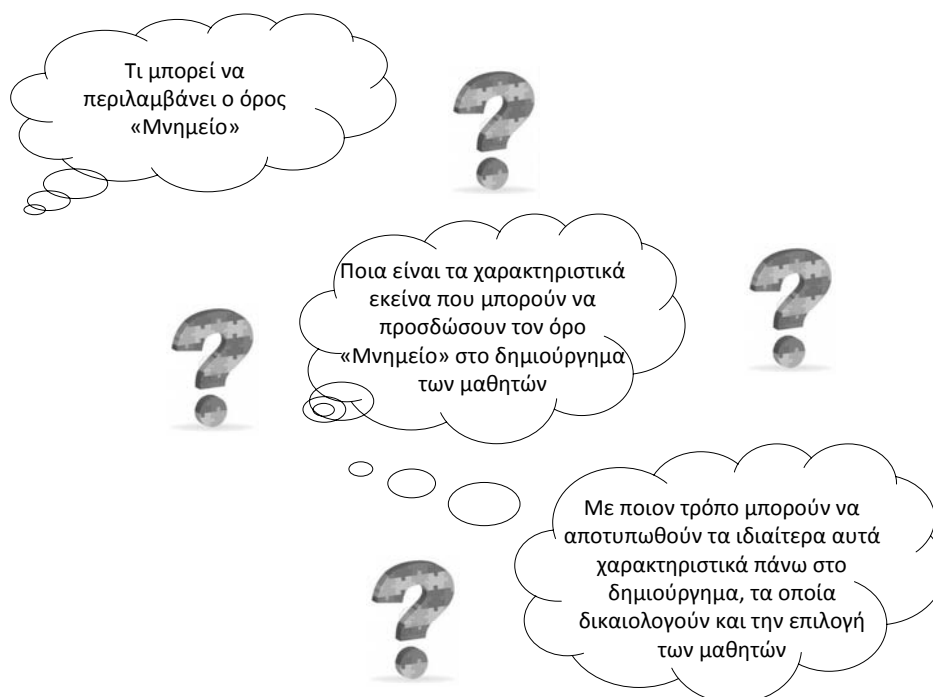
Στην προτεινόμενη δραστηριότητα οι μαθητές καλούνται να σκεφτούν ένα Μνημείο που θα ήθελαν οι ίδιοι να δημιουργήσουν τόσο σε μορφή σκαριφήματος όσο και σε μορφή μακέτας.

Σκοπός της εκπαιδευτικής δραστηριότητας είναι οι μαθητές:

- να εργαστούν αρμονικά και αποτελεσματικά σε ομάδες για την επίλυση κοινών «προβλημάτων»
- να αναπτύξουν κριτική και δημιουργική σκέψη και να καλλιεργήσουν τη φαντασία τους και τις δεξιότητές τους
- να ασκηθούν στη βιωματική προσέγγιση
- να προσεγγίσουν τη δραστηριότητα διεπιστημονικά, συγκεράζοντας επιτυχώς τις γνώσεις που προέρχονται από ποικίλα επιστημονικά πεδία
- να συσχετίσουν τις ιδιότητες που φέρουν τα υλικά με τα κριτήρια για την επιλογή τους
- να πειραματιστούν με πιθανούς τρόπους δόμησης των υλικών τους για την κατασκευή του «Μνημείου», εξασφαλίζοντας τη στατική της επάρκεια, αλλά και συνεκτιμώντας άλλες παραμέτρους

✓ Περιγραφή της εκπαιδευτικής δραστηριότητας

Σε αλληλεπίδραση με τον διδάσκοντα και με τη βοήθεια κατάλληλων διερευνητικών ερωτήσεων, οι μαθητές αρχικά αποσαφηνίζουν βασικές έννοιες, όπως:



Στη συνέχεια οι μαθητές χωρίζονται σε ολιγομελείς ομάδες και αναθέτουν ρόλους στα μέλη της ομάδας υπό την επίβλεψη του διδάσκοντα. Κάθε ομάδα επιλέγει το Μνημείο με το οποίο θα καταπιαστεί, το οποίο μπορεί να αντικατοπτρίζει ένα πραγματικό Μνημείο, να χρησιμοποιεί ορισμένα στοιχεία της πραγματικότητας ή ακόμα και να αποτελεί τελείως φανταστικό δημιούργημα των μαθητών.

Το αρχικό στάδιο αφορά στη δημιουργία του σκαριφήματος. Οι μαθητές καλούνται να καταγράψουν την ιδέα τους στο χαρτί. Στο σκαρίφημα, το οποίο αποτελεί ένα απλό αδιάστατο σκίτσο του Μνημείου (το οποίο θα μπορούσε να έχει τη μορφή ενός ιστορικού κηρίου, ενός κάστρου, ενός ναού), οι μαθητές μπορούν να αποδώσουν με διαφορετικά χρώματα ή με κατάλληλη διαγράμμιση τα διαφορετικά υλικά, τα σημάδια του χρόνου, τα μακροσκοπικά παρατηρούμενα φαινόμενα φθοράς, καθώς και οποιοδήποτε άλλο χαρακτηριστικό κρίνουν αξιοσημείωτο.

Προκειμένου οι μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα την έννοια του σκαριφήματος, παρατίθενται ενδεικτικά τα ακόλουθα παραδείγματα:



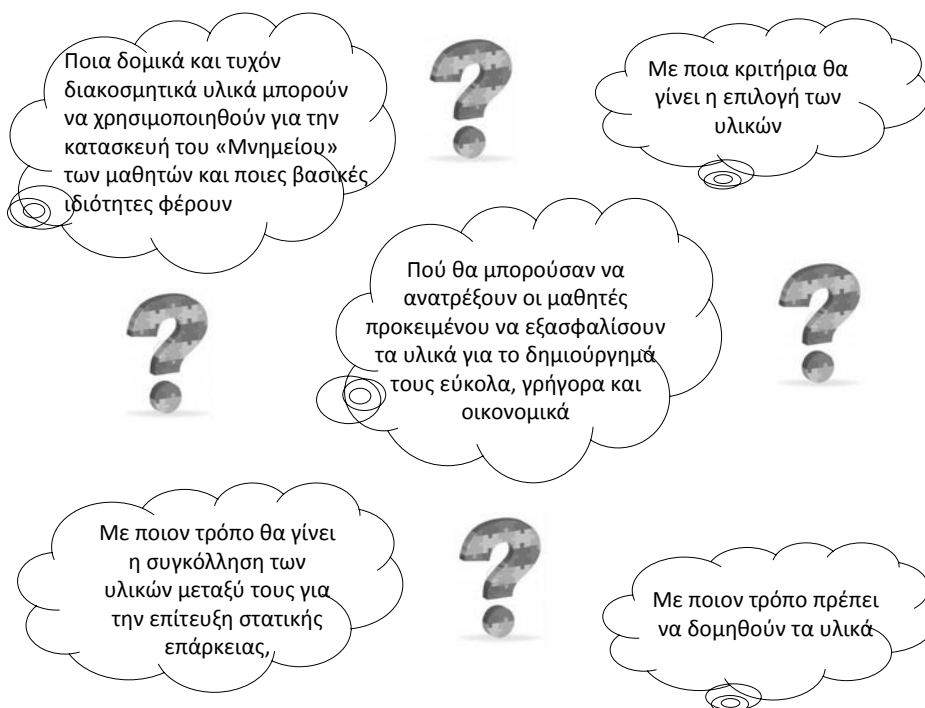
Αξιοσημείωτο είναι να τεθεί υπ' όψιν στους μαθητές ότι η διαδικασία του σχεδιασμού δεν αποτελεί μία γραμμική διαδικασία, σύμφωνα με την οποία ενεργούμε σε ανεξάρτητα και διαδοχικά στάδια, αλλά αντίθετα διαθέτει ευελιξία, επιτρέπει την επιστροφή σε προηγούμενα στάδια εάν διαπιστωθεί λανθασμένη ενέργεια ή παράλειψη (Κυριακίδου, 2005).

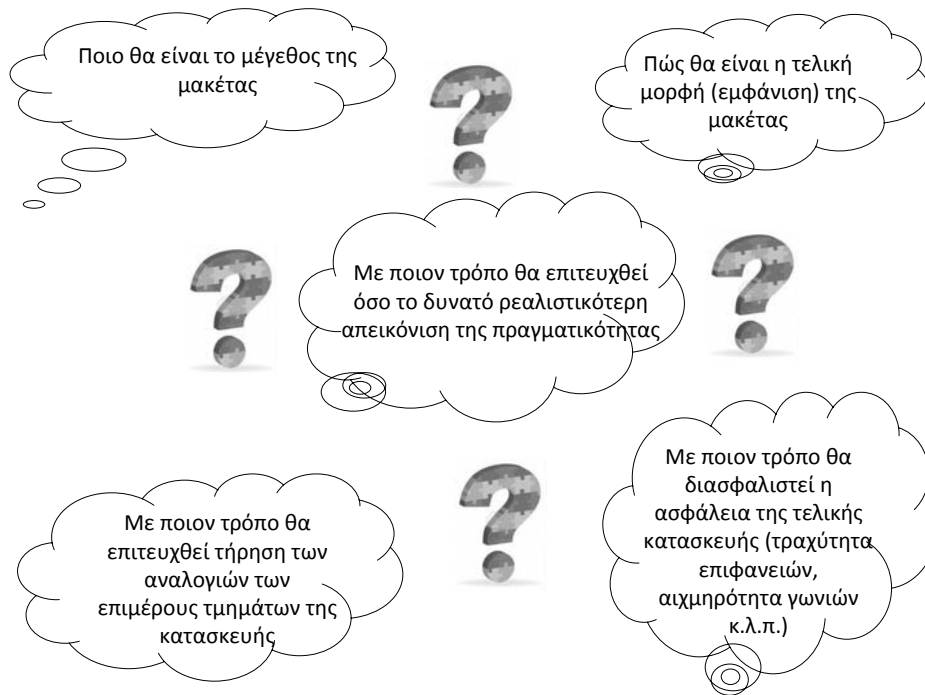
Το επόμενο στάδιο αφορά στην κατασκευή της μακέτας. Οι μαθητές προχωρούν στην κατασκευή του Μνημείου που έχουν σχεδιάσει στο χαρτί, το οποίο πρέπει να προσομοιάζει αυτό που έχουν αρχικά συλλάβει και εν συνεχεία σχεδιάσει. Η κατασκευή της μακέτας αποτελεί δημιουργική εργασία που χαρακτηρίζεται από κριτική σκέψη, συνοδεύεται από σχεδιασμό με σκοπιμότητα και στόχο και αποτελεί δραστηριότητα καλλιτεχνικής έκφρασης και μαθηματικού περιεχομένου (Κυριακίδου, 2005). Βασικό στάδιο πριν την κατασκευή της μακέτας αποτελεί ο σχεδιασμός, ο οποίος στην περίπτωση της εν λόγω εκπαιδευτικής δραστηριότητας καλύπτεται στο πρώτο στάδιο με τη δημιουργία του σκαριφήματος.

Για το σχεδιασμό της μακέτας ακολουθούνται τα εξής στάδια:



1. **Προδιαγραφή:** Ακριβής και πλήρης περιγραφή του τι θα κάνουν οι μαθητές σε μορφή τίτλου
2. **Διερεύνηση:** Απάντηση σε βασικά ερωτήματα που μπορεί να αφορούν σε





3. **Ιδέες:** Οι μαθητές καταθέτουν τις προτάσεις τους εντός της ομάδας σχετικά με τη δημιουργία της μακέτας
4. **Ανάπτυξη της καλύτερης ιδέας:** Μέσα από το δημιουργικό διάλογο τα μέλη της ομάδας αποφασίζουν να υλοποιήσουν την ιδέα που κρίνεται η ιδανικότερη από την πλειοψηφία
5. **Κατασκευαστικό σχέδιο – μοντέλο:** Οι μαθητές καταστρώνουν απλά σχέδια που απεικονίζουν τα βήματα που θα ακολουθηθούν για τη δημιουργία της κατασκευής τους
6. **Κατασκευή:** Για την κατασκευή οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν υλικά τα οποία είναι διαθέσιμα ή εύκολα προσβάσιμα σε αυτούς με μηδενικό ή μικρό κόστος και μέσω κατάλληλων τεχνικών να προσδώσουν στα χρησιμοποιούμενα υλικά την υφή, το χρώμα, τα σημάδια του χρόνου, τα μακροσκοπικά παρατηρούμενα φαινόμενα φθοράς κ.ά. Μέριμνα, επίσης, πρέπει να ληφθεί για την εξασφάλιση της στατικής επάρκειας της κατασκευής τους και την εύρεση του κατάλληλου τρόπου δόμησης των υλικών.

Ενδεικτικά υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή (δομικά υλικά, διακοσμητικά υλικά, υλικά για την ανάδειξη συγκεκριμένων χαρακτηριστικών της κατασκευής)

Φελιζόλ / Χαρτί / Ριζόχαρτο / Χαρτόνι / Φελλός / Ξύλο / Κόντρα πλακέ / Χρώματα (μαρκαδόροι, τέμπρες) / Καλαμάκι / Αλουμινόχαρτο / Σύρμα / Σφουγγάρι / Καπάκι από συσκευασίες / Πλαστελίνη / Ύφασμα

Ενδεικτικά Υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως «συνδετική ύλη»

Κόλλα / Συρραπτικό / Κολλητική ταινία / Πλαστελίνη / Κλωστή

Ενδεικτικά εργαλεία – όργανα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή:

Χάρακας / Κλιμακόμετρο / Επιφάνεια κοπής / Κοπίδι / Γυαλόχαρτο / Λαβίδα / Πένσα / Κατσαβίδι / Πιστολάκι θερμοκόλλησης (σιλικόνης) / Αερογράφος / Τρίγωνο / Διαβήτης / Πινέλο

7. **Δοκιμή:** Οι μαθητές παρατηρούν και φωτογραφίζουν το τελικό προϊόν, καθώς και προβαίνουν σε απλές δοκιμές (όπως έλεγχος της στατικής επάρκειας της κατασκευής, ασφάλεια της κατασκευής κ.λ.π.).

Μετά την ολοκλήρωση της δημιουργία των μακετών όλων των ομάδων των μαθητών, γίνεται παρουσίαση των τελικών προϊόντων από τους ίδιους τους μαθητές, περιγραφή των σταδίων που ακολουθήθηκαν, αποτίμηση των αποτελεσμάτων, παράθεση εντυπώσεων και προοπτικών βελτίωσης.

Για την καλύτερη εξαγωγή συμπερασμάτων και την αποτίμηση της εκπαιδευτικής δραστηριότητας μοιράζεται ερωτηματολόγιο στους μαθητές με ερωτήσεις, οι οποίες θα μπορούσαν να έχουν ενδεικτικά την ακόλουθη μορφή:

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης της εκπαιδευτικής δραστηριότητας

- Ήταν εποικοδομητική η δραστηριότητα;
- Καταφέρατε να εργαστείτε αρμονικά και αποτελεσματικά εντός της ομάδας;
- Είστε ικανοποιημένοι από τα υλικά που επιλέξατε; Αιτιολογήστε.
- Αναφέρατε πιθανά προβλήματα που συναντήσατε.
- Αναφέρατε προτεινόμενους τρόπους βελτίωσης της δραστηριότητας.

- Αναφέρατε τα σημαντικότερα σημεία που θεωρείτε ότι θα έπρεπε να αναφέρετε σε κάποιον συμμαθητή σας, ο οποίος δε συμμετείχε στη δραστηριότητα, προκειμένου να τον κατατοπίσετε και να του κεντρίσετε το ενδιαφέρον να ασχοληθεί και ο ίδιος. Δώστε του λεπτομερείς οδηγίες για να οδηγηθεί στο επιθυμητό αποτέλεσμα.

✓ Υποστηρικτικό υλικό

- Κυριακίδου Σ. (2005). Μακέτα - μοντέλο, Διημερίδα Τεχνολογίας στα Γυμνάσια και τα Λύκεια Πειραιά και Δ' Αθήνας (http://www.e-yliko.sch.gr/epimorf/imerida_tee/eisigiseis/kyriakidou.zip)
- A. Eisenkraft, C. Heltzel, D. Johnson & B. Radcliffe (2006). Artist as Chemist. Students link art and chemistry through problem - based activities, Science Teacher, Vol. 73, No. 8, pp. 33 - 37
- <http://www.thinx.gr/uploadimages/worker/skarifima.jpg>
- <http://www.aplotaria.gr/wp-content/uploads/2010/12/2.jpg>
- http://4.bp.blogspot.com/_cPfxhICg03A/TMMtH19DoLI/AAAAAAAAABU/ZtGp7bobbpTw/s1600/pyli+mpakalis.jpg
- <http://www.google.gr/url?sa=i&rct=j&q=&source=images&cd=&cad=rja&docid=QRyAQR2ZFZLIVM&tbid=fEptoUvIRrAdkM:&ved=0CAUQjRw&url=http%3A%2F%2Fhella>

15.4.4. Εκπαιδευτική δραστηριότητα «Ψευδο-ποσοτικοποίηση των αξιών της πολιτιστικής κληρονομιάς»

✓ *Εισαγωγή*

Η συγκεκριμένη εκπαιδευτική δραστηριότητα αποτελεί εφαρμογή της αναπτυσσόμενης εκπαιδευτικής μεθοδολογίας και δίνει έμφαση στη μέθοδο μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα.

✓ *Πρόβλημα προς επίλυση*

Θεωρείστε ότι είστε μηχανικοί με εξειδίκευση στην Προστασία Μνημείων και εργάζεστε στο Υπουργείο Πολιτισμού. Ως μέρος της εργασίας σας σας ανατίθεται να ιεραρχήσετε μία σειρά «Μνημείων» προς διατήρηση και προστασία, επιλέγοντας τη χρονική σειρά με την οποία πρέπει να συντελεστούν οι απαιτούμενες ενέργειες.

Τα «Μνημεία» αυτά περιλαμβάνουν:

- Ένα ιστορικό κτήριο στο κέντρο της πρωτεύουσας, το οποίο προσελκύει σημαντικό αριθμό τουριστών το χρόνο
- Ένα βιομηχανικό κτήριο σε απομακρυσμένο και δύσβατο χωριό, το οποίο χρήζει άμεσης επέμβασης για τη διάσωσή του
- Ένας αρχαιολογικός τόπος υψηλού ιστορικού ενδιαφέροντος, σε μικρή σχετικά απόσταση από την πρωτεύουσα, ο οποίος απειλείται από τη βιομηχανική ρύπανση
- Ένα Μνημείο χτισμένο σε παραθαλάσσιο τοπίο, υψηλού αισθητικού κάλλους, το οποίο πλήττεται από το φαινόμενο της κρυστάλλωσης των αλάτων

Για την επίλυση του προβλήματος ζητείται:

- Να ψευδο – ποσοτικοποιήσετε το σύνολο των αξιών που διέπουν την πολιτιστική κληρονομιά με τη μορφή μιας γραμμικής συνάρτησης.
- Ποιες παραμέτρους θεωρείτε ότι πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν στη συνάρτηση; Αναφερθείτε στη βαρύτητα της κάθε προτεινόμενης παραμέτρου.
- Ποια θα είναι η κατάταξη που προτείνετε για την ιεράρχηση των Μνημείων, κάνοντας χρήση της συνάρτησης που δημιουργήσατε;
- Θεωρείτε ότι η σωστή απάντηση στο τεθέν πρόβλημα είναι μοναδική; Σχολιάστε.

✓ *Υποστηρικτικό υλικό*

- Γιαλκέτσης Θ. (2009). Διάλογοι για τη μέτρηση του ΑΕΠ, Έντυπη Έκδοση Κυριακάτικη Ελευθεροτυπία, Κυριακή 8 Νοεμβρίου 2009 (<http://www.enet.gr/?i=news.el.article&id=99770>)
- Τάσιος Θ. (2005). Σχεδιασμός και Τεχνολογία: προβλήματα αξιολογίας της ανάπτυξης, Περιβάλλον και ανάπτυξη: διαλεκτικές σχέσεις και διεπιστημονικές προσεγγίσεις, Συλλογικός τόμος (Εισαγωγή – Επιμέλεια: Δ. Ρόκος), Εναλλακτικές Εκδόσεις, Αθήνα (<http://www.survey.ntua.gr/envirom/keimena/tasios.pdf>)
- Χατζητρύφων Ν. (2008). Ζητήματα προστασίας νεότερων μνημείων: συνυφαίνοντας τις αξίες με τις σύγχρονες χρήσεις, Αντισεισμικότητα των παραδοσιακών κατασκευών. Ζητήματα εφαρμογής ήπιων επεμβάσεων για την ενίσχυση τους. Παραδείγματα, ΤΕΕ, Αθήνα, 8/12/2008 (http://library.tee.gr/digital/m2355/m2355_hatzitrifon.pdf)
- EUROMED Heritage IV project ELAICH “Educational linkage approach in cultural heritage”, *E-Learning Platform* <http://www.elaich.technion.ac.il/e-learning/>

15.4.5. Εκπαιδευτική δραστηριότητα «Σχεδιάζοντας πολιτιστικές διαδρομές»

✓ **Θέτοντας το πρόβλημα**

Είκοσι μαθητές της Β' Λυκείου ενός σχολείου της Γαλλίας πρόκειται να επισκεφτούν την Αθήνα στο πλαίσιο εκπαιδευτικής εκδρομής. Δεδομένου ότι θα έχουν μία ημέρα στη διάθεσή τους για να επισκεφτούν το Ιστορικό Κέντρο της πόλης, να δημιουργήσετε έναν χάρτη πολιτιστικών διαδρομών, ο οποίος να αποτελέσει χρηστικό οδηγό για την επίσκεψή τους και να αναδεικνύει το σύνολο των αξιών που διέπουν το Ιστορικό Κέντρο και τα Μνημεία του.

✓ **Μαθησιακοί στόχοι**

Στόχος της εκπαιδευτικής δραστηριότητας είναι οι μαθητές να εξοικειωθούν με:

- τη σημασία του όρου «πολιτιστική διαδρομή»
- το σύνολο των αξιών που διέπουν τα «Μνημεία»
- τον εντοπισμό των πολιτιστικών αγαθών που είναι άξια επίσκεψης και μελέτης από μαθητές στο Ιστορικό Κέντρο μιας σύγχρονης πόλης
- την έννοια της δυνατότητας διατήρησης της πολιτιστικής κληρονομιάς ζωντανής εντός του ιστού της σύγχρονης πόλης και ζωής γενικότερα
- τη χρήση των νέων τεχνολογιών
- τη δημιουργία χαρτών πολιτιστικών διαδρομών

✓ **Ερωτήσεις διερεύνησης**

Η εκπαιδευτική διαδικασία τροφοδοτείται από ερωτήσεις διερεύνησης που τίθενται από τον καθηγητή, προκειμένου να αντλήσει πληροφορίες για την αρχική γνώση

των μαθητών, να τροφοδοτηθεί και πιθανώς να ανασχεδιαστεί η εκπαιδευτική διαδικασία ανάλογα. Τα ερωτήματα γεννούν συνεχώς νέα ερωτήματα, δημιουργώντας μία δημιουργική αλληλεπίδραση μεταξύ μαθητών και καθηγητή.

Ενδεικτικά ερωτήματα που μπορούν να τεθούν είναι:

- Τι αντιλαμβάνεστε με τον όρο «πολιτιστική διαδρομή»;
- Ποιες είναι οι αξίες που συγκεντρώνει ένα Μνημείο
- Με ποια κριτήρια μπορεί να γίνει η επιλογή των πολιτιστικών αγαθών που τα καθιστούν άξια επίσκεψης και μελέτης;
- Πώς τα αρνητικά χαρακτηριστικά μιας σύγχρονης μεγαλούπολης, όπως η Αθήνα, μπορούν να επισκιάσουν στα μάτια των Γάλλων μαθητών - επισκεπτών και να αναδειχθούν σε αντιδιαστολή αυτών τα θετικά της στοιχεία;
- Ποια στοιχεία πρέπει να περιλαμβάνει ένας χάρτης πολιτιστικών διαδρομών προκειμένου να έχει χρηστικό και πληροφοριακό χαρακτήρα χωρίς να χάνει την ελκυστικότητά του προς τους μαθητές;

✓ **Βασικές έννοιες**

Ο καθηγητής παρουσιάζει συνοπτικά τις βασικές έννοιες, δίνοντας το έναυσμα για περαιτέρω διερεύνηση στους μαθητές. Ενδεικτικά, οι βασικές έννοιες μπορεί να είναι οι ακόλουθες:

- Προσπάθεια ορισμού των «πολιτιστικών διαδρομών»
- Τι περιλαμβάνει ο όρος «Μνημείο»
- Ποιο το σύνολο των αξιών που διέπουν ένα «Μνημείο»

✓ **Εντοπισμός βασικών στοιχείων προς διερεύνηση**

Οι μαθητές υπό την καθοδήγηση του καθηγητή καλούνται να εντοπίσουν τις βασικές κατηγορίες που θα συνθέσουν το παζλ και συγκεκριμένα ποια βασικά στοιχεία πρέπει να περιλαμβάνει ο χάρτης των πολιτιστικών διαδρομών (π.χ. κτήρια ιστορικού, αρχαιολογικού, αρχιτεκτονικού ενδιαφέροντος, μνημεία, μουσεία).

✓ **Χωρισμός σε ομάδες και ανάληψη ρόλων**

Οι μαθητές χωρίζονται σε μικρές ομάδες (3 - 5 ατόμων) και αναλαμβάνουν να διερευνήσουν συγκεκριμένο πεδίο, όντας ωστόσο σε αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Για παράδειγμα, οι ομάδες αναλαμβάνουν να διερευνήσουν - μελετήσουν τα ακόλουθα:

- Αξίες που πρέπει να περιλαμβάνουν τα «στοιχεία» που επιλέγονται για τη δημιουργία του χάρτη πολιτιστικών διαδρομών
- Εντοπισμός των «μνημείων» που πρέπει να συμπεριληφθούν στο χάρτη πολιτιστικών διαδρομών
- Πληροφορίες που πρέπει να συλλεχθούν για κάθε πολιτιστικό αγαθό
- Βιβλιογραφική έρευνα
- Επιτόπια έρευνα

- Τρόπος παρουσίασης των πολιτιστικών αγαθών στο χάρτη πολιτιστικών διαδρομών
- Σειρά επίσκεψης στα προτεινόμενα πολιτιστικά αγαθά του χάρτη
- Δημιουργία του χάρτη πολιτιστικών διαδρομών

✓ **Διερεύνηση – Συνεργασία για την επιλογή των κατάλληλων κομματιών που θα συνθέσουν το παζλ**

Οι μαθητές προσπαθούν να επιλύσουν το ζητούμενο «πρόβλημα» με διεπιστημονική και ολιστική προσέγγιση. Κάθε ομάδα, ανάλογα με το ρόλο που έχει αναλάβει, διεξάγει έρευνα βιβλιογραφική στη σχολική βιβλιοθήκη, σε πηγές του διαδικτύου, σε έντυπο υλικό που διαθέτει στο σπίτι, καθώς και επιτόπια έρευνα στο Ιστορικό Κέντρο της Αθήνας για τον εντοπισμό των βασικών «στοιχείων» που πρέπει να συμπεριληφθούν στο χάρτη, τη φωτογράφιση, τη συλλογή σχετικών πληροφοριών από τους κατοίκους της περιοχής, τη δημιουργία και την παρουσίαση πολιτιστικών διαδρομών σε χάρτη, τα κριτήρια επιλογής για τη σειρά επίσκεψης των επιλεγμένων πολιτιστικών αγαθών, όπως προσβασιμότητα, εγγύτητα, ασφάλεια, ιστορικό – καλλιτεχνικό ενδιαφέρον κ.λ.π.

✓ **Ταίριασμα επιμέρους κομματιών**

Οι ομάδες συνεργάζονται μεταξύ τους και προσπαθούν να συνθέσουν τα επιμέρους κομμάτια του παζλ για τη δημιουργία του χάρτη πολιτιστικών διαδρομών. Η δημιουργικότητα και η κριτική σκέψη των μαθητών προωθούνται. Ο καθηγητής δείχνει έμπρακτα ότι δεν υπάρχουν σωστές και λανθασμένες απαντήσεις, ότι δεν υπάρχει μόνο μία λύση στο πρόβλημα, ότι δηλαδή δεν υπάρχει μόνο ένας χάρτης πολιτιστικών διαδρομών αλλά πολλές πιθανές επιλογές, αρκεί οι μαθητές να είναι σε θέση να αιτιολογήσουν τις επιλογές τους. Οι μαθητές ωθούνται να εκφράσουν τη σκέψη τους, να θέσουν ερωτήματα, ανατροφοδοτώντας την όλη εκπαιδευτική διαδικασία.

✓ **Τελικός έλεγχος για το ταίριασμα των κομματιών**

Οι μαθητές πριν την τελική παρουσίαση της επίλυσης του προβλήματος συνεργάζονται για τον τελικό έλεγχο των επιμέρους κομματιών και διερευνούν εάν όλα όσα έπρεπε να ληφθούν υπ' όψιν έχουν όντως συμπεριληφθεί και με τον βέλτιστο δυνατό τρόπο.

✓ **Τελική παρουσίαση**

Οι μαθητές παρουσιάζουν τον τελικό χάρτη πολιτιστικών διαδρομών που προέκυψε καθώς και τα επιμέρους στάδια που ακολουθήθηκαν και τα στοιχεία που ελήφθησαν υπ' όψιν. Κάθε ομάδα αναλαμβάνει να παρουσιάσει στο σύνολο το

επιμέρους κομμάτι που είχε αναλάβει και να δείξει πώς αυτό εναρμονίστηκε στο σύνολο και στο τελικό παραδοτέο προκειμένου να προκύψει το τελικό παραδοτέο.

✓ **Αξιολόγηση**

Πραγματοποιείται αξιολόγηση της συνολικής εκπαιδευτικής δραστηριότητας μέσω ερωτηματολογίου καθώς και αξιολόγηση του κέρδους των μαθητών πριν και μετά το πέρας της δραστηριότητας.

✓ **Υποστηρικτικό υλικό**

Προτείνονται ενδεικτικά οι ακόλουθες ιστοσελίδες για την άντληση σχετικών πληροφοριών:

Ιστοσελίδα	Περιγραφή
http://www.cityofathens.gr/episkeptes/eksereyniste-tin-athina/agores/istoriko-kentro	Πληροφορίες του Δήμου Αθηναίων για το Ιστορικό Κέντρο της Αθήνας
http://www.cityofathens.gr/aksiotheata	Αξιοθέατα της Αθήνας από το Δήμο Αθηναίων <ul style="list-style-type: none"> ○ Η καρδιά της Αρχαίας Αθήνας ○ Αρχαιολογικοί χώροι ○ Θαυμάζοντας τον Παρθενώνα ○ Θέα στην Αθήνα ○ Μουσεία – Πινακοθήκες ○ Η Αθήνα σε μία ημέρα ○ Εκκλησίες ○ Ο κήπος της Αθήνας ○ Αρχιτεκτονική ○ Περιπατώντας στους λόφους της Ακρόπολης ○ Πλάκα: Περιπατώντας στη μακροβιότερη συνοικία της Αθήνας ○ Το Δημαρχείο της Αθήνας και η Δημοτική Αγορά ○ Το κέντρο του κέντρου και οι χάρες του
http://www.athenshappytrain.com/gr-athens-sightseeing-virtual-tour.html	Ταξίδι ξενάγησης στο ιστορικό κέντρο της Αθήνας με το Happy Train Το εικονικό ταξίδι του Happy Train: Ακρόπολη, Παρθενώνας, Πλάκα, Μοναστηράκι, Αρχαία Αγορά, Ρωμαϊκή Αγορά, Θησείο, Στοά του Αττάλου, Στήλοι του Ολυμπίου Διός, Παναθηναϊκό Στάδιο, Ελληνικό Κοινοβούλιο, νέο Μουσείο Ακρόπολης
http://www.astynet.gr http://www.astynet.gr/static.php?c=13	Ενοποίηση Αρχαιολογικών Χώρων και Αναπλάσεις Α.Ε. Οδηγός Ιστορικού Κέντρου – Προτεινόμενοι περίπατοι στους αρχαιολογικούς χώρους και τα μνημεία του Ιστορικού Κέντρου της Αθήνας

<p>http://odysseus.culture.gr/</p> <p>http://odysseus.culture.gr/map/CulturalMap_gr/cultural_map_gr.html</p>	<p>Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων, Πολιτισμού και Τουρισμού – Γενική Γραμματεία Πολιτισμού Κόμβος ΟΔΥΣΣΕΥΣ</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Μουσεία ○ Μνημεία ○ Αρχαιολογικοί χώροι <p>Κόμβος ΟΔΥΣΣΕΥΣ - Πολιτιστικός χάρτης της Ελλάδας</p>
	<p>Αυγερινού Κολώνια Σ., Πολιτιστικές διαδρομές: μια πρόταση για τη μελέτη και την ανάδειξη της πολύπλευρης πολιτιστικής πραγματικότητας (από την ιστοσελίδα Μαθήματα Σχολής Αρχιτεκτόνων ΕΜΠ (http://courses.arch.ntua.gr/))</p>
<p>http://www.archaiologia.gr/wp-content/uploads/2011/07/71-8.pdf</p>	<p>Καραβασίλη Μ., Μικελάκης Εμ. (2011). Πολιτιστικές διαδρομές: Προς μια ερμηνευτική του «πολιτισμικού τοπίου» με αναπτυξιακή προοπτική, Αρχαιολογία και Τέχνες, 71, σελ. 82 - 86</p>
<p>http://www.ekdd.gr/ekdda/files/ergasies_esdd/13/2/445.pdf</p>	<p>Εθνικό Κέντρο Δημόσιας Διοίκησης (2002). Το πρόγραμμα «Πολιτιστικές Διαδρομές» του ομώνυμου Ινστιτούτου του Συμβουλίου της Ευρώπης: η διαμόρφωση των στόχων και η οργάνωση για την εφαρμογή τους, Σεμινάριο «Κοινωνία, Πολιτική και Διοίκηση», ΙΓ Εκπαιδευτική Σειρά, Τμήμα Γενικής Διοίκησης, Αθήνα</p>
<p>http://kpe-lavriou.att.sch.gr/documents/em12mar2-3-albani-ppt.pdf</p>	<p>Αλμπάνη Τζ. (2012). Πράσινες Πολιτιστικές διαδρομές, Υπουργείο Πολιτισμού και Τουρισμού, Δ/νση Μουσείων, Εκθέσεων και Εκπαιδευτικών Προγραμμάτων, Σεμινάριο «Οι αρχαιολογικοί χώροι και τα μουσεία ως ανοιχτά πεδία εκπαιδευτικής και περιβαλλοντικής δράσης», Λαύριο</p>
<p>http://www.monumenta.org/article.php?IssueID=3&lang=gr&CategoryID=7&ArticleID=159</p>	<p>Λεκάκης Στ. (2007). Διαδρομή: «Ακολουθώντας» τον Ηριδανό, Ηλεκτρονικό περιοδικό Monumenta</p>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 16: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

16.1. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής σχεδιάσθηκε, υλοποιήθηκε, αποτιμήθηκε και βελτιστοποιήθηκε εκπαιδευτικό πείραμα διασύνδεσης της τριτοβάθμιας με τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση για την προσέγγιση του γνωστικού πεδίου της Προστασίας Μνημείων.

Κατά την εκπόνηση της διατριβής αντιμετωπίστηκαν οι ακόλουθες «προκλήσεις»:

- Η παρουσία του γνωστικού πεδίου της Προστασίας Μνημείων, παρά τη σπουδαιότητα και την ιδιομορφία που παρουσιάζει σε γνωσιολογικό επίπεδο, δεν είναι αυτή που αρμόζει στη σημερινή σχολική πραγματικότητα σε εθνικό επίπεδο.
- Το ενδιαφέρον των μαθητών για ενασχόληση και επαγγελματικό προσανατολισμό προς τα θέματα φυσικών επιστημών, τεχνολογίας, μηχανικής και μαθηματικών παρουσιάζει φθίνουσα πορεία τα τελευταία έτη.
- Οι χρησιμοποιούμενες μέθοδοι για τη διδασκαλία των μαθημάτων στο σχολείο πολλές φορές ακολουθούν τις παραδοσιακές προσεγγίσεις, με συνέπεια να μη βρίσκουν πάντα ανταπόκριση από τους μαθητές, καθώς δεν είναι ελκυστικές για εκείνους.
- Η διασύνδεση του σχολείου με το Πανεπιστήμιο δεν αποτελεί κοινή πρακτική και οι ακαδημαϊκοί δάσκαλοι συνήθως δε μιλούν την ίδια γλώσσα με τους μαθητές και τους καθηγητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Σε απάντηση των παραπάνω προκλήσεων, επιλέγεται το γνωστικό πεδίο της «Προστασίας Μνημείων» ως πιλοτικός τομέας εφαρμογής, καθώς διαθέτει διεπιστημονικό χαρακτήρα, είναι ελκυστικός προς τους νέους, περιλαμβάνει προβλήματα προς επίλυση που συναντώνται στην πράξη και πηγάζουν από την καθημερινότητα, συνδυάζει την επίλυση των τεχνικών προβλημάτων με κοινωνικές θεωρήσεις και τα θέματα φυσικών επιστημών, τεχνολογίας, μηχανικής και μαθηματικών με τα θέματα ανθρωπιστικών και κοινωνικών επιστημών, παρέχει τη δυνατότητα ενασχόλησης με την τεχνολογία και τις ΤΠΕ.

Για τον συγκεκριμένο γνωστικό τομέα επιλέγεται να πραγματοποιηθεί διασύνδεση της τριτοβάθμιας με τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, καθώς το ερευνητικό και εκπαιδευτικό προσωπικό της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης διαθέτει την απαιτούμενη τεχνογνωσία, θεωρητικό υπόβαθρο, εμπειρία στην πράξη, εξοπλισμό και υποδομές για την ολοκληρωμένη ενασχόληση με το συγκεκριμένο πεδίο. Αντίθετα, οι καθηγητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σπάνια διαθέτουν τις απαιτούμενες γνώσεις και εμπειρίες, καθώς οι σπουδές και η επαγγελματική τους εμπειρία καλύπτουν τις περισσότερες φορές μεμονωμένα επιμέρους γνωστικά αντικείμενα που συνθέτουν την Προστασία Μνημείων.

Όσον αφορά στην επιλογή της ακολουθούμενης διδακτικής προσέγγισης, επιλέγεται η υιοθέτηση μιας υβριδικής εκπαιδευτικής προσέγγισης, η οποία συνδυάζει ισορροπα τις παραδοσιακές με τις σύγχρονες προσεγγίσεις διδασκαλίας, έχοντας ως στόχο την ευαισθητοποίηση των μαθητών σε θέματα Προστασίας της Πολιτιστικής Κληρονομιάς, την προσέλκυση του ενδιαφέροντός τους και την πιθανή επαγγελματική ενασχόλησή τους στο μέλλον, την επίτευξη κατανόησης και μάθησης των βασικών εννοιών που διέπουν την προστασία Μνημείων, την αύξηση του κέρδους μάθησης των συμμετεχόντων.

Ως καινοτόμο στοιχείο για την ελληνική σχολική πραγματικότητα επιλέγεται η εισαγωγή της μεθόδου μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα, η οποία εφαρμόζεται ολοένα και περισσότερο σήμερα στην τριτοβάθμια εκπαίδευση στις επιστήμες των μηχανικών. Η μέθοδος θεωρείται πολλά υποσχόμενη, καθώς βοηθά στην ανάπτυξη κριτικής και δημιουργικής σκέψης, στη συνεργασία των μαθητών, στην εμπλοκή τους με πραγματικά περίπλοκα προβλήματα που συναντώνται στην πράξη, στη συνθέωση τεχνικών λύσεων με κοινωνικές προσεγγίσεις.

Η μέθοδος, ωστόσο, επιλέγεται να εφαρμοσθεί «συντηρητικά» σε μικρή έκταση, καθώς οι μαθητές δε διαθέτουν τη σχετική παιδεία από διδακτικής απόψεως, το συναφές γνωστικό υπόβαθρο προκειμένου να είναι σε θέση να οδηγηθούν στη λύση των προβλημάτων που τίθενται συνεργαζόμενοι μεταξύ τους υπό την απλή καθοδήγηση του δασκάλου τους ή την εξοικείωση με τη βιβλιογραφική αναζήτηση και την αναζήτηση πηγών και πληροφοριών έτσι, ώστε να μπορούν να οδηγηθούν στην επιτυχημένη επίλυση.

Βασικό στοιχείο, επίσης, κατά το σχεδιασμό και τη διεξαγωγή του εκπαιδευτικού πειράματος υπήρξε η ανάπτυξη ερωτηματολογίων αντίληψης για κάθε Θεματική Ενότητα, μέσω των οποίων αξιολογούνταν η αρχική και η τελικά αποκτηθείσα γνώση των μαθητών.

Αναφορικά με το εκπαιδευτικό περιεχόμενο της αναπτυσσόμενης μεθοδολογίας, αυτό επιλέχθηκε προκειμένου να καλύπτει με εύληπτο τρόπο τις βασικές ενότητες – έννοιες που πρέπει να γνωρίζει το μη εξειδικευμένο κοινό προκειμένου να προσεγγίσει ολοκληρωμένα και διεπιστημονικά το γνωστικό πεδίο της Προστασίας Μνημείων, και συγκεκριμένα:

- Τις αξίες της πολιτιστικής κληρονομιάς και την περίπλοκη ισορροπία μεταξύ τους
- Τις πρωταρχικές αιτίες φθοράς και τους τύπους της φθοράς των δομικών υλικών που συναντώνται συχνότερα στα Μνημεία
- Τις βασικές αρχές σχετικά με τις τεχνικές μελέτης, διερεύνησης και διάγνωσης της φθοράς Μνημείων
- Τις βασικές αρχές, τις διαδικασίες, τα υλικά και τις τεχνολογίες συντήρησης της δομημένης πολιτιστικής κληρονομιάς
- Την έννοια, τη σπουδαιότητα και τις βασικές μεθόδους πρόληψης, παρακολούθησης και ελέγχου της φθοράς της πολιτιστικής κληρονομιάς
- Την έννοια, τη σπουδαιότητα και τους βασικούς τρόπους αιεφόρου διατήρησης της δομημένης πολιτιστικής κληρονομιάς.

Στόχος δεν ήταν η συσσώρευση γνώσεων, αλλά η ευαισθητοποίηση και η γνωριμία με ποικίλα θέματα που άπτονται των ενδιαφερόντων των μαθητών και συναντώνται στην πράξη.

Η αξιολόγηση, η οποία αποτέλεσε αναπόσπαστο κομμάτι του εκπαιδευτικού πειράματος σε όλα τα στάδια (αρχική, ενδιάμεση, τελική) ανέδειξε ότι η εκπαιδευτική μεθοδολογία που αναπτύχθηκε κατάφερε να:

- προσελκύσει σε μεγάλο βαθμό το ενδιαφέρον των μαθητών
- αυξήσει το κέρδος μάθησης σε όλες τις εξεταζόμενες Θεματικές Ενότητες
- συνδυάσει με επιτυχία παραδοσιακές και σύγχρονες προσεγγίσεις μάθησης
- ενεργοποιήσει τη συμμετοχή των μαθητών μέσω του τεθέντος αρχικού προβληματισμού
- αυξήσει το ενδιαφέρον τους για περαιτέρω ενασχόληση και συναφή επαγγελματικό προσανατολισμό
- αναδείξει το εύρος του γνωστικού πεδίου της Προστασίας Μνημείων και των επιλογών που προσφέρει σε επίπεδο επαγγελματικής ενασχόλησης.

Η αναπτυσσόμενη εκπαιδευτική μεθοδολογία βελτιστοποιήθηκε, λαμβάνοντας τα ακόλουθα στοιχεία υπ' όψιν:

- η θετική ανταπόκριση των μαθητών στον αρχικό προβληματισμό που τίθεται από τον καθηγητή οδηγεί στην εισαγωγή προβλήματος στη μαθησιακή διαδικασία και στην εισαγωγή της μεθόδου μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα σε σχέση με τη «συντηρητική» εισαγωγή της στο αρχικό στάδιο
- οι βιωματικές εμπειρίες, και συγκεκριμένα η επί τόπου εργασία πεδίου σε Μνημεία και οι εργαστηριακές ασκήσεις, θεωρούνται οι πιο ελκυστικές από τους μαθητές, και για το λόγο αυτό ενισχύονται «εις βάρος» των παραδοσιακών διαλέξεων που δεν κατορθώνουν να κεντρίσουν σε μεγάλο βαθμό το ενδιαφέρον των μαθητών. Αυτό είναι εφικτό να συμβεί χωρίς την υποβάθμιση απόκτησης των απαιτούμενων θεωρητικών γνώσεων, καθώς μέσα από την εφαρμογή της μεθόδου μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα και του διατιθέμενου υποστηρικτικού υλικού από τους καθηγητές, οι μαθητές μπορούν να ανακαλύψουν μέρος της συναφούς θεωρίας.

16.2. ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Η παρούσα διατριβή εμφανίζει δυνητικά τις ακόλουθες προοπτικές:

- Εφαρμογή της βελτιστοποιημένης εκπαιδευτικής μεθοδολογίας σε μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σε διασύνδεση τριτοβάθμιας - δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης - αποτίμηση και σύγκριση των αποτελεσμάτων με τα αποτελέσματα του εκπαιδευτικού πειράματος της διατριβής
- Χρήση των προτεινόμενων εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων από τους μαθητές και τους καθηγητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης βάσει των οδηγιών που παρέχονται στο πλαίσιο της διατριβής - εξαγωγή συμπερασμάτων και πιθανές βελτιώσεις του εκπαιδευτικού υλικού
- Χρήση της αναπτυσσόμενης (βελτιστοποιημένης) εκπαιδευτικής μεθοδολογίας από τους ίδιους τους καθηγητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σε συναφείς ερευνητικές και διαθεματικές εργασίες που ανατίθενται στους μαθητές
- Γνωριμία και συστηματική ενασχόληση των μαθητών με τα Μνημεία του τόπου τους μέσω της οργάνωσης επί τόπου εργασιών πεδίου βάσει των προτεινόμενων Οδηγιών της διατριβής, σε συνεργασία των σχολείων με την τριτοβάθμια εκπαίδευση και τους αρμόδιους φορείς (Υπουργείο Πολιτισμού, Δήμοι κ.λ.π.).

Οι πρωτοβουλίες αυτές και η επίτευξη της επιτυχημένης σύνδεσης τριτοβάθμιας - δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης αποκτούν σήμερα νέο και ουσιαστικό χαρακτήρα, δεδομένης της επιχειρούμενης μεταρρύθμισης του εκπαιδευτικού προγράμματος των σχολείων, αλλά και της εισαγωγής πρωτότυπων ερευνητικών εργασιών, ομίλων αριστείας και μαθημάτων εκλαϊκευσης συγκεκριμένων επιστημονικών πεδίων.

Με τον τρόπο αυτό μπορεί να επιδιωχθεί η διαμόρφωση ενός ολοκληρωμένου περιβάλλοντος εθνικής παιδείας, προαπαιτούμενου για την ανάπτυξη της χώρας. Η διασύνδεση των δύο επιπέδων εκπαίδευσης δεν στοχεύει στην εξυπηρέτηση αναγκών εξειδίκευσης, αλλά στην εμφύσηση, από την τριτοβάθμια προς τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, ερευνητικού πνεύματος και ικανότητας επίλυσης περίπλοκων προβλημάτων που συναντώνται στην πράξη μέσω συσχέτισης τεχνικών γνώσεων με κοινωνικές θεωρήσεις και συνεκτίμηση παραμέτρων με κριτικό πνεύμα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

- ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΕΚΥΨΑΝ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ
- ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ
- ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ
- ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΕΚΥΨΑΝ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Moropoulou A., Konstanti, A., Labropoulou A. & Labropoulos K. (2013). *Adoption of a project approach in engineering education for cultural heritage protection*, International Symposium on project approaches in engineering education – Closing the Gap between University and Industry, B. Van Hattum – Janssen, R. M. Lima, D. Carvalho (Eds.), Eindhoven, The Netherlands, ID35.1-8

Konstanti A. & Moropoulou A. (2013). *Hybrid educational methodology for the cognitive domain of Built Heritage Protection interconnecting secondary with tertiary level education*, International Journal of Engineering Pedagogy, Vol. 3, Issue 4, October 2013, p. 32-38

Konstanti A. & Moropoulou A. (2013). *Studying historic building materials' properties and decay through a hybrid educational approach*, Proceedings of the Italian – Serbian Bilateral Workshop “Science for Cultural Heritage”, Nov. 12, 2013

Konstanti A., Moropoulou A., & Lobovikov – Katz A. (2013). *Evaluation of a problem – based “hands-on” educational approach applied for cultural heritage protection in engineering education*, European Journal of Engineering Education (Accepted for publication)

Konstanti A. & Moropoulou A. (2013). *Problem – based methodology in Built Heritage Protection – a paradigm for building materials' decay due to acid rain*, Proceedings of the 6th International Congress “Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin”, Oct. 22-25, 2013,

Moropoulou A., Konstanti A. & Lobovikov – katz. A. (2013). *Hands – on cultural heritage educational approach interconnecting secondary with tertiary level education*, Proceedings of the 6th International Congress “Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin”, Oct. 22-25, 2013

Lobovikov – Katz, A., Konstanti, A., Labropoulos, K., Moropoulou, A., Cassar, J., and De Angelis, R. (2012). *The EUROMED 4 Project “ELAICH”: e-Tools for a Teaching Environment on EU Mediterranean Cultural Heritage*, Progress in Cultural Heritage Preservation 4th International Conference, EuroMed 2012, Lemessos, Cyprus, Oct. 29 – Nov. 3, 2012, proceedings, Series: Lecture Notes in Computer Science, Vol. 7616, Ioannides, M. et al. (Eds.), XXVI, 900 p. 494 illus, p. 710 - 719

Moropoulou A., Konstanti A. (2010). *Master level education on protection of cultural heritage: national experiences and European perspectives*, 5th International

Conference on interdisciplinarity in education: new higher education programs”, Tallinn, Estonia, May 6 – 8, 2010

Moropoulou A., Lampropoulou A., Konstanti A., Kiouisi A. (2008). *European master level education on protection of cultural heritage: national experiences and European perspectives*, 8th EC Conference on Sustaining Europe’s Cultural Heritage, Ljubljana, Slovenia, November 10 – 12 2008

A. Μοροπούλου, Α. Κωνσταντή (2008). *Το όραμα για την ανάπτυξη της βιομηχανίας των δομικών υλικών – στρατηγική και εξέλιξη της έρευνας στην Ευρώπη και στην Ελλάδα*, 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων – Έκθεση, Αθήνα, 21 – 23 Μαΐου 2008

Moropoulou A., Kouloumbi N., Konstanti A., Haralampopoulos G., Michailidis P. (2006). *Increasing durability of building stones to mitigate structural pathology of historic structures*, Structural analysis of historical constructions, New Delhi, November 6 - 8 2006

Moropoulou A., Konstanti A., Kokkinos Ch. (2006). *Education and training in cultural heritage protection: the Greek experience*, Conference and Brokerage Event “The construction aspects of built heritage protection”, Dubrovnik, Croatia, 14 – 17 October 2006

Moropoulou A., Labropoulos K., Konstanti A., Roumpopoulos K., Bakolas A., Michailidis P. (2006). *Susceptibility of building stones to environmental loads: evaluation, performance, repair strategies*, 16th European Conference of Fracture, Alexandroupolis, Greece, July 3 - 7 2006

Άλλες προγενέστερες δημοσιεύσεις

Μοροπούλου Α., Κωνσταντή Α. (2005). *Η αναγκαιότητα και το πλαίσιο της παγκόσμιας περιβαλλοντικής διαχείρισης: Νέοι ρόλοι για τους μηχανικούς στην επιστημονική τεχνική και υποστήριξη της λήψης αποφάσεων και στην εισαγωγή καινοτομιών*, HELECO 05, 5^η Διεθνής Έκθεση και Συνέδριο για την Τεχνολογία Περιβάλλοντος, Αθήνα, 3 – 6 Φεβρουαρίου 2005

Moropoulou A., Konstanti A. (2004). *Concerted European actions from research to policy in order to sustain European Cultural Heritage. The ERA-NET scheme “Innovative Technologies and Techniques for Cultural Heritage Protection*, 6th European Commission Conference on Sustaining Europe’s Cultural Heritage: from Research to Policy, London, 1 – 3 September 2004 [Poster]

Μοροπούλου Α., Κωνσταντή Α. (2004). *Δυνατότητες και προοπτικές μεταπτυχιακής εκπαίδευσης στα υλικά και τις επεμβάσεις συντήρησης για την προστασία των*

μνημείων. Η εμπειρία από το ομόλογο ΔΠΜΣ του ΕΜΠ, 2^ο Εθνικό Συνέδριο Ήπιες Επεμβάσεις για την Προστασία Ιστορικών Κατασκευών, Θεσσαλονίκη, 14 – 16 Οκτωβρίου 2004

Μοροπούλου Α., Κυβέλου Σ., Κωνσταντή Α., Ζώη Ξ. (2004). *Το πλαίσιο, οι θεσμοί και οι κατευθύνσεις για την ολοκληρωμένη προστασία των Ιστορικών Πόλεων*, 2^ο Εθνικό Συνέδριο Ήπιες Επεμβάσεις για την Προστασία Ιστορικών Κατασκευών, Θεσσαλονίκη, 14 – 16 Οκτωβρίου 2004

Moropoulou A., Kouloumbi N., Haralampopoulos G., Konstanti A., Michailidis P. (2003). *Criteria and methodology for the evaluation of conservation interventions on treated porous stone susceptible to stone decay*, Progress in Organic Coatings, 48, pp. 259 – 270

Moropoulou A., Konstanti A., Aggelakopoulou E., Kokkinos Ch. (2003). *Historic Cities as Open Labs of Research and Postgraduate Education*, 7th International Symposium of the Organisation of World Heritage Cities, Rhodes, 23 – 26 September 2003

Μοροπούλου Α., Κωνσταντή Α. (2003). *Ο ρόλος της Παιδείας Των Μηχανικών, της Έρευνας και της Τεχνολογίας στον περιβαλλοντικό σχεδιασμό για την αιεφόρο ανάπτυξη της Χώρας*, HELECO 03, 4^η Διεθνής Έκθεση και Συνέδριο για την Τεχνολογία Περιβάλλοντος, Αθήνα, 31 Ιανουαρίου 2003

Moropoulou, A. Konstanti A. (2003). *European strategies for preservation and management of Historic Cities: Knowledge based decision making approach*, Workshop on Air Pollution and Cultural Heritage, Seville, Spain, 1 – 3 December 2003

Moropoulou, A., Konstanti A. (2002). *Interdisciplinary development of Materials Science and Engineering for the 'Protection of Monuments': The role of Research and Education*, Advanced Research Initiation Assisting and Developing Networks in Europe - ARIADNE, Workshop "Historic structures", ARCCHIP Centre of Excellence programme of the EC 5th Framework activities, Prague

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

α/α	Τίτλος	Σελίδα
Διάγραμμα 1	Διάρθρωση προγράμματος σπουδών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Ελλάδα σε σχέση με τις χώρες του ΟΟΣΑ και της ΕΕ	71
Διάγραμμα 2	Εξέλιξη ποσοστού αποφοίτων δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην ΕΕ που εγγράφονται σε σχολές STEM τριτοβάθμιας εκπαίδευσης	76
Διάγραμμα 3	Ενδιαφέρον μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως για τις φυσικές επιστήμες	78
Διάγραμμα 4	Επιθυμία μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως για μεγαλύτερη ενασχόληση με θέματα φυσικών επιστημών	78
Διάγραμμα 5	Ενδιαφέρον μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως σχετικά με τα εκρηκτικά χημικά	79
Διάγραμμα 6	Ενδιαφέρον μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως σχετικά με το πώς λειτουργούν οι υπολογιστές	79
Διάγραμμα 7	Πεποίθηση μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως σχετικά με την αναγκαιότητα μεγαλύτερου ενδιαφέροντος του ανθρώπου για την προστασία του περιβάλλοντος	80
Διάγραμμα 8	Πεποίθηση μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως σχετικά με την επίλυση των περιβαλλοντικών προβλημάτων μόνο από τους ειδικούς	80
Διάγραμμα 9	Πεποίθηση μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως σχετικά με τη δυνατότητα επίλυσης όλων των περιβαλλοντικών προβλημάτων μέσω επιστήμης και τεχνολογίας	81
Διάγραμμα 10	Πεποίθηση μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως σχετικά με δυνατότητα επίλυσης σχεδόν όλων των προβλημάτων μέσω επιστήμης και τεχνολογίας	81
Διάγραμμα 11	Ενδιαφέρον μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως σχετικά με την επιλογή εργασίας με ανθρώπους παρά με «πράγματα» (μηχανήματα)	82
Διάγραμμα 12	Ενδιαφέρον μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως σχετικά με την επιλογή εργασίας με μηχανήματα ή εργαλεία	82
Διάγραμμα 13	Επιθυμία μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως να γίνουν επιστήμονες	83
Διάγραμμα 14	Επιθυμία μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως να ασκήσουν επάγγελμα σχετικό με την τεχνολογία	83
Διάγραμμα 15	Πολιτιστικά Προγράμματα eTwinning για μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης το σχολικό έτος 2008 - 2009	149
Διάγραμμα 16	Πολιτιστικά Προγράμματα Comenius για μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης το σχολικό έτος 2008 - 2009	150
Διάγραμμα 17	Πολιτιστικά Προγράμματα Μουσείων - Πολιτιστικών Ιδρυμάτων για μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης το σχολικό έτος 2008 - 2009	152

Διάγραμμα 18	Δομή εκπαιδευτικών σεμιναρίων σε διεθνές επίπεδο	153
Διάγραμμα 19	Αποτελέσματα μετα – παρακολούθησης (αξιολόγηση μαθημάτων και διδασκόντων) του Εκπαιδευτικού	277-
- 28	Πειράματος	286
Διάγραμμα 29 -	Αποτελέσματα μετα-παρακολούθησης (βαθμός συμφωνίας μαθητών με δηλώσεις)	291-
32		294

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

<i>α/α</i>	<i>Τίτλος</i>	<i>Σελίδα</i>
Πίνακας 1	Πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα του συμπεριφορισμού	17
Πίνακας 2	Σύγκριση θεωριών μάθησης Piaget - Vygotsky	27
Πίνακας 3	Παραδοσιακές & σύγχρονες αντιλήψεις για τη μάθηση	38
Πίνακας 4	Νέοι ρόλοι εκπαιδευτικού & μαθητή στο σύγχρονο περιβάλλον	38
Πίνακας 5	Σύστημα διδακτικής σκοποθεσίας	44
Πίνακας 6	Θέματα STEM στα μαθήματα της Α' Τάξης Γενικού Λυκείου στην Ελλάδα	67
Πίνακας 7	Θέματα STEM στα μαθήματα της Β' Τάξης Γενικού Λυκείου στην Ελλάδα	68
Πίνακας 8	Θέματα STEM στα μαθήματα της Γ' Τάξης Γενικού Λυκείου στην Ελλάδα	69-70
Πίνακας 9	Ποσοστό διδασκαλίας θεμάτων STEM στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση επί του συνόλου των μαθημάτων στην Ελλάδα, στις χώρες του ΟΟΣΑ και της ΕΕ	71
Πίνακας 10	Επίδοση μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως σε θέματα κατανόησης κειμένου	73
Πίνακας 11	Επίδοση μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως σε θέματα μαθηματικών	74
Πίνακας 12	Επίδοση μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παγκοσμίως σε θέματα φυσικών επιστημών	75
Πίνακας 13	Εξέλιξη ποσοστού μαθητών που εισάγονται στην τριτοβάθμια εκπαίδευση στην Ελλάδα σε σχέση με τις χώρες του ΟΟΣΑ και της ΕΕ	76
Πίνακας 14	Διδακτικά μοντέλα διερευνητικής μεθόδου μάθησης	90-92
Πίνακας 15	Σύγκριση διερευνητικής μάθησης - μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα	115
Πίνακας 16	Βασικά χαρακτηριστικά της μάθησης βασισμένης σε σχέδιο εργασίας και της μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα	118-119
Πίνακας 17	Αριθμός πολιτιστικών προγραμμάτων στην Ελλάδα για μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης το σχολικό έτος 2008 - 2009	145
Πίνακας 18	Πολιτιστικά Προγράμματα Υπουργείου Παιδείας για μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης το σχολικό έτος 2008 - 2009	147
Πίνακας 19	Πολιτιστικά Προγράμματα Διεύθυνσης Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Κυκλάδων το σχολικό έτος 2008 - 2009	148
Πίνακας 20	Πολιτιστικά Προγράμματα Υπουργείου Πολιτισμού για μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης το σχολικό έτος 2008 - 2009	151
Πίνακας 21	Προτεινόμενη διάρκεια Θεματικών Ενοτήτων σύντομου και εκτεταμένου κύκλου μαθημάτων	175
Πίνακας 22	Αποτελέσματα των ερωτηματολογίων αντίληψης ανά θεματική ενότητα του Εκπαιδευτικού Πειράματος	274
Πίνακας 23	Αποτελέσματα μετα – παρακολούθησης (δείκτης κέρδους μάθησης) ανά θεματική ενότητα του Εκπαιδευτικού Πειράματος	287
Πίνακας 24	Εντυπώσεις μαθητών μετά το πέρας του Εκπαιδευτικού Πειράματος	295

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

α/α	Τίτλος	Σελίδα
Σχήμα 1	Η διαδικασία της μάθησης	7
Σχήμα 2	Τροποποιήσεις στη συμπεριφορά του ανθρώπου	7
Σχήμα 3	Παιδαγωγικές προσεγγίσεις - θεωρίες μάθησης	11
Σχήμα 4	Συμπεριφοριστική προσέγγιση - βασικός μηχανισμός μάθησης	12
Σχήμα 5	Κλασική εξαρτημένη μάθηση - Pavlov	13
Σχήμα 6	Μάθηση με δοκιμή και πλάνη - Thorndike	15
Σχήμα 7	Συντελεστική εξαρτημένη μάθηση - Skinner	16
Σχήμα 8	Διαφορές θεωριών κλασικής και συντελεστικής εξαρτημένης μάθησης	16
Σχήμα 9	Σύγκριση των θεωριών των βασικών εκπροσώπων του συμπεριφορισμού	17
Σχήμα 10	Γνωστική προσέγγιση - βασικός μηχανισμός μάθησης	18
Σχήμα 11	Σχηματική παράσταση του ζωτικού χώρου	19
Σχήμα 12	Το πρότυπο της γνωστικής προσαρμογής - Piaget	20
Σχήμα 13	Μάθηση ως διαδικασία - Bruner	21
Σχήμα 14	Σύγκριση θεωριών βασικών εκπροσώπων της γνωστικής μάθησης	22
Σχήμα 15	Μοντέλο Επεξεργασίας Πληροφοριών - Τα δομικά μέρη και οι γνωστικές διαδικασίες ελέγχου	23
Σχήμα 16	Κοινωνικο-γνωστική προσέγγιση - βασικός μηχανισμός μάθησης	25
Σχήμα 17	Θεωρία κοινωνικού εποικοδομητισμού - Vygotsky	26
Σχήμα 18	Θεωρία της δραστηριότητας	28
Σχήμα 19	Σύγκριση θεωριών βασικών εκπροσώπων της κοινωνικο-γνωστικής μάθησης	28
Σχήμα 20	Τύποι νοημοσύνης κατά Gardner	29
Σχήμα 21	Το διδακτικό τρίγωνο	32
Σχήμα 22	Επίπεδα σχεδιασμού της εκπαιδευτικής πράξης	33
Σχήμα 23	Βραχυπρόθεσμος διδακτικός σχεδιασμός με ανατροφοδότηση	33
Σχήμα 24	Σχεδιασμός διδασκαλίας - Anderson & Faust	33

Σχήμα 25	Προετοιμασία και σχέδιο μαθήματος	34
Σχήμα 26	Μέθοδος & μορφή διδασκαλίας	35
Σχήμα 27	Παραγωγική μέθοδος διδασκαλίας	36
Σχήμα 28	Επαγωγική μέθοδος διδασκαλίας	36
Σχήμα 29	Συγκριτική μέθοδος διδασκαλίας	37
Σχήμα 30	Πειραματική μέθοδος διδασκαλίας	37
Σχήμα 31	Διασύνδεση γνωστικού, συναισθηματικού, ψυχοκινητικού τομέα σύμφωνα με την συμπεριφοριστική θεωρία	42
Σχήμα 32	Ιεράρχηση στόχων γνωστικού τομέα κατά Bloom και συνεργάτες	42
Σχήμα 33	Ιεράρχηση στόχων συναισθηματικού τομέα κατά Krathwohl, Bloom, Masia	43
Σχήμα 34	Ιεράρχηση στόχων ψυχοκινητικού τομέα κατά Kibler και συνεργάτες	43
Σχήμα 35	Αναθεωρημένη ιεράρχηση διδακτικών στόχων γνωστικού τομέα κατά Anderson & Krathwohl	45
Σχήμα 36	Στάδια ανθρώπινης συστηματικής και οργανωμένης προσπάθειας	51
Σχήμα 37	Είδη αξιολόγησης	54
Σχήμα 38	Διαμόρφωση των παραμέτρων ποιότητας του συστήματος πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	62
Σχήμα 39	Ο κύκλος της διερεύνησης	89
Σχήμα 40	Βασικά χαρακτηριστικά της μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα	95
Σχήμα 41	Επίπεδα εφαρμογής της μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα	98
Σχήμα 42	Δομή της προσέγγισης της μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα	100
Σχήμα 43	Ο κύκλος της διαδικασίας της μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα	100
Σχήμα 44	Στάδια διεξαγωγής της μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα	102
Σχήμα 45	Μοντέλο διδασκαλίας μέσω της προσέγγισης μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα	102
Σχήμα 46	Δεξιότητες 21 ^{ου} αιώνα	110
Σχήμα 47	Στάδια ερευνητικής εργασίας	110
Σχήμα 48	Ο κύκλος της βιωματικής μάθησης κατά Kolb	111
Σχήμα 49	Ο κύκλος της βιωματικής μάθησης κατά Kolb σε συνάρτηση με τους τύπους εκπαιδευομένων	112
Σχήμα 50	Συνδυασμός εμπειρίας και στοχασμού για την επίτευξη της μάθησης	113
Σχήμα 51	Σύγκριση πορείας μάθησης βασισμένης σε πρόβλημα και διερευνητικής μάθησης	116
Σχήμα 52	Καθοριστικοί παράγοντες για την εμπλοκή και την επιμονή των μαθητών σε καινοτόμα προγράμματα σπουδών (μάθηση	120

	βασισμένη σε πρόβλημα και σε ερευνητική εργασία)	
Σχήμα 53	Διεπιστημονικότητα του γνωστικού πεδίου της Προστασίας Μνημείων	137
Σχήμα 54	Εκπαιδευτικό πείραμα διασύνδεσης τριτοβάθμιας - δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στο γνωστικό πεδίο της Προστασίας Μνημείων	143
Σχήμα 55	Μεταβολή προς την εκπαιδευτική προσέγγιση Επιστήμη – Τεχνολογία – Περιβάλλον – Κοινωνία (STES)	158
Σχήμα 56	Χαρτογράφηση των βασικών θεματικών ενοτήτων για τη διάρθρωση του εκπαιδευτικού περιεχομένου	161
Σχήμα 57	Εκπαιδευτική προσέγγιση της Προστασίας Μνημείων βάσει της εμπειρίας του ΕΜΠ	166
Σχήμα 58	Πρωταρχική δομή για την εκπαιδευτική προσέγγιση της Προστασίας Μνημείων	167
Σχήμα 59	Επίπεδα επέμβασης - επιστημονικές περιοχές που συνθέτουν το γνωστικό πεδίο της Προστασίας Μνημείων	168
Σχήμα 60	Θεματικές Ενότητες για την εκπαιδευτική προσέγγιση της Προστασίας Μνημείων	169
Σχήμα 61	Διάρθρωση υβριδικής διδακτικής προσέγγισης	178
Σχήμα 62	Διάρθρωση της εκπαιδευτικής μεθοδολογίας	179
Σχήμα 63	Θεματική δομή Πειραματικού Κύκλου Μαθημάτων	185
Σχήμα 64	Εκπαιδευτικοί στόχοι του Πειραματικού Κύκλου Μαθημάτων κατά Bloom	188
Σχήμα 65	Πολλαπλοί τύποι νοημοσύνης κατά Gardner στον Πειραματικό Κύκλο Μαθημάτων	189
Σχήμα 66	Διαδικασία αξιολόγησης του εκπαιδευτικού πειράματος	273
Σχήμα 67	Φάσεις δημιουργίας του ηλεκτρονικού εκπαιδευτικού εργαλείου μάθησης	300
Σχήμα 68	Λογική δημιουργίας της πλατφόρμας ηλεκτρονικής μάθησης	302
Σχήμα 69	Τύπος και τοποθεσία του εκπαιδευτικού υλικού και των δραστηριοτήτων που παρέχονται από το εκπαιδευτικό εργαλείο ηλεκτρονικής μάθησης	304
Σχήμα 70	Το πρόβλημα «ρυθμιστής» της εκπαιδευτικής δραστηριότητας στη μάθηση βασισμένη σε πρόβλημα	366
Σχήμα 71	Σταδιακή εξέλιξη του ρόλου των μαθητών και του καθηγητή στην εκπαιδευτική διαδικασία	367
Σχήμα 72	Βελτιστοποιημένη εκπαιδευτική μεθοδολογία για την προσέγγιση του γνωστικού πεδίου της Προστασίας Μνημείων	368
Σχήμα 73	Γενικά βήματα της βελτιστοποιημένης εκπαιδευτικής μεθοδολογίας για την επίλυση του προβλήματος	368
Σχήμα 74	Επιμέρους στάδια για την επίλυση του παζλ «από το αρχικό πρόβλημα στην τελική επίλυση»	375
Σχήμα 75	Ο κύκλος της διερεύνησης	375
Σχήμα 76	Μετάβαση από τη διδασκαλία στη μάθηση	376