

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟ ΜΑΡΜΑΡΟ ΩΣ ΔΟΜΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΦΕΛΕΚΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

ΙΩΑΝΝΗΣ ΤΖΟΥΒΑΔΑΚΗΣ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.

Το Μάρμαρο ως Δομικό Υλικό στην Ελλάδα

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2011

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν κείμενο αποτελεί την διπλωματική εργασία του τελειόφοιτου φοιτητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Φελέκη Αλέξανδρου.

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής αποτέλεσε η ανοδική πορεία της χρήσης του μαρμάρου και των λοιπών διακοσμητικών πετρωμάτων σε δομικά έργα, ακολουθώντας την τεχνολογική ανάπτυξη του χώρου της εξόρυξης, κατεργασίας και επεξεργασίας των πετρωμάτων, οδηγώντας έτσι σε προϊόντα καλύτερης ποιότητας και, έτσι, πιο εύκολης χρήσης τους.

Στο κεφάλαιο 1 της εργασίας, επιχειρείται μια μικρή εισαγωγή στο θέμα.

Στο κεφάλαιο 2 αναφέρονται τα διακοσμητικά πετρώματα ανάλογα με τις γεωλογικές, πετρογραφικές, άλλα και εμπορικές τους ταξινομήσεις, ξεκινώντας από το σχηματισμό τους στο έδαφος, και καταλήγοντας στις διάφορες ονομασίες που τους δίνονται στην αγορά

Στο κεφάλαιο 3 παρουσιάζονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά και οι φυσικές και μηχανικές ιδιότητες των πετρωμάτων, οι προδιαγραφές τους καθώς επίσης και οι δοκιμές που γίνονται πάνω τους, για τον έλεγχο της ποιότητας και της κατάστασης τους.

Στο κεφάλαιο 4 περιγράφονται, έπειτα από μια ιστορική ανάδρομη, τα ελληνικά μάρμαρα, η εξόρυξη και η επεξεργασία τους, και οι διαφορετικοί τύποι τους. Αναφέρονται επίσης συνοπτικά μερικά οικονομικά στοιχεία των υλικών, καθώς επίσης και μια περιγραφή του κλάδου του μαρμάρου διεθνώς.

Στο κεφάλαιο 5 αναλύονται οι διάφορες χρήσεις του μαρμάρου στα δομικά έργα, περιγράφονται οι τρόποι τοποθέτησης τους και οι συνθέσεις τους ώστε να δημιουργήσουν το επιθυμητό αποτέλεσμα. Επίσης γίνεται αναφορά σε μερικά συχνά προβλήματα που οφείλονται στις αλλοιώσεις των πετρωμάτων, σε τρόπους αποφυγής των προβλημάτων αυτών, στον καθαρισμό και την συντήρηση των πετρωμάτων. Τέλος δίνονται μερικές βασικές αρχές για την οργάνωση των εργασιών σε δομικά έργα, όπου χρησιμοποιούνται διακοσμητικά πετρώματα.

Τέλος, το κεφάλαιο 6 καταλήγει στα συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα διπλωματική εργασία.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλους όσους με βοήθησαν για την εκπόνηση αυτής της εργασίας, ειδικότερα τον καθηγητή μου κ. Ιωάννη Τζουβαδάκη για την πολύτιμη βοήθεια του, τον κ. Νικόλαο Ράμμο για τις τεχνικές του συμβουλές όσον αφορά την τοποθέτηση, τον κ. Λασκαρίδη από το Ι.Γ.Μ.Ε. για τα δεδομένα που μου προσέφερε, και τους βιοτέχνες και εμπόρους μαρμάρου για όλες τις πληροφορίες πάνω στους διακοσμητικούς λίθους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα φυσικά πετρώματα, όπως το μάρμαρο ή ο γρανίτης έχουν μεγάλο εύρος εφαρμογών στα δομικά έργα. Στην Ελλάδα, κατεξοχήν μαρμαροπαραγωγός χώρα, εξορύσσονται πολλά και διαφορετικά μεταξύ τους πετρώματα, που ανάλογα με το είδος της κατασκευής, μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατάλληλα προσφέροντας το επιθυμητό αποτέλεσμα. Τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά, η αισθητική τους αξία και η μεγάλη τους ποικιλία, τα κάνουν ένα χρήσιμο προϊόν για τα δομικά έργα.

Σκοπός αυτής της διπλωματικής είναι η ανάλυση των εν λόγω πετρωμάτων, η παρουσίαση των χαρακτηριστικών τους και η αναφορά των χρήσεων τους στα δομικά έργα. Με νέους τρόπους εξόρυξης και κατεργασίας, τα προϊόντα λίθων γίνονται όλο και πιο προσιτά και εύχρηστα. Τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά τα κάνουν να αντέχουν στο χρόνο, οι φυσικές και μηχανικές τους ιδιότητες τους τα καθιστούν ασύγκριτα σε αντοχή σε διάφορες καταπονήσεις, ενώ με την ποικιλομορφία και η ποικιλοχρωμία τους συνδυάζονται εύκολα για ένα αισθητικό αποτέλεσμα. Αυτός είναι ο λόγος που η πέτρα γενικά χρησιμοποιούνταν από τα βάθη των αιώνων στις κατασκευές.

Οι χρήσεις των δομικών λίθων στα δομικά έργα επικεντρώνονται σε επενδύσεις όψεων, εσωτερικές και εξωτερικές, δαπεδοστρώσεις και σκάλες, άλλα δεν περιορίζονται σε αυτές μόνο τις εφαρμογές. Η διακόσμηση των εσωτερικών χώρων, οι λιθοδομές και η τοιχοποιία, καθώς και η αρχιτεκτονική εξωτερικών χώρων, γίνονται πιο ελκυστικές με την χρήση διακοσμητικών λίθων.

Με βάση λοιπόν τις νέες μεθόδους επεξεργασίας, και τις τεχνικές γνώσεις στην χρήση τους, εξάγονται συμπεράσματα για την βέλτιστη εφαρμογή των διακοσμητικών πετρωμάτων σε δομικά έργα.

ABSTRACT

Natural stones, like marble or granite, have a wide range of applications in engineering projects. In Greece, being a major marble producing country, numerous and different stones are extracted that, depending on the type of construction, can be used appropriately providing the desired result. Their qualitative characteristics, their aesthetic value and their great variety, make them a useful product for engineering works.

The aim of this thesis is the analysis of these stones, the presentation of their characteristics and a report of their use in engineer works. With new ways of mining and processing, stone products are becoming more affordable and easy to use. Their qualitative characteristics make them resistant to time, their physical and mechanical properties make them incomparable in withstanding different strains, while with their diversity and variegation they can be easily combined for an aesthetic result. That is the reason why stone was generally used in construction since antiquity.

The uses of ornamental stones in engineering projects focus on facades, internal and external floors and stairs, but they are not limited only to those applications. The decoration of interior spaces, stonework and masonry, and the design of exterior space, has become more attractive with the use of ornamental stones.

Based on the new processing methods, and technical knowledge on their usage, conclusions are drawn for the optimal application of decorative stones in engineering works.

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
2. ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ	4
2.1. Είδη και Τύποι Φυσικών Πετρωμάτων	5
2.1.1. Ιζηματογενή Πετρώματα	5
2.1.1.1. Ταξινόμηση των Ιζηματογενών Πετρωμάτων.....	6
2.1.2. Εκρηξιγενή Πετρώματα.....	9
2.1.2.1. Πλουτωνίτες.....	10
2.1.2.2. Ηφαιστίτες	12
2.1.3. Μεταμορφωσιγενή Πετρώματα	13
2.2. Τεχνητά Διακοσμητικά Πετρώματα	16
2.2.1. Ιδιότητες Τεχνητών Διακοσμητικών Πετρωμάτων	18
2.3. Εμπορική Ταξινόμηση	19
2.3.1. Μάρμαρα	19
2.3.2. Γρανίτες.....	20
2.3.3. Άλλες Φυσικές Πέτρες	22
2.4. Ονοματολογία.....	23
3. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ	25
3.1. Προδιαγραφές.....	25
3.1.1. Σήμανση CE	26
3.1.2. Ευρωπαϊκά Πρότυπα για Προϊόντα από Φυσικούς Λίθους.....	29
3.1.3. Διαδικασία για Σήμανση CE.....	31
3.2. Φυσικομηχανικά Χαρακτηριστικά και Δοκιμές	33
3.2.1. Φυσικά Χαρακτηριστικά	33
3.2.2. Μηχανικά Χαρακτηριστικά	35
3.2.3. Χαρακτηριστικά υπό Δυσμενείς Συνθήκες.....	37
4. ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΜΑΡΜΑΡΑ.....	39
4.1. Ιστορική Αναδρομή	40
4.1.1. Η Εξόρυξη στην Αρχαιότητα.....	41
4.1.2. Κέντρα Μαρμάρου κατά την Αρχαιότητα	44
4.2. Εκμετάλλευση, Επεξεργασία και Προϊόντα Μαρμάρου	52
4.2.1. Περιγραφή Εκμετάλλευσης	52
4.2.2. Επεξεργασία και Προϊόντα μαρμάρου	57
4.2.2.1 Προϊόντα Μαρμάρου	58
4.2.2.2 Επεξεργασία Προϊόντων Μαρμάρου	60

4.3	Το Μάρμαρο Διεθνώς.....	65
4.4	Τα Ελληνικά Μάρμαρα	68
4.4.2	Ενδεικτικές Τιμές και Κόστη	73
4.4.3	Τα Ελληνικά Μάρμαρα ανά Περιοχές	74
5.	ΤΟ ΜΑΡΜΑΡΟ ΚΑΙ ΟΙ ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΟΙ ΛΙΘΟΙ ΩΣ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ	79
5.2	Χρήσεις Μαρμάρου και Διακοσμητικών Λίθων σε Δομικά Έργα.....	79
5.2.2	Επενδύσεις Όψεων.....	79
5.2.2.1	Πλάκες για Επενδύσεις Όψεων	86
5.2.2.2	Μηχανισμοί Στερέωσης - Αγκύρια	87
5.2.3	Δαπεδοστρώσεις και Πλακοστρώσεις.....	91
5.2.3.1	Υλικά Δαπεδοστρώσεων.....	93
5.2.3.2	Κατασκευή Υποστρώματος	96
5.2.3.3	Μέθοδος Τοποθέτησής των Πλακών	97
5.2.3.4	Σύνθεση Επιστρώσεως	98
5.2.4	Σκάλες από Μάρμαρο και Διακοσμητικά Πετρώματα	102
5.2.5	Τοιχοποιία και Λιθοδομές	105
5.2.5.1	Υλικά που Χρησιμοποιούνται	105
5.2.5.2	Προετοιμασία Κατασκευής	106
5.2.5.3	Κατασκευή.....	110
5.2.6	Διακόσμηση Εσωτερικών Χώρων	112
5.2.6.1	Έπιπλο	115
5.2.6.2	Τζάκι.....	116
5.2.6.3	Καλλιτεχνήματα από Πέτρα	117
5.2.6.4	Λουτρό	118
5.2.7	Ψηφιδωτά	119
5.2.7.1	Καλλιτεχνικά Χειροποίητα Ψηφιδωτά.....	119
5.2.7.2	Ημι-βιομηχανικά Ψηφιδωτά	120
5.2.7.3	Βιομηχανικά Ψηφιδωτά.....	122
5.2.8	Θερμαντικά Σώματα από Μάρμαρο	124
5.2.9	Η Πέτρα στην Αρχιτεκτονική Τοπίου.....	128
5.3	Φαινόμενα Αλλοίωσης στις Εφαρμογές	130
5.4	Καθαρισμός, συντήρηση και προστασία	131
5.5	Διαχείριση Μαρμάρινων Κατασκευών.....	136
6.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	139
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	142
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ – ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΜΑΡΜΑΡΑ	144

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το μάρμαρο, ο γρανίτης, η πέτρα, παραδοσιακά φυσικά υλικά δόμησης και διακόσμησης που χρησιμοποίησε ευρύτατα ο άνθρωπος σε όλες τις εποχές, θεωρούνται πλέον, στις σύγχρονες κατασκευές, ως μια από τις καλύτερες επιλογές μεταξύ των υλικών επικάλυψης επιφανειών. Η φυσική ομορφιά των μαρμάρων και των άλλων διακοσμητικών πετρωμάτων, τα ξεχωριστά τους γήινα χρώματα, η αναμφισβήτητη αντοχή τους στον χρόνο, σε συνδυασμό με την απείριτη πολυτέλεια που προσδίδουν στους χώρους όπου τοποθετούνται, είναι ορισμένα από τα χαρακτηριστικά τους που εκτιμούν περισσότερο οι ειδικοί, αλλά και εκείνοι που παρεμβαίνουν στην επιλογή των υλικών κατασκευής της κατοικίας τους ή του επαγγελματικού τους χώρου.

Δεν είναι, επομένως, τυχαίο το γεγονός ότι η φυσική πέτρα διατηρεί επί αιώνες πρωταγωνιστικό ρόλο στις αρχιτεκτονικές δημιουργίες, ούτε ότι έχει να παρουσιάσει μια μακραίωνη ιστορία γεμάτη ομορφιά και αισθητικές συγκινήσεις. Σε κάθε εποχή το υλικό αυτό ανανεώνεται, προσαρμόζεται στις απαιτήσεις της και γίνεται πάντοτε το ιδανικότερο μέσο καλλιτεχνικής έκφρασης. Γι'αυτό και τα φυσικά διακοσμητικά πετρώματα έχουν «γράψει» μεγάλα και σημαντικά κεφάλαια – σταθμούς στην ιστορία της αρχιτεκτονικής και της διακόσμησης.

Ωστόσο, η πορεία για να κερδίσει η φυσική πέτρα τη σημερινή της θέση στην αγορά των υλικών επικάλυψης επιφανειών ήταν μακρά. Μέχρι πριν λίγες δεκαετίες στις περισσότερες αγορές το μάρμαρο χαρακτηριζόταν πανάκριβο και ψυχρό υλικό και θεωρούταν κατάλληλο μόνο για εκκλησιαστικά έργα και υπερπολυτελείς κατασκευές και επομένως απρόσιτο για το βάλαντιο του πολύ κόσμου. Απαιτήθηκε πολύς χρόνος για να ξεπεραστούν αυτές οι αντιλήψεις και οπωσδήποτε μεγάλη προσπάθεια από την πλευρά της βιομηχανίας διακοσμητικών πετρωμάτων, των αρχιτεκτόνων και σχεδιαστών για να χρησιμοποιηθεί και πάλι η φυσική πέτρα στα δομικά έργα, όχι μόνο στις κλασικές της εφαρμογές, όπως δάπεδα, σκάλες, επενδύσεις όψεων, αλλά και στη δημιουργία επίπλων, καλλιτεχνημάτων και πληθώρας μοναδικών διακοσμητικών στοιχείων.

Με νέα μηχανήματα κατεργασίας, νέες τεχνικές εξόρυξης και κατεργασίας, το μάρμαρο, ο γρανίτης και οι υπόλοιπες διακοσμητικές πέτρες χρησιμοποιούνται εκ νέου με καλύτερες ποιοτικές και αισθητικές εφαρμογές.

2. ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ

Διακοσμητικά πετρώματα (ornamental stones ή decorative stones) ονομάζονται οι φυσικοί λίθοι που έχουν αισθητικά και τεχνικά χαρακτηριστικά κατάλληλα για την παραγωγή τελικών προϊόντων για εφαρμογές στην οικοδομική, στη διακόσμηση και γενικότερα στα δομικά έργα. Κάθε διακοσμητικό πέτρωμα αποτελείται από ορυκτά που ποικίλουν κατά περίπτωση, και που έχουν συσσωματωθεί με τη βοήθεια, συνήθως, ορυκτής συγκολλητικής ύλης. Τα ορυκτά που περιέχονται σε κάθε διακοσμητικό πέτρωμα, ανάλογα με τη δομή, το χρώμα, την κοκκομετρία, την ποσοτική τους αναλογία στην ορυκτολογική σύσταση του πετρώματος, τον τρόπο και τον βαθμό συσσωμάτωσής τους διαμορφώνουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε υλικού.

Για αυτό τα φυσικά διακοσμητικά πετρώματα δεν έχουν τυποποιημένα χαρακτηριστικά και μορφές, όπως συμβαίνει με όλα τα υλικά βιομηχανικής παραγωγής. Αντίθετα, ως φυσικά υλικά, έχουν το καθένα τη δική του προσωπικότητα, αφού η μορφή, ο χρωματισμός τους και γενικότερα τα αισθητικά, τα ποιοτικά και τεχνικά χαρακτηριστικά του κάθε υλικού εξαρτώνται όχι μόνο από την ορυκτολογική του σύσταση, αλλά και από τη διαδικασία σχηματισμού του, δηλαδή από παράγοντες διαφορετικούς, ανάλογα με τις γεωλογικές εποχές και τις συνθήκες στις διάφορες γεωγραφικές ζώνες. Τα φυσικά διακοσμητικά πετρώματα θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν και ως **υλικά με ονομασία προέλευσης**, αφού είναι σπάνιο, έως πρακτικά αδύνατο, να βρεθούν δύο ακριβώς ίδια υλικά που να προέρχονται από διαφορετικές γεωγραφικές ζώνες.

Στην μαρμαρική τέχνη ως διακοσμητικά πετρώματα θεωρούνται αυτά που επιδέχονται κοπή σε πλάκες μικρού πάχους, λείανση ή/και στίλβωση. Στη βιομηχανία διακοσμητικών πετρωμάτων και στο εμπόριο ως «**μάρμαρα**» χαρακτηρίζονται γενικά τα ασβεστολιθικά και δολομιτικά πετρώματα (μάρμαρα, ασβεστόλιθοι, κ.α.), τα οποία αποτελούνται από ορυκτά με σκληρότητα που κυμαίνεται από 3 έως 4 της κλίμακας Mohs, ενώ ως «**γρανίτες**» χαρακτηρίζονται γενικά τα εκρηξιγενή πετρώματα, κυρίως πλουτωνίτες (γρανίτες, διορίτες, γάββροι, χαλαζίτες, κ.ά.), τα οποία αποτελούνται από ορυκτά με σκληρότητα που κυμαίνεται από 5 έως 7 της κλίμακας Mohs.

Με γεωλογικούς όρους τα πετρώματα που χρησιμοποιούνται ως διακοσμητικά και δομικά υλικά μπορούν να διακριθούν στις παρακάτω τρεις μεγάλες κατηγορίες

- Ιζηματογενή Πετρώματα
- Εκρηξιγενή Πετρώματα
- Μεταμορφωμένα Πετρώματα

Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν συνοπτικά οι τρεις μεγάλες κατηγορίες φυσικών πετρωμάτων.

2.1. Είδη και Τύποι Φυσικών Πετρωμάτων

2.1.1. Ιζηματογενή Πετρώματα

Τα ιζηματογενή πετρώματα είναι μία από τις τρεις βασικές κατηγορίες ταξινόμησης των πετρωμάτων, ανάλογα με τον τρόπο σχηματισμού τους. Στη κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται πετρώματα που σχηματίστηκαν από την αποσάθρωση άλλων πετρωμάτων, εκρηξιγενών ή μεταμορφωμένων, τα οποία προϋπήρχαν σε άλλες θέσεις του φλοιού της Γης. Τα προϊόντα της αποσάθρωσης (εύθραπτα ή ευδιάλυτα υλικά) απομακρύνθηκαν από την αρχική τους θέση, κυρίως με το νερό της βροχής και μεταφέρθηκαν σε κατάλληλους για ιζηματογένεση χώρους (γεωσύγκλινα), όπου αποτέθηκαν και άρχισαν έτσι να δημιουργούνται τα πετρώματα αυτής της κατηγορίας. Πολύ συνοπτικά το φαινόμενο της ιζηματογένεσης, δηλαδή της απόθεσης υλικού σε κατάλληλο χώρο, περιλαμβάνει τις εξής επιμέρους φάσεις:

1. Αποσάθρωση του μητρικού πετρώματος με την επίδραση διαφόρων παραγόντων
2. Μεταφορά των προϊόντων της αποσάθρωσης με φυσικούς τρόπους σε άλλον χώρο
3. Απόθεση των προϊόντων της αποσάθρωσης στη νέα τους θέση
4. Διαγένεση

Για κάθε μία από τις παραπάνω φάσεις σημειώνονται τα εξής:

1. Η **αποσάθρωση**, δηλαδή η καταστροφή ενός πετρώματος, λόγω συγκεκριμένων φυσικοχημικών διεργασιών, μπορεί να διακριθεί σε:

Φυσική ή μηχανική αποσάθρωση: Οφείλεται σε θερμοκρασιακές μεταβολές και δράση του νερού ή ανέμου, που εκδηλώνεται με καταστροφή του ιστού και καταθρυμματισμό του.

Χημική αποσάθρωση: Οφείλεται σε σειρά χημικών διεργασιών στη μάζα του πετρώματος, που οδηγούν στο σχηματισμό νέων ορυκτολογικών συστατικών με διαφορετική χημική σύσταση.

Οργανική αποσάθρωση: Οφείλεται στη δράση φυτικών και ζωικών οργανισμών που υπάρχουν πάνω ή μέσα στο πέτρωμα (φυτά, διάφοροι μικροοργανισμοί κ.ά.)

2. Η **μεταφορά** των προϊόντων της αποσάθρωσης γίνεται με το νερό της βροχής και με τον άνεμο. Κατά την μεταφορά τους με το νερό υφίστανται μια φυσική διαλογή, με αποτέλεσμα τα μεγαλύτερα και βαρύτερα να μην απομακρύνονται πολύ από τον τόπο της αρχικής γένεσης, ενώ οι μικρότεροι κόκκοι μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις μέχρι τις εκβολές ποταμών και τους βυθούς λιμνών και θαλασσών. Στο νερό μεταφοράς υπάρχουν και διαλυμένα υλικά της αποσάθρωσης (π.χ. ανθρακικές, θειικές, χλωριούχες ενώσεις ασβεστίου, μαγνησίου, αλκαλίων, κ.ά.). Οι ενώσεις αυτές καθιζάνουν σε περιοχές όπου η κινητική ενέργεια του νερού μηδενίζεται.

3. Η **απόθεση** των μεταφερόμενων υλικών γίνεται σε οριζόντιες στρώσεις, σε χώρους με κατάλληλο τοπογραφικό ανάγλυφο, όπου μηδενίζεται η μεταφορική ενέργεια του νερού ή του ανέμου (θαλάσσιες λεκάνες, λίμνες, πεδινές εκτάσεις). Με τις αποθέσεις αυτές άρχισε η δημιουργία ιζημάτων που με πάροδο γεωλογικών αιώνων έδωσαν τα ιζηματογενή πετρώματα.

4. Η **διαγένεση** είναι το σύνολο των μεταβολών που υπέστη το αρχικό ίζημα στη διάρκεια των γεωλογικών αιώνων, λόγω διαφόρων παραγόντων (πίεση, υψηλές θερμοκρασίες, χημικές δράσεις) ώστε να μεταβληθεί σε συμπαγές πέτρωμα. Κατά την διαγένεση ο ιζηματογενής σχηματισμός έγινε συμπαγής, είτε λόγω της μεγάλης πίεσης που εξασκούσανε τα υπερκείμενα στρώματα στα υποκείμενα είτε λόγω της συγκόλλησης των υλικών με φυσικές συγκολλητικές ουσίες είτε με μεταλλαγές των ορυκτολογικών δομικών μονάδων του αρχικού ιζήματος.

2.1.1.1. Ταξινόμηση των Ιζηματογενών Πετρωμάτων

Μια ταξινόμηση των ιζηματογενών πετρωμάτων, που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία των διακοσμητικών πετρωμάτων, μπορεί να γίνει στις παρακάτω κατηγορίες:

- Κλαστικά ή μηχανικά ιζήματα
- Χημικά ιζήματα
- Βιογενή ιζήματα

Η παραπάνω ταξινόμηση σε πάρα πολλές περιπτώσεις δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα κι αυτό γιατί τα ιζήματα σχηματίστηκαν με σύνθετο τρόπο (π.χ. παράλληλη χημική και οργανική ιζηματογένεση). Σχετικά με τις κατηγορίες ταξινόμησης σημειώνονται συνοπτικά τα εξής:

Κλαστικά ή μηχανικά ιζήματα

Στην κατηγορία αυτή κατατάσσονται πετρώματα που συνίστανται από δομικές μονάδες (λίθους ή λεπτούς κόκκους) που μεταφέρθηκαν στο χώρο ιζηματογένεσης και τη διαγένεση μεταβλήθηκαν σε συμπαγή πετρώματα. Τέτοια πετρώματα είναι:

Τα διάφορα **κροκαλοπαγή** ή **λατυποπαγή**, πετρώματα αποτελούμενα από στρογγυλεμένους ή γωνιώδεις λίθους, αντίστοιχα, μεγέθους 5 έως 25 cm περίπου, συγκολλημένους μεταξύ τους με φυσική ορυκτή κόλλα (ασβεστολιθικό ή πυριτικό συγκολλητικό υλικό).

Οι **ψαμμίτες** – **sandstones**, που σχηματίστηκαν από την διαγένεση στρωμάτων άμμου (πυριτική ή ασβεστολιθική), οι κόκκοι της οποίας έχουν συγκολληθεί μεταξύ τους με φυσική ορυκτή κόλλα. Στους ψαμμίτες η κοκκομετρία της άμμου μπορεί να ποικίλει από 1/16 έως 2 mm, ενώ η φυσική συγκολλητική ύλη μπορεί να είναι πυριτική, ανθρακικό ασβέστιο ή άργιλος. Οι ψαμμίτες όταν στη μάζα τους επικρατούν (περισσότερο από 15%) κρύσταλλοι μικρού μεγέθους ή άμορφο υλικό ονομάζονται **γραιοβάκες (greywacke)**, ενώ οι ψαμμίτες που προέρχονται από

αστριούχες άμμους ονομάζονται **αρκόζες (arkose)**. Η **σχιστή άργιλος** είναι πέτρωμα σχετικά συμπαγές που προέρχεται από την πρώτη φάση διαγένεσης αργιλικών ιζημάτων. Η φυσική συγκολλητική ύλη στη σχιστή άργιλο είναι η άργιλος. Από τη σχιστή άργιλο και ύστερα από μια δεύτερη φάση διαγένεσης προέρχεται ο **αργιλικός σχιστόλιθος (shale)** πέτρωμα με χρώμα πρασινωπό ή μαύρο που σχίζεται εύκολα σε λεπτές πλάκες παράλληλα προς τη στρώση του

Στα κλαστικά ιζηματογενή κατατάσσονται επίσης οι **φλύσχεις**, καθώς και ορισμένα άλλα πετρώματα που όμως δεν χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία των διακοσμητικών πετρωμάτων.

Χημικά ιζήματα

Στην κατηγορία αυτή κατατάσσονται πετρώματα που σχηματίστηκαν με χημικές διεργασίες οι οποίες είχαν ως αποτέλεσμα την απόθεση ανθρακικών αλάτων, κυρίως ασβεστίου και μαγνησίου που υπήρχαν διαλυμένα στο νερό.

Οι **τραβερτίνες** σχηματίστηκαν σε νερά αβαθών λιμνών, πηγών ή παρόχθιων ζωνών ποταμών. Εκεί, τα φυτά που βρίσκονταν μέσα στο νερό, καθώς και οι σωροί φυτικών λειψάνων, διαβρέχονταν από νερό με αποτέλεσμα να περιασβεστούνται, δηλαδή να αποτίθεται επάνω τους ανθρακικό ασβέστιο. Στη συνέχεια, με την καταστροφή των περιασβεστωμένων φυτικών ιστών σχηματίζονταν αποθέσεις τραβερτίνη. Οι τραβερτίνες έχουν χρώμα κιτρινωπό, μερικές φορές όμως και ερυθρωπό λόγω της παρουσίας υδροξειδίων του σιδήρου. Η μάζα του πετρώματος παρουσιάζει κυψελώδη δομή που περιλαμβάνει κενά σε μορφή σωληνίσκων ή μεγάλων πόρων.

Οι **ασβεστόλιθοι χημικής προέλευσης** σχηματίστηκαν σε γλυκά νερά πλούσια σε όξινο ανθρακικό ασβέστιο όπου έγινε καθίζηση αυτού και σχηματίστηκαν στρώματα εύθρυπτα και πορώδη (το ανθρακικό ασβέστιο στη μορφή του ορυκτού αραγωνίτη). Με την πάροδο του χρόνου και την επίδραση των παραγόντων της διαγένεσης ο αραγωνίτης μετετράπη σε ασβεστίτη (σταθερότερη μορφή του ανθρακικού ασβεστίου). Στους ασβεστόλιθους αυτής της κατηγορίας κατατάσσεται και ο **όνυχας**, όπως λέγεται εμπορικά το **ονυχομάρμαρο (onyx marble)**, το ασβεστολιθικό συμπαγές πέτρωμα που παρουσιάζει ταινιώδη όψη λόγω των έγχρωμων και διαφανών στρώσεων ασβεστίτη ή/και αραγωνίτη και το οποίο μπορεί να στιλβωθεί.

Άλλος τύπος ασβεστολίθων χημικής προέλευσης είναι ο **ωολιθικός ασβεστόλιθος**. Σχηματίστηκαν σε περιοχές θερμών πηγών όπου υπήρχαν αναβράζοντα νερά με μεγάλη περιεκτικότητα σε όξινο ανθρακικό ασβέστιο. Οι κόκκοι της άμμου που βρίσκονταν στην έξοδο των νερών, αναπηδούσαν στο αναβράζον νερό και περιασβεστώνονταν σφαιροποιούμενοι ώσπου το βάρος τους μεγάλωνε και τους ανάγκαζε να καθιζήσουν. Με την επίδραση των παραγόντων της διαγένεσης, οι ωόλιθοι συγκολλήθηκαν σχηματίζοντας ασβεστολιθικούς σχηματισμούς.

Βιογενή ιζήματα

Στην κατηγορία αυτή κατατάσσονται πετρώματα που σχηματίστηκαν από ζωικά ή φυτικά λείψανα, όπως οι ασβεστόλιθοι, οι δολομίτες, ή οι ορυκτοί άνθρακες (τύρφη, λιγνίτης κ.ά.).

Οι **βιογενείς ασβεστόλιθοι** σχηματίστηκαν από όστρακα ή κελύφη ή άλλα ασβεστίτικα σκελετικά στοιχεία που υπήρχαν μέσα σε θάλασσες και τα οποία παρασύρθηκαν από ρεύματα και συσσωρεύτηκαν εκλεκτικά, κατά περιοχές, σε παχύτατα στρώματα. Τα στρώματα αυτά με την πάροδο των γεωλογικών αιώνων σχημάτισαν με τη διαγένεση τα βιογενούς προέλευσης ασβεστολιθικά πετρώματα.

Οι **δολομίτες** είναι πετρώματα που αποτελούνται από το ορυκτό δολομίτης, το οποίο είναι διπλό ανθρακικό άλας του ασβεστίου και μαγνησίου ($\text{CaCO}_3 / \text{MgCO}_3$). Οι δολομίτες μοιάζουν με τους ασβεστόλιθους, αλλά έχουν χαρακτηριστική κυψελώδη σύσταση. Ένας εύκολος τρόπος διάκρισης των δολομιτών από τους ασβεστόλιθους είναι η ασθενής αντίδραση που παρουσιάζουν στο αραιό υδροχλωρικό οξύ. Οι δολομίτες σχηματίστηκαν σε θαλάσσιες λεκάνες, όπως και οι ασβεστόλιθοι, όπου αποτέθηκαν είτε εξ αρχής ως δολομίτες, είτε ως δολομιτικοί ασβεστόλιθοι και μεταβλήθηκαν με την πάροδο του χρόνου σε δολομίτες (δολομιτώση).

Οι **μάργες** είναι ασβεστολιθικά αργιλούχα ιζήματα, δηλαδή η σύστασή τους βρίσκεται μεταξύ εκείνης των ασβεστολίθων και των σχιστών αργίλων. Γενικά, όταν η περιεκτικότητα της αργίλου σε ανθρακικό ασβέστιο είναι μεγαλύτερη του 60% τότε το ιζήμα χαρακτηρίζεται ως μάργα. Μεταξύ των μαργών και των ασβεστολίθων, ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε ανθρακικά, μπορούν να διακριθούν πολλοί τύποι πετρωμάτων, με διαφοροποιημένη χημική σύσταση, όπως **ασβεστόχος μάργα, μαργαϊκός ασβεστόλιθος, αργιλούχος μάργα, δολομιτική μάργα** κ.ά. Οι αποθέσεις των μαργών μπορεί να είναι είτε βιογενούς, είτε χημικής προέλευσης, όπως και στην περίπτωση των ασβεστόλιθων, ενώ η ιζηματογένεσή τους μπορεί να έλαβε χώρα σε αβαθείς ή βαθιές θάλασσες ή και λίμνες. Έτσι, το χρώμα των μαργών ποικίλλει ανάλογα με τις περιεχόμενες προσμίξεις και την περιοχή ιζηματογένεσης. Συνήθως οι λιμναίες μάργες και οι μάργες βαθέων θαλασσών είναι κυανές έως πρασινωπές – φαιές. Το πρασινωπό ή κυανό χρώμα τους οφείλεται συνήθως στην παρουσία του γλαυκονίτη (ένυδρο αργιλοπυριτικό άλας του σιδήρου και καλίου). Οι μάργες των αβαθών θαλασσών είναι κίτρινες.

Οι ασβεστόλιθοι

Οι **ασβεστόλιθοι** έχουν προέλθει είτε από βιογενή, είτε από χημικά ιζήματα, είτε από ιζήματα συνδυασμού βιογενούς και χημικής δράσης. Έχουν ως κύριο ορυκτολογικό τους συστατικό τον ασβεστίτη (CaCO_3). Η χημική σύσταση ενός καθαρού ασβεστολιθικού πετρώματος είναι CaO 56%, CO_2 44%. Συνήθως, όμως, οι ασβεστόλιθοι περιέχουν διάφορες προσμίξεις ενώσεων οξειδίων και υδροξειδίων του αργιλίου, του σιδήρου κ.ά. η παρουσία των οποίων επηρεάζει και

το χρωματισμό του πετρώματος. Όταν οι ασβεστόλιθοι περιέχουν 5-15% MgO καλούνται μαγνησιούχοι ασβεστόλιθοι, ενώ όταν η περιεκτικότητά τους σε MgO είναι πάνω από 15% καλούνται δολομιτικοί ασβεστόλιθοι.

Τα ασβεστολιθικά πετρώματα έχουν όψη που ποικίλλει ανάλογα με την περίοδο και το χώρο που έλαβε χώρα η ιζηματογένεση. Καθώς, λοιπόν, η ιζηματογένεση των ασβεστολιθικών αποθέσεων έλαβε χώρα είτε σε αβαθή, είτε σε βαθιά γεωσύγκλινα, το χρώμα τους που ποικίλλει ανάλογα με τις προσμίξεις, σχετίζεται σε πολλές περιπτώσεις και με το χώρο της ιζηματογένεσης. Γενικά, οι μαύροι ασβεστόλιθοι σχηματίστηκαν σε αβαθή νερά, κοντά σε παράκτιες ζώνες όπου παρασύρθηκαν διάφοροι χερσαίοι οργανισμοί. Οι κόκκινοι και ροδόχροοι οφείλουν το χρώμα τους σε οξειδία του σιδήρου (αιματίτη). Τα οξειδία αυτά για να σχηματιστούν προϋποθέτουν έντονη οξειδωση που απαιτεί περίσσεια οξυγόνου, η οποία υπήρχε μόνο σε βαθιές θάλασσες και μάλιστα πολικές, γι' αυτό και οι ασβεστόλιθοι αυτοί υποστηρίζεται ότι σχηματίστηκαν σε βαθιές θάλασσες. Οι γκριζοκύανοι ασβεστόλιθοι οφείλουν το χρώμα τους στην παρουσία διθειούχου σιδήρου σε λεπτότατο διαμερισμό, γεγονός που υποδηλώνει ότι η ιζηματογένεσή τους έλαβε χώρα σε αβαθή νερά, αφού ο διθειούχος σίδηρος προέρχεται από την αποσύνθεση οργανικών ουσιών με την περαιτέρω οξειδωσή τους.

Το ειδικό βάρος των ασβεστολίθων είναι συνήθως 2,7 kg/m³, ενώ η αντοχή τους στη θλίψη κυμαίνεται από 900 – 1900 kgf/cm² ανάλογα με την περιεχόμενη ποσότητα αργίλου.

2.1.2. Εκρηξιγενή Πετρώματα

Στο εμπόριο των διακοσμητικών πετρωμάτων ονομάζονται “**γρανίτες**” τα εκρηξιγενή πετρώματα, δηλαδή τα πετρώματα που σχηματίστηκαν από την άνοδο και κρυστάλλωση του μάγματος που βρίσκεται στα βαθύτερα στρώματα του φλοιού της γης. Σε ό,τι αφορά τη γεωλογική ορολογία, γρανίτης είναι ένα συγκεκριμένο πλουτώνιο πέτρωμα με αλκαλιούχους άστριους, χαλαζία και μικρές ποσότητες πλαγιόκλαστου, μαρμαρυγία και άλλων ορυκτών.

Καταρχήν όλα τα εκρηξιγενή πετρώματα, τα οποία στο εμπόριο ονομάζονται “γρανίτες”, μπορούν να διακριθούν σε δύο μεγάλες βασικές υποομάδες:

- **πλουτωνίτες (plutonic rocks)**
- **ηφαιστίτες (volcanic rocks)**

Ο διαχωρισμός αυτός γίνεται ανάλογα με τις συνθήκες υπό τις οποίες στερεοποιήθηκε το μάγμα. Στην περίπτωση που το μάγμα κατά την άνοδό του εγκλωβίστηκε και κρυσταλλώθηκε σε κοιλώματα των υπερκείμενων στρωμάτων ή διείδυσε μεταξύ των διαστρώσεων αυτών των στρωμάτων σχηματίστηκαν πετρώματα που λέγονται πλουτωνίτες (plutonic rocks). Στην περίπτωση, όμως, που το μάγμα έφθασε και εκχύθηκε στην επιφάνεια της γης (λάβα), όπου και

στερεοποιήθηκε, σχηματίστηκαν οι ηφαιστίτες (volcanic rocks), πετρώματα τελείως διαφορετικά από τους πλουτωνίτες. Μια τρίτη περίπτωση είναι το μάγμα να στερεοποιήθηκε κοντά στην επιφάνεια της γης, σε μικρό, δηλαδή, βάθος, μέσα σε ρωγμές του στερεού φλοιού, οπότε δημιουργήθηκαν διαφορετικοί τύποι πετρωμάτων που λέγονται **φλεβίτες**.

Τα εκρηξιγενή πετρώματα (πλουτωνίτες και ηφαιστίτες), ανάλογα με την ορυκτολογική τους σύσταση και πιο συγκεκριμένα ανάλογα με την περιεκτικότητά τους στα βασικά ορυκτολογικά τους συστατικά, δηλαδή το **χαλαζία**, τους **αλκαλιούχους άστριους** (ορθόκλαστο, μικροκλινής), τα **πλαγιόκλαστα** (ασβεστονατριούχοι άστριοι: αλβίτης και ανορθίτης) και τα **αστριοειδή** (λευκίτης, νεφελίνης) κατατάσσονται σε διάφορους άλλους τύπους με αντίστοιχα ονόματα. Διευκρινίζεται ότι στη συγκεκριμένη ταξινόμηση δεν υπάρχουν σαφή όρια μετάβασης από τον ένα τύπο πετρώματος στον άλλο, γι' αυτό άλλωστε και υπάρχουν πολλές περιπτώσεις πετρωμάτων που δεν μπορούν να ταξινομηθούν απόλυτα σε κάποιον συγκεκριμένο τύπο, λόγω ενδιάμεσης ορυκτολογικής σύστασης (π.χ. γρανοδιορίτης).

Τα τυπικά χαρακτηριστικά ορισμένων από τους κυριότερους τύπους εκρηξιγενών πετρωμάτων που υπάρχουν στο εμπόριο με τη γενική ονοματολογία “γρανίτες” παρουσιάζονται στη συνέχεια.

2.1.2.1. Πλουτωνίτες

Οι **πλουτωνίτες** σχηματίστηκαν με τη στερεοποίηση του μάγματος υπό συνθήκες υψηλής πίεσης, βραδείας ψύξης και χωρίς διαφυγή των αερίων. Γνώρισμα των πλουτωνιτών είναι η τέλεια κρυστάλλωση της μάζας τους, γι' αυτό και χαρακτηρίζονται και ως ολοκρυσταλλικά πετρώματα.

ΓΡΑΝΙΤΗΣ: είναι από τα πιο διαδεδομένα είδη εκρηξιγενών πετρωμάτων και στη δομή του συμμετέχουν τα ορυκτολογικά συστατικά: χαλαζίας, αλκαλιούχοι άστριοι (ορθόκλαστο) και μαρμαρυγίας (κυρίως βιοτίτης) ή κεροστίλβη ή ανγίτης. Η μέση αναλογία επί τοις εκατό ενός τυπικού γρανιτικού πετρώματος στα παραπάνω ορυκτά είναι: ορθόκλαστο 45%, αλβίτης 15%, χαλαζίας 30% και βιοτίτης 10% (οι γρανίτες στη χημική τους σύσταση περιέχουν μεγάλη ποσότητα SiO_2 που κυμαίνεται μεταξύ 61-82%). Στην ορυκτολογική σύσταση του γρανίτη συμμετέχουν κατά περίπτωση σε μικρή αναλογία και τα ορυκτά μαγνησίτης, αιματίτης, απατίτης, ζιρκόνιο και τουρμαλίνης. Οι κρύσταλλοι των ορυκτών είναι κατά κανόνα ισομεγέθεις. Άλλωστε, το όνομα του γρανίτη προήλθε από το λατινικό Granum (= κόκκος) λόγω του ειδικού ιστού που παρουσιάζει το πέτρωμα. Όσον αφορά τους ποικίλους χρωματισμούς των γρανιτών αυτοί οφείλονται στο χρώμα των επιμέρους ορυκτών. Ο χαλαζίας στα γρανιτικά πετρώματα παρουσιάζεται άχρωμος, υπόλευκος, υποκίανος, ερυθρός και ορισμένες φορές κιτρινόχρωμος. Οι αλκαλιούχοι άστριοι παρουσιάζονται σαρκόχρωμοι, κιτρινόχρωμοι, υπόλευκοι ή ερυθροποί, ενώ

τα πλαγιόκλαστα, στις περισσότερες περιπτώσεις υπόλευκα ή κιτρινόχρωμα. Οι κρύσταλλοι της κεροστίλβης εμφανίζονται με μορφή μελανοπράσινων κόκκων ή μικροσκοπικών ράβδων.

ΣΥΗΝΙΤΗΣ: στη δομή αυτού του πετρώματος συμμετέχουν τα ορυκτολογικά συστατικά ορθόκλαστο (αλκαλιούχος άστριος) και κεροστίλβη με μικρή αναλογία ολιγόκλαστου και μαρμαρυγιών. Ο συηνίτης δεν περιέχει χαλαζία. Η ορυκτολογική σύσταση ενός τυπικού συηνίτη είναι περίπου: ορθόκλαστο 60%, αλβίτης 20%, κεροστίλβη 15% και διάφορα φεμικά συστατικά 5%. Η παρουσία αυγίτη δίνει στο πέτρωμα πρασινωπή απόχρωση. Το όνομα συηνίτης προέρχεται από την πόλη Συήνη της Αιγύπτου, από όπου εξορύχτηκε το συγκεκριμένο πέτρωμα.

ΔΙΟΡΙΤΗΣ: στη δομή αυτού του πετρώματος συμμετέχουν πλαγιόκλαστα (ασβεστονατριούχοι άστριοι), βιοτίτης, κεροστίλβη και αυγίτης. Μια ενδεικτική ορυκτολογική σύσταση ενός τυπικού διορίτη είναι η εξής: πλαγιόκλαστα 65% και κεροστίλβη 35%. Στην περίπτωση που υπάρχει και χαλαζίας (σε μικρή περιεκτικότητα) τότε το πέτρωμα ονομάζεται χαλαζιακός διορίτης, ενώ στην περίπτωση παρουσίας καλιούχων αστρίων ταυτόχρονα το πέτρωμα είναι μονζονίτης.

ΓΑΒΒΡΟΣ: Το τυπικό πέτρωμα του γάββρου χαρακτηρίζεται από τον ορυκτολογικό συνδυασμό βασικών πλαγιοκλάστων, δηλαδή λαβραδορίου έως ανορθίτη και διαλλαγούς. Η παρουσία του διαλλαγούς είναι το στοιχείο με βάση το οποίο γίνεται συνήθως η διάκριση του γάββρου από το διορίτη. Στο γάββρο υπάρχουν επίσης βιοτίτης, κεροστίλβη, ολιβίνης και σε ορισμένες περιπτώσεις μικρή ποσότητα χαλαζία. Η ορυκτολογική σύσταση ενός τυπικού γάββρου είναι: 55% πλαγιόκλαστα και 45% αυγίτης, ολιβίνης και μαγνητίτης. Ανάλογα με την ακριβή ορυκτολογική σύσταση του πετρώματος διακρίνονται διάφορα είδη γάββρων, όπως τυπικός γάββρος (πλαγιόκλαστο + διαλλαγής), ολιβινικός γάββρος (πλαγιόκλαστο + διαλλαγής + ολιβίνης), νορίτης (πλαγιόκλαστο + ορθαυγίτης) κ.ά. Γενικά οι γάββροι παρουσιάζουν κοκκώδη υφή, όπως και οι γρανίτες. Το χρώμα των γάββρων είναι πράσινο με λευκές κηλίδες από την εκλεκτική αποσάθρωση κατά τόπους των πλαγιοκλάστων.

ΠΕΡΙΔΟΤΙΤΗΣ: αποτελεί τον βασικό τύπο πετρωμάτων από όλα τα εκρηξιγενή. Στην ορυκτολογική σύσταση του περιδοτίτη δεν υπάρχουν τα ορυκτά χαλαζίας, άστριοι και αστριοειδή παρά μόνο φεμικά συστατικά, κυρίως ολιβίνης ή ολιβίνης με κεροστίλβη ή ολιβίνης με πυρόξενους και βιοτίτη. Η μέση ορυκτολογική σύσταση ενός περιδοτίτη είναι: φεμικά στοιχεία 97% και λευκοκρατικά στοιχεία 3%. Από τη χημική σύσταση προκύπτει ότι το πέτρωμα έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε SiO₂ (41,09%), τριοξείδιο του αργιλίου και αλκάλια. Οι περιδοτίτες παρουσιάζονται σαπωνοειδείς στην αφή και έχουν μικρή αντοχή στη θλίψη. Από την εξαλλοίωση των περιδοτιτών προκύπτουν οι σερπεντίνες.

2.1.2.2. Ηφαιστίτες

Οι **ηφαιστίτες** σχηματίστηκαν με τη στερεοποίηση του μάγματος υπό συνθήκες χαμηλής πίεσης (ατμοσφαιρική), απότομης ψύξης στην επιφάνεια της γης και με διαφυγή των αερίων του μάγματος. Ο τρόπος σχηματισμού αυτών των πετρωμάτων έχει σαν αποτέλεσμα να μπορούν να διακριθούν δυο γενεές κρυστάλλωσης του μάγματος. Στην πρώτη, σε βάθος, σχηματίστηκαν ευμεγέθεις κρύσταλλοι αστρίων και χαλαζία, που καλούνται φαινοκρύσταλλοι, ενώ στη δεύτερη κατά την ταχεία ψύξη του μάγματος στην επιφάνεια είτε δε σχηματίστηκαν κρύσταλλοι παρά μόνο μια πυριτική υαλώδης μάζα, είτε σχηματίστηκαν μικροί κρύσταλλοι που πληρούν τα διάκενα μεταξύ των κρυστάλλων της πρώτης γενεάς. Σχηματίστηκε έτσι η θεμελιώδης μάζα του ηφαιστίτη μέσα στην οποία βρίσκονται διάσπαρτοι οι φαινοκρύσταλλοι.

ΤΡΑΧΕΙΤΗΣ: είναι το αντίστοιχο ηφαιστειακό πέτρωμα του συνήτη. Η θεμελιώδης μάζα του αποτελείται από μικροκρυστάλλους σανιδίνου, μαρμαρυγία, κεροστίλβης ή αυγίτη, μέσα στην οποία υπάρχουν μεγάλου μεγέθους φαινοκρύσταλλοι ορθοκλάστου και φαινοκρύσταλλοι κεροστίλβης, βιοτίτη και ασβεστονατριούχων αστρίων σε μικρότερη έκταση. Το πέτρωμα μακροσκοπικά παρουσιάζεται τραχύ, χονδρόκοκκο και στιφρό, γι' αυτό και η ονομασία του.

ΑΝΔΕΣΙΤΗΣ: είναι το αντίστοιχο ηφαιστειακό πέτρωμα του διορίτη. Η θεμελιώδης μάζα του ανδεσίτη αποτελείται από μικροκρυστάλλους ανδεσίτη, ολιγόκλαστου, αλβίτη, μαρμαρυγία, αυγίτη και κεροστίλβης. Οι φαινοκρύσταλλοί του είναι ασβεστονατριούχοι άστριοι, αυγίτης, κεροστίλβη, ρομβικοί πυρόξενοι και βιοτίτης. Τα προκαινοζωικά ανδεσιτικά πετρώματα ονομάζονται πορφυρίτες. Συνήθως οι ανδεσίτες έχουν χρώμα καστανό ή καστανόφαιο, είναι τραχείς στην αφή και έχουν όψη κυψελώδη. Το όνομά τους δόθηκε μετά από εκτεταμένη μελέτη λαβών στις Άνδεις, οι οποίες συνίσταντο από αλβίτη και κεροστίλβη.

ΔΑΚΙΤΗΣ: είναι το αντίστοιχο ηφαιστειακό πέτρωμα του χαλαζιακού διορίτη και διακρίνεται δύσκολα από τους ρυόλιθους. Στους δακίτες το πιο συνηθισμένο φεμικό στοιχείο είναι ο βιοτίτης, ακολουθεί η κεροστίλβη, ενώ σπανίζει ο αυγίτης. Η θεμελιώδης μάζα του πετρώματος, στιφρή και πυριτική, περιέχει φαινοκρυστάλλους πλαγιοκλάστων και χαλαζία. Το όνομα δακίτης προήλθε από τη μελέτη τέτοιων πετρωμάτων στην περιοχή Dacia της Ρουμανίας.

ΒΑΣΑΛΤΗΣ: είναι το αντίστοιχο ηφαιστειακό πέτρωμα του γάββρου. Το πέτρωμα έχει ολοκρυσταλλική μάζα αποτελούμενη από μικροκρυστάλλους πλαγιοκλάστων, αυγίτη, ολιβίνη, μαγνητίτη και ιμηνίτη. Ορυκτολογικά συστατικά των βασαλτικών λαβών είναι ο βιοτίτης, ο απατίτης και η κεροστίλβη. Χαρακτηριστικό γνώρισμα του βασάλτη είναι οι κόκκοι ολιβίνη, που παρουσιάζονται υπό μορφή ελαιόχρωμων κηλίδων ποικίλου μεγέθους σε σκούρο υπόβαθρο.

2.1.3. Μεταμορφωσιγενή Πετρώματα

Τα μεταμορφωμένα ή κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα προήλθαν από την μεταμόρφωση προϋπαρχόντων ιζηματογενών ή εκρηξιγενών πετρωμάτων. Όταν το μητρικό πέτρωμα βρέθηκε υπό την επίδραση μεταμορφωγενετικών παραγόντων, όπως υψηλές πιέσεις, μεγάλες θερμοκρασίες, επίδραση αερίων και θερμών διαλυμάτων ή συνδυασμός των προηγουμένων, υπέστη μεταμόρφωση, δηλαδή σειρά φυσικών και γεωχημικών μεταβολών. Με τη μεταμόρφωση επήλθε μεταβολή του ιστού του μητρικού πετρώματος, καθώς και ανακρυστάλλωση των πετρογενετικών του ορυκτών που συνοδεύτηκε και με σχηματισμό νέων ορυκτολογικών συστατικών. Η μεταμόρφωση των πετρωμάτων μπορεί να διακριθεί σε τρεις βασικές κατηγορίες:

- **Καθολική μεταμόρφωση**, όταν ένας ολόκληρος ιζηματογενής σχηματισμός υπέστη μεταμόρφωση. Σε τέτοιες περιπτώσεις μπορεί να είναι διακριτές και επιμέρους ζώνες της καθολικής μεταμόρφωσης, στις οποίες ο βαθμός μεταμόρφωσης αυξάνει από την άνω προς την κάτω ζώνη. Συνήθως, στην κάτω ζώνη έλαβε χώρα ο σχηματισμός των μαρμάρων.
- **Δυναμική μεταμόρφωση** ή δυναμομεταμόρφωση που οφείλεται στις πιέσεις που αναπτύχθηκαν κατά τις ορογενέσεις. Η μεταμόρφωση αυτή έλαβε χώρα συνήθως σε μικρά βάθη και δεν έχει προκαλέσει φαινόμενα ανακρυστάλλωσης στη μάζα των μητρικών πετρωμάτων.
- **Μεταμόρφωση επαφής**, που οφείλεται στη διείσδυση μάγματος σε διάφορα πετρώματα. Το μάγμα, λόγω των μεγάλων πιέσεων που αναπτύχθηκαν, των υψηλών θερμοκρασιών και της έκλυσης αερίων ή υπέρθερμων διαλυμάτων, προκάλεσε μεγάλες μεταβολές στη δομή των γειτονικών σ' αυτό πετρωμάτων.

Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα αυτών των πετρωμάτων είναι ο σχιστοφυής τους ιστός, που οφείλεται στην παράλληλη και κατά στρώσεις διάταξη των ορυκτολογικών τους μονάδων λόγω των μεγάλων πιέσεων που αναπτύχθηκαν κατά τη φάση της μεταμόρφωσης, η έντονη κρυσταλλική τους ανάπτυξη και η μεγαλύτερη πυκνότητά τους έναντι των εκρηξιγενών.

Τα μάρμαρα είναι κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα που προήλθαν από τη μεταμόρφωση ανθρακικών ή δολομιτικών ιζημάτων και ασβεστόλιθων. Στο πρώτο στάδιο της μεταμόρφωσης των ασβεστόλιθων προέκυψαν οι κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι που με την περαιτέρω μεταμόρφωσή τους έδωσαν τα μάρμαρα. Η αρχική σύσταση των ασβεστόλιθων από τους οποίους προήλθαν τα μάρμαρα, καθώς και ο βαθμός της μεταμόρφωσής τους είναι οι κυριότεροι παράγοντες με βάση τους οποίους τα μάρμαρα διακρίνονται σε ποιότητες. Γενικά, τα μάρμαρα είναι μονόμεκτα πετρώματα, δηλαδή συνίστανται από ένα και μόνο ορυκτό, τον ασβεστίτη. Όταν το πέτρωμα περιέχει δολομίτη καλείται δολομιτικό μάρμαρο. Διευκρινίζεται ότι ο πετρογραφικός όρος μάρμαρο δεν πρέπει να συγχέεται με τον τεχνικό όρο “μάρμαρο”, που αποδίδεται σε κάθε πέτρωμα που με στίλβωση δίνει λείες επιφάνειες για διακόσμηση.

Με τον όρο **σχίστης** χαρακτηρίζονται τα πετρώματα που παρουσιάζουν σαφή σχιστότητα και λεπτότητα ορυκτολογικά συστατικά που διακρίνονται με τη βοήθεια φακού. Οι σχίστες είναι συνήθως προϊόντα του πρώτου σταδίου μεταμόρφωσης αργίλων και πηλών. Στους σχίστες, τα φυλλώδη ορυκτά έχουν διάταξη παράλληλη στην οποία οφείλεται και η σαφής σχιστοφυής όψη του πετρώματος. Το χρώμα τους ποικίλλει και μπορεί να είναι μαύρο, γκρίζο, πρασινόφαιο, ερυθρωπό κ.λπ. Οι σχίστες με περαιτέρω μεταμόρφωση έδωσαν τους φυλλίτες.

Οι φυλλίτες είναι πετρώματα μεταμόρφωσης της άνω ζώνης, κυρίως ιζηματογενών πετρωμάτων και ιδιαίτερα αργλικών σχιστόλιθων, των οποίων αποτελούν το πρώτο στάδιο της μεταμόρφωσης. Κύρια ορυκτολογικά συστατικά των φυλλιτών είναι ο χαλαζίας και ο μαρμαρυγίας (σερικήτης). Οι φυλλίτες έχουν συνήθως χρώμα μαύρο, καστανό, φαιό ή πράσινο. Το μαύρο χρώμα τους οφείλεται στην παρουσία ανθρακούχων ουσιών.

Οι σχιστόλιθοι είναι κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα, τα οποία έχουν υποστεί έντονα την επίδραση της μεταμόρφωσης (σχιστοφυής όψη), καθώς σχηματίστηκαν. Το όνομα σχιστόλιθος, άλλωστε, προέρχεται από την ιδιότητα που παρουσιάζει το πέτρωμα να σχίζεται σε πλάκες. Γενικά, οι σχιστόλιθοι, όπως και οι γνεύσιοι, είναι τα κατεξοχήν κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα που συμμετέχουν στη δομή μιας μεταμορφωσιγενούς περιοχής. Οι δομικές μονάδες των σχιστόλιθων έχουν μέγεθος μικρότερο από εκείνο των γνευσίων και μεγαλύτερο από τους σχίστες και φυλλίτες. Οι χονδρόκοκοι σχιστόλιθοι μοιάζουν με τους γνεύσιους, πλην όμως διακρίνονται απ' αυτούς από την απουσία ή παρουσία μικρού ποσοστού αστρίων, ενώ οι λεπτόκοκοι σχιστόλιθοι συγγέονται με τους σχίστες και φυλλίτες. Στην αγορά διακοσμητικών πετρωμάτων, ως σχιστόλιθοι χαρακτηρίζονται πολλά πετρώματα που έχουν ως κοινό τους χαρακτηριστικό το ότι σχίζονται σχετικά εύκολα σε πλάκες (σχιστόπλακες). Έτσι ως σχιστόλιθοι, με την εμπορική έννοια του όρου, χαρακτηρίζονται πετρώματα με καλή σχιστότητα, όπως οι σχίστες (slates), ορισμένοι γνεύσιοι και φυλλίτες, ορισμένοι ασβεστόλιθοι και ασβεστολιθικοί σχιστόλιθοι (calk – schists), χαλαζίτες, καθώς και λεπτόκοκα πυροκλαστικά πετρώματα. Υπάρχουν πολλοί τύποι σχιστόλιθων, που χαρακτηρίζονται γεωλογικά από το επικρατέστερο ορυκτολογικό τους συστατικό, όπως για παράδειγμα μαρμαρυγικοί, χαλαζιακοί, αμφιβολιτικοί σχιστόλιθοι κ.λπ. Σχιστόλιθοι πλούσιοι σε ασβεστίτη ή δολομίτη συνοδεύουν συνήθως κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους (μάρμαρα) και ονομάζονται ασβεστολιθικοί σχιστόλιθοι. Οι μαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι προέρχονται κυρίως από μεταμόρφωση ψαμμιτών, πηλιτών, αργίλων, παλαιών τόφφων και εκρηξιγενών πετρωμάτων γρανιτοειδούς ή πορφυριτικού ιστού. Οι χλωριτικοί, οι κεροστιλβικοί και οι επιδοιτικοί σχιστόλιθοι προέρχονται κυρίως από βασικά εκρηξιγενή πετρωμάτα, κυρίως περιδοτίτες. Οι γραφιτικοί σχιστόλιθοι προέρχονται από τη μεταμόρφωση ανθρακούχων ιζημάτων.

Οι γνεύσιοι είναι σχιστώδη μεταμορφωμένα πετρώματα, η ορυκτολογική σύσταση των οποίων μοιάζει με αυτή των γρανιτών. Μερικές φορές η ορυκτολογική σύσταση των γνευσίων μοιάζει με τη σύσταση άλλων εκρηξιγενών πετρωμάτων γρανιτοειδούς ιστού. Ανάλογα με την ορυκτολογική σύσταση των γνευσίων σε συνδυασμό με εκείνη των εκρηξιγενών πετρωμάτων από τα οποία προήλθαν, διακρίνονται σε: γρανιτικούς γνευσίους, συηνιτικούς γνευσίους, διοριτικούς γνευσίους κ.λπ. Οι γνεύσιοι γενικά διακρίνονται σε ορθογνεύσιους, που προέρχονται από τη μεταμόρφωση προϋπαρχόντων πυριγενών πετρωμάτων και παραγνεύσιους, που προέρχονται από τη μεταμόρφωση ιζηματογενών πετρωμάτων. Τα ορυκτολογικά συστατικά των γνευσίων είναι κυρίως χαλαζίας, άστριοι, μαρμαρυγίες, κεροστίλβη, αυγίτης κ.λπ. Η άφθονη παρουσία αστρίων, που είναι εμφανείς σε μακροσκοπική εξέταση, χαρακτηρίζει τους περισσότερους γνεύσιους και τους διαχωρίζει από τους σχιστόλιθους. Γενικά, οι γνεύσιοι είναι πετρώματα της κάτω ζώνης μεταμόρφωσης γι' αυτό και παρουσιάζουν το μέγιστο βαθμό της μεταμόρφωσης. Ανάλογα με το επικρατέστερο ορυκτολογικό τους συστατικό διακρίνονται σε διάφορους τύπους, όπως βιοτιτικοί, αμφιβολιτικοί, πυροξενικοί γνεύσιοι κ.λπ. Οι γνεύσιοι χρησιμοποιούνται για δομικές εφαρμογές, όπως και οι γρανίτες, η σχιστότητά τους, όμως, υποβιβάζει σε πολλές περιπτώσεις την ποιότητά τους ως δομικών υλικών έναντι των γρανιτών.

Οι χαλαζίτες είναι κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα τα οποία προέρχονται από τη μεταμόρφωση χαλαζιακών ψαμμιτών. Τα πετρώματα αυτά είναι συνήθως συμπαγή και πολύ σκληρά (σκληρότητα χαλαζία 7), δημιουργούν επιφάνεια θραύσης κογχώδη και δεν παρουσιάζουν τη σχιστοφυή όψη των μεταμορφωμένων πετρωμάτων. Πολλές φορές, πάλι, παρουσιάζουν μορφή αδρομερούς χαλαζιακού ψαμμίτη, οι κόκκοι του οποίου είναι συγκολλημένοι με πυριτική ύλη. Στην περίπτωση που οι χαλαζίτες προέρχονται από μεταμόρφωση αργιλικών ψαμμιτών, αυτοί συνοδεύονται από μαρμαρυγίες, η παρουσία των οποίων οφείλεται στη μεταμόρφωση των εν αναμίξει αργιλικών προϊόντων του ψαμμίτη. Οι χαλαζίτες αυτοί, λόγω της παρουσίας των μαρμαρυγιών και της ασθενούς σχιστότητας του πετρώματος, της οποίας η όψη τονίζεται εκ του προσανατολισμού των μαρμαρυγιακών φυλλιδίων, καλούνται χαλαζιτικοί σχιστόλιθοι και παρουσιάζουν ομοιότητα με τους μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους. Οι χαλαζίτες, μερικές φορές, προέρχονται και από τη μεταμόρφωση αστριούχων ψαμμιτών (αρκόζες) και καλούνται αρκοζικοί χαλαζίτες ή αρκοζίτες. Τα πετρώματα των χαλαζιτών έχουν συνήθως χρώμα ερυθρωπό ή λευκό. Οι ερυθροί χαλαζίτες οφείλουν το χρώμα τους στην παρουσία οξειδίων του σιδήρου, ενώ οι λευκοί χαλαζίτες στερούνται σιδηρούχων οξειδίων.

2.2. Τεχνητά Διακοσμητικά Πετρώματα

Η αναγκαιότητα της παραγωγής και χρήσης τεχνητών πετρωμάτων στην κατασκευαστική βιομηχανία παρουσιάστηκε τις τελευταίες δεκαετίες καθώς άρχισαν να αναζητούνται υλικά, που θα συγκέντρωναν ορισμένα από τα πλεονεκτήματα των φυσικών πετρωμάτων και θα ξεπερνούσαν ορισμένα από τα μειονεκτήματά τους. Τα τεχνητά διακοσμητικά πετρώματα είναι υλικά επικάλυψης επιφανειών, που παράγονται με ειδική τεχνολογία από θραυστά ή κονιοποιημένα φυσικά πετρώματα και κατάλληλες οργανικές συγκολλητικές ύλες (ρητίνες). Τα υλικά αυτά, προϊόντα της σύγχρονης τεχνολογίας, με περιεκτικότητα 91-96% σε φυσικά πετρώματα, μπορούν να διακριθούν σε τρεις κατηγορίες

Το **Τεχνητό μάρμαρο** ή **Τεχνομάρμαρο** είναι εμφανές έγχρωμο σκυρόδεμα ενισχυμένο με πολυεστερικές ίνες που βγαίνει σε πολλά χρώματα και σχέδια. Τα πρώτα τεχνητά μάρμαρα κατασκευάζονταν από συμπίεση θρυμμάτων μαρμάρων και τσιμεντοειδές συγκολλητικού υλικού σε μεγάλους όγκους, η επεξεργασία τους ήταν η ίδια με τα φυσικά. Σήμερα στην κατασκευή τους χρησιμοποιούνται ρητίνες, πληρωτικό υλικό και χρωστικές ουσίες. Το τεχνητό μάρμαρο παράγεται σε καλούπια και έχει καλύτερη ομοιομορφία από το φυσικό. Χρησιμοποιείται όπως και το φυσικό στην πλακόστρωση δαπέδων και επένδυση τοίχων κτιρίων, στην πλακόστρωση εξωτερικών χώρων, σε επένδυση τζακιών και άλλες χρήσεις. Τεχνητά μάρμαρα χρησιμοποιούνται και στην αρχαιολογία στην συντήρηση αγαλμάτων και μνημείων. Με τεχνητό μάρμαρο έχει κατασκευαστεί εκμαγείο της δυτικής ζωφόρου του Παρθενώνα

Ο **Τεχνογρανίτης** ή **Τεχνητός γρανίτης** είναι συνθετικό χαλαζιακό πέτρωμα που χρησιμοποιείται σαν διακοσμητικό υλικό σε οικοδομές. Ο τεχνογρανίτης κατασκευάζεται με τα ίδια υλικά με το τεχνομάρμαρο, δηλαδή είναι εμφανές έγχρωμο κονίαμα ενισχυμένο με πολυεστερικές ίνες. Έχει μεγάλη σκληρότητα και είναι ιδιαίτερα ανθεκτικός, με ελάχιστη απορροφητικότητα, ενώ δεν χρειάζεται την συντήρηση ενός φυσικού υλικού. Σε σχέση με το τεχνητό μάρμαρο παράγεται σε πλάκες συγκεκριμένων διαστάσεων, όχι σε όγκους και σε μεγάλη ποικιλία χρωμάτων. Χρησιμοποιείται σε οικοδομές κυρίως σε επένδυση τοίχων, σε κουζίνες, τζάκια και σπανίως επίστρωση δαπέδων. Η παραγωγή των τεχνογρανιτών διαφοροποιείται από αυτή των τεχνητών μαρμάρων, από το γεγονός ότι εξαιτίας της μεγάλης σκληρότητάς τους, δεν παράγονται υπό μορφή όγκων των οποίων το σχίσιμο στην συνέχεια θα ήταν ιδιαίτερα χρονοβόρο και δαπανηρό, αλλά κατευθείαν υπό μορφή πλακών στις επιθυμητές διαστάσεις.

Ο **Τεχνητός Χαλαζίτης** ή *Χαλαζίτης (Quartz)* είναι συνθετικό πέτρωμα που προέρχεται από φυσική χαλαζιακή άμμο ή κονιοποιημένο φυσικό χαλαζία.

Η διαδικασία παραγωγής τους, σε πλήρως αυτοματοποιημένες γραμμές παραγωγής, είναι συνοπτικά η εξής:

Το φυσικό πέτρωμα κατεργάζεται καταρχήν σε εγκαταστάσεις θραύσης – κοσκίνισες, για να αποκτήσει την απαιτούμενη, ανάλογα με το τελικό προϊόν, κοκκομετρία. Στη συνέχεια, σε ειδικές εγκαταστάσεις ανάμειξης, το φυσικό πέτρωμα, σε αναλογία συνήθως 91-96% κ.β., αναμειγνύεται με τη ρητίνη (πολυεστερική) και τις υπόλοιπες πρώτες ύλες που μπορεί να είναι:

- Πληρωτικά υλικά (fillers) σε εξαιρετικά λεπτόκοκκη μορφή, όπως το ανθρακικό ασβέστιο, που χρησιμοποιείται για τα τεχνητά μάρμαρα και το διοξείδιο του πυριτίου πνευματικής ταξινόμησης (silica), που χρησιμοποιείται για τους τεχνητούς γρανίτες
- Ορυκτές χρωστικές ύλες, όπως οξειδία μετάλλων σε μορφή πούδρας, όταν πρόκειται να παραχθούν προϊόντα με ειδικά χρώματα
- Προσθετικά υλικά, όπως καταλύτες και επιταχυντές ρύθμισης της σκλήρυνσης της ρητίνης, αντιβακτηριδιακά υλικά, κ.α., τα οποία μπορούν να προσδώσουν στο τελικό προϊόν ορισμένα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά.

Το μείγμα πρώτων υλών, μετά την ομογενοποίησή του οδηγείται σε ειδικά καλούπια μορφοποίησης, είτε όγκων όταν πρόκειται για παραγωγή τεχνητών μαρμάρων, είτε πλακών όταν πρόκειται για παραγωγή τεχνητών γρανιτών και χαλαζιτών. Σε μια επόμενη φάση της παραγωγικής διαδικασίας, το μείγμα των πρώτων υλών, που βρίσκεται μέσα στα ειδικά καλούπια, οδηγείται σε διάταξη συμπίεσης – δόνησης υπό κενό αέρα, όπου γίνεται απομάκρυνση του αέρα από τη μάζα του και ο μετασχηματισμός της σε συμπαγές υλικό με την εξάσκηση πίεσης και ταυτόχρονης δόνησης. Ακολουθεί η τελική φάση κατάλυσης / πολυμερισμού της ρητίνης, ώστε να επιτευχθεί η σκλήρυνση της. Στην περίπτωση των πλακών, η κατάλυση είναι επιταχυνόμενη με συστήματα θέρμανσης, ενώ στην περίπτωση των όγκων, αυτοί αποθηκεύονται για ορισμένες ημέρες σε καλυμμένο χώρο, μέχρι να πραγματοποιηθεί η σκλήρυνση.

Οι όγκοι των τεχνητών μαρμάρων που παράγονται με την παραπάνω διαδικασία μπορούν στη συνέχεια να «σχιστούν» σε πλάκες, όπως οι όγκοι των φυσικών μαρμάρων, ενώ οι πλάκες όλων των τεχνητών διακοσμητικών πετρωμάτων μπορούν να κοπούν, να μορφοποιηθούν και να κατεργαστούν, όπως οι αντίστοιχες πλάκες από φυσικούς λίθους. Από την κοπή και την κατεργασία των πλακών μεγάλων διαστάσεων (πλάκες στιλβωμένες, συνήθως, διαστάσεων 300x125-140 cm σε πάχη από 1 έως 4 cm) μπορεί να παραχθεί μια μεγάλη γκάμα τελικών προϊόντων, τυποποιημένων και ειδικών διαστάσεων, για εφαρμογές στην οικοδομή, όπως πλάκες για δαπεδοστρώσεις και επενδύσεις εσωτερικών και εξωτερικών όψεων, πλάκες για πάγκους, κ.α.

Εκτός από τα ενδιάμεσα προϊόντα, όπως είναι οι πλάκες μεγάλων διαστάσεων, οι μονάδες παραγωγής τεχνητών διακοσμητικών πετρωμάτων προσφέρουν και τελικά προϊόντα, όπως για παράδειγμα πλάκες για δαπεδοστρώσεις, γυαλισμένες ή τριμμένες, με ή χωρίς μπιζουτάρισμα, σε τυποποιημένες διαστάσεις, από 30x30, μέχρι και 60x60 cm, κ.α.

Στην αγορά σήμερα υπάρχει μια πληθώρα τεχνητών διακοσμητικών πετρωμάτων, τα περισσότερα από τα οποία προσφέρονται ως επώνυμα προϊόντα (brand names). Πρόκειται για υλικά με μονόχρωμα με εντυπωσιακούς χρωματισμούς, υλικά με διάφορα χρωματικά σχέδια και φλέβες που αποτελούν απομίμηση φυσικών πετρωμάτων, υλικά που περιέχουν στη μάζα τους διάφορες διακοσμητικές προσθήκες, όπως γυαλί κ.α.

Τα τεχνητά διακοσμητικά πετρώματα, λόγω κυρίως της ομοιοχρωμίας τους, που εξασφαλίζει ομοιογένεια σε μεγάλους χώρους, και των σταθερών μηχανικών τους χαρακτηριστικών, έχουν κερδίσει το ενδιαφέρον του αρχιτεκτονικού κόσμου, για αυτό και έχουν χρησιμοποιηθεί σε πολλά σημαντικά projects σε ολόκληρο το κόσμο. Επιπλέον, καθώς προσφέρονται σε μια πλούσια γκάμα ζωνών και εντυπωσιακών χρωμάτων – μεταξύ των οποίων και το απόλυτο λευκό – που μπορούν να καλύψουν κάθε απαίτηση διακόσμησης στη σύγχρονη οικοδομική, έχουν κατακτήσει αξιόλογο μερίδιο στην αγορά υλικών επικάλυψης επιφανειών. Ιδιαίτερα οι τεχνητοί χαλαζίτες, που έχουν μηδενική σχεδόν απορροφητικότητα και χαράζονται δύσκολα, λόγω της μεγάλης σκληρότητας τους, προτιμούνται από τη βιομηχανία επίπλων για εφαρμογές κυρίως σε πάγκους και άλλα στοιχεία διακόσμησης της κουζίνας.

2.2.1. Ιδιότητες Τεχνητών Διακοσμητικών Πετρωμάτων

Τα πλεονεκτήματα των συνθετικών πετρωμάτων είναι αρκετά. Η δυνατότητα παραγωγής όγκων και συνεπώς πλακών και πλακιδίων γίνεται σε όποιες διαστάσεις και ποσότητες κάθε φορά ζητούνται, χωρίς φύρες, αναξιοποίητα υπόλοιπα και άχρηστα αποκόμματα. Επίσης σημαντική είναι η αποφυγή απρόβλεπτων εκπλήξεων σε ότι αφορά την «υγεία» και χρωματική ομοιομορφία όγκων και πλακών, αφού αυτή επιλέγεται κατά την σύνθεση. Η ανεξάρτηση από τις παραγωγικές δυνατότητες και τις εποχιακές ή άλλες ιδιορρυθμίες του κάθε λατομείου παραγωγής των πρώτων υλών θεωρείται σημαντική από τους εμπόρους και τους καταναλωτές μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο απόκτησης των προϊόντων. Η παραγωγή έτσι κι αλλιώς είναι απόλυτα ελεγχόμενη, οδηγώντας σε μια ασφαλή μελέτη και πρόβλεψη του κόστους. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα μελλοντικής συμπλήρωσης ή για οποιοδήποτε λόγο μερικής αντικατάστασης των υλικών στο έργο, αφού η «συνταγή» της παραγωγής είναι επακριβώς καταγεγραμμένη και μπορεί να επαναληφθεί με ικανοποιητική προσέγγιση. Σημαντική όμως για τους κατασκευαστές αλλά και τους ιδιοκτήτες είναι η σχετικά φυσική όψη των παραγομένων προϊόντων και οι δυνατότητες εφαρμογής τους που είναι αντίστοιχες των φυσικών πετρωμάτων, καθώς και η δυνατότητα σύνθεσης πρωτότυπων υλικών κατά παραγγελία, σύμφωνα με τις ειδικές επιθυμίες των κατασκευαστών κάποιου έργου.

Ωστόσο προβλήματα όπως η υδατοαπορροφητικότητα, που παρέμεινε υψηλή εξαιτίας του περιεχόμενου θρυμματισμένου μαρμάρου, και η αντοχή στην τριβή χαμηλή, παρέμεναν. Η

περιεχόμενη συνθετική ρητίνη περιόρισε την δυνατότητα χρήσης των υλικών σε εξωτερικούς χώρους, αφού σε περίπτωση πολυμερισμού της υπό την επίδραση των ατμοσφαιρικών συνθηκών, είναι δυνατόν να αλλάξει το χρώμα και να αλλοιωθεί η υφή του συνθετικού πετρώματος. Για τον ίδιο λόγο τα υλικά αυτά εμφανίζουν ευαισθησία στις υψηλές θερμοκρασίες και στην άμεση επαφή με πολύ ζεστές επιφάνειες (π.χ. καυτά μαγειρικά σκεύη σε πάγκους κουζίνας). Για την επίλυση κάποιων από αυτά τα προβλήματα οι παραγωγοί προχώρησαν ένα ακόμα βήμα στην κατασκευή τεχνητών πετρωμάτων. Τα θρύμματα του μαρμάρου αντικαταστάθηκαν από κλάσματα φυσικού χαλαζιακού πετρώματος υψηλής ποιότητας και καθαρότητας (χαλαζίτη), ενώ νέες γενιές συνθετικών ρητινών άρχισαν να χρησιμοποιούνται. Κατ' αυτόν τον τρόπο η απορροφητικότητα έπεσε σε μηδενικά επίπεδα, η αντοχή σε τριβή ανέβηκε σε μέγιστα ύψη, ενώ ο περιορισμός της περιεκτικότητας του προϊόντος σε ρητίνη σε επίπεδα μικρότερα του 7-8% περιόρισε σημαντικά τους κινδύνους πολυμερισμού του συνθετικού πετρώματος.

Ειδικότερα για την Ελληνική αγορά, παρότι διατίθεται πληθώρα ωραιότατων φυσικών μαρμάρων και γρανιτών, τα συνθετικά πετρώματα έχουν σημαντικό πεδίο εφαρμογής και χρήσης. Αποτελούν την πλέον ενδεδειγμένη λύση είτε για τους πελάτες εκείνους που δεν στέκονται στην μοναδικότητα των φυσικών πετρωμάτων, και προχωρούν στην επιλογή τους με κριτήριο το δίπτυχο «μεγάλη αντοχή κατά την χρήση - πρακτικά καμιά ανάγκη συντήρησης», είτε για αυτούς που επιζητούν πετρώματα για εφαρμογές με μοντέρνα αισθητική και έντονους χρωματικούς συνδυασμούς, που είναι πολύ συνηθισμένες στην σύγχρονη αρχιτεκτονική και διακόσμηση, και μέχρι πρότινος μπορούσαν να εφαρμοστούν μόνο με ανταγωνιστικά υλικά (κεραμικά και ακρυλικά).

2.3. Εμπορική Ταξινόμηση

Με εμπορικούς όρους η πληθώρα ειδών και τύπων διακοσμητικών πετρωμάτων ταξινομείται, συνήθως, σε τρεις μεγάλες κατηγορίες, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του κάθε υλικού και τις τεχνικές εξόρυξης και κατεργασίας του:

2.3.1. Μάρμαρα

Μάρμαρο (marble), με την επιστημονική έννοια του όρου, ονομάζεται, το μεταμορφωμένο (κρυσταλλοσχιστώδες) πέτρωμα, το οποίο έχει προέλθει από ισχυρή μεταμόρφωση ασβεστολίθων και δολομιτών. Το «γνήσιο μάρμαρο», κατά την εμπορική ορολογία, είναι πέτρωμα κρυσταλλικό, το οποίο σε πολλές περιπτώσεις έχει δημιουργηθεί από την περαιτέρω μεταμόρφωση κρυσταλλικών ασβεστόλιθων, δηλαδή πετρωμάτων του πρώτου σταδίου

μεταμόρφωσης των αρχικών ιζημάτων. Τα μάρμαρα είναι, σε πολλές περιπτώσεις, μονόμετα πετρώματα, συνίστανται, δηλαδή, από ένα και μόνο κύριο ορυκτό, τον ασβεστίτη (η περιεκτικότητα ορισμένων μαρμάρων σε ασβεστίτη φτάνει το 99%), ενώ υπάρχουν και πολλά μάρμαρα στην ορυκτολογική σύσταση των οποίων υπερτερεί το ορυκτό δολομίτης (δολομιτικά μάρμαρα). Στις περιπτώσεις που τα μάρμαρα προέρχονται από τη μεταμόρφωση ασβεστολίθων πλούσιων σε αργιλικά υλικά, τότε περιέχουν στη μάζα τους μαρμαρυγία (μοσχοβίτη) και καλούνται σιπολλίνες ή σιπολλινομάρμαρα (cipollino).

Το χρώμα των μαρμάρων είναι, ως επί το πλείστον, λευκό - ημίλευκο έως γκρι σε διάφορους τόνους, με διακύμανση αποχρώσεων κατά ζώνες, ενώ σε αρκετές περιπτώσεις το χρώμα μπορεί να είναι και μαύρο, πρασινωπό, ροζ, ερυθρωπό κ.λπ. Το μαύρο χρώμα των μαρμάρων οφείλεται συνήθως στην παρουσία οργανικών ουσιών ή σιδηροξειδίων ή μαγγανιούχων οξειδίων. Η ποιότητα των μαρμάρων εξαρτάται, σε σημαντικό βαθμό, από τη σύσταση των πετρωμάτων από τα οποία προήλθαν, καθώς και από το βαθμό της μεταμόρφωσής τους.

Γνήσια κρυσταλλικά ελληνικά μάρμαρα είναι τα **λευκά μάρμαρα Πεντέλης και Διονύσου**, τα **λευκά - ημίλευκα μάρμαρα της περιοχής Δράμας - Καβάλας - Θάσου**, τα **μάρμαρα Τρανοβάτου Κοζάνης**, τα **μάρμαρα Νάξου**, τα **ροζ μάρμαρα Λαύκου Πηλίου** κ.ά.

Στην εμπορική ορολογία της αγοράς των διακοσμητικών πετρωμάτων μάρμαρο ονομάζεται κάθε πέτρωμα μικρής έως μέσης σκληρότητας, που αποτελείται από ορυκτά σκληρότητας 3 έως 4 της κλίμακας Mohs (όπως το ορυκτό ασβεστίτης), το οποίο επιδέχεται λείανση και στίλβωση και μπορεί να κοπεί σε πλάκες μικρού πάχους. Ως μάρμαρα, επομένως, στην αγορά των μαρμάρων χαρακτηρίζονται όχι μόνο τα γνήσια κρυσταλλικά μάρμαρα, αλλά και διάφορα άλλα διακοσμητικά πετρώματα, όπως είναι διάφοροι ασβεστόλιθοι, τραβερτίνες, όνυχες (ονυχομάρμαρα), αλάβαστρα, λατυποπαγή πετρώματα (breccias), καθώς και οι οφειτασβεστίτες και σερπεντινίτες (πράσινα μάρμαρα) κ.ά.

2.3.2. Γρανίτες

Γρανίτης (granite), με την επιστημονική έννοια του όρου, ονομάζεται το συμπαγές εκρηξιγενές πλουτώνιο πέτρωμα στη δομή του οποίου συμμετέχουν τα ορυκτά χαλαζίας, αλκαλιούχοι άστριοι (ορθόκλαστο) και μαρμαρυγίας (κυρίως βιοτίτης) ή κεροστίλβη ή αυγίτης. Στην ορυκτολογική σύσταση των γρανιτών μπορεί να υπάρχουν, κατά περίπτωση, σε μικρή αναλογία και τα ορυκτά μαγνησίτης, αιματίτης, απατίτης, ζirkόνιο και τουρμαλίνης. Σε ένα τυπικό γρανιτικό πέτρωμα η μέση επί τοις εκατό ορυκτολογική του σύσταση είναι: αλκαλιούχοι άστριοι (ορθόκλαστο) 45%, χαλαζίας 30%, πλαγιόκλαστα (αλβίτης) 15%, και βιοτίτης 10%, ενώ στη χημική του σύσταση το SiO₂ κυμαίνεται μεταξύ 61-82%. Το χρώμα των γνήσιων γρανιτών ποικίλει, ανάλογα με το χρώμα των επιμέρους ορυκτών τους. Το χρώμα του χαλαζία στα

γρανιτικά πετρώματα ποικίλει και είναι συνήθως υπόλευκο, υποκίανο, ερυθρωπό και ορισμένες φορές κιτρινωπό. Οι αλκαλιούχοι άστριοι παρουσιάζονται σαρκόχρωμοι, κιτρινόχρωμοι, υπόλευκοι ή ερυθρωποί, ενώ τα πλαγιόκλαστα, στις περισσότερες περιπτώσεις υπόλευκα ή κιτρινόχρωμα. Οι κρύσταλλοι της κερροστίλβης έχουν μορφή μελανοπράσινων κόκκων ή μικροσκοπικών ράβδων.

Οι γνήσιοι γρανίτες, ανάλογα με την ορυκτολογική τους σύσταση, διακρίνονται σε διάφορες ποικιλίες και τύπους, όπως βιοτιτικοί γρανίτες, κερροστίλβικοί γρανίτες, γρανοδιορίτες, δηλαδή γρανίτες με αυξημένη περιεκτικότητα σε πλαγιόκλαστα (π.χ. ανορθίτης) κ.ά. Γνήσιοι γρανίτες, πολύ γνωστοί στην αγορά των διακοσμητικών πετρωμάτων είναι οι **African Red** (Νότια Αφρική), **Balmoral Red** και **Baltic Brown** (Φινλανδία), **Blanco Cristal** (Ισπανία) κ.ά.

Στην εμπορική ορολογία της αγοράς διακοσμητικών πετρωμάτων, γρανίτης ονομάζεται κάθε φυσικό συμπαγές πέτρωμα που αποτελείται από ορυκτά με σκληρότητα από 5 έως 7 της κλίμακας Mohs, όπως είναι ο χαλαζίας και οι άστριοι, το οποίο επιδέχεται λείανση και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υλικό δόμησης ή/και διακόσμησης. Γρανίτες, επομένως, ονομάζονται στο εμπόριο όχι μόνο οι γνήσιοι γρανίτες, αλλά και πολλά άλλα υλικά, όπως διάφορα εκρηξιγενή πετρώματα, πλουτώνεια και ηφαιστειακά, τα μεταμορφωμένα πετρώματα με ορυκτολογική σύσταση παρόμοια με εκείνη των γρανιτών (π.χ. γνεύσιοι και χαλαζίτες), καθώς και ορισμένα ασβεστολιθικά υλικά με μεγάλη σκληρότητα. Λόγω της σκληρότητάς του, ο γρανίτης χρησιμοποιείται ευρέως ως διακοσμητικό υλικό. Χρησιμοποιείται, επίσης, για την κατασκευή ειδικού σκυροδέματος, στην οδοποιία και σε άλλες δομικές κατασκευές. Μετά από επεξεργασία και λείανση χρησιμοποιείται για τη διακόσμηση κτιρίων και κυρίως με την εσωτερική και εξωτερική επένδυση προσόψεων, επίσης στη διακόσμηση τζακιών, σε κουζίνες και σπανίως σε δάπεδα λόγω της ακριβής τιμής του. Επίσης, λόγω της σκληρότητας, του χρησιμοποιείται για την κατασκευή αγαλμάτων.

Το κανονικό χρώμα των γρανιτών φαίνεται μετά τη λείανση. Η ακατέργαστη επιφάνεια γρανίτη χαρακτηρίζεται από μια θαμπάδα και το χρώμα φαίνεται ανοικτότερο από το κανονικό. Συχνά, οι τεχνίτες εκμεταλλεύονται αυτή την εξάρτηση του χρώματος από το βαθμό κατεργασίας της επιφάνειας του υλικού για να δημιουργούν πάνω στην ίδια επιφάνεια, διακοσμητικά μοτίβα. Το χρώμα των γρανιτών βέβαια εξαρτάται από το είδος, την περιεκτικότητα και τη διάταξη των ορυκτολογικών τους συστατικών. Μερικοί γρανίτες έχουν σχεδόν λευκό χρώμα επειδή περιέχουν μεγάλο ποσοστό λευκών αστρίων. Εάν τα ορυκτολογικά συστατικά είναι μεγάλα και κατανέμονται ομοιόμορφα μέσα στη γρανιτική μάζα τότε το πέτρωμα παίρνει ένα τεφρό χρώμα. Επίσης, αν οι σκούροι μαρμαρυγίες δεν είναι ομοιόμορφα κατανεμημένοι, αλλά συγκεντρωμένοι κατά ομάδες, τότε το πέτρωμα εμφανίζεται πολύ ανοικτότερο παρόλο που η περιεκτικότητα σ' αυτά τα μελανοκρατικά ορυκτά είναι ίδια. Στους χονδρόκοκκους γρανίτες, οι μεγάλοι άστριοι

δίνουν ένα πολύ ανοικτό χρώμα. Οι κόκκινοι γρανίτες οφείλουν το χρώμα τους στους άστριους σε συνδυασμό με άλλα σιδηρούχα κυρίως ορυκτά. Το κίτρινο χρώμα μερικών γρανιτών οφείλεται στους κίτρινους αστρίους, αλλά μπορεί να έχει σχηματιστεί και από τη διάλυση σιδήρου. Σε άλλα πετρώματα τα μελανοκρατικά συστατικά τους που υπάρχουν σε μεγάλη αναλογία προσδίδουν σκουρόχρωμους χρωματισμούς.

2.3.3. Άλλες Φυσικές Πέτρες

Στη μεγάλη αυτή κατηγορία κατατάσσονται τα φυσικά διακοσμητικά πετρώματα τα οποία δεν μπορούν να ταξινομηθούν στις δύο προηγούμενες, είτε γιατί δεν εξορύσσονται πάντοτε σε μορφή εμπορεύσιμων όγκων μεγάλων διαστάσεων, ώστε να κοπούν στη συνέχεια σε πλάκες μικρού πάχους, είτε γιατί δεν επιδέχονται ή δεν «κρατούν» λείανση και στίλβωση. Τέτοια διακοσμητικά πετρώματα είναι διάφοροι ψαμμίτες, ασβεστόλιθοι και άλλα πετρώματα κατάλληλα για παραγωγή λιθωμάτων για λιθοδομές, χαλαζίτες, σχιστόλιθοι, πορφύρες, ηφαιστιογενή πετρώματα, γνεύσιοι που παρουσιάζουν σχιστότητα κ.ά.

Τα διακοσμητικά πετρώματα, που ταξινομούνται στην κατηγορία αυτή, εξορύσσονται συνήθως σε μορφή όγκων μικρών διαστάσεων, από τους οποίους με θραύση ή κοπή παράγονται πλάκες όταν το πέτρωμα παρουσιάζει σχιστότητα, ή λιθώματα ποικίλων σχημάτων και διαστάσεων, όπως γωνιόλιθοι, πέτρες λιθοδομών, κυβόλιθοι για λιθωστρώσεις κ.ά., Τα τελικά προϊόντα από αυτά τα πετρώματα έχουν συνήθως τραχιές τις εμφανείς τους επιφάνειες (πελεκημένες, αμμοβολισμένες κ.λπ.) και χρησιμοποιούνται τόσο στην οικοδομική, όσο και σε έργα αστικού σχεδιασμού. Στην κατηγορία αυτή κατατάσσονται επίσης και διάφορα πετρώματα τα οποία δεν έχουν πλήρως λιθοποιηθεί, δεν είναι, δηλαδή, συμπαγή.

Διευκρινίζεται ότι, σήμερα, με τα μηχανήματα που υπάρχουν για την κοπή – κατεργασία των διακοσμητικών πετρωμάτων, πολλά τελικά προϊόντα από φυσικούς λίθους και ειδικά τα προϊόντα μικρών διαστάσεων με τραχιές τις εμφανείς τους επιφάνειες (π.χ. σκαπιτσαριστές πλάκες), μπορούν να προέρχονται από διακοσμητικά πετρώματα και των τριών παραπάνω εμπορικών κατηγοριών (μάρμαρα, γρανίτες, άλλες πέτρες). Το γεγονός αυτό, σε αρκετές περιπτώσεις, μπορεί να δημιουργήσει σύγχυση σε ό,τι αφορά την εμπορική ταξινόμηση των πετρωμάτων από τα οποία προέρχονται αυτά τα προϊόντα. Για αυτό και είναι σκόπιμο κατά την εμπορική ταξινόμηση των διακοσμητικών πετρωμάτων να λαμβάνονται υπόψη, μεταξύ άλλων, και οι μέθοδοι και οι τεχνικές κοπής και κατεργασίας τους, που παρουσιάζουν αρκετές διαφοροποιήσεις ανά κατηγορία υλικού.

2.4. Ονοματολογία

Στους πίνακες συνδυασμένης ονοματολογίας των διαφόρων προϊόντων της EUROSTAT, σύμφωνα με τους οποίους γίνεται καταγραφή στατιστικών στοιχείων στο διεθνές εμπόριο, προβλέπεται για τα προϊόντα από φυσικούς λίθους η εξής ταξινόμηση:

Πίνακας 1: Ταξινόμηση διακοσμητικών πετρωμάτων κατά Eurostat

Κωδ. 25 15:	Περιλαμβάνονται μάρμαρα, τραβερτίνες, βελγικοί και άλλοι ασβεστόλιθοι και αλάβαστρο σε μορφή ακατέργαστων όγκων και ημικατεργασμένων πλακών.
Κωδ. 25 16:	Περιλαμβάνονται γρανίτες, πορφυρίτες, βασάλτες, ψαμμίτες και άλλες πέτρες για γλυπτική ή για την οικοδομή σε μορφή ακατέργαστων όγκων και ημικατεργασμένων πλακών.
Κωδ. 25 14:	Περιλαμβάνονται σχιστόλιθοι ακατέργαστοι.
Κωδ. 68 01:	Περιλαμβάνονται κυβόλιθοι για λιθόστρωτα, κράσπεδα και πλάκες για πλακοστρώσεις εκτός από αυτές που προέρχονται από σχιστόλιθους.
Κωδ. 68 02:	Περιλαμβάνονται όλα τα τελικά προϊόντα από φυσικούς λίθους τα οποία ταξινομούνται περαιτέρω με εξαψήφιο κωδικό σε προϊόντα από: <ul style="list-style-type: none"> • Μάρμαρα, Τραβερτίνες, Αλάβαστρα • Άλλες ασβεστούχες πέτρες • Γρανίτες • Άλλες πέτρες
Κωδ. 68 03:	Περιλαμβάνονται πλάκες σχιστόλιθων για στέγες, προσόψεις και άλλες εφαρμογές.

Στην αγορά των διακοσμητικών πετρωμάτων έχει καθιερωθεί να ονοματίζονται τα διάφορα υλικά με ονόματα τα οποία είτε παραπέμπουν στην περιοχή όπου εξορύσσεται το πέτρωμα, όπως **Λευκό μάρμαρο Θάσου** ή **Λευκό Διονύσου Πεντέλης**, είτε είναι ονόματα καθαρώς εμπορικά, με την έννοια του brand name (επώνυμο προϊόν), όπως **ΧΡΥΣΗ ΑΡΑΧΝΗ** ή **GOLDEN SPIDER, KYKNOS, ARISTON WHITE**, κ.ά., ώστε το κάθε υλικό να αποκτά τη δική του ταυτότητα. Η πληθώρα των υλικών, όμως, που διατίθενται στην αγορά, σε συνδυασμό με την πληθώρα εμπορικών ονομάτων, που σε πολλές περιπτώσεις αφορούν στο ίδιο υλικό ή σε διαλογές του ίδιου υλικού, δημιουργεί σύγχυση, ιδιαίτερα όταν στις προδιαγραφές δημοπράτησης σημαντικών έργων τα υλικά αναφέρονται με τα εμπορικά τους ονόματα. Η σύγχυση επιτείνεται στις περιπτώσεις που το όνομα του υλικού δεν προσδιορίζει τον τύπο του πετρώματος, που πρέπει να είναι γνωστός στον τεχνικό κόσμο του τομέα των κατασκευών όταν επιλέγει υλικά για διάφορες εφαρμογές.

Σε μια προσπάθεια να αντιμετωπιστεί το παραπάνω πρόβλημα, έτσι ώστε το όνομα του κάθε υλικού να αποδίδει πληρέστερα την ταυτότητά του, συντάχθηκε η πρότυπη ευρωπαϊκή προδιαγραφή EN 12440:2000 «Φυσικοί λίθοι. Κριτήρια ονοματοδοσίας», η οποία προβλέπει

τυπικό όνομα για τα διακοσμητικά πετρώματα, το οποίο βασίζεται σε συγκεκριμένα κριτήρια ονοματολογίας των φυσικών λίθων. Πιο συγκεκριμένα η παραπάνω προδιαγραφή προβλέπει ότι για κάθε υλικό, πέρα από το εμπορικό του όνομα, πρέπει να ορίζεται στις εμπορικές συναλλαγές και το τυπικό του όνομα, δηλαδή ένα σύνθετο όνομα, το οποίο θα πρέπει να περιλαμβάνει όρους που σχετίζονται με:

- το επιστημονικό όνομα του πετρώματος, όπως αυτό καθορίζεται από τα πετρογραφικά του χαρακτηριστικά,
- το τυπικό χρώμα του υλικού,
- τη θέση του λατομείου εξόρυξης, η οποία πρέπει να είναι όσο γίνεται πιο ακριβής,
- άλλα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, όπως είναι η παρουσία φλεβών, η υφή, η γεωλογική ηλικία του πετρώματος κ.ά.

Για παράδειγμα, για τη γνωστή στη διεθνή αγορά ιταλική πέτρα **Pietra Serena**, το παραδοσιακό όνομα της οποίας δεν προσδιορίζει τα πετρογραφικά της χαρακτηριστικά, ούτε την προέλευση της, αφού παρόμοια πέτρα εξορύσσεται σε τρεις περιοχές της Ιταλίας (Ascoli, Trasimeno και Firenzuola), θα πρέπει, σύμφωνα με την προδιαγραφή EN 12440:2000, να αναφέρεται στις εμπορικές συναλλαγές, εκτός από το παραδοσιακό όνομα και το τυπικό όνομα του υλικού, δηλαδή και η ονομασία «**Ανοικτόγκριζος ψαμμίτης Firenzuola**», εφόσον η πέτρα προέρχεται από λατομεία της περιοχής Firenzuola, στην Τοσκάνη της Ιταλίας. Ωστόσο, στην πράξη και σε διεθνές επίπεδο, η παραπάνω προδιαγραφή ελάχιστα εφαρμόζεται, μέχρι σήμερα τουλάχιστον, με αποτέλεσμα ο τεχνικός κόσμος να χρειάζεται, όταν αυτό είναι απαραίτητο, να αφιερώνει χρόνο για να προσδιορίσει με ακρίβεια την ταυτότητα διαφόρων υλικών και ιδιαίτερα των νέων υλικών που προέρχονται από διάφορες χώρες.

3. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ

Τα μάρμαρα, οι γρανίτες και τα άλλα φυσικά διακοσμητικά πετρώματα έχουν ένα ευρύτατο πεδίο εφαρμογών, όχι μόνο για το αισθητικό αποτέλεσμα που εξασφαλίζουν, αλλά και γιατί πληρούν απαιτήσεις τεχνικές, οικολογικές και οικονομικές. Η επιλογή φυσικών διακοσμητικών πετρωμάτων φαίνεται ότι εξασφαλίζει την καλύτερη σχέση ποιότητας / τιμής, καθώς από μελέτη του Ινστιτούτου Battelle της Γερμανίας, στην οποία έγινε σύγκριση 10 διαφορετικών υλικών για δαπεδοστρώσεις, προέκυψε ότι τα φυσικά διακοσμητικά πετρώματα, αν και ακριβά υλικά αποδεικνύονται οικονομικότερα και μέσα σε χρονικό διάστημα μερικών χρόνων, λόγω της αντοχής τους και λόγω του μικρότερου κόστους που απαιτείται για την προστασία και τον καθαρισμό τους (Πηγή: Λασκαρίδης, Πατρώνης – «Σήμανση CE για τα δομικά υλικά από διακοσμητικά πετρώματα», 2008)

. Κατά την επιλογή φυσικών διακοσμητικών πετρωμάτων πρέπει να αντιμετωπίζεται με προσοχή το ζήτημα της καταλληλότητας για την χρήση που προορίζονται, ώστε να αποφευχθούν προβλήματα από φθορές ή αλλοιώσεις που οφείλονται κατά κανόνα στις κλιματικές, περιβαλλοντικές και άλλες δυσμενείς συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή κατασκευής.

3.1. Προδιαγραφές


Σε γενικές γραμμές, οι παράγοντες που εξετάζονται κατά την επιλογή διακοσμητικών πετρωμάτων για ένα οικοδομικό έργο, ειδικά όταν αυτό είναι σημαντικό, είναι οι εξής:

- Η δυνατότητα εξασφάλισης των απαιτούμενων ποσοτήτων υλικού μέσα στους χρόνους που προβλέπονται στο χρονοδιάγραμμα ολοκλήρωσης του έργου.
- Η διαθεσιμότητα του υλικού μετά την ολοκλήρωση του έργου, για επεκτάσεις ή επισκευές
- Η δυνατότητα μεταποίησης του υλικού στα τελικά προϊόντα που προβλέπονται στις προδιαγραφές του έργου (διαστάσεις πλακών, είδος επιφανειακής κατεργασίας των τελικών προϊόντων, κ.ά.)
- Το κόστος προμήθειας και τοποθέτησης

Τα φυσικά, μηχανικά και λοιπά ποιοτικά χαρακτηριστικά (πετρογραφική, ορυκτολογική, χημική ανάλυση, κ.ά.) των προϊόντων από φυσικά διακοσμητικά πετρώματα πρέπει να πληρούν ορισμένες ελάχιστες απαιτήσεις.

Τα χαρακτηριστικά των φυσικών διακοσμητικών πετρωμάτων σύμφωνα με τις εναρμονισμένες προδιαγραφές της Ευρωπαϊκής Ένωσης (πρότυπα EN) για τους φυσικούς λίθους και για τα δομικά υλικά από φυσικούς λίθους, πρέπει να ελέγχονται με εργαστηριακή έρευνα και με σειρά δοκιμών σε διαπιστευμένα εργαστήρια, έτσι ώστε να πιστοποιείται η καταλληλότητα του για τις συγκεκριμένες εφαρμογές για τις οποίες προορίζεται (τέτοιοι έλεγχοι και δοκιμές γίνονταν και με βάση της προδιαγραφές DIN Γερμανίας, UNI Ιταλίας, ASTM Η.Π.Α., κ.ά.) Οι τεχνικοί περιορισμοί στο εμπόριο μπορεί να εξαιρεθούν μόνο εάν επιτευχθεί η εναρμόνιση των διαφορετικών τεχνικών διασαφηνίσεων και κανονισμών στις διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες. Συνεπώς κρίνεται απαραίτητο για τους παραγωγούς διακοσμητικών πετρωμάτων να γνωρίζουν τους γενικούς κανόνες που έθεσε η Ευρωπαϊκή Κοινότητα ως βάση γι' αυτή την εναρμόνιση. Επιπλέον, στα προϊόντα από φυσικούς λίθους που προορίζονται για τον οικοδομικό τομέα στην αγορά της Ε.Ε. υπάρχει και σήμανση CE που πιστοποιεί ότι πρόκειται για προϊόντα κατάλληλα για τις χρήσεις για τις οποίες προορίζονται.

3.1.1. Σήμανση CE



AnyCo Ltd, P.O. Box 21, B - 1050	
01	
EN 1341:2001	
Natural stone slabs for pedestrian and vehicular use	
Breaking strength:	3,6 MPa
Breaking strength: (after freeze/thaw testing)	3,2 MPa
Slipperiness:	45
Skid resistance	45
Abrasion	NPD

Εικόνα 1: Παράδειγμα σήμανσης CE

Η υποχρέωση της σήμανσης CE απορρέει από την γενική Οδηγία 89/106/EEC που ισχύει στην Ε.Ε. για όλα τα δομικά υλικά και προβλέπει ότι στην αγορά μπορούν να προωθούνται μόνο δομικά υλικά κατάλληλα για τις χρήσεις για τις οποίες προορίζονται. Τα υλικά αυτά πρέπει να ικανοποιούν τα ειδικά χαρακτηριστικά των έργων στα οποία πρόκειται να χρησιμοποιηθούν. Η οδηγία 89/106/ΕΟΚ «Προϊόντα Δομικών Έργων», επιβάλλει την υποχρέωση συμμόρφωσης των δομικών προϊόντων: με τα εθνικά πρότυπα, που αποτελούν μεταφορά των εντελλόμενων ευρωπαϊκών προτύπων, καθώς και με τις ευρωπαϊκές τεχνικές εγκρίσεις. Οι βασικές έννοιες της οδηγίας 89/106/ΕΟΚ είναι οι εξής:

- Δομικό προϊόν νοείται κάθε προϊόν το οποίο κατασκευάζεται για να ενσωματωθεί, κατά τρόπο διαρκή, σε δομικά έργα.
- Τα κράτη μέλη λαμβάνουν τα αναγκαία μέτρα ώστε να εξασφαλιστεί ότι τα προϊόντα μπορούν να διατίθενται στην αγορά εφόσον είναι κατάλληλα για τη χρήση που προορίζονται.
- Τα δομικά προϊόντα είναι κατάλληλα για τη χρήση που προορίζονται, εάν έχουν χαρακτηριστικά τέτοια ώστε το έργο στο οποίο θα ενσωματωθούν, να μπορεί να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις μηχανικής αντοχής και ευστάθειας, πυρασφάλειας, υγιεινής, ασφάλειας χρήσης, προστασίας κατά του θορύβου και εξοικονόμησης ενέργειας και συγκράτησης θερμότητας

Οι βασικές απαιτήσεις προϋποθέτουν προβλεπτές ενέργειες επί του έργου και πρέπει να πληρούνται επί μια οικονομικώς αποδεκτής διάρκεια ζωής. Επίσης οι Ευρωπαϊκές τεχνικές προδιαγραφές όπως ορίζονται στην οδηγία είναι:

- εναρμονισμένα ευρωπαϊκά πρότυπα (CEN)
- ευρωπαϊκές τεχνικές εγκρίσεις (EOTA)
- αναγνωρισμένες εθνικές προδιαγραφές

Τα προϊόντα που συμφωνούν με μια από τις ανωτέρω προδιαγραφές φέρουν τη σήμανση CE.

Στα πλαίσια της παραπάνω Οδηγίας όλα τα δομικά υλικά στην αγορά της Ε.Ε. πρέπει να φέρουν σήμανση CE και να συνοδεύονται από σχετική πιστοποίηση συμμόρφωσης, η οποία, ανάλογα με το προϊόν, εκδίδεται είτε από διαπιστευμένο όργανο πιστοποίησης, είτε από τον ίδιο τον παραγωγό και με δική του ευθύνη. Σαν Σήμανση CE στην περίπτωση της οδηγίας 89/106/ΕΟΚ, νοείται η σήμανση που δεικνύει ότι το προϊόν συμμορφώνεται με τα σχετικά εθνικά πρότυπα που μεταφέρουν τα εναρμονισμένα ευρωπαϊκά πρότυπα ή με τις ευρωπαϊκές τεχνικές εγκρίσεις, και ότι το σύστημα βεβαίωσης της συμμόρφωσης, που ορίζεται με απόφαση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, έχει ορθώς εφαρμοστεί από τον παραγωγό. Υπεύθυνος για τη βεβαίωση ότι, το προϊόν συμφωνεί με τις απαιτήσεις μιας τεχνικής προδιαγραφής είναι ο κατασκευαστής ή αντιπρόσωπός του εγκατεστημένος στην ΕΕ.

Η βεβαίωση συμμόρφωσης επιτρέπει στον κατασκευαστή ή στον αντιπρόσωπό του να τοποθετήσει τη σήμανση CE στο προϊόν. Η δήλωση συμμόρφωσης βασίζεται σε αποτελέσματα συγκεκριμένων δοκιμών και σε ελέγχους παραγωγής στο εργοστάσιο, σύμφωνα με τα ακόλουθα:

- Οι δοκιμές και οι έλεγχοι της παραγωγής στο εργοστάσιο γίνονται από τον παραγωγό του προϊόντος και η δήλωση συμμόρφωσης από ένα διαπιστευμένο όργανο πιστοποίησης
- Οι δοκιμές των προϊόντων γίνονται από διαπιστευμένο εργαστήριο και οι έλεγχοι της παραγωγής στο εργοστάσιο από τον παραγωγό.
- Οι δοκιμές των προϊόντων και οι έλεγχοι της παραγωγής στο εργοστάσιο γίνονται με ευθύνη του παραγωγού

Συγκεκριμένα για τα συστήματα συμμόρφωσης υπάρχουν 4 επίπεδα αξιολόγησης της συμμόρφωσης τα οποία διαφοροποιούνται μεταξύ τους και έγκεινται στα καθήκοντα του παραγωγού ή ενός αναγνωρισμένου οργανισμού, όπως φαίνεται παρακάτω:

Πίνακας 2: Επίπεδα αξιολόγησης βεβαίωσης συμμόρφωσης για σήμανση CE

ΚΑΘΗΚΟΝΤΑ	ΣΥΣΤΗΜΑ					
	1+	1	2+	2	3	4
ΠΑΡΑΓΩΓΟΣ						
ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗΣ			X	X	X	X
Εργοστασιακός έλεγχος παραγωγής (ΕΕΠ)	X	X	X	X	X	X
Αρχική δοκιμή προϊόντος			X	X		X
Πρόσθετος έλεγχος δειγμάτων	X	X	X			
ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΜΕΝΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ						
ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΠΡΟΙΟΝΤΟΣ	X	X				
ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΕΠ			X	X		
Αρχική δοκιμή προϊόντος	X	X			X	
1η Επιθεώρηση εργοστασίου / ΕΕΠ	X	X	X	X		
Διαρκής αξιολόγηση του ΕΕΠ	X	X	X			
Δοκιμή δειγμάτων από αγορά / εργοτάξια	X					

Τα χαρακτηριστικά των προϊόντων από φυσικούς λίθους που να ελέγχονται για να υπάρχει πιστοποίηση της ποιότητάς τους και να είναι δυνατή η σήμανση CE, καθώς και το σύστημα δήλωσης της συμμόρφωσης, αναφέρονται στις πρόσφατες πρότυπες ευρωπαϊκές προδιαγραφές EN, που έχουν υποχρεωτική ισχύ στην αγορά των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

3.1.2. Ευρωπαϊκά Πρότυπα για Προϊόντα από Φυσικούς Λίθους

Για τα πρότυπα που ισχύουν ή θα ισχύσουν για δομικά υλικά από διακοσμητικά πετρώματα εργάζονται τέσσερις Τεχνικές Επιτροπές (TC) της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Τυποποίησης (CEN):

- CEN/TC 246 “Φυσικοί Λίθοι”
- CEN/TC178 “Στοιχεία πλακόστρωσης και κράσπεδα ”
- CEN/TC128 “Προϊόντα για ασυνεχή κάλυψη επενδύσεων στεγών”
- CEN/TC 125 “Τοιχοποιία”

CEN/TC 246 - “Φυσικοί Λίθοι”

Η επιτροπή ασχολείται κυρίως με πρότυπα προϊόντων και μεθόδων δοκιμών για φυσικούς, τεχνικούς και μωσαϊκούς λίθους. Η CEN/TC246 είναι δομημένη σε 3 ομάδες εργασίας. Η πρώτη με αντικείμενο την «ορολογία και ταξινόμηση», η δεύτερη ομάδα που ασχολείται με «μεθόδους δοκιμών» και η τρίτη ομάδα με αντικείμενο «προδιαγραφές προϊόντων».

CEN/TC178 - “Στοιχεία πλακόστρωσης και κράσπεδα”

Η TC178 είναι δομημένη με 2 ομάδες εργασίας. Η ομάδα εργασίας 2 ετοίμασε 3 πρότυπα για εξωτερικές πλακοστρώσεις, τα οποία έχουν υιοθετηθεί από τον Δεκέμβριο του 2001 ως εναρμονισμένα Ευρωπαϊκά Πρότυπα και αναφέρονται στην επίσημη εφημερίδα της κοινότητας.

CEN/TC128 “Προϊόντα για ασυνεχή κάλυψη επενδύσεων στεγών”

Η ομάδα εργασίας 8 της CEN/TC128 ετοίμασε ένα πρότυπο με τίτλο «Προϊόντα λίθινα και σχιστολιθικά για ασυνεχείς επικαλύψεις στεγών και επενδύσεις», αποτελούμενο από δύο τμήματα (Μέρος 1 & 2) τα οποία έχουν υιοθετηθεί σε διαφορετικές ημερομηνίες, 2004 (αναφέρεται στην επίσημη εφημερίδα της κοινότητας) και 2000 αντίστοιχα.

CEN/TC 125 “Τοιχοποιία”

Τον Ιούνιο του 2004 η CEN/TC125 ετοίμασε την τελική μορφή του προτύπου EN 771-6 με τίτλο: «Χαρακτηριστικά στοιχείων τοιχοποιίας - Μέρος 6: Στοιχεία τοιχοποιίας φυσικών λίθων»

Τα πιο σημαντικά ευρωπαϊκά πρότυπα για προϊόντα από φυσικούς λίθους είναι τα παρακάτω:

- **EN 1467:2003** Φυσικοί λίθοι – ακατέργαστοι όγκοι – Απαιτήσεις (προαιρετικό)
- **EN 1468:2003** Φυσικοί λίθοι – ακατέργαστες πλάκες – Απαιτήσεις (προαιρετικό)
- **EN 1341:2001** Πλάκες από φυσικούς λίθους για εξωτερικές πλακοστρώσεις. Απαιτήσεις και μέθοδοι δοκιμών.
- **EN 1342:2001** Κυβόλιθοι από φυσικούς λίθους για εξωτερικές πλακοστρώσεις. Απαιτήσεις και μέθοδοι δοκιμών

- **EN 1343:2001** Κράσπεδα από φυσικούς λίθους για εξωτερικές πλακοστρώσεις. Απαιτήσεις και μέθοδοι δοκιμών.

- **EN 1469** Προϊόντα φυσικών λίθων – Πλάκες για επενδύσεις – Απαιτήσεις
- **EN 12057** Προϊόντα φυσικών λίθων – Διαστασιολογημένα πλακίδια (Modular tiles) – απαιτήσεις
- **EN 12058** Προϊόντα φυσικών λίθων – Πλάκες για δάπεδα και σκάλες – Απαιτήσεις
- **EN 12326-1:2004** Σχιστόλιθοι και λίθινα προϊόντα για ασυνεχείς επικαλύψεις στεγών και επενδύσεις. Μέρος 1: Προδιαγραφές προϊόντων
- **EN 12326:2-2004** Σχιστόλιθοι και λίθινα προϊόντα για ασυνεχείς επικαλύψεις στεγών και επενδύσεις. Μέρος 2: Μέθοδοι δοκιμών

Τα πρώτα δύο πρότυπα είναι προαιρετικά. Στα τρία επόμενα, που έχουν τεθεί σε ισχύ από τον Οκτώβριο του 2003 και προβλέπουν την υποχρέωση για σήμανση CE, προβλέπεται, εκτός από την υποχρεωτική αναφορά της πετρογραφικής ονομασίας του πετρώματος, και ο έλεγχος των εξής βασικών χαρακτηριστικών:

Πλάκες για εξωτερικές πλακοστρώσεις

- Αντοχή σε κάμψη – Flexural strength (EN 12372)
- Αντοχή σε κάμψη μετά από δοκιμή σε παγετό – Frost Resistance (EN 12371)
- Αντίσταση στην ολίσθηση – Slip resistance
- Αντίσταση σε απότριψη – Abrasion resistance
- Προαιρετικά μπορούν να ελέγχονται και άλλα χαρακτηριστικά των προϊόντων, όπως η υδατοπερατότητα σε ατμοσφαιρική πίεση (EN 13755), κ.ά.

Κυβόλιθοι για εξωτερικές πλακοστρώσεις

- Αντοχή σε θλίψη – Compression strength (EN 1926)
- Αντοχή σε θλίψη μετά από δοκιμή σε παγετό – Frost resistance (EN 12371)
- Αντίσταση στην ολίσθηση – Slip resistance
- Αντίσταση σε απότριψη – Abrasion resistance
- Προαιρετικά μπορούν να ελέγχονται και άλλα χαρακτηριστικά των προϊόντων, όπως η υδατοπερατότητα σε ατμοσφαιρική πίεση (EN 13755), κ.ά.

Κράσπεδα για εξωτερικές πλακοστρώσεις

- Αντοχή σε κάμψη – Flexural strength (EN 12372)
- Αντοχή σε κάμψη μετά από δοκιμή σε παγετό – Frost Resistance (EN 12371)
- Προαιρετικά μπορούν να ελέγχονται και άλλα χαρακτηριστικά των προϊόντων, όπως η υδατοπερατότητα σε ατμοσφαιρική πίεση (EN 13755), κ.ά.

Αντίστοιχα στις πρότυπες προδιαγραφές για πλάκες επένδυσης όψεων (EN 1469) και πλάκες για δάπεδα και σκάλες (EN 12058) προβλέπεται εκτός από την υποχρεωτική αναφορά της πετρογραφικής ονομασίας του πετρώματος (EN12407) και ο έλεγχος των παρακάτω βασικών χαρακτηριστικών, προκειμένου αυτά να μπορούν να φέρουν τη σήμανση CE:

Πλάκες για επένδυση όψεων

- Αντοχή σε κάμψη – Flexural strength (EN 12372 ή EN 13161)
- Αντοχή σε κάμψη μετά από δοκιμή σε παγετό – Frost Resistance (EN 12371), αν πρόκειται για εξωτερική επένδυση
 - Φορτίο θραύσης στην οπή αγκύρωσης – Breaking Load at dowel hole (EN 13364), αν υπάρχει μηχανική υποστήριξη
 - Φαινόμενη πυκνότητα και ανοιχτό πορώδες – Apparent density and real density (EN 1936)
 - Αντίσταση στη γήρανση με θερμικό αιφνιδιασμό – Resistance to ageing by thermal shock (EN 14066), αν απαιτείται σε εξωτερική επένδυση
 - Προαιρετικά μπορούν να ελέγχονται και άλλα χαρακτηριστικά των προϊόντων, όπως η υδατοπερατότητα σε ατμοσφαιρική πίεση (EN 13755), και δια τριχοειδών (EN 1925), κ.ά.

Πλάκες για δάπεδα και σκάλες

- Αντοχή σε κάμψη – Flexural strength (EN 12372)
- Αντοχή σε κάμψη μετά από δοκιμή σε παγετό – Frost Resistance (EN 12371), αν πρόκειται για εξωτερικό χώρο
 - Αντίσταση στην ολίσθηση – Slip resistance (EN 14231), εξαιρούνται τα «ρίχτια»
 - Αντίσταση στη γήρανση με θερμικό αιφνιδιασμό – Resistance to ageing by thermal shock (EN 14066), αν απαιτείται σε εξωτερικό χώρο
 - Προαιρετικά μπορούν να ελέγχονται και άλλα χαρακτηριστικά των προϊόντων, όπως η υδατοπερατότητα σε ατμοσφαιρική πίεση (EN 13755), δια τριχοειδών (EN 1925), η φαινόμενη πυκνότητα και το ανοιχτό πορώδες (EN 1936), η αντίσταση σε απότριψη (EN 14157) κ.ά.
 -

3.1.3. Διαδικασία για Σήμανση CE

Τα βήματα για σήμανση CE είναι τα εξής:

1. Αρχική δοκιμή τύπου: Στα εναρμονισμένα πρότυπα δίνεται η λίστα των ουσιαστικών χαρακτηριστικών που θα πρέπει να δηλώνονται με την σήμανση CE.

2. Απόφαση για τις τιμές των ουσιαστικών χαρακτηριστικών που θα δηλώνονται: Αυτή στηρίζεται στα αποτελέσματα δοκιμών που γίνονται στα τελικά προϊόντα.

3. Εφαρμογή συστήματος ελέγχου παραγωγής σε εργοστάσιο: Ο κατασκευαστής θα πρέπει να καθορίσει τις διαδικασίες ελέγχου της παραγωγής που θα στηρίζεται σε κανονικές επιθεωρήσεις και δοκιμές του ακατέργαστου υλικού, της παραγωγικής διαδικασίας και των τελικών προϊόντων.

4. Προετοιμασία της δήλωσης συμμόρφωσης

Με την ολοκλήρωση των βημάτων 1 έως 3 γίνεται η δήλωση συμμόρφωσης που περιέχει το όνομα του κατασκευαστή, την τοποθεσία παραγωγής, την περιγραφή του προϊόντος, τις τιμές των χαρακτηριστικών και τον αριθμό και τίτλο του προτύπου στο οποίο συμμορφώνεται το προϊόν.

Όταν ολοκληρωθούν αυτά, και υπάρχουν αρκετές τιμές από δοκιμές, μπορεί να πραγματοποιηθεί μία στατιστική επεξεργασία και να δηλωθεί η κατώτερη υπολογισμένη τιμή. Κατόπιν ο παραγωγός ή ένας εξουσιοδοτούμενος εκπρόσωπός θα προετοιμάσει την «Δήλωση συμμόρφωσης». Η δήλωση περιλαμβάνει το όνομα και την διεύθυνση του παραγωγού, την περιγραφή του προϊόντος, τις τιμές των χαρακτηριστικών και τα εναρμονισμένα πρότυπα, το όνομα και θέση του εξουσιοδοτημένου προσώπου για να υπογράψει την δήλωση και το όνομα και διεύθυνση του εργαστηρίου.

Ο παραγωγός ή ο εκπρόσωπός του είναι υπεύθυνος για την απόδοσή της Σήμανσης. Το σύμβολο CE για τα προϊόντα πρέπει να εμφανίζεται στη συσκευασία ή/και στα συνοδευόμενα εμπορικά έγγραφα και πρέπει να συνοδεύεται από τις ακόλουθες πληροφορίες:

- Αναφορά στο πρότυπο EN 1469
- Το όνομα ή το χαρακτηριστικό γνώρισμα του παραγωγού ή του εισαγωγέα, εάν ο δεύτερος είναι επιφορτισμένος να εγγυηθεί την συμμόρφωση του προϊόντος
 - Τα δύο τελευταία ψηφία του έτους κατά το οποίο αποδόθηκε το CE
 - Η ταξινόμηση του προϊόντος και η τελική χρήση του
 - Οι ενδείξεις για να αναγνωρίζονται τα χαρακτηριστικά του προϊόντος

Η δήλωση συμμόρφωσης επιτρέπει την επισύναψη σήμανσης, που αποτελείται από τα γράμματα CE και εμφανίζεται στη συσκευασία και/ή στα συνοδευτικά εμπορικά έγγραφα. Η σήμανση CE δεν είναι σήμανση ποιότητας αλλά αποδεικνύει ότι ο κατασκευαστής έλαβε υπόψη το νομοθετικό πλαίσιο και συμμορφώθηκε με ευρωπαϊκά πρότυπα ή ευρωπαϊκές τεχνικές εγκρίσεις. Χωρίς σήμανση CE, παραγωγοί και εισαγωγείς, μειονεκτούν απέναντι σε συμμορφούμενους ανταγωνιστές.

3.2. Φυσικομηχανικά Χαρακτηριστικά και Δοκιμές

Για τον έλεγχο και τις δοκιμές των φυσικών και μηχανικών χαρακτηριστικών των προϊόντων από φυσικούς λίθους έχει εκδοθεί μια σειρά προτύπων ευρωπαϊκών προδιαγραφών EN. Οι πρότυπες προδιαγραφές μπορούν να διακριθούν σε:

- Δοκιμές για τα φυσικά χαρακτηριστικά του πετρώματος
- Δοκιμές για τα μηχανικά χαρακτηριστικά προϊόντων από φυσικούς λίθους
- Δοκιμές για την εκτίμηση της συμπεριφοράς των προϊόντων από φυσικούς λίθους σε δυσμενείς συνθήκες.

3.2.1. Φυσικά Χαρακτηριστικά

- **Φαινόμενη και Πραγματική Πυκνότητα – Apparent Density and Real Density**

Φαινόμενη πυκνότητα είναι ο λόγος της μάζας πετρώματος προς το φαινόμενο όγκο του. Αντίστοιχα πραγματική πυκνότητα είναι ο λόγος της μάζας πετρώματος προς τον πραγματικό του όγκο. Πρόκειται για χαρακτηριστικά που είναι αναγκαία για τον υπολογισμό φορτίων στις κατασκευές. Τα χαρακτηριστικά αυτά πρέπει να προσδιορίζονται σύμφωνα με την πρότυπη ευρωπαϊκή προδιαγραφή EN 1936: 1999

- **Ανοικτό και Ολικό Πορώδες – Open and Total Porosity**

Ανοικτό πορώδες ονομάζεται ο λόγος του όγκου των κενών ή πόρων του πετρώματος προς τον φαινόμενο όγκο του. Ενώ ως ολικό πορώδες ορίζεται ο λόγος του όγκου των κενών ή πόρων του πετρώματος προς τον πραγματικό του όγκο. Η γνώση του πορώδους έχει ιδιαίτερη σημασία γιατί όσο πιο πορώδες είναι ένα υλικό, τόσο περισσότερο εμποτίζεται από το νερό, που μπορεί σε περίπτωση θερμοκρασιακών μεταβολών να προκαλέσει σειρά προβλημάτων. Το πορώδες πρέπει να προσδιορίζεται σύμφωνα με την πρότυπη ευρωπαϊκή προδιαγραφή EN 1936: 1999.

- **Υδατοαπορρόφηση σε ατμοσφαιρική πίεση – Water absorption at atmospheric pressure (% κατά βάρος)**

Υδατοαπορρόφηση σε ατμοσφαιρική πίεση ονομάζεται ο λόγος της μάζας του νερού που υπάρχει σε κορεσμένο με νερό δοκίμιο πετρώματος προς τη μάζα του ξηρού δοκιμίου. Η ιδιότητα αυτή που καθορίζει την καταλληλότητα ενός πετρώματος για χρήση σε εξωτερικούς χώρους πρέπει να προσδιορίζεται σύμφωνα με την πρότυπη ευρωπαϊκή προδιαγραφή EN 13755: 2001

- **Συντελεστής υδατοαπορρόφησης δια τριχοειδών – Water absorption coefficient by capillarity ($\text{gr}/\text{m}^2\text{s}^{0,5}$)**

Ο συντελεστής υδατοαπορρόφησης δια τριχοειδών εκφράζει την ποσότητα του νερού που απορροφάται ανά μονάδα επιφάνειας του πετρώματος και σε συνάρτηση με το χρόνο μέσω του φαινομένου των τριχοειδών. Ο συντελεστής αυτός πρέπει να προσδιορίζεται σύμφωνα με την πρότυπη ευρωπαϊκή προδιαγραφή EN 1925: 1999 όταν το ανοικτό πορώδες ενός πετρώματος που προορίζεται για εξωτερική χρήση είναι μεγαλύτερο του 1-2%

- **Συντελεστής γραμμικής θερμικής διαστολής – Thermal linear expansion coefficient**

Πρόκειται για ιδιότητα που πρέπει να είναι γνωστή όταν χρειάζεται να υπολογιστεί το πλάτος αρμών διαστολής σε κατασκευές από πέτρα εκτεθειμένες σε μεγάλες θερμοκρασιακές μεταβολές (επενδύσεις όψεων κτιρίων, εξωτερικές πλακοστρώσεις, επενδύσεις τζακιών κ.λπ.). Ο συντελεστής αυτός πρέπει να προσδιορίζεται σύμφωνα με την πρότυπη ευρωπαϊκή προδιαγραφή prEN 14581.

Πίνακας 3: Ενδεικτικές τιμές φυσικών ιδιοτήτων διαφόρων διακοσμητικών πετρωμάτων

I. Φαινόμενη ειδική πυκνότητα, kg/m^3	
Μάρμαρα (Δολομιτικά)	~ 2820
Σερπεντινίτες και οφίτασβεστίτες	~ 2780
Μάρμαρα (Ασβεστιτικά)	~ 2710
Γρανίτες	~ 2600
Τραβερτίνες - πωρόλιθοι	~ 2400
II. Πορώδες, % κ.ο.	
Άργιλοι	44 – 50, πορώδη
Ψαμμίτες	7 – 34, εξαιρετικά πορώδη
Ηφαιστειακοί τόφφοι	20 – 30, πορώδη
Τραβερτίνες	5 – 10 αρκετά πορώδη
Συμπαγείς ασβεστόλιθοι	0,4 – 2,0, ολίγο πορώδη
Γρανίτες	0,4 – 1,5, ολίγο πορώδη
Βασάλτες συμπαγείς	0,2 – 0,9, συμπαγή
Σερπεντινίτες	0,1 – 0,6, συμπαγή
III. Υδατοαπορρόφηση, % κ.β.	
Συμπαγείς ασβεστόλιθοι και μάρμαρα	0,06-0,34
Γρανίτες και συγγενή πετρώματα	0,35
Κοινοί ασβεστόλιθοι και οφίτασβεστίτες	0,4-0,45
Πορώδεις ασβεστόλιθοι και τραβερτίνες	1,15

3.2.2. Μηχανικά Χαρακτηριστικά

- **Αντοχή σε θλίψη – Compressive Strength (MPa)**

Η αντοχή σε θλίψη (μονοαξονική) είναι το φορτίο ανά μονάδα επιφάνειας που μπορεί να προκαλέσει παραμόρφωση ή θραύση υπό διαμητική τάση. Προσδιορίζεται (σε επίπεδο κάθετο ή/και παράλληλο στο επίπεδο στρώσης/ανισοτροπίας του πετρώματος) σύμφωνα με την προδιαγραφή EN 1926: 1999 για προϊόντα διακοσμητικών πετρωμάτων που προορίζονται για τοιχοποιία και για φέρονται στοιχεία, καθώς και κυβόλιθους για πλακοστρώσεις.

Πίνακας 4: Ενδεικτικές τιμές αντοχής σε θλίψη

ΕΙΔΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ	ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΘΛΙΨΗ, kg/cm ²
Γρανίτες & συγγενή πετρώματα	~2000
Οφίτασβεσίτες	~1500
Γνήσια μάρμαρα & συμπαγείς ασβεστόλιθοι	~1500-900
Καταπονημένοι ασβεστόλιθοι, διάφορα λατυποπαγή & τραβερτίνες	~900-650

- **Αντοχή σε κάμψη με κεντρική φόρτιση – Flexural Strength under concentrated load (MPa)**

Εκφράζει την αντοχή των πλακών ενός πετρώματος σε κάμψη και προσδιορίζεται (σε επίπεδο κάθετο ή/και παράλληλο στο επίπεδο της στρώσης/ανισοτροπίας του πετρώματος) σύμφωνα με την πρότυπη προδιαγραφή EN 12372: 1999 για προϊόντα διακοσμητικών πετρωμάτων που θα καταπονηθούν σε κάμψη, όπως λεπτά πλακίδια, πλάκες δαπεδοστρώσεων, επενδύσεων, κ.α..

Πίνακας 5: Ενδεικτικές τιμές αντοχής σε κάμψη

ΕΙΔΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ	ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ, kg/cm ²
Ψαμμίτες	30-100
Τραβερτίνες	40-100
Ασβεστόλιθοι	50-200
Μάρμαρα	60-200
Γρανίτες	75-200
Βασάλτες	100-250

- **Αντοχή σε κάμψη υπό σταθερή ροπή – Flexural Strength under constant moment (MPa)**

Προσδιορίζεται σύμφωνα με την πρότυπη ευρωπαϊκή προδιαγραφή EN 13161: 2001 στα προϊόντα διακοσμητικών πετρωμάτων που θα καταπονηθούν σε κάμψη.

- **Αντίσταση σε απότριψη – Abrasion resistance (mm)**

Εκφράζει την αντοχή στη φθορά της επιφάνειας που προκαλείται από την κυκλοφορία οχημάτων και ανθρώπων. Ως φθορά ορίζεται η απώλεια υλικού στην επιφάνεια των προϊόντων. Η αντίσταση σε απότριψη προσδιορίζεται με την πρότυπη ευρωπαϊκή προδιαγραφή EN 14157.

- **Ενέργεια θραύσης με κρούση –Rupture energy by Impact (Joules)**

Εκφράζει την αντοχή των πλακών ενός πετρώματος στη θραύση από πτώση αντικειμένων. Προσδιορίζεται σύμφωνα με την πρότυπη ευρωπαϊκή προδιαγραφή EN 14205:2003. Η αντοχή σε κρούση εκφράζεται και με το ύψος σε cm από το οποίο όταν πέσει μια σφαίρα συγκεκριμένης μάζας μπορεί να προκαλέσει τη θραύση της πλάκας συγκεκριμένων διαστάσεων.

- **Αντίσταση στην ολίσθηση (με την βοήθεια συσκευής δοκιμής με εκκρεμές) – Slip resistance by means of the pendulum tester**

Εκφράζει την αντίσταση στην ολίσθηση που παρουσιάζει η επιφάνεια μιας πλάκας. Πρόκειται για ιδιότητα που έχει σχέση με την ασφάλεια όσων θα περπατήσουν πάνω σε αντίστοιχη επιφάνεια και προσδιορίζεται με την πρότυπη ευρωπαϊκή προδιαγραφή EN 14231:2003.

- **Φορτίο θραύσης στην οπή αγκύρωσης – Breaking Load at dowel hole**

Εκφράζει την αντοχή στερέωσης που παρουσιάζουν οι πλάκες όταν στερεώνονται με μεταλλικά αγκύρια στα άκρα τους σε εξωτερικές επενδύσεις όψεων κτιρίων. Προσδιορίζονται σύμφωνα με την πρότυπη ευρωπαϊκή προδιαγραφή EN 13364:2001.

- **Δυναμικό φορτίο ελαστικότητας – Dynamic elastic modulus (GPa)**

Όταν ένα πέτρωμα βρεθεί υπό την επίδραση εξωτερικής τάσης, υφίσταται παραμόρφωση η οποία οδηγεί σε αλλαγή των διαστάσεων, του όγκου και του σχήματός του. Το μέτρο ελαστικότητας ή μέτρο Young είναι μια σταθερά του πετρώματος και ισούται με το λόγο της μεταβολής της τάσης προς την αντίστοιχη μεταβολή της αξονικής, ανηγμένης παραμόρφωσης. Χρησιμοποιείται για υπολογισμό της ελαστικότητας πλακών που θα τοποθετηθούν οριζόντια ή με κλίση και προσδιορίζεται σύμφωνα με την πρότυπη ευρωπαϊκή προδιαγραφή EN 14146:2004.

- **Σκληρότητα κατά Knoop – Knoop microhardness**

Εκφράζει τη σχέση μεταξύ του φορτίου που ασκεί η ακίδα του διαμαντιού τύπου Knoop και της επιφάνειας του αποτυπώματος που αφήνει σε γυαλισμένη επιφάνεια πετρώματος και επιτρέπει την εκτίμηση της συμπεριφοράς του στη φθορά, στην κατεργασιμότητα του κ.λπ. Προσδιορίζεται σύμφωνα με την πρότυπη ευρωπαϊκή προδιαγραφή EN 14157

- **Ταχύτητα Διάδοσης του Ήχου – Sound Speed Propagation**

Προσδιορίζεται σύμφωνα με την πρότυπη ευρωπαϊκή προδιαγραφή EN 14579.

3.2.3. Χαρακτηριστικά υπό Δυσμενείς Συνθήκες

- **Αντοχή σε παγετό – Frost Resistance**

Δοκιμές που εκτιμούν την ανθεκτικότητα ενός πετρώματος στην αποσάθρωση και την συμπεριφορά του σε συνθήκες παγετού γίνονται σύμφωνα με την πρότυπη ευρωπαϊκή προδιαγραφή EN 12371: 2001 σε πετρώματα που πρόκειται να τοποθετηθούν σε εξωτερικούς χώρους. Προβλέπουν σειρά κύκλων ψύξης – απόψυξης δοκιμίων του πετρώματος και διαδοχικές μετρήσεις του φαινομένου όγκου και του δυναμικού μέτρου ελαστικότητας, ώστε να καταγράφεται η μεταβολή των τιμών τους, που αποτελεί ένδειξη της συμπεριφοράς του πετρώματος σε συνθήκες παγετού. Επίσης διαδοχικές μετρήσεις μηχανικών χαρακτηριστικών του πετρώματος (αντοχή σε θλίψη, σε κάμψη) μετά σειρά κύκλων ψύξης – απόψυξης και καταγραφή της μείωσης των τιμών τους, στοιχείο για να εκτιμηθεί η συμπεριφορά των προϊόντων σε συνθήκες παγετού.

- **Αντίσταση στη γήρανση με θερμικό αιφνιδιασμό – Resistance to ageing by thermal shock**

Δοκιμή που εκτιμά την αντοχή ενός πετρώματος όταν βρεθεί σε συνθήκες αιφνίδιας μεταβολής θερμοκρασίας. Γίνεται σύμφωνα με την πρότυπη ευρωπαϊκή προδιαγραφή EN 14066: 2003 που προβλέπει σειρά κύκλων θέρμανσης – ψύξης δοκιμίων του πετρώματος και διαδοχικές μετρήσεις της μάζας του και του δυναμικού μέτρου ελαστικότητας, ώστε να καταγράφεται η μεταβολή των τιμών τους, που αποτελεί ένδειξη της συμπεριφοράς του πετρώματος σε θερμικό αιφνιδιασμό.

- **Αντίσταση σε γήρανση υπό την επίδραση SO₂ παρουσία υγρασίας – Resistance to ageing by SO₂ action in presence of humidity**

Δοκιμή για την εκτίμηση της αντοχής του πετρώματος σε συνθήκες υψηλής ρύπανσης, που πρέπει να γίνεται σύμφωνα με την πρότυπη ευρωπαϊκή προδιαγραφή EN 13919: 2002

- **Αντίσταση σε γήρανση από αλατονέφωση – Resistance to ageing by salt mist**

Δοκιμή για την εκτίμηση της αντοχής του πετρώματος σε συνθήκες με αυξημένη συγκέντρωση χλωριούχου νατρίου. Γίνεται σύμφωνα με την πρότυπη ευρωπαϊκή προδιαγραφή EN 14147: 2003.

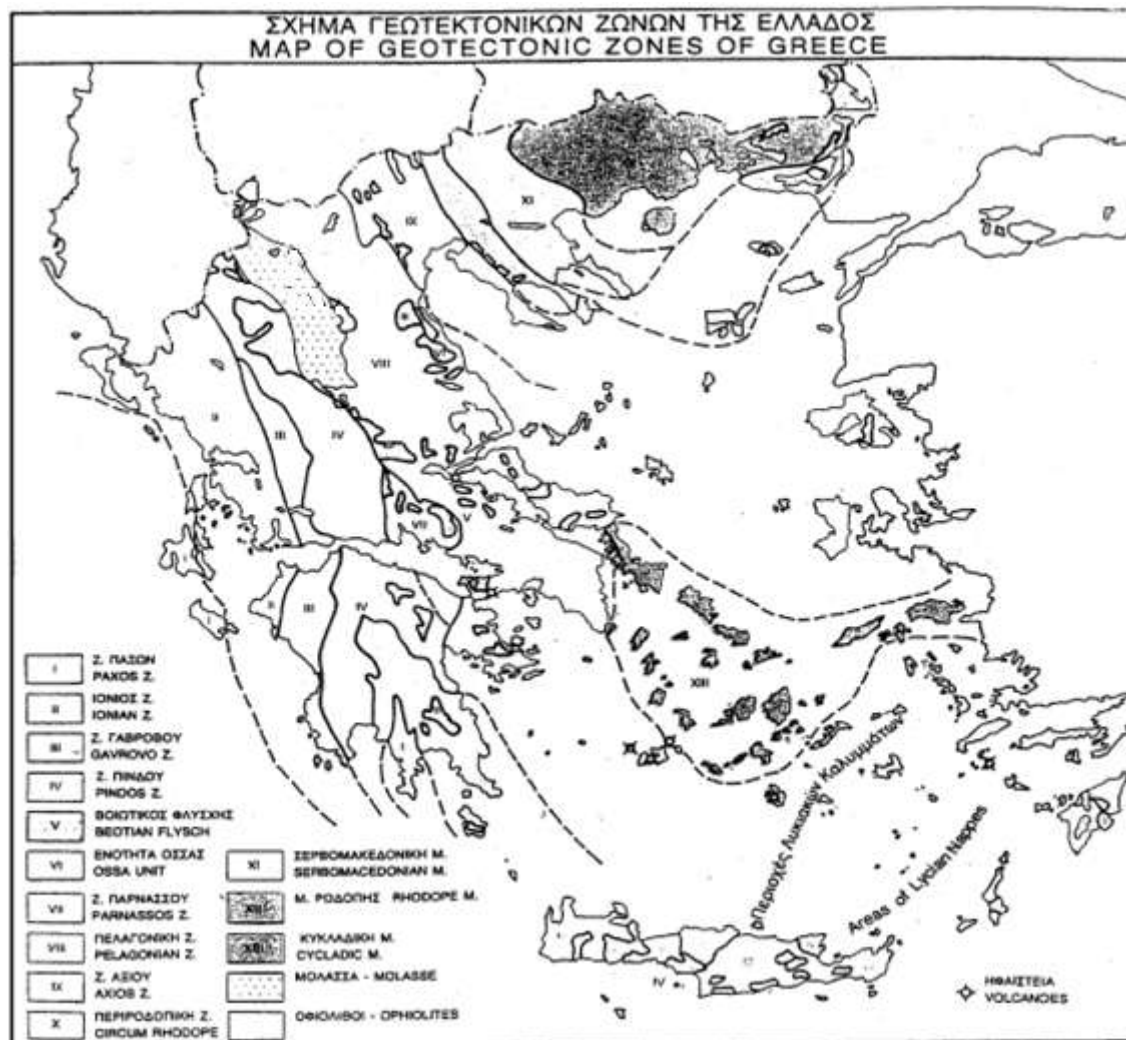
- **Αντίσταση σε κρυσταλλοποίηση αλάτων – Resistance to salt crystallization**

Δοκιμή για την εκτίμηση της αντοχής του πετρώματος σε συνθήκες που δημιουργούν κρυσταλλοποίηση αλάτων. Γίνεται σύμφωνα με την ευρωπαϊκή προδιαγραφή EN 12370: 1999.

Πίνακας 6: Βαθμός σπουδαιότητας των φυσικομηχανικών ιδιοτήτων των διακοσμητικών πετρωμάτων ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζονται

	Ακατέργαστα προϊόντα	Ημικατεργασμένα προϊόντα	Τελικά προϊόντα για τις ακόλουθες χρήσεις					
			1		2		3	4
			α	β	α	β		
Πετρογραφικός προσδιορισμός	***	***	***	***	***	***	***	***
Μέγεθος και σχήμα	***	***	***	***	***	***	***	***
Φαινόμενη ειδική πυκνότητα	***	***	***	***	***	***	***	***
Αντοχή σε θλίψη	***	**	**	*	**	**	***	*
Αντοχή σε κάμψη	***	***	***	*	**	**	***	***
Μέτρο ελαστικότητας	***	**	***	*	**	*	***	*
Αντοχή στην πρόσκρουση	***	***	**	**	***	***	***	***
Μικροσκληρότητα Κποορ	***	**	*	*	***	***	**	*
Υδατοαπορρόφηση	***	***	***	**	***	**	**	***
Συντελεστής θερμικής διαστολής	**	**	***	*	**	**	**	**
Αντοχή στον παγετό	***	**	***	*	***	*	**	***
Αντοχή στην τριβή	***	***	**	**	***	***	***	*
Αντοχή στη διάβρωση	***	***	***	*	***	*	***	***
ΥΠΟΜΝΗΜΑ								
<p>* μικρός βαθμός σπουδαιότητας, ** μέτριος βαθμός σπουδαιότητας, *** μεγάλος βαθμός σπουδαιότητας</p>			<p>1. α. επενδύσεις εξωτερικές, β. επενδύσεις εσωτερικές 2. α. δαπεδοστρώσεις εξωτερικές, β. δαπεδοστρώσεις εσωτερικές 3. σκάλες 4. στέγες</p>					

4. ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΜΑΡΜΑΡΑ



Εικόνα 2: Σχήμα Γεωτεκτονικών Ζωνών της Ελλάδας

Τα ελληνικά μάρμαρα είναι γνωστά σε όλο τον κόσμο γιατί έχουν ταυτιστεί με τα αριστουργήματα της γλυπτικής και της αρχιτεκτονικής της αρχαίας Ελλάδας, με έργα τέχνης μοναδικά και ανεπανάληπτα, που συνεχίζουν μέσα στους αιώνες να αποσπούν τον παγκόσμιο θαυμασμό. Η εικόνα που συνδέεται συνήθως με την αρχαιοελληνική μνημειακή γλυπτική είναι αγάλματα και οικοδομήματα από λευκό μάρμαρο. Στην αρχαία Ελλάδα η χρήση του μαρμάρου ήταν ευρύτατη. Το μάρμαρο και η πέτρα ήταν τα υλικά που συγκίνησαν βαθιά την ανθρώπινη ύπαρξη, που άγγιξαν τις ευαίσθητες χορδές της και την παρέσυραν στον κόσμο της αισθητικής και της συμμετρίας.

Τα μνημεία, διάσπαρτα σε κάθε γωνιά της ελληνικής γης, αλλά και τα γλυπτά που κοσμούν τα μουσεία της Ελλάδας και του εξωτερικού μαγνητίζουν τον παρατηρητή, αφού κάθε τους λεπτομέρεια κρύβει μια ξεχωριστή μεγαλοπρέπεια που μόνο το μάρμαρο μπορεί να διασφαλίσει. Η Αφροδίτη της Μήλου, ο Ερμής του Πραξιτέλη, η Νίκη της Σαμοθράκης, ο Παρθενώνας, το Ερεχθείο, τα Προπύλαια της Ακρόπολης των Αθηνών είναι μερικά μόνο αντιπροσωπευτικά δείγματα έκφρασης του αρχαίου πνεύματος πάνω στο απαράμιλλο ελληνικό μάρμαρο.

4.1. Ιστορική Αναδρομή

Από τα βάθη των αιώνων οι Έλληνες γλύπτες και αρχιτέκτονες ανακάλυψαν ότι η πέτρα και το μάρμαρο ήταν δομικά υλικά με ξεχωριστή γοητεία, που με την ομορφιά τους είχαν την δυνατότητα να μετατρέπουν τις άψυχες κατασκευές σε έργα τέχνης και επέλεξαν το μάρμαρο για να εκφράσουν πάνω τους την αίγλη του πολιτισμού της αρχαίας Ελλάδας. Όπως μάλιστα σημειώνει στους λόγους του ο Ευσέβιος: "Ο Θεός, αρχή φωτεινή, που εδρεύει στο μέσον του πυρός, του πιο ευαίσθητου, μένει για πάντα αόρατη στα μάτια εκείνων που δεν ανυψώνονται υπεράνω της υλικής ζωής. Για αυτό η θέα των διαφανών σωμάτων, όπως του κρυστάλλου, του παριανού μαρμάρου και ακόμα του ελεφαντοστού οδηγεί στην ιδέα του θεϊκού φωτός, όπως η θέα του χρυσού οδηγεί στην ιδέα της καθαρότητας."

Η εξόρυξη και η χρήση του μαρμάρου στην Ελλάδα αρχίζει από τα βάθη των αιώνων. Ήδη από τη Μέση Νεολιθική Εποχή (περίπου 5.000 π.Χ.) έχουμε μαρμάρινα γυναικεία εδώλια, ενώ αργότερα ακολουθεί και η σειρά των περίφημων κυκλαδικών εδωλίων. Στην αρχιτεκτονική της αρχαίας Ελλάδας το μάρμαρο χρησιμοποιείται πολύ αργότερα, αν και στην αρχή οι εφαρμογές του είναι περιορισμένες. Τον 6ο π.Χ. αιώνα το μάρμαρο χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τον πωρόλιθο σε πολλά μνημεία. Αντιπροσωπευτικά δείγματα τέτοιων μνημείων είναι ο ναός του Δία στην Ολυμπία, με μαρμάρινα και πώρινα αρχιτεκτονικά μέλη, καθώς και ο ναός του Απόλλωνα στους Δελφούς με Παριανό μάρμαρο στην πρόσοψη και πωρόλιθο στην υπόλοιπη κατασκευή. Στο Πεισιστράτειο Εκατόμπεδο και στην Ακρόπολη των Αθηνών οι μετόπες, τα γείσα και οι σιμές ήταν από μάρμαρο και όλα τα άλλα μέλη πώρινα. Το μάρμαρο, τότε, φαίνεται ότι χρησιμοποιούταν κυρίως για την κατασκευή των μερών των πώρινων οικοδομημάτων που ήταν εκτεθειμένα στη βροχή και η διαφορά στο χρώμα των δυο υλικών εξαλειφόταν με την τοποθέτηση επιχρισμάτων στον πωρόλιθο.

Τον 5ο και τον 4ο π.Χ. αιώνα το μάρμαρο χρησιμοποιήθηκε ευρύτερα. Τα λατομεία των Κυκλάδων έδιναν ήδη άφθονη πρώτη ύλη. Στην Πάρο εξορυσσόταν το λευκό ομοιογενές μάρμαρο, ιδιαίτερα εύκολο στη λάξευση, που ήταν γνωστό στους αρχαίους σαν Παρία ή Πάριος

Λίθος ή Λυχνίτης, γιατί η εξόρυξη του γινόταν σε υπόγειες στοές με το φως των Λυχναριών. Από το μάρμαρο αυτό κατασκευάστηκαν αριστουργήματα της γλυπτικής, όπως ο Ερμής του Πραξιτέλη, η Αφροδίτη της Μήλου κ.ά. Επίσης, στη Νάξο εξορυσσόταν λευκό μάρμαρο, κατώτερο όμως ποιοτικά εκείνου της Πάρου. Το Ναξιώτικο μάρμαρο χρησιμοποιήθηκε στο πρώτο μισό του 5ου π.Χ. αιώνα στη γλυπτική και αρχιτεκτονική, όχι μόνο στη Νάξο, αλλά και στην Ολυμπία, στην Αλίφειρα στο ναό της Αθηνάς και στην Καλυδόνια. Λατομεία λευκού μαρμάρου υπήρχαν και σε άλλα νησιά του Αιγαίου, στην Ανάφη, στην Τήνο, στη Θάσο κ.α. Ιδιαίτερα τα λευκά θασιτικά μάρμαρα ήταν καλής ποιότητας, αλλά δε δουλεύονταν εύκολα, εξάγονταν όμως στα γειτονικά νησιά, στις ακτές της Θράκης και της Μ. Ασίας. Ο κριοφόρος Κούρος που υπάρχει στο Μουσείο της Θάσου και έχει ύψος 3,5 μέτρα προέρχεται από αρχαϊκό λατομείο.

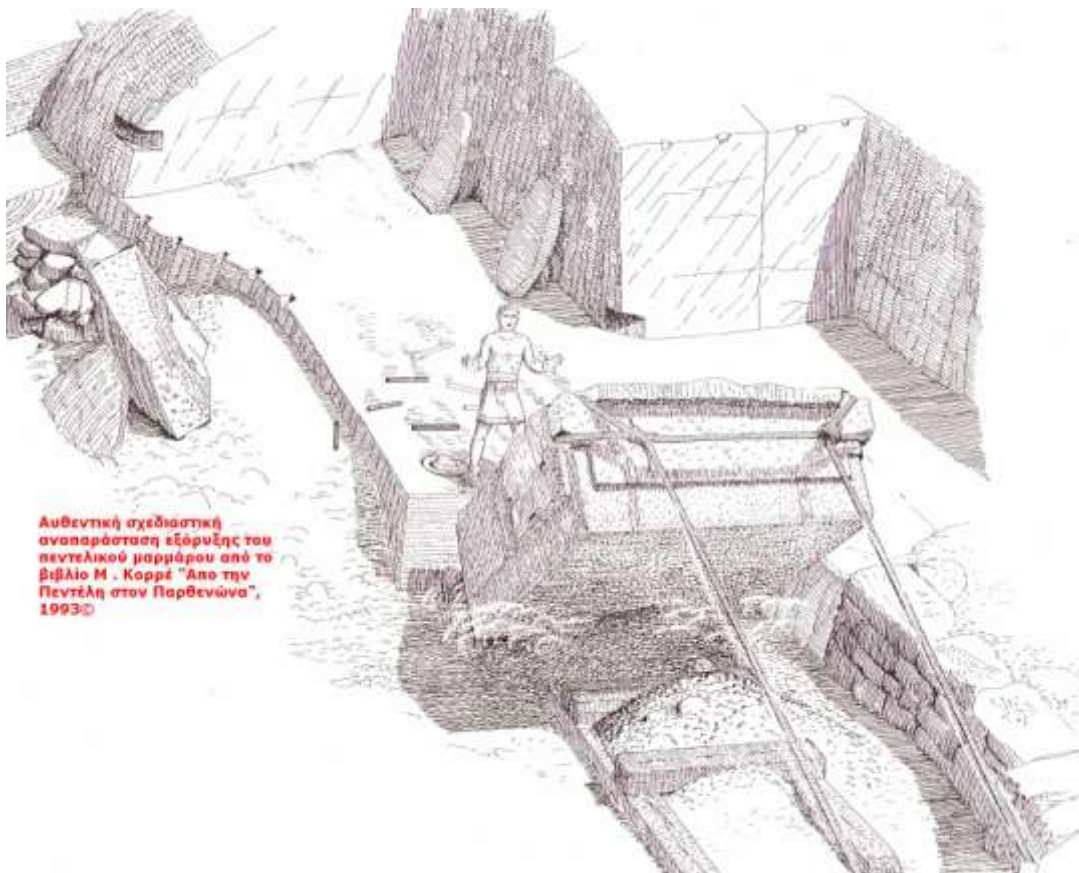
4.1.1. Η Εξόρυξη στην Αρχαιότητα

Οι φιλολογικές μαρτυρίες για τους τρόπους εξόρυξης των μαρμάρων είναι λιγιστές έως ανύπαρκτες. Αρχαίες μαρτυρίες για ίου τρόπο εξόρυξης των μαρμάρων δεν υπάρχουν, αλλά, από ευρήματα και διαπιστώσεις στα αρχαία λατομεία που διατηρήθηκαν μέχρι σήμερα, φαίνεται ότι η εξόρυξη δε διέφερε και πολύ από εκείνη που εφαρμόζαν οι λατόμοι, μέχρι πριν λίγα χρόνια, πριν δηλαδή γενικευτεί η χρήση των σύγχρονων μηχανημάτων εξόρυξης (συρματοκοπές, εξοπλισμός πεπιεσμένου αέρα, μηχανήματα φόρτωσης μεγάλης ισχύος κ.ά.).

Τα αρχαία λατομεία διακρίνονταν σε επιφανειακά και υπόγεια, όπως ήταν εκείνο της Πάρου, όπου εξορυσσόταν ο "λυχνίτης λίθος". Επίσης υπήρχαν λατομεία που τα άνοιγαν να να φτιάξουν ένα συγκεκριμένο έργο, καθώς και μεγάλα οργανωμένα λατομεία όπου εξορυσσόταν μάρμαρο για διάφορα έργα και πολλές φορές μεταφερόταν σε μεγάλες αποστάσεις. Τα μεγάλα αυτά αρχαία λατομεία, στο μεγαλύτερο ποσοστό έχουν καταστραφεί από μεταγενέστερες εκμεταλλεύσεις, αφού κατά κανόνα όπου υπήρχε λατομείο οι μεταγενέστεροι συνέχιζαν την εκμετάλλευσή του. Στα υπαίθρια λατομεία η απόσπαση των όγκων γινόταν με τη δημιουργία κατακόρυφων και οριζόντιων αυλακιών με πριόνι και άμμο. Στη συνέχεια άνοιγαν σε αυτά υποδοχές για σφήνες από σιδερό ή ξερό ξύλο, το οποίο όταν βρεχόταν διογκωνόταν και βοηθούσε στην απόσπαση του όγκου από το μητρικό πέτρωμα.

Όπως υποστηρίζει ο Γάλλος Tony Kozelj της αποστολής της Γαλλικής Αρχαιολογικής Σχολής στη Θάσο, δεν είναι σωστό αυτό που λέγεται ότι οι αρχαίοι έβγαζαν τα μάρμαρα με ξύλινες σφήνες που τις έβρεχαν για να "φουσκώσει" το ξύλο και να κοπεί έτσι το μάρμαρο. Κατά τον Tony Kozelj οι αρχαίοι χρησιμοποιούσαν τις ξύλινες σφήνες, 25 - 27 εκατ., μόνο στα λατομεία του σχιστόλιθου και ασβεστόλιθου. Έβαζαν τις ξύλινες σφήνες στο νερό να φουσκώσουν όλη τη

νύχτα και μετά τις άφηναν όλη την ημέρα στον ήλιο για να ξεραθεί το ξύλο. Έτσι το ξύλο γινόταν πολύ ξερό και μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την εξόρυξη της πέτρας, όχι όμως και του μαρμάρου. Στα λατομεία μαρμάρου χρησιμοποιούσαν πάντα μεταλλικές σφήνες.

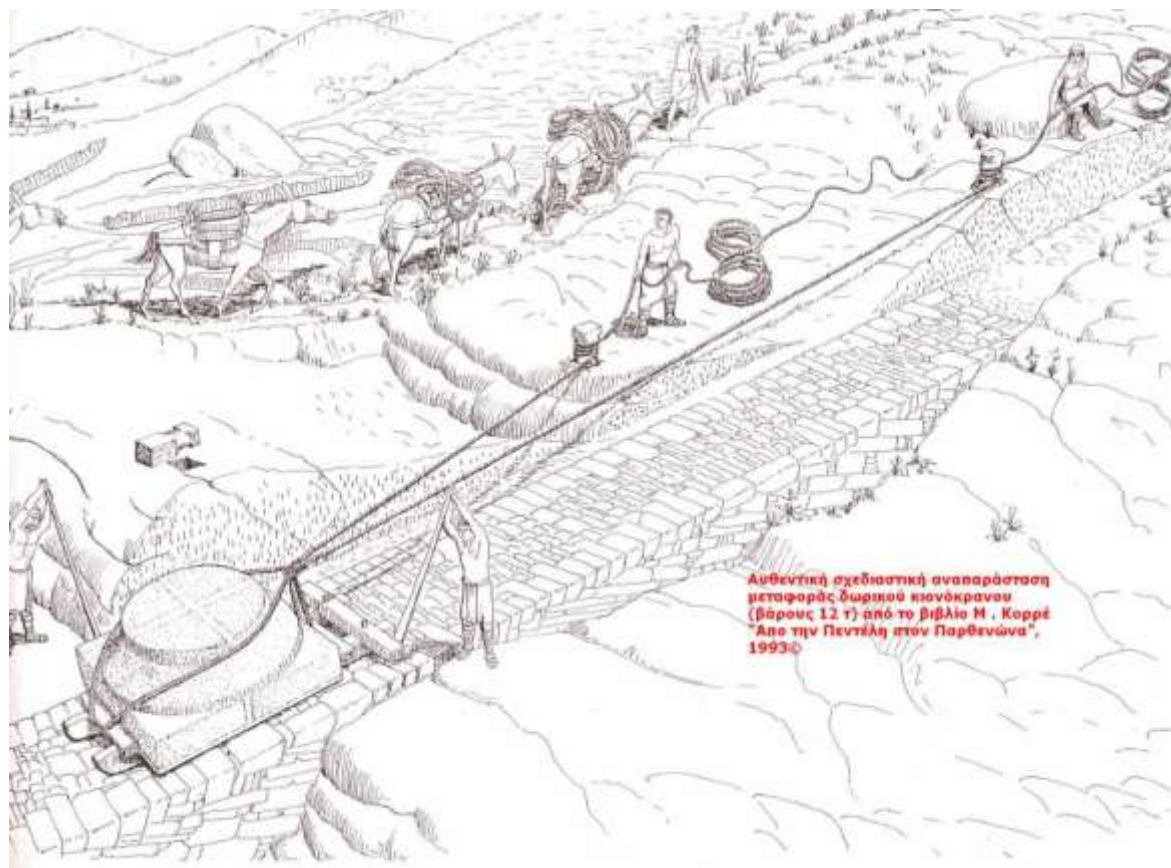


Εικόνα 3: Αναπαράσταση εξόρυξης μαρμάρου κατά την αρχαιότητα

Με την εξόρυξη του όγκου ακολουθούσε η πρώτη λάξευση ή "πελέκησης". Με τον τρόπο αυτό έφευγε το περιττό βάρος και γινόταν ευκολότερη η μεταφορά. Τα κιονόκρανα, οι κολόνες και διάφορα μισοτελειωμένα αγάλματα που βρέθηκαν σε αρχαία λατομεία μαρμάρου, ενισχύουν αυτή την πεποίθηση. Η μεταφορά των ογκόλιθων από το λατομείο στο εργαστήριο ονομάζονταν από τους αρχαίους "λιθαγωγία" ή "κομιδή" και δεν ήταν πάντα εύκολη, γιατί πολύ συχνά η απόσταση ήταν μεγάλη και το έδαφος ορεινό και ανώμαλο, ενώ άλλες φορές μεσολαβούσε η θάλασσα. Συνήθως για μικρές και οριζόντιες αποστάσεις και για όγκους όχι μεγάλους χρησιμοποιούσαν φάλαγγες ή σκυτάλες, δηλαδή ξύλινους κυλίνδρους (κατρακύλια).

Από τις πλαγιές των βουνών και γενικότερα από κεκλιμένα επίπεδα η μεταφορά γινόταν πάνω σε ξύλινες εσχάρες ή χελώνες, τις "ξύλογαϊδούρες" με τη βοήθεια μοχλών. Στις σχάρες αυτές ήταν δεμένη η μια άκρη σχοινιών τα οποία ξετυλίγονταν αργά από σταθερούς πασσάλους ή δέντρα για να συγκρατείται το βάρος από απότομη κατολίσθηση. Στην περίπτωση μεγαλύτερων

αποστάσεων με μικρή κλίση χρησιμοποιούνταν τετράτροχες άμαξες που τις έσυραν "Ζεύγη βοών ή ημιόνων".



Εικόνα 4: Αναπαράσταση μεταφοράς κιονόκρανου κατά την αρχαιότητα

Ο Ηρών ο Αλεξανδρεύς (Μηχαν. ΙΙΙ, 9, 220) μνημονεύει και έναν άλλο τρόπο μεταφοράς μαρμάρων από την κορυφή ψηλών βουνών: κατασκευάζονται δύο δρόμοι που πάνω τους κινούνται δύο τετράτροχες άμαξες, από τις οποίες η μία τοποθετείται στο ψηλότερο σημείο του δρόμου που θα κυλήσει ο όγκος και η άλλη στο χαμηλότερο σημείο του δεύτερου δρόμου. Σε σταθερό σημείο ανάμεσα στους δύο δρόμους μπαίνουν πάσσαλοι και δένονται από την άμαξα που μεταφέρει τον όγκο πάνω από τους πασσάλους σχοινιά τα οποία κατεβαίνουν προς την κατώτερη άμαξα. Την άμαξα αυτή φορτώνουν με λατύπη που προέρχεται από την επεξεργασία του μεγάλου δόμου. Η άμαξα βαραίνει και κατόπιν ζώα την τραβούν προς τα πάνω, δημιουργώντας ένα αντίβαρο που μετακινεί το μεγάλο δόμο προς τα κάτω. Η θαλάσσια μεταφορά, που κόστιζε πολύ φθηνότερα, γινόταν με "φορηγίδες λιθαγωγούς" στις οποίες στοίβαζαν τους μικρότερους όγκους, ενώ τους μεγαλύτερους - για να είναι ελαφρότεροι - τους κρεμούσαν στο νερό από ξύλινα δοκάρια που στηρίζονταν σε δυο φορηγίδες "αμφίπρυμνες".

Την ανύψωση του μαρμάρου και την τοποθέτηση του σε μεγάλο ύψος, την πετύχαιναν οι αρχαίοι με ειδικές μηχανές, τις οποίες περιγράφει ο Ηρόν ο Αλεξανδρεύς: τις μονόκωλες (με στήριγμα ενός δοκαριού), τις δίκωλες (με στήριγμα δύο δοκαριών), τις τρίκωλες (με στήριγμα τριών δοκαριών) και τις τετράκωλες (με στήριγμα τεσσάρων δοκαριών). Τα δοκάρια λειτουργούσαν με το σύστημα της τροχαλίας.

Αυθεντική σχεδιαστική αναπαράσταση
χρήσης ξύλινου γερανού για την
ανύψωση των μαρμάρινων όγκων, από
το βιβλίο Μ. Κορρέ "Απο την Πεντέλη
στον Παρθενώνα", 1993©



Εικόνα 5: Αναπαράσταση χρήσης ξύλινου γερανού για ανύψωση μαρμάρινων όγκων κατά την αρχαιότητα

4.1.2. Κέντρα Μαρμάρου κατά την Αρχαιότητα

Η αρχαίοι Έλληνες τίμησαν το μάρμαρο σε κατασκευές μνημείων, ναών και καλλιτεχνήματα που παραμένουν μέχρι σήμερα θαυμαστά. Για αυτό το λόγο υπήρχαν πολλά κέντρα μαρμάρου στον ελληνικό χώρο κατά την αρχαιότητα. Τα πιο σημαντικά ήταν τα εξής:

Η Θάσος

Η Θάσος είναι ένα από τα πιο σημαντικά κέντρα εξόρυξης μαρμάρου της. Στη Θάσο έχουν εντοπιστεί λατομεία της προϊστορικής, νεολιθικής και αρχαϊκής εποχής, τα οποία είναι της ίδιας εποχής με τα λατομεία της Νάξου. Αρχαϊκά λατομεία υπάρχουν στο Βαθύ, όπου βρίσκονται και τα λατομεία του "Ηρακλή" με επιγραφές του 6ου π.Χ. αιώνα και στον Πύργο, όπου υπάρχει ο Φάρος του Ακήρατου, καθώς και στην Αλυκή, όπου έχουν εντοπιστεί δυο αρχαϊκά κτίρια, όχι όμως και ίχνη αυτών των λατομείων, γιατί καταστράφηκαν από τους μεταγενέστερους.



Εικόνα 6: Λατομείο στην Αλυκή της Θάσου

Το μάρμαρο Θάσου χρησιμοποιήθηκε έντονα από τους Φοίνικες, οι οποίοι είχαν μετατρέψει το νησί σε μεγάλο ναυτιλιακό κέντρο. Τα αρχαία λατομεία που συναντώνται σήμερα στο νησί αποδεικνύουν ότι γινόταν συστηματική και εντατική εκμετάλλευση του μαρμάρου. Υπάρχουν ίχνη από κλασικά και ελληνιστικά λατομεία στο Βαθύ και αλλού, αλλά περισσότερα είναι τα ρωμαϊκά.

Το θάσιο μάρμαρο είχε χρώμα λευκό κιτρινωπό, με συμπαγή ιστό και λαμπυρίζοντες, μέτριου μεγέθους κρυστάλλους, θεωρούταν υλικό μέτριας ποιότητας, σε σύγκριση με τα άλλα ελληνικά μάρμαρα, χρησιμοποιήθηκε όμως ευρύτατα, τόσο από τους Έλληνες όσο και από τους Ρωμαίους. Από αυτό το μάρμαρο έχει κατασκευαστεί η Αψίδα του Γαλέριου στη Θεσσαλονίκη. Στη Θάσο λευκό χοντρόκοκκο μάρμαρο έβγαινε από την αρχαιότητα στη χερσόνησο της Αλυκής, όπου αντικρίζει κανείς μέχρι σήμερα μεγάλους όγκους μαρμάρου, κομμένους πολυεδρικά. Επίσης λευκό μάρμαρο εξορυσσόταν στο ακρωτήριο Φανάρι, όπου πάλι φαίνονται οι αρχαίες λατομήσεις, καθώς και στο ακρωτήριο Βαθύ πιο πάνω, στην ακτή του οποίου βρέθηκαν το 1990 καλυμμένα από λαξευμένα μάρμαρα, σπονδύλους κιόνων, μέλη σαρκοφάγων από πέτρες κατεργασμένες τοξοειδώς. Ίχνη λάξευσης στις πέτρες βλέπει κανείς και σήμερα στα μέρη αυτά.

Είναι γνωστό και το λατομείο του Ακήρατου, ενός Θάσιου που στο τέλος του 6ου αιώνα π.Χ. έκτισε έναν πύργο στο ακρωτήριο του Πύργου της Θάσου. Ο πύργος ήταν και το μνήμα του,

όπως μαθαίνουμε από την επιγραφή στα ερείπια του: "Είμαι το μνήμα του Ακήρατου, του γιου του Φρασηρίδη και κείτομαι στην άκρη του караβοστασιού, Σώζοντας τα πλοία που ταξιδεύουν και τους ναύτες. Αλλά χαίρετε" (Inscr. Graec. XII, 8, 683). Το θασίτικο μάρμαρο εξαγόταν στη Σαμοθράκη, στα γειτονικά νησιά, στις ακτές της Μ. Ασίας, στη νότια Ελλάδα. Στο κέντρο του Ιερού των Μεγάλων θεών στη Σαμοθράκη το Τέμενος, ένας ορθογώνιος περίβολος που κτίστηκε γύρω στο 340 π.Χ., ανάθημα ίσως του Φιλίππου, είχε πρότυπο από θασίτικο μάρμαρο.

Στους ρωμαϊκούς χρόνους τα ελληνιστικά λατομεία εκμεταλλεύτηκαν πολύ οργανωμένα. Οι Ρωμαίοι έκτιζαν στο χώρο των λατομείων και οικισμούς όπου έμεναν οι σκλάβοι που δούλευαν στα λατομεία. Αργότερα στους πρώτους μεταχριστιανικούς χρόνους στους οικισμούς αυτούς κατασκευάστηκαν και μικρές εκκλησίες από τους χριστιανούς. Στην Αλυκή βρέθηκε επιγραφή που λέει περίπου ότι "το χειρότερο για έναν ισοβίτη είναι να τον βάλουν να δουλέψει σε λατομείο ή μεταλλείο στα ελληνικά νησιά". Στη Ρώμη αργότερα το θασπικο μάρμαρο εισαγόταν σε μεγάλες ποσότητες κατά τους αυτοκρατορικούς χρόνους, από τον 1ο αιώνα π.Χ. ως τον 3ο αιώνα μ.Χ.

Ο Πλούταρχος τον 1ο αιώνα μ.Χ. στους Παράλληλους Βίους του (Κάτων, 11) γράφει ότι ο Κάτων έφτιαξε για τον αδερφό του μνημείο από θασίτικο μάρμαρο στον Αίνο της Θράκης. Ο Σενέκας, που επισκέφθηκε την έπαυλη του Σκιπίωνα του Αφρικανού στη Ρώμη, εκτιμώντας το ήθος του άντρα και τη λιτή κατοικία του, σαρκάζει (Epist.. 86, 6) τους σύγχρονους, τους νεόπλουτους τον 1ου αιώνα μ.Χ. για τη σπάταλη, χωρίς πνευματικότητα ζωή τους, που την εξόδευαν στο πώς να διακοσμήσουν με μάρμαρα τα σπίτια τους. "Μα ποιος στην εποχή μας θα μπορούσε ν' αντέξει ένα τέτοιο παλιομοδίτικο μάνιο σαν του Σκιπίωνα; Εμείς θεωρούμε τους εαυτούς μας φτωχούς και μίζερους, αν η πίσίνα μας δεν έχει επενδυθεί με θασίτικο μάρμαρο". Ο Πausανίας επίσης που περιηγείτο την Ελλάδα επισημαίνει ότι πριν φθάσει κανείς στο ναό του Ολυμπίου Διός στην Αθήνα συναντούσε δύο ανδριάντες του Αδριανού από μάρμαρο Θάσου.

Στα βυζαντινά λατομεία, υπάρχουν χαραγμένοι στα μέτωπα σταυροί, αλλά και το παγώνι που συμβόλιζε το θεό. Την εποχή της Τουρκοκρατίας, τα λατομεία δε δουλεύτηκαν εντατικά. Η κατάσταση συνεχίστηκε μέχρι το 1920 περίπου, όταν άρχισε η σύγχρονη εκμετάλλευση τους.

Η Νάξος

Το μάρμαρο της Νάξου εξορυσσόταν κατά την αρχαιότητα από τα λατομεία του Απόλλωνα, όπου διατηρούνται ακόμα πολλά ίχνη αρχαίων εργασιών. Το μάρμαρο των λατομείων του Απόλλωνα είναι λευκά με μία ελαφριά ανοικτά τεφρή απόχρωση και με σκοτεινότερη περιοχές και ραβδώσεις, ενώ συχνά εμφανίζεται διάστικτο από μεμονωμένους τεφρούς κόκκους. Είναι αδιαφανές και χονδροκοκκώδες.

Η Πάρος

Από την Πάρο εξορυσσόταν το περίφημο μάρμαρο με το όνομα "λυχνίτης" ή "λυχνίας μάρμαρος". Επειδή η αντοχή του πετρώματος είναι αρκετά μεγάλη το μάρμαρο αυτό είναι γνωστό στην Ιταλία σαν *Marmo Greco* χωρίς όμως να έχει την έννοια της μεγαλύτερης σκληρότητας σε σχέση με τα άλλα είδη μαρμάρου. Το αρχαίο λατομείο του λυχνίτη βρίσκεται σε απόσταση 5,5 χλμ. από την Παροικία της Πάρου και η εξόρυξη του γινόταν υπόγεια, με τη διάνοιξη εκτεταμένων στοών. Το στρώμα του λυχνίτη που βρισκόταν μεταξύ των στοών και των υπόγειων χώρων εξορύχτηκε σχεδόν ολοκληρωτικά κατά την αρχαιότητα. Τα ίχνη των αρχαίων εργασιών διατηρούνται ακόμα.



Εικόνα 7: Υπόγειο Λατομείο Λυχνίτη στην Πάρο

Ο λυχνίτης είναι χιονόλευκος με μια ελαφρά κυανότεφρη απόχρωση και είναι ένα μεσοκοκκώδες πέτρωμα με γρανοβλαστικό ιστό. Οι κρύσταλλοι ασβεστίτη, ανώμαλου γενικά σχήματος, είναι διαυγείς, ιδιότητα στην οποία οφείλεται η μεγάλη διαφάνεια δειγμάτων πάχους μέχρι 35 χιλιοστά. Η διαφάνεια αυτή προσδίδει ιδιαίτερη αίγλη και ζωηρότητα στα αγάλματα από λυχνίτη, κυρίως στα τμήματα που παριστούν τα γυμνά μέρη του ανθρώπινου σώματος. Ο λυχνίτης χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία των πιο ωραίων αγαλμάτων της αρχαιότητας, όπως είναι η Αφροδίτη της Μήλου και ο Ερμής του Πραξιτέλη. Χρησιμοποιήθηκε επίσης στην κατασκευή του Ναού της Ιερουσαλήμ, ενώ λέγεται ότι το δάπεδο στο παλάτι του βασιλιά της Περσίας Ξέρξης κατασκευάστηκε από μάρμαρο *smeraldino* και λυχνίτη. Παρ' όλο που κατά τους νεότερους χρόνους έγινε κατά περιόδους εξόρυξη μικρών ποσοτήτων λυχνίτη από τα υπόγεια μέτωπα, η εξόρυξη σήμερα θεωρείται ασύμφορη.

Η Αττική

Λατομεία μαρμάρου υπήρχαν και στην Αττική που άρχισαν να λειτουργούν κυρίως μετά τους Περσικούς πόλεμους. Στην περιοχή αυτή εξορυσσόταν το λευκό μάρμαρο της Πεντέλης, που θεωρούταν το καλύτερο, το υποκόανο μάρμαρο του Υμηττού που ήταν κατώτερης ποιότητας, καθώς και ένα στικτό εύθρυπτο μάρμαρο στην Αγριλέζα, κοντά στο Σούνιο, που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή του ναού του Ποσειδώνα. Εξόρυξη στο Πεντελικό όρος, σε μικρότερη όμως έκταση, γινόταν και στα ανώτατα τμήματα της κοιλάδας της Χούνης, πιθανόν δε και σε άλλες θέσεις. Το μάρμαρο του Υμηττού ήταν γνωστό σαν “υμήττιο μάρμαρο”, και χρησιμοποιήθηκε κατά τους αρχαιοελληνικούς χρόνους για την κατασκευή απλών μνημείων. Αργότερα οι Ρωμαίοι που το ονόμαζαν *marmor imettium*, συνέχισαν εντατικά την εξόρυξη και το μετέφεραν στη Ρώμη με την μορφή μεγάλων ογκόλιθων. Σήμερα ελάχιστα ίχνη των αρχαίων λατομείων διατηρούνται, γιατί εξαλείφθηκαν από τη εντατική εκμετάλλευση των νεότερων χρόνων. Το μάρμαρο του Υμηττού έχει συμπαγή μακροκρυσταλλικό ιστό. Κατά θέσεις το πέτρωμα αποτελείται από μάζα τόσο λεπτοκοκκώδη που η όλη εμφάνισή του δίδει την εντύπωση στυφρού ασβεστόλιθου.

Το πέτρωμα που εξορύχτηκε κατά τους νεότερους χρόνους χρησιμοποιήθηκε κυρίως για πλακοστρώσεις, ενώ είχε ελάχιστες εφαρμογές στις εξωτερικές επενδύσεις, μια από τις οποίες αποτελείτο κτίριο της Αγροτικής Τράπεζας Θεσσαλονίκης. Τα αρχαία λατομεία του Πεντελικού μαρμάρου βρίσκονταν κυρίως στη νοτιοδυτική πλάγια του Πεντελικού όρους, στη σημερινή κοιλάδα της Σπηλιάς. Αναφέρεται ότι εκεί υπήρχαν 25 λατομεία από όπου εξορύχθηκαν περισσότερα από 400.000 m³ όγκων. Τα περισσότερα ίχνη από τις αρχαίες εργασίες έχουν εξαλειφθεί με τη νεότερη εξόρυξη και μόνο ένα αρχαίο λατομείο διατηρείται σήμερα σχετικά καλά, στην κοιλάδα της Σπηλιάς, σε υψόμετρο 700 μ. περίπου.

Το μάρμαρο της Αγριλέζας πρόκειται για το μάρμαρο της Λαυρεωτικής. Στην κοιλάδα της Αγριλέζας, 4 περίπου χιλιόμετρα βόρεια του ακρωτηρίου του Σουνίου, υπάρχουν αρχαία λατομεία, από τα οποία εξορύχτηκε το μάρμαρο για την οικοδόμηση των ναών του Ποσειδώνα και της Αθηνάς στο Σούνιο. Το μάρμαρο της Αγριλέζας είναι λευκό, έχει όμως ανοικτή κυανότεφρη απόχρωση και φέρει συχνά τεφρές ραβδώσεις. Σε αντίθεση με τα μνημεία που κατασκευάστηκαν από το πεντελικό μάρμαρο, τα μάρμαρα των ναών του Σουνίου δε φέρουν τη χαρακτηριστική καστανόχρωμη πατίνα, παρόλο που έχουν υποστεί έντονη διάβρωση. Αυτό οφείλεται στην απουσία σιδηρούχου σκόνης από τα μάρμαρα της Αγριλέζας. Η σκόνη που παρατηρείται μακροσκοπικά είναι αργιλοπυριτικής σύστασης και σε αυτή οφείλεται το λευκό χρώμα του μαρμάρου. Οι γκρίζες αποχρώσεις οφείλονται στην ύπαρξη ανθρακούχου σκόνης και στη διαύγεια και διαφάνεια του ασβεστίτη.



Εικόνα 8: Ο Παρθενώνας. Το πιο σημαντικό αρχαίο μνημείο από Πεντελικό μάρμαρο

Με τις ονομασίες Bianco di Pendeli,, Bianco statuaire, Marmo greco fino είναι γνωστά στην παγκόσμια αγορά τα περίφημα λευκά μάρμαρα της Πεντέλης, που άρχισαν να εξορύσσονται κατά την αρχαιότητα στη νοτιοδυτική πλευρά του όρους, που σήμερα ονομάζεται Κοιλάδα της Σπηλιάς. Από τα πεντελικά μάρμαρα έχουν κατασκευαστεί ο Παρθενώνας, το Ερεχθείο, τα Προπύλαια της Ακρόπολης, το θησείο, ο ναός του Ολυμπίου Διός και πολλοί άλλοι ναοί και μνημεία των Αθηνών και άλλων αρχαίων πόλεων της Ελλάδας. Η αρχαιότερη χρήση του Πεντελικού μαρμάρου χρονολογείται στο 570 π.Χ. στη γλυπτική. Στην αρχαία Αθήνα χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα στην κατασκευή των μνημείων κατά την εποχή του Περικλή, αλλά και αργότερα στην Ελληνιστική και στη Ρωμαϊκή εποχή, ιδιαίτερα δε στα χρόνια του Ηρώδη του Αττικού, που ήταν και «κτήτωρ» των λατομείων. Η νεότερη εξόρυξη στην Πεντέλη άρχισε το 1836, επί της βασιλείας του Όθωνα και συνεχίστηκε μέχρι το 1976 σε διάφορες θέσεις της νότιας πλευράς του Πεντελικού όρους. Κατά τους νεότερους χρόνους, κατασκευάστηκαν με το Πεντελικό μάρμαρο η Βαλλιάνειος Βιβλιοθήκη, η Ακαδημία Αθηνών και πολλά άλλα σημαντικά κτίρια. Από το 1976 η εξόρυξη πεντελικού μαρμάρου συνεχίζεται μόνο στη βόρεια πλευρά της Πεντέλης, στην περιοχή του Διονύσου, την αθέατη από το λεκανοπέδιο των Αθηνών.

Τα πεντελικά μάρμαρα παρουσιάζουν σχιστότητα, ιδιότητα που διευκολύνει την εξόρυξη των ογκόλιθων και γίνεται ιδιαίτερα αντιληπτή κατά τη μηχανική επεξεργασία του πετρώματος. Έχουν λεπτό υποσακχαροειδή ιστό και μεγάλη συνεκτικότητα, φυσιολογική αντοχή στη θραύση και σπιλβώνονται εύκολα. Είναι χρώματος λευκού, μεγάλης καθαρότητας, χωρίς διάστιξη και διεσπαρμένες φλέβες. Όταν τα πεντελικά μάρμαρα εκτεθούν στους ατμοσφαιρικούς παράγοντες, δημιουργείται χρυσό επιφανειακό επίχρισμα, που κάνει ιδιαίτερα επιβλητικά τα αγάλματα που κατασκευάζονται από το μάρμαρο αυτό. Το Πεντελικό μάρμαρο χρησιμοποιείται ιδιαίτερα στη διακοσμητική και αρχιτεκτονική και είναι κατάλληλο και για εξωτερικές χρήσεις, όταν δε διαθέτει τον κατάλληλο ιστό και χρωματισμό μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στη γλυπτική.

Δύο ιδιαίτεροι τύποι των πεντελικών μαρμάρων γνωστοί από την αρχαιότητα είναι το *Pentelique Statuaire* και το *marmo greco fino* ή *marmor pentelicum*, όπως το ονόμαζαν οι Ρωμαίοι. Ο τύπος *Pentelique Statuaire* διαφέρει από το λευκό μάρμαρο ως προς την απόχρωση του λευκού. Αυτός ο τύπος του πεντελικού μαρμάρου χρησιμοποιήθηκε στην αρχιτεκτονική, ιδιαίτερα όμως στη γλυπτική. Συγκεκριμένα αναφέρεται ότι κατά την κλασική περίοδο, οι γλύπτες χρησιμοποιούσαν το πεντελικό μάρμαρο για την κατασκευή των γυμνών μερών των αγαλμάτων. Το *Pentelique Statuaire* είναι μάρμαρο εξαιρετικής ποιότητας και μοναδικό στο είδος του. Ο τύπος *greco fino* είχε τις περισσότερες εφαρμογές στην αρχιτεκτονική των Ρωμαίων και στην ελληνική γλυπτική. Είναι ένα μάρμαρο κατάλευκο και λεπτοκοκκώδες (διαφορά από το μεσοκοκκώδες μάρμαρο της Πάρου).

Η Τήνος

Σε ορισμένες περιοχές, όπως η Τήνος, που δε γνώρισε τον τούρκικο ζυγό όπως η υπόλοιπη Ελλάδα, η τέχνη του μαρμάρου, η μαρμαροτεχνία, συνεχίστηκε αδιάκοπα. Η παράδοση προσπαθώντας να ερμηνεύσει τις ρίζες της Τηνιακής μαρμαροτεχνίας λέει ότι στην Τήνο διδάχτηκαν την τέχνη της γλυπτικής από τον Φειδία. Όταν αυτός ταξίδευε εξόριστος για την Δήλο φυσούσε τόσο δυνατό μελέμι που αναγκάστηκε να σταματήσει στην Τήνο. Εκεί ο μεγάλος δημιουργός έμεινε για ένα διάστημα και δίδαξε τη γλυπτική στους κατοίκους του νησιού.

Ανεξάρτητα πάντως με τα αίτια που ώθησαν στην άνθηση της τέχνης του μαρμάρου στην Τήνο, είναι γεγονός ότι την εποχή που στην υπόλοιπη Ελλάδα η μαρμαρογλυπτική βρισκόταν σε λήθαργο, οι Τήνιοι συνέχιζαν την καλλιτεχνική γλυπτική παράδοση. Ειδικευμένοι τεχνίτες οι Τηνιακοί ταξίδευαν τακτικά σε διάφορα μέρη της ανατολής, στην Κωνσταντινούπολη, Οδησό, Σμύρνη, Άγιο Όρος, όπου εργάζονταν, μελετούσαν και αποκτούσαν γνώσεις και τελειοποιούνταν συνεχώς στην τέχνη τους. Το πνεύμα της γλυπτικής και γενικότερα της καλλιτεχνικής παράδοσης τροφοδοτούσε και διατηρούσε ακμαία τη φλέβα εκείνη από τα σπλάχνα της οποίας ξεπήδησε αργότερα η μεγάλη σειρά των Τηνίων καλλιτεχνών, γλυπτών και ζωγράφων, όπως ο Γύζης, ο Λύτρας, οι Φυτάληδες, οι Βιτάληδες, ο Χαλεπάς και τόσοι άλλοι.

Αμέσως μετά την απελευθέρωση, Τήνιοι έμπειροι γλύπτες εγκαταστάθηκαν στην Αθήνα και άνοιξαν τα πρώτα μαρμαρογλυφεία. Πρώτοι οι αδερφοί Ιάκωβος και Φραγκίσκος Μαλακατές από τα Υστέρνια της Τήνου άνοιξαν το 1835 το πρώτο συστηματικό μαρμαρογλυφείο στη διασταύρωση των οδών Σταδίου και Κοραή. Το μαρμαράδικο αυτό, θα έβγαζε τα πρώτα μαστορόπουλα που λίγο αργότερα μαζί με άλλους νεοφώτιστους της τέχνης, οι οποίοι κατέφταναν από την υπόλοιπη Ελλάδα, θα απάρτιζαν το πρώτο μαθητικό δυναμικό του νεοϊδρυθέντος «Σχολείου Τεχνών», που αργότερα θα αναδιοργανωνόταν και θα αποτελούσε το σημερινό Πολυτεχνείο.

Οι Ευρωπαίοι και οι έλληνες αρχιτέκτονες χρησιμοποιούσαν σχεδόν αποκλειστικά Τηνιακούς μαρμαράδες, καλλιτέχνες και εφαρμοστές για την κατασκευή των αξιόλογων δημόσιων και ιδιωτικών οικοδομημάτων που κοσμούν την Αθήνα. Στην κατασκευή των παλαιών ανακτόρων γενικός επιστάτης ήταν ο γλύπτης Αντώνης Λύτρας, πατέρας του μεγάλου ζωγράφου Νικηφόρου Λύτρα από τον Πύργο της Τήνου. Επίσης τηνιακοί μαρμαράδες δουλεύαν στα πολυάριθμα μέγαρα της Αθήνας, όπως το Πανεπιστήμιο, το Μουσείο, το Ζάππειο, η βουλή των ελλήνων, η ακαδημία, η Εθνική Βιβλιοθήκη, η Μητρόπολη και άλλα.

Υπόλοιπη Ελλάδα

Ο πλούτος της ελληνικής γης σε φυσικά διακοσμητικά πετρώματα και ιδιαίτερα σε εκλεκτής ποιότητας λευκά μάρμαρα είναι ασύγκριτος, Εκτός όμως από τα λευκά, στην αρχαία Ελλάδα εξορύσσονταν και πολλά χρωματιστά μάρμαρα. Εκείνοι που εκμεταλλεύτηκαν περισσότερο τα λατομεία χρωματιστών μαρμάρων ήταν οι Ρωμαίοι και αργότερα οι Χριστιανοί. Ο πρασινωπός «κροκεάτης λίθος» ή «πράσινο Λακωνικό μάρμαρο» που εξορυσσόταν στην περιοχή του αρχαίου δήμου Κορκεών, το κοκκινωπό μάρμαρο του Ταινάρου, ο «πράσινος Θεσσαλικός ή ατράγιος λίθος» (πράσινο Λαρίσης), το μάρμαρο Καρύστου – Στύρων ή «Καρύστια λίθος», το μαύρο μάρμαρο της Χίου, το πολύχρωμο Σκυριανό και ο πράσινος οφείτης της Τήνου ήταν από τα γνωστότερα μάρμαρα στην αρχαιότητα. Τα μάρμαρα αυτά, αλλά και πολλά άλλα, μεταφέρονταν σε μεγάλες αποστάσεις από την αρχαία Ρώμη μέχρι τα παράλια της Μικράς Ασίας, για την κατασκευή και διακόσμηση πολλών και αξιόλογων μνημείων. Η εξόρυξη και η χρήση του μαρμάρου συνεχίστηκε αδιάκοπα στην Ελλάδα με ελάχιστα μόνο διαλλείματα κατά τους Βυζαντινούς χρόνους και τους χρόνους της τουρκοκρατίας.

4.2. Εκμετάλλευση, Επεξεργασία και Προϊόντα Μαρμάρου

4.2.1. Περιγραφή Εκμετάλλευσης

Η μέθοδος εκμετάλλευσης προβλέπει το σύνολο των ενεργειών που χρειάζονται για την ασφαλή, οικονομική και αποδοτική απόληψη του μαρμάρου. Η μέθοδος εξόρυξης που εφαρμόζεται είναι συνήθως η διαμόρφωση ορθών βαθμίδων ανοιχτής εκσκαφής και η φορά της εξόρυξης είναι από πάνω προς τα κάτω. Η εξόρυξη μέχρι την δεκαετία του 1970 γινόταν με διάνοιξη οπών σε ευθεία γραμμή και τοποθέτηση μεταλλικών σφηνών εντός αυτών των οπών. Με χτύπημα των σφηνών με σφυριά, το μάρμαρο αποκολλούνταν από το μητρικό πέτρωμα. Με τον ίδιο τρόπο «γώνιαζαν» το αποκοπέν κομμάτι. Επίσης χρησιμοποιούσαν κυρίως πυρίτιδα ή δυναμίτιδα. Σε οριζόντιες παράλληλες οπές (τα «ντούκια») τοποθετούσαν το εκρηκτικό, το οποίο πυροδοτούσαν οδηγώντας στην αποκόλληση της πέτρας. Συνήθως όμως η μη επαρκής εξειδίκευση κατέστρεφε το μάρμαρο. Από την δεκαετία του 1980, πρώτα στην Ιταλία άρχισαν να χρησιμοποιούνται τα αλυσοπρίονα (συρματοκοπές) με κεφαλές από βιομηχανικά διαμάντια, (αδαμαντοφόρα) ή σκληρά μέταλλα, κοινώς ονομαζόμενα «βίδια» (κράμα από καρβίδια του βολφραμίου και κοβαλτίου). Έγινε έτσι δυνατόν να εξορύσσεται και να τεμαχίζεται το μάρμαρο σε ορθογώνιους όγκους χωρίς καταπόνηση και να επιτευχτεί εύκολα η ζητούμενη κλίση των «νερών» ώστε να διευκολύνεται κατά πολύ η κατεργασία του τελικού προϊόντος.

Η εξόρυξη των ογκομαρμάρων πραγματοποιείται κατά βάση με χρήση συστήματος συρματοκοπής και η μετακίνηση των εξορυχθέντων όγκων, καθώς και των στείρων υλικών, με φορτωτές και χωματοργικά αυτοκίνητα. Τα στείρα υλικά μεταφέρονται και αποτίθενται είτε εντός του χώρου εκμετάλλευσης είτε σε όμορη περιοχή. Η εκμετάλλευση των κοιτασμάτων στα λατομεία προϋποθέτει την εκτέλεση μιας σειράς έργων που ποικίλουν κατά περίπτωση, όπως:

- έργα έρευνας του κοιτάσματος με γεωτρήσεις και εκσκαφές για την απόληψη δειγμάτων που είναι απαραίτητα για την εκτίμηση της εκμεταλλευσιμότητάς του και των αποθεμάτων.
- έργα προσπέλασης του κοιτάσματος δηλαδή διανοίξεις δρόμων για την κίνηση των μηχανημάτων και την απομάκρυνση των εξορυσσόμενων υλικών,
- έργα για αποκάλυψη του κοιτάσματος δηλαδή για την απομάκρυνση του υπερκείμενου μη εκμεταλλεύσιμου, για διάφορους λόγους πετρώματος (π.χ. επιφανειακή διάβρωση).
- έργα προπαρασκευής και ανάπτυξης, δηλαδή εκσκαφές για τη δημιουργία μετώπων εξόρυξης και πλατειών μπροστά από τα μέτωπα για την κίνηση των μηχανημάτων φόρτωσης και μεταφοράς των εξορυσσόμενων υλικών.
- έργα υποστήριξης της εκμετάλλευσης όπως κτίσματα και εγκαταστάσεις για την εξυπηρέτηση του προσωπικού και του εξοπλισμού.

Μετά την προχώρηση των παραπάνω έργων σε ένα λατομείο, ακολουθεί η εκμετάλλευση του κοιτάσματος, η οποία εξελίσσεται από τα ψηλότερα προς τα χαμηλότερα σημεία με την διαρκή επανάληψη μιας σειράς συγκεκριμένων εργασιών. Οι εργασίες αυτές είναι:

- Η εξόρυξη του πετρώματος στα πρηνή της εκσκαφής, με ή χωρίς τη χρήση εκρηκτικών υλών ανάλογα με το είδος του ορυκτού. Τα πρηνή της εκσκαφής με την προχώρηση της εκμετάλλευσης διαμορφώνονται σε βαθμίδες συγκεκριμένου ύψους (8-15 μέτρα).
- Η μετακίνηση του υλικού στο δάπεδο της βαθμίδος μπροστά από το μέτωπο
- Η φόρτωση και απομάκρυνση του εξορυγμένου υλικού από το δάπεδο της βαθμίδας σε άλλη θέση του λατομικού χώρου για περαιτέρω επεξεργασία.
- Η φόρτωση και απομάκρυνση του μη εκμεταλλεύσιμου υλικού (στείρα) από το δάπεδο της βαθμίδας στους χώρους απόθεσης των στείρων.

Σε κάθε μια από τις παραπάνω εργασίες χρησιμοποιούνται ειδικά μηχανήματα (διατρητικά, εξορυκτικά, χωματοουργικά κ.ά.) και εργαλεία, ανάλογα με το είδος του λατομικού ορυκτού και την τελική του χρήση, το είδος του λατομείου (στα λατομεία μαρμάρου η χρήση εκρηκτικών είναι εξαιρετικά περιορισμένη, για αυτό και χρησιμοποιούνται ειδικά μηχανήματα) και, βέβαια, το μέγεθος και το βαθμό εκμηχάνισης του λατομείου. Γενικά, σε όλα τα λατομεία οι λατομικές εργασίες σχεδιάζονται και εκτελούνται με τέτοιο τρόπο, ώστε να περιορίζεται η υποβάθμιση του περιβάλλοντος και να είναι δυνατή, σε επόμενη φάση, η κατά το δυνατόν αποκατάστασή του.

Στα λατομεία η κύρια δραστηριότητα είναι η απόληψη εμπορεύσιμων όγκων μεγάλων διαστάσεων, κανονικού κατά προτίμηση σχήματος (π.χ. ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο) και απαλλαγμένων από εσωτερικά ελαττώματα, όπως ρωγμές, οπές κ.ά. Άλλωστε η αξία των μεγάλων, ορθογωνισμένων και υγιών όγκων είναι μεγαλύτερη από την αξία όγκων του ίδιου υλικού μικρών διαστάσεων, αδιαμόρφωτων με τυχόν εσωτερικά ελαττώματα. Οι διαστάσεις των εμπορεύσιμων όγκων που εξορύσσονται στα λατομεία μαρμάρου ποικίλουν ανάλογα με το κοίτασμα. Οι μέγιστες διαστάσεις των εμπορεύσιμων όγκων περιορίζονται κυρίως από την δυναμικότητα των μέσων μεταφοράς, από τις διατάξεις που ισχύουν για τα φορτία των φορτηγών αυτοκινήτων σε δημόσιους δρόμους, και από την δυναμικότητα των μηχανημάτων κοπής στα εργοστάσια. Η απαίτηση για όγκους «υγιείς» και μεγάλων διαστάσεων επιβάλλει στα λατομεία μαρμάρου την επιλογή τεχνικών εξόρυξης και μηχανολογικού εξοπλισμού που ελαχιστοποιούν τον κίνδυνο ρηγματώσεων στο πέτρωμα και σπασιμάτων στο εξορυσσόμενο υλικό.

Μετά τα έργα έρευνας, προσπέλασης και αποκάλυψης του κοιτάσματος, όπου αυτή απαιτείται (π.χ. απομάκρυνση επιφανειακού διαβρωμένου πετρώματος ή υπερκείμενου μη εκμεταλλεύσιμου γεωλογικού σχηματισμού), ακολουθεί η προπαρασκευή της εκμετάλλευσης, δηλαδή η δημιουργία ενός ή περισσότερων μετώπων εξόρυξης με την απαιτούμενη «πλατεία». Τα μέτωπα εξόρυξης στις σύγχρονες εκμεταλλεύσεις πρέπει να δημιουργούνται στις ανώτερες υψομετρικά

θέσεις του λατομικού χώρου έτσι ώστε να διαμορφώνονται τρεις τουλάχιστον ελεύθερες επιφάνειες στο προς εξόρυξη πέτρωμα (μια οριζόντια και δύο κατακόρυφες) για να διευκολύνεται κατά την πορεία της εκμετάλλευσης η αποκοπή «πάγκων» μεγάλων διαστάσεων από το μητρικό πέτρωμα. Στη συνέχεια, με την προχώρηση των μετώπων εξόρυξης αυξάνονται σταδιακά οι διαστάσεις της «πλατείας» του λατομείου και είναι έτσι δυνατή, σε μία επόμενη φάση της εκμετάλλευσης, η δημιουργία νέων μετώπων σε χαμηλότερο επίπεδο (κατά 8-10 μέτρα), δηλαδή μιας νέας υποκείμενης βαθμίδας. Με τον τρόπο αυτό η εκμετάλλευση του κοιτάσματος μπορεί να επεκτείνεται διαρκώς εκ των άνω προς τα κάτω μέχρι η ανώτερη βαθμίδα να φτάσει στα όρια του λατομικού χώρου που περιορίζουν την περαιτέρω επέκταση της εκσκαφής.

Η εξόρυξη γίνεται, κυρίως, με αποκοπή «πάγκων» μεγάλων διαστάσεων από το μητρικό πέτρωμα, οι οποίοι τεμαχίζονται σε όγκους εμπορεύσιμων διαστάσεων. Υπάρχουν περιπτώσεις λατομείων όπου τα χαρακτηριστικά του κοιτάσματος επιτρέπουν την απευθείας αποκοπή τέτοιων όγκων από το μητρικό πέτρωμα. Γενικά, οι διαστάσεις των αποκοπόμενων «πάγκων» εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά του κοιτάσματος, από την ανάπτυξη του λατομείου, από το διατιθέμενο εξοπλισμό και από το επιθυμητό ύψος παραγωγής. Κατά την παραπάνω διαδικασία δεν χρησιμοποιούνται διαρρηκτικές εκρηκτικές ύλες, αλλά μόνο ασθενείς ωστικές εκρηκτικές ύλες (μαύρη πυρίτιδα και ακαριαία θρυαλλίδα) και αυτές σε περιορισμένη έκταση. Αντίθετα, επιδιώκεται κατά την εξόρυξη να αξιοποιούνται οι φυσικές ασυνέχειες του πετρώματος, καθώς και τα επίπεδα κατά τα οποία το πέτρωμα «σχίζεται» ευκολότερα, έτσι ώστε η αποκόλληση ή η αποκοπή των «πάγκων» από το μητρικό πέτρωμα να γίνεται με μηχανικά κυρίως μέσα.

Πρέπει να αναφερθεί ότι στα κοιτάσματα διακοσμητικών πετρωμάτων υπάρχουν, ως αποτέλεσμα καταπονήσεων σε διάφορες φάσεις της δημιουργίας τους (μεταμόρφωση, τεκτονισμός κλπ) διάφορα συστήματα φυσικών ασυνεχειών με διαφορετικούς προσανατολισμούς το καθένα (διεύθυνση, κλίση), που εκτείνονται σε βάθος, αλλά και σε έκταση. Μπορούν όμως να διακριθούν σε κάθε περίπτωση τρία συστήματα ασυνεχειών, κάθετα ή σχεδόν κάθετα μεταξύ τους, που, ανάλογα με την πυκνότητα τους, καθορίζουν την εκμεταλλευσιμότητα του κοιτάσματος. Τα επίπεδα του πετρώματος, τα παράλληλα στα παραπάνω τρία κύρια συστήματα ασυνεχειών, τα οποία οι τεχνίτες στο λατομείο τα προσδιορίζουν με χαρακτηριστικές ονομασίες που μπορεί να διαφοροποιούνται από περιοχή σε περιοχή, παρουσιάζουν συνήθως διαφορετική αντίσταση στο «σχίσσιμο» με κρούση, γεγονός που αξιοποιείται κατάλληλα κατά το σχεδιασμό της διάνοιξης και ανάπτυξης των μετώπων εξόρυξης. Τα επίπεδα αυτά είναι:

- Εκείνο που παρουσιάζει τη μικρότερη αντίσταση σε «σχίσσιμο» με κρούση, δηλαδή το επίπεδο, κατά το οποίο το πέτρωμα «σχίζεται» ευκολότερα με κρούση (στη γλώσσα των λατόμων: «νερά» ή «στρώση», ιταλικά: il verso, αγγλικά: grain)

- Το κάθετο στο προηγούμενο (ή σχεδόν κάθετο), κατά το οποίο το πέτρωμα παρουσιάζει τη μεγαλύτερη αντίσταση στο «σχίσσιμο» με κρούση (σηη γλώσσα των λατόμων: «κεφάλι», ιταλικά: il contro. αγγλικά: hard way). Κατά το επίπεδο αυτό δεν χρησιμοποιούνται ωστικές εκρηκτικές ύλες για απόσπαση «πάγκων» από το μητρικό πέτρωμα, γιατί αυτό θρυμματίζεται.

- Το κάθετο στα δύο προηγούμενα, κατά το οποίο το πέτρωμα παρουσιάζει μεγαλύτερη αντίσταση στο «σχίσσιμο» με κρούση από το πρώτο, αλλά μικρότερη από το δεύτερο (σηη γλώσσα των λατόμων: «κόντρα» ή «μουρέλο», ιταλικά: il secondo. αγγλικό: easy way).

Η παρουσία των επιπέδων ασυνεχειών, αν αξιοποιηθεί στο σχεδιασμό της εκμετάλλευσης και στην επιλογή της θέσης των μετώπων εξόρυξης, μπορεί να διευκολύνει την αποκοπή «πάγκων» από το μητρικό πέτρωμα. Άλλωστε ο σχεδιασμός ανάπτυξης των λατομείων προσαρμόζεται στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των κοιτασμάτων, στους τύπους των πετρωμάτων και στην μορφολογία του εδάφους. Για αυτό το κάθε λατομείο αποτελεί μια ξεχωριστή περίπτωση εκμετάλλευσης, με τις δικές του ιδιαιτερότητες, που εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά του κοιτάσματος και από το σχεδιασμό της εκμετάλλευσης, που έχει ως στόχο την επίτευξη της μέγιστης δυνατής αποληψιμότητας σε εμπορεύσιμους όγκους. Παρά τις διαφοροποιήσεις, όμως, οι εργασίες για απόληψη εμπορεύσιμων όγκων, σε όλα τα λατομεία μαρμάρου, είναι παρεμφερείς και μπορούν να διακριθούν στις παρακάτω επιμέρους φάσεις που διαδέχονται η μια την άλλη:

Πίνακας 7: Φάσεις εργασίας σε λατομεία μαρμάρου και απαιτούμενος εξοπλισμός

Φάση εργασίας	Απαιτούμενα Μηχανήματα – Εξοπλισμός
1. Αποκάλυψη – προπαρασκευή εκμεταλλεύσιμου κοιτάσματος	Αερογέφυρες ή/και διατρητικά μηχανήματα, χωματοουργικά μηχανήματα (εκσκαφείς, μπουλντόζες, φορτωτές), μηχανές συρματοκοπής
2. Αποκοπή «πάγκων» από το μητρικό πέτρωμα	Αερογέφυρες ή/και διατρητικά μηχανήματα, μηχανές συρματοκοπής, αλυσοπρίονα ή παρεμφερή ειδικά μηχανήματα
3. Ανατροπή των «πάγκων» στην πλατεία του λατομείου	Υδραυλικοί γρύλλοι, διογκούμενοι σάκοι, βαρούλκα, χωματοουργικά μηχανήματα
4. Τεμαχισμός των «πάγκων» στην πλατεία του λατομείου	Αερογέφυρες ή/και διατρητικά μηχανήματα, μηχανές συρματοκοπής, αλυσοπρίονα ή παρεμφερή ειδικά μηχανήματα
5. Ορθογωνισμός των πάγκων	Αερογέφυρες ή/και διατρητικά μηχανήματα, μηχανές συρματοκοπής, εγκαταστάσεις ορθογωνισμού όγκων με μονόσυρμα ή μονόλαμα
6. Φόρτωση εμπορεύσιμων όγκων στα οχήματα μεταφοράς	Βαρούλκα, φορτωτές ελαστικοφόροι ή/και ερπυστριοφόροι, εκσκαφείς ανεστραμμένου κάδου
7. Φόρτωση – αποκομιδή – απόθεση των στείρων υλικών (λατύπη) σε χώρους απόθεσης	Φορτωτές ελαστικοφόροι ή/και ερπυστριοφόροι, εκσκαφείς ανεστραμμένου κάδου, εργοταξιακά ανατρεπόμενα αυτοκίνητα

Σε αρκετά σημεία η κλίση των οδών καθίσταται απαγορευτική για την κυκλοφορία των χωματουργικών οχημάτων. Αυτό, σε συνδυασμό με την κακή ποιότητα του υλικού οδοστρώσας, προκαλεί φθορές στον εξοπλισμό. Αξιοσημείωτο είναι ότι η αγορά του εξοπλισμού καθορίζεται, κυρίως, από τις οικονομικές δυνατότητες της επιχείρησης και λιγότερο από τις πραγματικές ανάγκες. Τα κυριότερα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται είναι αεροσυμπιεστές, αλυσοπρίονα εξόρυξης, βαρούλκα, γρύλοι εξόρυξης, συρματοκόπτες με σύρμα διαμαντέ, κλασσικές συρματοκοπές, φορεία αεροσφυρών και κάθε άλλος διατηρητικός εξοπλισμός, καθώς και τσάπες, φορτωτές και φορητά. Για την μεταφορά προς το εργοστάσιο επεξεργασίας οι όγκοι τοποθετούνται σε όχημα δεμένοι με ασφάλεια σε ιμάντες. Η μεταφορά επίσης μπορεί να γίνει με πλοίο, με τον όγκο τοποθετημένο σε container μέχρι το σχεδιασμένο λιμάνι και από εκεί να τοποθετηθεί σε κατάλληλο όχημα. Τέλος όμως, δεν λείπουν οι περιπτώσεις κατά τις οποίες το λατομείο γίνεται ο ίδιος ο χώρος κατεργασίας, αξιοποιώντας μικρούς όγκους, δημιουργώντας τα τελικά προϊόντα απευθείας στον χώρο εξαγωγής.



Εικόνα 9: Αναπτυγμένα μέτωπα εξόρυξης σε λατομείο μαρμάρου

Η αισθητική αλλοίωση του τοπίου, που έχει προκληθεί από τις εκτενείς αποθέσεις των στείρων, καθίσταται πρωταρχικής σημασίας περιβαλλοντικό πρόβλημα, αλλά το κόστος μετακίνησης των στείρων θεωρείται υψηλό. Ο κατακερματισμός του κοιτάσματος εξαιτίας των τεκτονικών καταπονήσεων που έχει υποστεί το γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής αποτελεί, αναμφισβήτητα, μία σημαντική παράμετρο του προβλήματος. Τα τελευταία χρόνια, που οι απαιτήσεις για το περιβάλλον είναι πιο έντονες, κατέστη σημαντική η ανάγκη ελαχιστοποίησης της αλλοίωσης του τοπίου κατά την εξόρυξη. Έτσι υπόγειες εκμεταλλεύσεις μαρμάρων έγιναν πάλι η αναγκαία λύση για πολλά λατομεία. Τα εποχούμενα αλυσοπρίονα έδωσαν λύση και ώθηση στην εκμετάλλευση μαρμάρων που αλλιώς θα ήταν δύσκολη είτε για περιβαλλοντικούς λόγους, αλλά και λόγω κόστους, σε περίπτωση που το κοίτασμα θα ήταν σε μεγάλη βάθη.

4.2.2. Επεξεργασία και Προϊόντα μαρμάρου

Τα προϊόντα των λατομείων (ογκομάρμαρα και ξοφάρια) οδηγούνται στα εργοστάσια κοπής και κατεργασίας και σχίζονται σε πλάκες. Αυτές μπορεί να είναι τελικά προϊόντα για ικανοποίηση αναγκών μαρμαρογλυφείων και εργολαβικών εργασιών, αλλά μπορούν να είναι και ενδιάμεσα. Μπορούν να κοπούν σε κομμάτια συγκεκριμένων διαστάσεων (τυποποίηση ή απλή παραγγελία) και να υποστούν κατεργασία λείανσεως, μπιζουταρίσματος, σπασίματος ακμής κ.λπ., ανάλογα με τη χρήση για την οποία γίνονται, σε ειδικά μηχανήματα με τις απαραίτητες ανυψωτικές μηχανές (γερανογέφυρες – ανυψωτικά – περονοφόρα). Ως κοπή χαρακτηρίζεται η κατεργασία τεμαχισμού των διακοσμητικών πετρωμάτων σε τεμάχια μικρότερων διαστάσεων, κατά διαδοχικά βήματα και με τα κατάλληλα, κατά περίπτωση, μηχανήματα και εργαλεία, μέχρις ότου παραχθούν ενδιάμεσα ή τελικά προϊόντα των επιθυμητών σχημάτων και διαστάσεων.

Η δευτερογενής παραγωγή περιλαμβάνει δύο φάσεις, οι οποίες δεν είναι πάντα ευδιάκριτες, την κοπή και την επεξεργασία. Τα εργαλεία κοπής μαρμάρων είναι λάμες και δίσκοι, που φέρουν πλακίδια από συνθετικά διαμάντια και μεταλλικούς συνδέσμους. Η επεξεργασία είναι το τελευταίο στάδιο μετασχηματισμού των ογκομαρμάρων σε τελικά προϊόντα. Περιλαμβάνει τον τεμαχισμό σε πλάκες, την λείανση, την στίλβωση και το μπιζουτάρισμα.

Η κοπή των διακοσμητικών πετρωμάτων, ξεκινώντας από τον τεμαχισμό των προϊόντων των λατομείων γίνεται με ειδικά μηχανήματα και αδαμαντοφόρα εργαλεία, για τη ψύξη των οποίων απαιτούνται πάντοτε επαρκείς ποσότητες καθαρού νερού. Πρόκειται για μια από τις πιο σημαντικές κατεργασίες του κύκλου παραγωγής προϊόντων μαρμάρου, λόγω του ότι η ακρίβεια και οι ανοχές στις διαστάσεις των τελικών προϊόντων, καθώς και το κόστος παραγωγής τους, εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα της κοπής και το κόστος. Επιπλέον, η ποιότητα της κοπής (οι κομμένες επιφάνειες πρέπει να είναι επίπεδες, χωρίς ανωμαλίες που δημιουργούνται από το κοπτικά εργαλεία, οι ακμές χωρίς σπασίματα) επηρεάζει την ποιότητα και το κόστος των κατεργασιών που ακολουθούν.

4.2.2.1. Προϊόντα Μαρμάρου

Πιο αναλυτικά, στα εργοστάσια κοπής - κατεργασίας μαρμάρου, οι όγκοι που προέρχονται από τα λατομεία κόβονται σε διαδοχικά στάδια για να παραχθεί μια μεγάλη γκάμα ενδιάμεσων, ημιτελών και τελικών προϊόντων. Οι όγκοι μεγάλων διαστάσεων «σχίζονται», συνήθως, στα τελάρα κοπής όγκων σε πλάκες μεγάλων διαστάσεων, πάχους 1,5 έως 4 cm, οι οποίες αποτελούν ενδιάμεσα εμπορεύσιμα ημικατεργασμένα προϊόντα. Στα τελάρα μπορούν να κοπούν και πλάκες μεγαλύτερου πάχους, μέχρι 8 cm και πλέον για την παραγωγή στη συνέχεια ειδικών προϊόντων: π.χ. μασίφ στοιχεία δόμησης - διακόσμησης, ταφικά μνημεία κ.ά. Με τη σειρά τους, οι μεγάλες πλάκες, μήκους 2,50-3.00 m και πλάτους 1.30- 1.70 m., ανάλογα με το πάχος τους, κόβονται σε διάφορα μηχανήματα για να παραχθούν ποικίλα προϊόντα μαρμάρου, όπως:

- πλάκες κανονικού σχήματος και διαστάσεων για δαπεδοστρώσεις, επενδύσεις τοίχων κ.ά.
- πλάκες ειδικών διαστάσεων για δάπεδα, επενδύσεις, σκάλες, ποδιές παραθύρων, μπαλκονοποδιές, επιστρώσεις στηθαίων και άλλες εφαρμογές,
- πάγκοι για κουζίνες και λουτρά κ.ά.
- ταφικά μνημεία κ.λπ.

Οι ορθογωνισμένοι όγκοι, επίσης, αλλά και οι μεγάλοι όγκοι ακανόνιστου σχήματος μπορούν να κοπούν σε μηχανήματα κοπής που φέρουν κατακόρυφους και οριζόντιο δίσκο για να τεμαχιστούν σε λωρίδες (καδρέτα) σταθερού πλάτους (συνήθως από 15 έως 60 cm), μεγάλου μήκους (μέχρι και το μήκος του όγκου που κόβεται) και πάχους από 1 έως 3 cm και πλέον, οι οποίες σε αρκετές περιπτώσεις αποτελούν και εμπορεύσιμα ημικατεργασμένα προϊόντα (καδρέτα σε «τρεχάμετρο»). Οι λωρίδες αυτές στη συνέχεια, ανάλογα με το πάχος τους, μπορούν να κοπούν σε ειδικά μηχανήματα για να παραχθούν διάφορα προϊόντα όπως πλακίδια μικρού πάχους και τυποποιημένων διαστάσεων (30x30, 40x40, 60x60cm) για δάπεδα και επενδύσεις κατακόρυφων επιφανειών, ή πλάκες για δαπεδοστρώσεις και επενδύσεις τοίχων τυποποιημένων διαστάσεων, ίσια σκαλοπάτια κ.ά.

Οι ακανόνιστου σχήματος όγκοι, αλλά και οι μικροί ορθογωνισμένοι όγκοι μπορούν να κοπούν και σε μηχανήματα κοπής με δίσκο μεγάλης διαμέτρου ($\Phi > 2,50\text{m}$), για να τεμαχιστούν σε ενδιάμεσα προϊόντα παραλληλεπίπεδου σχήματος και ποικίλων διαστάσεων («μπαστούνια» ή «κουτούκια» ή «ογκάκια» όπως χαρακτηρίζονται), ανάλογα με τις διαστάσεις των τελικών προϊόντων που πρόκειται να παραχθούν από αυτά. Τέτοια «ογκάκια» μπορούν να κοπούν σε λωρίδες σε άλλα μηχανήματα και στη συνέχεια οι λωρίδες να κοπούν σε πλάκες κανονικού σχήματος και τυποποιημένων διαστάσεων. Μπορούν επίσης τα «ογκάκια» να κοπούν στις κατάλληλες διαστάσεις για να παραχθούν μασίφ προϊόντα, όπως νεροχύτες, διάφορα αρχιτεκτονικά στοιχεία δόμησης/διακόσμησης, πλαίσιο τζακιών, καλλιτεχνήματα διάφορα, μέχρι

κράσπεδα πεζοδρομίων, ταφικά μνημεία και πολλά άλλα. Ακόμη, οι όγκοι ή οι πλάκες μεγάλου πάχους, που αποκόπτονται από τους όγκους, είτε σε τελάρα, είτε σε μηχανήματα κοπής με μεγάλο δίσκο, είτε σε μονόλαμα ή μονόσυρμα, μπορούν να κοπούν και να μορφοποιηθούν σε ειδικά μηχανήματα τελευταίας τεχνολογίας με ψηφιακό έλεγχο (κέντρα κατεργασίας CNC, τόννοι, «καλλιτεχνοσύρματα» κ.α.), για να παραχθούν μασίφ προϊόντα ειδικών παραγγελιών, στα οποία περιλαμβάνονται μέχρι κίονες, κιονόκρανα, γλυπτά και αγάλματα.

Από την παραπάνω γενική περιγραφή, γίνεται φανερό ότι με την κοπή των διακοσμητικών πετρωμάτων μπορεί να παραχθεί μια τεράστια γκάμα ενδιάμεσων ημικατεργασμένων και τελικών προϊόντων. Η γκάμα αυτή είναι δύσκολο να κατηγοριοποιηθεί, αφού ένα σημαντικό μέρος της αποτελείται από προϊόντα ειδικών διαστάσεων και προδιαγραφών τα οποία ανταποκρίνονται σε απαιτήσεις παραγγελιών για συγκεκριμένες, αρχιτεκτονικές, διακοσμητικές και άλλες εφαρμογές. Επίσης, γίνεται αντιληπτό ότι η ποικιλία των μηχανημάτων κοπής μαρμάρων είναι εξαιρετικά μεγάλη και περιλαμβάνει μηχανές πολλών τύπων με τεχνικά χαρακτηριστικά που ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις των επιμέρους σταδίων κοπής.

Σημειώνεται, ακόμη, ότι σε όλες τις φάσεις κοπής των μαρμάρων επιδιώκεται να ελαχιστοποιηθεί η «φύρα», δηλαδή το ποσοστό του υλικού που δεν μπορεί να αξιοποιηθεί για την παραγωγή τελικών προϊόντων. Παρόλα αυτά, η «φύρα», για πολλούς λόγους (φυσικά ελαττώματα της πρώτης ύλης, ανομοιοχρωμίες υλικού, αφού πρόκειται για φυσικό υλικό, ειδικές διαστάσεις κ.ά.) είναι μεγάλη, με αποτέλεσμα στις μονάδες κοπής/κατεργασίας μαρμάρου να συσσωρεύονται ως απορρίμματα σημαντικές ποσότητες «ρεταλιών», άλλοτε αξιοποιήσιμων και άλλοτε όχι.

Τα κυριότερα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται σε αυτή τη φάση της παραγωγής είναι: αδαμαντοφόρα εργαλεία (δίσκοι διαμαντέ, λάμες, δισκάκια διαμαντέ στρογγυλής κοπής και στίλβωσης, τρυπάνια, λειαντικά κ.λπ.), ελάσματα λαμών και δίσκων, αντλίες μουργκάνας, ηλεκτροεργαλεία χειρός, μηχανήματα και εργαλεία καλλιτεχνίας, κοφτάκια οικοδομής, μηχανές κρυσταλλοποίησης, λειαντικές μηχανές μαρμάρων και μωσαϊκών, ειδικά υλικά λείανσης και στίλβωσης, μηχανήματα κοπής και κατεργασίας μαρμάρου (κόφτες, μηχανήματα τυποποίησης, τελάρα διαμαντέ, μηχανήματα κάθετης και οριζόντιας κοπής, σχίστηκες μηχανές, ταχυσχιστήρια μαρμάρων διαμαντέ, τόννοι, παντογράφοι, φρέζες, μουρελομηχανές, υπερδιαμορφωτές, ρομπότ διακίνησης μαρμάρου κ.λπ.), εξοπλισμός καθαρισμού μουργκάνας, ειδικού πάγκου αναρρόφησης σκόνης, στοκαριστικές μηχανές, τόννοι – παντογράφοι, βοηθητικός εξοπλισμός και ανταλλακτικά (ιμάντες κίνησης τελάρων, μετάδοσης ισχύος, μηχανήματα καθαρισμού υψηλής πίεσης κρύου και ζεστού νερού, υλικά προστασίας – στεγανοποίησης μαρμάρων, αντλίες, φίλτρα, βαλβίδες, κομπρεσέρ, μπεκ νερού, έμβολα, μηχανήματα μορφοποίησης κ.λπ.) αγκύρια, ειδικές κόλλες. Τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για εμπόριο ενδιάμεσων ή τελικών προϊόντων

μαρμάρου είναι τα εξής: αναβατόριο (γερανάκια ηλεκτροκίνητα, βεντούζες, αναβatóρια, διάφοροι εξοπλισμοί ανύψωσης κ.λπ.), γερανοί, γέφυρες – βαρούλκα (γερανογέφυρες, πυλώνες, συστήματα διακίνησης, ανυψωτικά μηχανήματα κ.λπ.), περονοφόρα ανυψωτικά κ.λπ. Τέλος, πολλές φορές μετά την παραγωγή των προϊόντων χρησιμοποιούνται διάφορα εργαλεία και μηχανήματα ανάλογα με το τελείωμα της επιφάνειας (σκαπιτσαριστή, αμμοβολισμένα, πεπαλαιωμένη κλπ.), ανάλογα το τελείωμα της ακμής (μισοτσίμπουκα, ποταμός, κλπ.) ή ακόμα και υδροκοπές ελεγχόμενες από υπολογιστές (CNC) για παραγωγή πιο δύσκολων σχημάτων και μορφών.

4.2.2.2. Επεξεργασία Προϊόντων Μαρμάρου

Φινίρισμα Επιφανειών

Τα προϊόντα μαρμάρου και γρανίτη παράγονται, συνήθως, με γυαλισμένες ή/και στιλβωμένες τις επιφάνειες τους. Το τελευταία χρόνια, όμως, καταγράφεται αυξημένο ενδιαφέρον για προϊόντα μαρμάρου με αδρές, τραχιές (ρουστίκ) επιφάνειες, όχι μόνο γιo πρακτικούς, αλλά και για αισθητικούς λόγους. Αυτό γιατί οι τραχιές επιφάνειες, εκτός του ότι είναι αντιολισθητικές, και επομένως ιδανικές για εφαρμογές μαρμάρων και γρανιτών σε δάπεδα και σκάλες, προσφέρουν τη δυνατότητα να συνδυαστούν αρμονικά διακοσμητικά πετρώματα με διαφορετικές επιφανειακές κατεργασίες, κάθε μια από τις οποίες προσδίδει στα υλικά ξεχωριστή υφή και απόχρωση.

Το αυξημένο ενδιαφέρον για προϊόντα μαρμάρου και πέτρας με τροχιές επιφάνειες, ώθησε τις επιχειρήσεις του τομέα της τεχνολογίας να αναπτύξουν συστήματα, μηχανήματα και εργαλεία για διάφορες επιφανειακές κατεργασίες (μηχανικές, θερμικές, χημικές), που όχι μόνο υποκαθιστούν με επιτυχία τους παραδοσιακούς μαστόρους της πέτρας, αλλά προσφέρουν και πρόσθετες εναλλακτικές προτάσεις στον κόσμο της αρχιτεκτονικής και διακόσμησης. Πιο συγκεκριμένα, έχουν αναπτυχθεί διάφορα συστήματα επιφανειακής κατεργασίας των διακοσμητικών πετρωμάτων, με τα οποία δημιουργούνται οι παρακάτω μορφές επιφάνειας:

- «Κτυπητές» επιφάνειες
- «Αμμοβολισμένες» επιφάνειες
- «Καμένες» επιφάνειες
- «Αντικέ» επιφάνειες
- «Υδροβολισμένες» επιφάνειες

Πολύ συνοπτικά αναφέρονται στη συνέχεια, για κάθε ένα από το παραπάνω είδη φινιρίσματος των τελικών προϊόντων μαρμάρου και πέτρας, καθώς και τα βασικά του χαρακτηριστικά

«Κτυπητές» επιφάνειες: Προέρχεται από μηχανική κατεργασία της επιφάνειας που μπορεί να γίνει σε όλους σχεδόν τους τύπους των διακοσμητικών πετρωμάτων. Κατά την κατεργασία ένα ή περισσότερα σφυριά με κεφαλές που φέρουν πυραμιδοειδής ακμές από σκληρό μέταλλο, κινούνται κατά μήκος της γέφυρας της μηχανής και κτυπούν την επιφάνεια της πέτρας. Με την κατεργασία αυτή η επιφάνεια της πέτρας αποκτά ένα χαρακτηριστικό «σκάλισμα» και μια τραχιά και ανάγλυφη εμφάνιση. Η «κτυπητή» επιφάνεια παρουσιάζει ένα υπόβαθρο διάστικτο από ανοιχτόχρωμα σημάδια, η πυκνότητα των οποίων εξαρτάται από την απόσταση που έχουν μεταξύ τους οι ακμές του εργαλείου που χρησιμοποιείται για την κατεργασία. Στην αγορά υπάρχει μια πληθώρα εργαλείων για «χτύπημα», καθένα από τα οποία δημιουργεί διαφορετικό φινιρίσμα (λεπτό, μεσαίο, χοντρό «κτύπημα, κτλ)

Γενικά οι «κτυπητές» επιφάνειες παρουσιάζουν έναντι των γυαλισμένων το πλεονέκτημα ότι υποβαθμίζουν τυχόν ατέλειες του πετρώματος και τις χρωματικές του διαφοροποιήσεις, γεγονός που προσφέρει τη δυνατότητα να αξιοποιούνται προς αυτή τη κατεύθυνση και κατώτερης ποιότητας υλικά. Πλάκες με «κτυπητή» επιφάνεια χρησιμοποιούνται συνήθως για αντιολισθητικές δαπεδοστρώσεις ή σε συνδυασμό με πλάκες διαφορετικού φινιρίσματος για να υλοποιηθούν διαφορά διακοσμητικά μοτίβα. Χρησιμοποιούνται επίσης σε επενδύσεις εξωτερικών όψεων κτιρίων, περιθώρια παράθυρων και θυρών, γείσα, κλπ

«Αμμοβολισμένες» επιφάνειες: Οι αμμοβολισμένη επιφάνεια δεν είναι λεία, ούτε πολύ τραχιά. Στις περισσότερες περιπτώσεις είναι «απαλή», και χωρίς αιχμηρές ακμές. Η μέθοδος της αμμοβολής (εκτόξευση κόκκων άμμου στην επιφάνεια του πετρώματος με τη χρήση πεπιεσμένου αέρα) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για δημιουργία φινιρίσματος ακόμα και σε πλακίδια λεπτού πάχους (8 mm) σε όλα τα είδη διακοσμητικών πετρωμάτων, όταν επιδιώκεται μια πολύ λεπτόκοκκη υφή. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί με «μάσκες» για να δημιουργούνται στην επιφάνεια του πετρώματος διακοσμητικά μοτίβα, γράμματα, και διάφορα σχέδια.

«Καμένες» επιφάνειες: Όπως υποδηλώνει το όνομα, πρόκειται για θερμική διαδικασία που βρίσκει εφαρμογή σε γρανίτες με υψηλή περιεκτικότητα σε χαλαζία, κυρίως, καθώς και σε μερικούς τύπους ιζηματογενών πετρωμάτων. Με φλόγα που κατευθύνεται στην επιφάνεια του πετρώματος, η θερμοκρασία φτάνει στους 600°C, με αποτέλεσμα να προκαλείται θερμικό σοκ που συνδυάζεται με την άμεση ψύξη του πετρώματος με νερό. Κάτω από αυτές τις συνθήκες ο χαλαζίας στην επιφάνεια του πετρώματος διογκείται με αποτέλεσμα να διασπάται η επιφανειακή συνοχή του πετρώματος και η επιφάνεια να «σκάει», αποκτώντας μια μέτρια τραχύτητα και διαφορετικό χρωματισμό. Η θερμική κατεργασία της επιφάνειας του πετρώματος συχνά αυξάνει και την αντοχή του υλικού σε χημικές προσβολές και στη διάβρωση.

Με την τεχνική του «καψίματος» το χρώμα στην επιφάνεια του γρανίτη μπορεί να αλλάξει σημαντικά. Για παράδειγμα, σε πολλούς κίτρινους γρανίτες μεταπίπτει σε κοκκινωπό έως

πορτοκαλί, ενώ σε σκουρόχρωμα πετρώματα γίνεται ανοιχτότερο. Η χρωματική μεταβολή είναι εμφανέστερη στις περιπτώσεις που συνδυάζονται οι κατεργασίες καψίματος-γυαλίσματος. Η μεταβολή του χρώματος του πετρώματος με την κατεργασία του «καψίματος» είναι μια ιδιότητα που αξιοποιείται κατάλληλα για να δημιουργηθούν εντυπωσιακά αποτελέσματα.

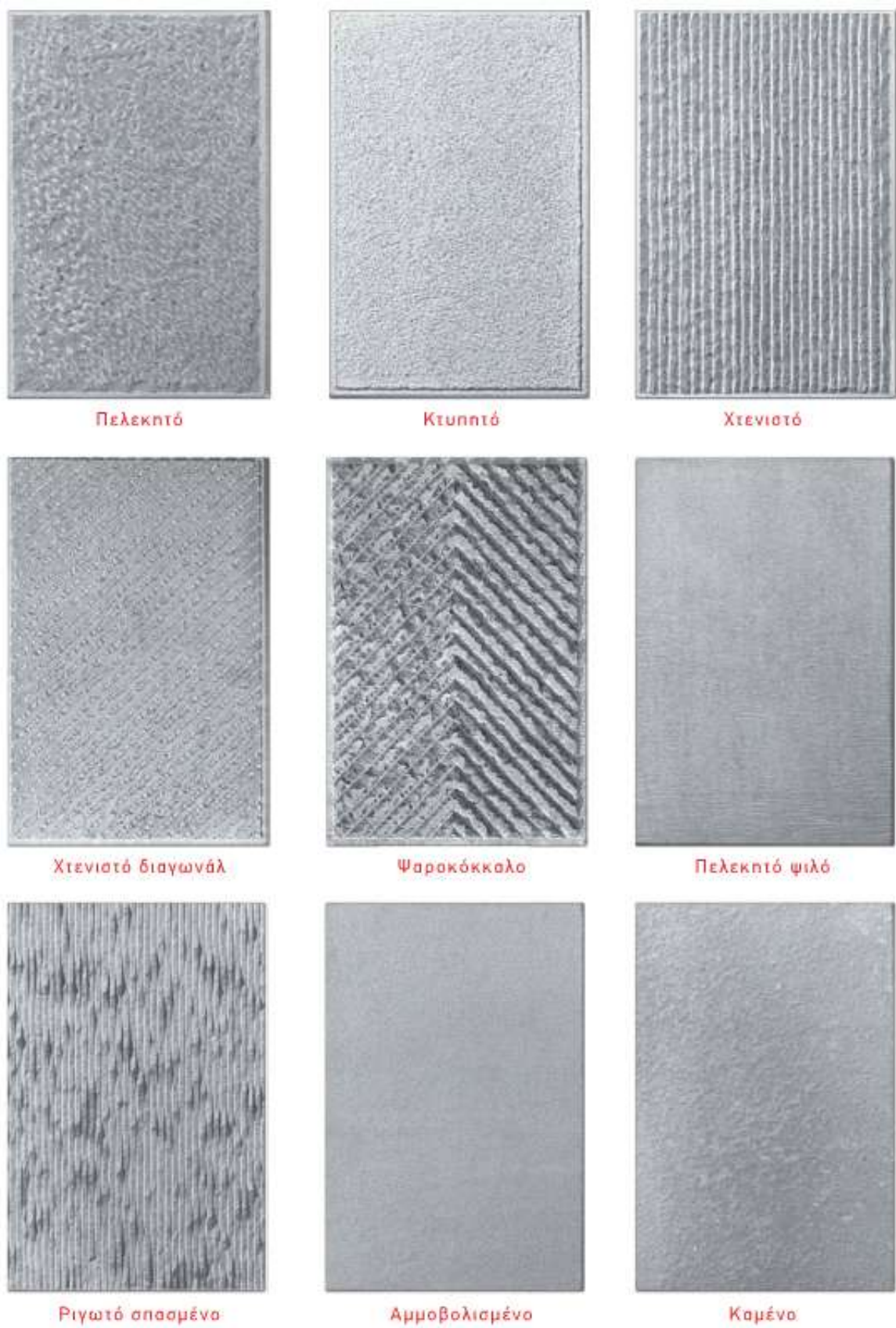
Η κυρία χρήση των πλακών με «καμένη» επιφάνεια είναι στον οικοδομικό τομέα και ειδικότερα σε εξωτερικές επενδύσεις κατακόρυφων επιφανειών. Σε εσωτερικές εφαρμογές πλάκες με «καμένη» επιφάνεια χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με γυαλισμένες πλάκες όπου υπάρχουν προσθετές απαιτήσεις για αντιολισθηρότητα (πατήματα σε σκάλες κτιρίων, σιδηροδρομικών σταθμών, αεροδρόμια κτλ) Σε πολλά κτίρια μια συνήθης επιλογή είναι να χρησιμοποιούνται πλάκες με «καμένη» επιφάνεια και γυαλισμένες πλάκες σε διάφορους συνδυασμούς που δημιουργούν ξεχωριστά αισθητικά αποτελέσματα. Επίσης «καμένα» υλικά χρησιμοποιούνται συχνά σε εξωτερικές εφαρμογές όταν υπάρχουν απαιτήσεις για μεγάλη αντοχή του πετρώματος στη φθορά από τις καιρικές συνθήκες.

«Αντικέ» επιφάνειες: Η κατεργασία της επιφάνειας της πέτρας με μεταλλικές «βούρτσες» έχει ως αποτέλεσμα την απομάκρυνση του επιφανειακού χαλαρού υλικού που τυχόν υπάρχει. Επίσης με την κατεργασία αυτή η επιφάνεια γίνεται πιο ομαλή και αναδεικνύεται καλύτερα το χρώμα του διακοσμητικού πετρώματος.

Οι μηχανές με μια ή περισσότερες κεφαλές για ψήκτρες (βούρτσες) αποτελούν, συνήθως, αναπόσπαστο κομμάτι των γραμμών κατεργασίας με φλόγιστρα, με σφυριά, και με αμμοβολή. Μπορούν όμως να χρησιμοποιηθούν και αυτόνομα, είτε με βούρτσες, είτε με ειδικούς τύπους λειαντικών, για να προσδώσουν στην επιφάνεια ένα «αντικέ» (παλαιωμένο) φινίρισμα, που το ζητά ο κόσμος της αρχιτεκτονικής και της διακόσμησης.

Το κόστος της κατεργασίας αυτής είναι γενικά πολύ χαμηλό ενώ τα προϊόντα είναι ιδιαίτερα ελκυστικά για ορισμένες εφαρμογές και γίνονται όλο και πιο δημοφιλή σε διεθνές επίπεδο. Με την παραπάνω διαδικασία μηχανικής «παλαιώσης» της πέτρας αποφεύγεται και η χρήση διαβρωτικών οξέων που επίσης μπορούν να εξασφαλίσουν αντίστοιχο αισθητικό αποτέλεσμα.

«Υδροβολισμένες» επιφάνειες: Τραχιές επιφάνειες μπορούν να δημιουργηθούν και με συστήματα εκτόξευσης νερού υπό υψηλή πίεση. Το νερό υπό υψηλή πίεση προκαλεί εκλεκτική διάβρωση της δομής του πετρώματος και δημιουργεί μια τραχιά επιφάνεια με ανωμαλίες, που ως ένα βαθμό, δίνουν την αίσθηση του φυσικού βράχου. Η κατεργασία αυτή που αναδεικνύει τόσο το χρώμα του διακοσμητικού πετρώματος όσο και τη δομή του, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμα και για πλάκες λεπτού πάχους. Το βάθος δράσης του νερού υπό πίεση μπορεί να ρυθμίζεται, ενώ είναι δυνατό να ελέγχεται και το αποτέλεσμα της κατεργασίας, έτσι ώστε να αποφεύγονται ξεφλουδίσματα.



Εικόνα 10: Διαφορά είδη φινιρίσματος για τραχιά επιφάνεια διακοσμητικού πετρώματος

Φινίρισμα πλευρικών επιφανειών (μουρέλων)

Η πλευρική επιφάνεια μιας πλάκας μαρμάρου είναι εμφανής σε πολλά προϊόντα μαρμάρου, όπως σε σκαλοπάτια, ποδιές παραθύρων, μπαλκονοποδιές, πάγκους κουζίνας και λουτρών, γκισέ και πάγκους εμπορικών χώρων, μαρμάρινα τραπέζια, διάφορα έπιπλα και πολλά άλλα, για αυτό και απαιτείται κατάλληλη, κατά περίπτωση, κατεργασία της. «Μουρέλο», ονομάζεται η πλευρική επιφάνεια μιας πλάκας μαρμάρου, που έχει ως διαστάσεις το πάχος και το μήκος της πλάκας. Η πλευρική επιφάνεια της πλάκας, που έχει ως διαστάσεις το πάχος και το πλάτος της πλάκας, ονομάζεται «κεφάλι».

Οι μουρελομηχανές, ανάλογα με το μοντέλο, έχουν δυνατότητες για διάφορες κατεργασίες μουρέλων, όπως:

- καλιμπράρισμα,
- μορφοποίηση προφίλ ίσιων, λοξών, κυριών ή άλλου περίπλοκου σχήματος
- τελικό φινίρισμα, όπως λείανση - στίλβωση,
- μπιζουτάρισμα ή/και λοξές τομές (φαλτσογωνιές). Μπιζουτάρισμα λέγεται η επιφανειακή γραμμική κατεργασία των εμφανών ακμών μιας πλάκας μαρμάρου έτσι ώστε η θέση τους να δημιουργηθεί κεκλιμένη επιφάνεια πολύ λεπτού πλάτους, με γωνία συνήθως 45° ως προς την κατακόρυφο. Η κατεργασία αυτή εξαλείφει τις τυχόν ατέλειες της ακμής της πλάκας που μπορεί να δημιουργήθηκαν κατά την κοπή της, καθώς και τα προβλήματα που ανακύπτουν κατά την τοποθέτηση, όταν οι ακμές των πλακών είναι θρυμματισμένες.
- δημιουργία εγκοπών, αυλακώσεων και κοψιών, όπως εγκοπή σε ποδιές παραθύρων για απομάκρυνση των νερών («ποταμός», εγκοπές για αντλιοσθητική κατεργασία σκαλοπατιών κ.λπ.) Ποταμός λέγεται το επίμηκες αυλάκι που δημιουργείται στην κάτω επιφάνεια πλάκας μαρμάρου που προεξέχει, για να στάζουν από αυτά τα νερά της βροχής και να μη λερώνουν τις κατακόρυφες επιφάνειες. Ποδιά παραθύρου είναι η μαρμάρινη πλάκα επικάλυψης στηθαίου παραθύρου.

Τα πιο σύγχρονα μοντέλα μουρελομηχανών έχουν και πρόσθετες δυνατότητες, όπως δημιουργία «κτυπητού» φινιρίσματος, ειδικές κατεργασίες σε πάγκους κουζίνας (κοιλώματα, εγκοπές V, κ.ά.) κ.λπ.

Από τα παραπάνω, γίνεται φανερό ότι οι μουρελομηχανές, καθώς προορίζονται για ποικίλες κατεργασίες, έχουν και διαφοροποιημένες δυνατότητες. Για παράδειγμα, υπάρχουν μηχανές σχεδιασμένες μόνο για ευθύγραμμο προφίλ μουρέλων, καθώς και μηχανές σχεδιασμένες τόσο για ευθύγραμμο, όσο και καμπύλου σχήματος προφίλ.

Υπάρχει μια πολύ μεγάλη σειρά μοντέλων, με πολύ διαφοροποιημένα τεχνικά χαρακτηριστικά και διαφορετικές δυνατότητες, από μηχανές σχεδιασμένες για τις ανάγκες μικρών μαρμαρογλυφείων. μέχρι αυτόματες μηχανές, με προγραμματιζόμενη CNC λειτουργία, για την παραγωγή μιας μεγάλης γκάμας τελικών προϊόντων (από σκαλοπάτια, μέχρι πολύπλοκους πάγκους κουζίνας και λουτρών κ.ά.) σε βιομηχανική κλίμακα.



Εικόνα 11: Διαφορά είδη φινιρίσματος πλευρικών επιφανειών.

4.3. Το Μάρμαρο Διεθνώς

Τα τελευταία χρόνια υπολογίζεται ότι δέκα χώρες καλύπτουν περί το 90% της παγκόσμιας πρωτογενούς παραγωγής διακοσμητικών πετρωμάτων. Την πρώτη θέση στην κατάταξη καταλαμβάνει η Κίνα και ακολουθούν η Ιταλία και η Ινδία . Η Ελλάδα καταλαμβάνει συνήθως την 8η θέση όσον αφορά την ετήσια παραγωγή. Από τις πρώτες σε παραγωγή χώρες η Κίνα, η Ινδία και η Βραζιλία παράγουν κυρίως γρανίτες, ενώ σημαντικότερες ποσότητες παράγουν οι Ιταλία, Ισπανία και Πορτογαλία. Αντίθετα στην Ελλάδα δεν παράγεται γρανίτης, επομένως η

κατάταξή της αναφορικά με την παραγωγή μαρμάρου μόνο, εκτιμάται ότι είναι στην 5η ή 6η θέση, καθώς δεν υπάρχουν απολύτως ακριβή στοιχεία για την ποσοστιαία συμμετοχή του κάθε υλικού στην συνολική παραγωγή των άλλων χωρών. Τα τελευταία χρόνια η Κίνα και η Ινδία εισήλθαν δυναμικά στις διεθνείς αγορές, η πρώτη σχεδόν αποκλειστικά με γρανίτες και η δεύτερη με διάφορα πετρώματα (γρανίτες, όνυχες, ψαμμίτες αλλά και μάρμαρα). Επίσης η Τουρκία και το Ιράν μετά από χρόνια έκαναν αισθητή την παρουσία τους κυρίως με διάφορους τύπους μαρμάρου. Κύριο χαρακτηριστικό των παραπάνω χωρών είναι τα πλούσια αποθέματα και εξαιτίας του φθηνού εργατικού κόστους οι χαμηλές τιμές διάθεσης των προϊόντων τους.

Πέρα από τον ανταγωνισμό που δημιουργείται μεταξύ των ίδιων φυσικών λίθων, κυρίως τα τεχνητά πλακίδια κεραμικά και «γρανιτέ», το ξύλο αλλά και διάφοροι τύποι τεχνητών «γρανιτών» και «μαρμάρων» κυρίως Ιταλικής και Κινέζικης προέλευσης, είναι οι μεγάλοι αντίπαλοι των φυσικών πετρωμάτων. Η επιλογή από τον τελικό καταναλωτή κάποιου από τα παραπάνω υλικά εξαρτάται αρχικά από τις συνήθειες της κάθε χώρας στην χρήση υλικών δαπεδοστρώσεων και επενδύσεων. Το βιοτικό επίπεδο καθορίζει ακόμη το είδος και την ποιότητα του υλικού που θα επιλεγεί. Οι σημαντικότερες ποσότητες διακοσμητικών υλικών χρησιμοποιούνται κατά την κατασκευή μεγάλων project που αφορούν είτε δημόσια είτε ιδιωτικά έργα. Τα κυριότερα δημόσια έργα αφορούν αεροδρόμια, σταθμούς μετρό και μεγάλου μεγέθους, μουσεία και μνημεία. Στα ιδιωτικά την μερίδα του λέοντος καταλαμβάνουν ξενοδοχεία, συγκροτήματα κατοικιών και γραφείων και αλυσίδες καταστημάτων (τραπεζών, λιανικής πώλησης, εστίασης). Για τα έργα αυτά απαιτούνται μεγάλες ποσότητες από διάφορους τύπους υλικών σε ειδικές ως επί το πλείστον διαστάσεις, τα αναλαμβάνουν κυρίως μεγάλες εταιρείες και τα εμπλεκόμενα μέρη δεσμεύονται με την υπογραφή συμβάσεων για τις τιμές τις ποιότητες, τους χρόνους παράδοσης κ.λπ. Αντίθετα οι μεμονωμένοι ιδιώτες προμηθεύονται μικρές ποσότητες τυποποιημένων ως επί το πλείστον διαστάσεων συνήθως για κατοικίες, ενώ σημαντικές ποσότητες καταναλώνονται για την κατασκευή ταφικών μνημείων.

Για το μάρμαρο η διαφήμιση και η ύπαρξη αρκετών και ικανών εμπόρων και πωλητών είναι παράγοντες που μπορούν να πληροφορήσουν και να κατευθύνουν το καταναλωτικό κοινό στην ενδεδειγμένη λύση. Πολλές φορές η επιλογή βασίζεται μόνο σε αισθητικά κριτήρια, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τα τεχνικά χαρακτηριστικά και οι φυσικομηχανικές ιδιότητες του υλικού, με αποτέλεσμα να μην επιλέγεται το κατάλληλο υλικό για την συγκεκριμένη χρήση, να υπάρχουν αστοχίες και δημιουργία δυσμενής άποψης για το μάρμαρο. Δεν πρέπει να αγνοείται ακόμη και η συμμετοχή των τοποθετητών. Για φυσικά υλικά και κυρίως για το μάρμαρο που δεν παρουσιάζουν την απόλυτη ομοιομορφία των τεχνητών, η κακή τοποθέτηση είναι ίσως ο κυριότερος λόγος για τα παράπονα των καταναλωτών. Έτσι η ύπαρξη εκπαιδευμένων τεχνιτών

με εμπειρία είναι απαραίτητη, ενώ η εύκολη ή όχι τοποθέτηση κάποιων υλικών και το μέγεθος του προσδοκώμενου κέρδους από την εργασία τους είναι παράγοντες, που τους επηρεάζουν στο να καθοδηγούν τους αμφιταλαντευόμενους πελάτες σε συγκεκριμένα υλικά.

Οι αγορές στις οποίες κατευθύνονται τα ελληνικά μάρμαρα μπορεί να ειπωθεί ότι είναι σε γενικές γραμμές οι Η.Π.Α., χώρες της Άπω Ανατολής, χώρες της Μέσης Ανατολής, χώρες της Ε.Ε. και χώρες της πρώην Ανατολικής Ευρώπης οι οποίες παρουσιάζουν συγκεκριμένες ιδιαιτερότητες. Η αγορά των Η.Π.Α. ζητά κατεργασμένα προϊόντα έγχρωμων κυρίως μαρμάρων. Το μεγαλύτερο μέρος των εισαγωγών διακοσμητικών πετρωμάτων στην χώρα γίνεται από την Βραζιλία, το Μεξικό, την Κίνα, το Πακιστάν και την Ινδία. Επί πλέον η μεγάλη πτώση του δολαρίου έχει δημιουργήσει επιπλέον αρνητικά αποτελέσματα στις συνεργαζόμενες με τις Η.Π.Α. εταιρείες, κάτι που επηρεάζει βέβαια και τις υπόλοιπες πωλήσεις που πραγματοποιούνται στο ίδιο νόμισμα. Στην Άπω Ανατολή ο μεγαλύτερος πελάτης είναι η Κίνα που προμηθεύεται κυρίως λευκά δολομιτικά ογκομάρμαρα από την Δράμα, σημαντικές ποσότητες από τα οποία προμηθεύεται επίσης η Ταϊβάν και το Χονγκ Κόνγκ, το οποίο μαζί με την Ιαπωνία, την Σιγκαπούρη και την Ν Κορέα αποτελούν τους κυριότερους αγοραστές κατεργασμένων προϊόντων. Αποδέχονται μια μεγάλη γκάμα ποιοτήτων με κύριο χαρακτηριστικό την απαίτηση για μεγάλες ποσότητες. Στις χώρες της Μ. Ανατολής η Σ. Αραβία, ο Λίβανος και το Ισραήλ αποτελούν τους σημαντικότερους πελάτες, των οποίων ο κυριότερος προμηθευτής είναι η Ιταλία. Η γενικότερη οικονομική κρίση σε συνάρτηση με τις αλληπάλλληλες κρίσεις στην περιοχή είχαν σαν αποτέλεσμα την μείωση του ρυθμού ανάπτυξης και την μείωση της οικονομικής ευμάρειας. Έτσι περιορίστηκαν τα μεγάλα και ακριβά έργα και η ζήτηση αφορά κυρίως κατεργασμένα προϊόντα φθηνών διαλογών λευκών μαρμάρων. Στην ευρύτερη περιοχή μπορεί να υπαχθεί και η Τουρκία η οποία προμηθεύεται σημαντικές ποσότητες κατεργασμένων προϊόντων.

Από τις χώρες της Ε.Ε. η Ισπανία και η Ιταλία προμηθεύονται τόσο ακατέργαστα όσο και κατεργασμένα προϊόντα, ενώ η Κύπρος και η Γερμανία κυρίως πλάκες και κατεργασμένα προϊόντα όλων των αποχρώσεων. Από τις χώρες της Α. Ευρώπης οι κυριότεροι πελάτες είναι η Ρωσία και η Ουκρανία που αγοράζουν κατεργασμένα προϊόντα όλων των αποχρώσεων. Σημαντικές ποσότητες χαμηλής αξίας ημίλευκων κυρίως ογκομαρμάρων από Καβάλα αλλά και Δράμα προμηθεύονται η Βουλγαρία και η Αλβανία.

Η κυριότερη προϋπόθεση που πρέπει να τηρείται προκειμένου να έχει ένα υλικό προοπτικές εισόδου και καταξίωσης στις διεθνείς αγορές είναι η δυνατότητα συνεχούς προμήθειας σημαντικών ποσοτήτων σταθερών διαλογών σε συμφωνημένα τακτά χρονικά διαστήματα. Το μεσοδιάστημα ανάμεσα σε διαδοχικές φορτώσεις είναι ανάλογα με την ποσότητα συνήθως ένας με δύο μήνες. Το θέμα της τιμολογιακής πολιτικής (ανταγωνιστικές τιμές και ευνοϊκοί όροι πληρωμής) είναι ένας ακόμη σοβαρός παράγοντας για να επέλθει συμφωνία μεταξύ προμηθευτή

και πελάτη, ενώ απαραίτητο είναι επίσης το σωστό φινίρισμα και η σωστή και στιβαρή συσκευασία των προϊόντων. Αυτό που τελικά κρίνεται από έναν σοβαρό πελάτη και καθορίζει το αν θα έχει συνέχεια η συνεργασία του με κάποιον προμηθευτή, είναι η αξιοπιστία του τελευταίου σχετικά με την ικανοποίηση των παραπάνω προϋποθέσεων. Σε πολλές περιπτώσεις στο παρελθόν Ελληνικές εταιρείες και κυρίως ευκαιριακού χαρακτήρα, δεν ήταν συνεπείς με τις υποχρεώσεις τους με αποτέλεσμα την δημιουργία κακής φήμης για τον κλάδο στο εξωτερικό. Έτσι παρά τις προσπάθειες των σοβαρών εταιρειών για αντιστροφή αυτού του κλίματος, που σε σημαντικό βαθμό έχει επιτευχθεί, ακόμη και σήμερα για μεγάλα project ο κατασκευαστής-πελάτης δεν επιθυμεί απευθείας επαφή με τον Έλληνα προμηθευτή, προτιμά να μεσολαβεί μεταξύ τους μια Ιταλική συνήθως εταιρεία εγνωσμένης αξιοπιστίας.

Σήμερα με την υποστήριξη των αρμόδιων κρατικών φορέων και των επιμελητηρίων είναι εύκολο για οποιαδήποτε στοιχειωδώς οργανωμένη εταιρεία να πραγματοποιήσει εξαγωγές, χωρίς να χρειάζεται πρότερη εμπειρία. Σημαντική βοήθεια μπορούν να προσφέρουν και οι τράπεζες που εμπλέκονται στην διαδικασία της πληρωμής με άνοιγμα πίστωσης ή έναντι φορτωτικών εγγράφων και μεσολαβούν για την επικοινωνία με την τράπεζα του πελάτη. Οι εκτελωνιστές από την πλευρά τους μπορούν να παράσχουν την απαραίτητη βοήθεια στον τομέα τους, ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες που ισχύουν σε κάθε χώρα και τις ισχύουσες διακρατικές συμφωνίες. Για παράδειγμα οι χώρες της Άπω Ανατολής ζητούν συγκεκριμένα πιστοποιητικά και αυτές της Μ. Ανατολής θεώρηση των εγγράφων από τις πρεσβείες τους στην Αθήνα. Ακόμη η Κίνα, το Χονγκ Κονγκ και τελευταία και οι Η.Π.Α., απαιτούν να συνοδεύεται το εξαγόμενο εμπόρευμα από πιστοποιητικό φυτοϋγείας που εκδίδεται από Υπηρεσία του Υπ. Γεωργίας. Με τον τρόπο αυτό βεβαιώνεται ότι δεν περιέχονται επιβλαβείς οργανισμοί στην ξυλεία που χρησιμοποιείται για την συσκευασία των προϊόντων, μετά από απεντόμωση που διενεργείται από διαπιστευμένο φορέα πριν την αποστολή στην χώρα εξαγωγής.

4.4. Τα Ελληνικά Μάρμαρα

Ο πλούτος της Ελλάδας σε κοιτάσματα μαρμάρου εκλεκτής ποιότητας, κυρίως λευκά, σε συνδυασμό με μια μακρόχρονη παράδοση στην τέχνη του μαρμάρου που οι ρίζες της χάνονται στα βάθη των αιώνων, έχουν συμβάλει αποφασιστικά στην ανάπτυξη της σημερινής, σύγχρονης και δυναμικής ελληνικής βιομηχανίας μαρμάρου που κατατάσσεται στις πρώτες θέσεις της παγκόσμιας βιομηχανίας διακοσμητικών πετρωμάτων, τόσο από μέγεθος παραγωγής όσο και ύψος εξαγωγών. Ο αριθμός των επιχειρήσεων του κλάδου υπολογίζεται σε 4.000 περίπου και περιλαμβάνει μικρές, αλλά και μεγάλες μονάδες που έχουν πραγματοποιήσει σημαντικές

επενδύσεις και είναι από άποψη μεγέθους και εκσυγχρονισμού από τις καλύτερες της Ευρώπης. Στον κλάδο απασχολούνται περισσότερα από 60.000 άτομα συνολικά, από τα οποία ένα αξιόλογο ποσοστό έχει υψηλό βαθμό εξειδίκευσης στους τομείς εξόρυξης, κατεργασίας και τοποθέτησης. Οι ελληνικές επιχειρήσεις μαρμάρου δραστηριοποιούνται συνήθως σε έναν ή περισσότερους από τους παρακάτω τομείς:

1. Λατομεία,
2. Κοπή ή/και κατεργασία,
3. Κατασκευή καλλιτεχνημάτων, ταφικών, εκκλησιαστικών μνημείων,
4. Εμπόριο όγκων και προϊόντων μαρμάρου στην εγχώρια ή/και διεθνή αγορά,
5. Τοποθέτηση - εφαρμογές μαρμάρου.

Πολλές επιχειρήσεις έχουν επιτύχει μια κάθετη οργάνωση και δραστηριοποιούνται σε όλους τους παραπάνω τομείς. Οι επιχειρήσεις εκμεταλλεύονται συνήθως περισσότερα από ένα λατομεία, διαθέτουν εργοστάσια κοπής και κατεργασίας, καθώς και δυναμικά εμπορικά τμήματα για τις εξαγωγικές τους δραστηριότητες. Η αυξανόμενη ζήτηση ελληνικών μαρμάρων στο εξωτερικό οδήγησε στην ανάπτυξη του εμπορικού τομέα. Υπάρχουν σήμερα αρκετές επιχειρήσεις που ασχολούνται μόνο με το εξαγωγικό εμπόριο. Αυτές αγοράζουν μάρμαρα από μικρές μονάδες, που δεν έχουν κατάλληλη εξαγωγική οργάνωση και τα διαθέτουν στο εξωτερικό.

Σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία και συγκεκριμένα με το άρθρο 1, § 3, του Μεταλλευτικού Κώδικα (Π.Δ. 28-10-1919) το μάρμαρο έχει χαρακτηριστεί λατομικό ορυκτό. Τα λατομεία μαρμάρων στην Ελλάδα ρυθμίζονται με τον νόμο 669/77. Οι άδειες εκμετάλλευσης χορηγούνται επί μισθώσει για 15 χρόνια με δικαίωμα ανανέωσης, υπό προϋποθέσεις έως τα 40 χρόνια. Τα μάρμαρα ανήκουν στον ιδιοκτήτη του εδάφους, δηλαδή στο Δημόσιο, στον Δήμο ή σε Ιδιώτη. Το δικαίωμα εκμετάλλευσης εκχωρείται με συμβολαιογραφική πράξη στον εκμεταλλευτή. Για την έκδοση της άδειας, που χορηγεί η Επιθεώρηση Μεταλλείων, απαιτείται η σύμφωνος γνώμη πολλών υπηρεσιών και μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Η διαδικασία έκδοσης αδειών εκμετάλλευσης είναι χρονοβόρα, πράγμα που δρα αποτρεπτικά για το ενδιαφέρον για νέα λατομεία και καινούρια είδη μαρμάρων. Άλλο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι Έλληνες παραγωγοί οφείλεται στον περιορισμό της πρωτογενούς παραγωγής, καθώς η νομοθεσία γίνεται ολοένα και αυστηρότερη, δημιουργώντας δυσκολίες στην εκμετάλλευση νέων και τη συνέχιση των παλαιών κοιτασμάτων εξαιτίας περιβαλλοντικών ή και άλλων περιορισμών. Η επιβολή σε εφαρμογή οδηγιών της Ε.Ε. αυστηρότερων περιβαλλοντικών όρων δημιουργούν πέραν των διαδικαστικών προβλημάτων και επιπλέον δαπάνες, που σε συνάρτηση με το αυξημένο εργατικό κόστος δυσχεραίνουν την εξαγωγή των Ελληνικών μαρμάρων.

Πέρα της αισθητικής αξίας του μαρμάρου, τα υλικά αυτά έχουν και μεγάλο οικονομικό ενδιαφέρον. Είναι δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα στην περιφέρεια (ορεινές περιοχές, απομονωμένα νησιά, κλπ.) οδηγώντας έτσι σε ανάπτυξη. Η μετέπειτα μεταφορά, κατεργασία, εξαγωγή, τοποθέτηση κ.α. υποβοηθούν οικονομικά πολλούς τομείς που εμπλέκονται, τόσο υπηρεσίες, όσο και ιδιώτες. Οι εξαγωγές των μαρμάρων, εκτός του προφανούς οικονομικού οφέλους με την εισαγωγή συναλλάγματος, δρουν ως πρεσβευτές διαφήμισης όχι μόνον της Ελλάδας γενικά, αλλά και των περιοχών εξόρυξης του κάθε υλικού. (π.χ. μάρμαρο Πεντέλης, Πάρωνα, Θάσου, Πάρου, Βόλακα, κ.α.) Τα περισσότερα από τα εργοστάσια διαθέτουν εξοπλισμό, κύριο και βοηθητικό, σύγχρονης τεχνολογίας και μπορούν να παράγουν τελικά προϊόντα μαρμάρου κάθε είδους, όπως λεπτά πλακίδια τυποποιημένων διαστάσεων, είδη υγιεινής, διακοσμητικά προϊόντα μαρμάρου, μνημεία, καλλιτεχνήματα κ.ά., καθώς και προϊόντα ειδικών διαστάσεων. Το σημαντικό όμως είναι ότι μπορούν να ικανοποιήσουν απόλυτα τις ειδικές απαιτήσεις της πελατείας τους και να ανταποκριθούν με συνέπεια στους συμφωνημένους χρόνους παράδοσης και τις εκάστοτε καθοριζόμενες ποιοτικές προδιαγραφές.

Η εξαιρετική ποιότητα των ελληνικών μαρμάρων και ο υψηλός βαθμός ανταγωνιστικότητας της εγχώριας βιομηχανίας, η οποία ανταποκρίνεται απόλυτα στις απαιτήσεις της ξένης αγοράς, έχει οδηγήσει σε μια σταθερή αύξηση των εξαγωγών τα τελευταία χρόνια. Το μεγαλύτερο ποσοστό των εξαγωγών ελληνικών μαρμάρων είναι λευκά και ημίλευκα, όπως τα λευκά της Θάσου, της Ανατολικής Μακεδονίας, του Διονύσου-Πεντέλης κ.ά. Επίσης, εξάγονται αρκετές ποσότητες χρωματιστών μαρμάρων από διάφορες περιοχές, κυρίως πράσινα, μαύρα, γκρι. Τα ελληνικά μάρμαρα εξάγονται κυρίως σε πλάκες και πλακίδια τυποποιημένων διαστάσεων, διάφορα καλλιτεχνήματα και άλλα τελικά προϊόντα. Εξάγονται επίσης και ποσότητες ογκομαρμάρων και πλακών τελάρου. Αν και ο ανταγωνισμός, στη διεθνή αγορά των διακοσμητικών πετρωμάτων είναι σκληρός, η ελληνική μαρμαροβιομηχανία βρίσκεται σε ικανοποιητικό επίπεδο και έχει δυνατότητες για παραπέρα ανάπτυξη. Είναι γεγονός ότι όλο και περισσότερες επιχειρήσεις κατευθύνουν τις δραστηριότητες τους με επιτυχία προς τη διεθνή αγορά. Ο δυναμισμός τους, η εξαγωγική τους οργάνωση και η συστηματική πλέον συμμετοχή τους σε διεθνείς εκθέσεις μαρμάρου που γίνονται σε όλο τον κόσμο, όπως στην Ιταλία, στη Γερμανία, στις Η.Π.Α., στην Ταϊβάν, έχουν συμβάλει αποφασιστικά στο να γνωρίσει τα ελληνικά μάρμαρα περισσότερος κόσμος και να εκτιμήσει την ποιοτική τους υπεροχή.

Τα ελληνικά μάρμαρα ποικίλουν μεταξύ τους όχι μόνο στο χρώμα, αλλά και ιδιότητες τους. Η χώρα μας είναι πλούσια σε πετρώματα διαφορετικής ποιότητας, και αυτός είναι ένας σημαντικός λόγος που διατηρεί μια υψηλή θέση στις παγκόσμιες αγορές. Επιγραμματικά ως αναφέρουμε μερικές ιδιότητες από τα πιο γνωστά μάρμαρα που εξορύσσονται στον Ελληνικό χώρο.

Πίνακας 8: Μάρμαρα – Διακοσμητικά Πετρώματα Μακεδονίας - Θράκης

<u>Όνομασία</u>	<u>Τοποθεσία Εξόρυξης</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>
Βόλακα Δράμας Λευκό	Βόλακας (Δράμα)	8	92	2834	0,41	0,14	29	155,8	136,1	5,9	5,64	145,2	4,67	46
Γρανίτης Δράμας Λευκό	Γρανίτης (Δράμα)	8	92	2840	0,64	0,23	20	114	118,3	5,81	6,56	97,97	4,47	51
Θάσου Θεολόγου Κρυσταλλίνα Ημίλευκη	Θεολόγος (Θάσου)	95	3	2714	0,14	0,05	18	60	68	9	13	64	2,2	38
Θάσου Λιμένα Χιονόλευκο	Λιμένας Θάσου	4	95	2847	0,45	0,15	28	118	111	16	17	108	3,29	40
Θάσου Σαλιάρας Χιονόλευκο	Παναγία Θάσου	3	96	2840	0,43	0,15	30	113	100	16	15	81	3,33	40
Θάσου Τρεις Γκρεμοί Λευκό	Θάσος	9	90	2814	0,45	0,16	25	122	123	18	16	122	2,87	43
Νέστου ημίλευκο	Νέστος (Καβάλα)	97	1	2700	0,4	0,17	18	72	61,31	9,55	9,27	62,98	3,84	31
Νικησιανής Λευκό	Νικησιανή (Καβάλα)	11	87	2794	0,83	0,3	29	121,5	124,5	23,08	19,83	109,3	2,25	66
Πηγών Δράμας Λευκό	Πηγές (Δράμα)	7,5	92,5	2840	0,53	0,19	38	157,9	176,2	15,65	13,76	101,4	2,45	41
Πυργί Δράμας Λευκό	Πύργι (Δράμα)	3	97	2846	0,49	0,17	30	124,5	139,1	14,18	10,92	66,25	3,51	55
Στενωπού Ημίλευκο	Στενωπός (Καβάλα)	97	1	2711	0,24	0,09	29	57,85	51,3	16,35	15,08	54,78	1,94	41
Τρανοβάλλτου Λευκό	Τρανόβαλτος	97	2	2719	0,28	0,1	24,5	89,7	78,8	8,9	15,6	83,9	2,68	65
ΥΠΟΜΝΗΜΑ														
<p>A: Ασβεστίτης (βάρος %) B: Δολομίτης (βάρος %)</p> <p>1. Φαινόμενο Ειδικό Βάρος DIN 52102 (kg/m³) 2. Συντελεστής ανοικτού πορώδους DIN 52102 (wt.%) 3. Συντελεστής απορροφητικότητας DIN 52103 (wt.%) 4. Μέτρο ελαστικότητας ASTM C-170 (GPa) 5. Αντοχή στη θλίψη (ξηρή κατάσταση) DIN 52105 (N/mm²) 6. Αντοχή στη θλίψη (υγρή κατάσταση) DIN 5210 (N/mm²) 7. Αντοχή στην κάμψη (ξηρή κατάσταση) (MPa) 8. Αντοχή στην κάμψη (υγρή κατάσταση) DIN 52112 (MPa) 9. Θλίψη μετά από Ψύξη – Απόψυξη DIN 52104 & 52105 (N/mm²) 10. Φθορά μετά από τριβή DIN 52108 (mm) 11. Αντοχή στην Πρόσκρουση UNI-C 32.07.248.0 (cm) (kg./mm²) - Στοιχεία από δοκιμές – αναλύσεις Ι.Γ.Μ.Ε</p>														

Πίνακας 9: Μάρμαρα – Διακοσμητικά Πετρώματα Λοιπών Περιοχών

<u>Όνομασία</u>	<u>Τοποθεσία Εξόρυξης</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>14</u>	<u>15</u>	<u>16</u>	<u>17</u>	<u>18</u>
Αγίας Μαρίνας Ημίλευκο	Αγία Μαρίνα (Αττική)	96	3	2705	0,11	965	155	458,3	8,55	117,4
Αλιβερίου Γκρι	Αλιβέρι Εύβοιας	93	4	2714	0,12	100 5	189	478,3	7,54	135,5
Βυτίνας Μαύρο	Βυτίνα Αρκαδίας	96	3	2717	0,13	980	139		6,74	
Διδύμων Μπεζ	Δίδυμα (Αργολίδα)	95	3	2720	0,27	112 2	124		2,81*	
Διονύσου Λευκό	Διόνυσος (Αττική)	98		2717	0,11	113 6	196	583,3	6,68	130,4
Δόμβραινας Μπεζ	Δόμβραϊνα Βοιωτίας	98	1	2650	0,01	878	111		2,49	
Ιωάννινα «σπέσιαλ» μπεζ	Κληματιά (Ιωάννινα)	98	1	2606	0,67	102 6	111,5		4,79*	
Καρναζέικον Μπεζ	Καρναζέικα (Αργολίδα)			2700	0,15	106 9	144		2,88*	
Κρήτης Αλάβαστρο	Κρήτη	97	2	2700	0,09	792	185		6,68	
Λαύκου (Πηλίου) Ροζ	Λαύκος (Μαγνησία)	99	1	2650	0,07	828	178		5,41*	
Λειβαδιάς Μαύρο	Λειβαδιά (Βοιωτία)	69	4	2680	0,02	723	149		5,59*	
Λυγουριού Μπεζ	Λυγουριό (Αργολίδα)	96	3	2754	0,11	918	176		6,12*	
Μάνης Κρυσταλλίνα ημίλευκη	Δυρός (Λακωνία)	98	2	2660	0,25	624, 3	149,54		6,80	
Μυκηνών Μπεζ - Κόκκινο	Σταυροπόδι (Αργολίδα)	97	1	2700	0,18	798	104		2,26*	
Νάξου Κρυσταλλίνα Λευκή	Κυνίδαρος Νάξου	98		2710	0,09	906	131	362,8	8,56	144,6
Πάρωνα Ημίλευκο	Άγιος Πέτρος (Αρκαδία)	98	1	2712	0,08	946	129	537,2	7,50	136,0
Πάρου ημίλευκο	Μαράθι Πάρου	95	3	2713	0,12	995	183	504,4	7,29	122,2
Πεντέλης Λευκό	Πεντέλη (Αττική)	98		2715	0,09	114 0	203	494,4	6,17	141,2
Πτελέου Ροζ	Πτελεός Μαγνησία	96		2724	0,05	106 6	189	750,0	6,09	132,1
Ριτσώνας Κόκκινο	Ριτσώνα (Εύβοια)	92	7	2720	0,04	104 5	163,7		2,00	
Στυρών Πράσινο	Στύρα (Εύβοια)	95		2721	0,1	108 2	156	563,7	6,37	153,8
Τήνου Πράσινο	Τήνος	35		2802	0,41	113 2	244		2,50*	
Φαναριού Τροιζήνας Κόκκινο	Φανάρι Τροιζήνας (Αργολίδα)	92	1	2700	0,3	924	142		4,35	
Χίου Καφέ	Λαγκάδα (Χίος)	63	35	2720	0,08	105 0	230		3,78	
ΥΠΟΜΝΗΜΑ										
<p>A: Ασβεστίτης (βάρος %) B: Δολομίτης (βάρος %)</p> <p>12. Φαινόμενο ειδικό βάρος (kg/m³) 13. Υδατοαπορρόφηση (%) 14. Αντοχή σε θλίψη (kg/cm²) 15. Αντοχή σε εφελκυσμό από κάμψη (kg/cm²) 16. Μέτρο ελαστικότητας (TN/cm²) 17. Αντοχή σε φθορά από τριβή (mm) , όπου (*) η μέτρηση κατά DIN 52108 18. Μικροσκληρότητα (kg/mm²) - Στοιχεία από δοκιμές – αναλύσεις Ι.Γ.Μ.Ε</p>										

4.4.1. Ενδεικτικές Τιμές και Κόστη

Παρακάτω θα επιχειρήσουμε να παρουσιάσουμε τις τρέχουσες τιμές των Ελληνικών μαρμάρων που προσφέρονται για χρήσεις σε δομικά έργα αυτήν την εποχή. Πρώτα σε προτίμηση έρχονται τα λευκά ασβεστιτικά του Διονύσου, Βόλου, Νάξου, Κοζάνης. Η τιμή των μαρμάρων επηρεάζεται ανάλογα με την λευκότητα τους και των λευκών κρυστάλλων που εμπεριέχουν. Ακολουθούν ως πιο φτηνά τα μπεζ μάρμαρα. Τέτοια είναι των Ιωαννίνων, τα Καρναζέικα και του Λυγουριού Αργολίδας. Διάφορα άλλα, όπως πράσινα Τήνου, Κρήτης, κ.α. χρησιμοποιούνται σε μικρότερες ποσότητες με τιμές συνήθως ενδιάμεσες των λευκών και των μπεζ. Τα δολομιτικά της Βορείου Ελλάδας (Δράμας και Θάσου) παρόλο που αυτή τη στιγμή έχουν υψηλή ζήτηση και τιμή, πωλούνται κυρίως στο εξωτερικό ως επί το πλείστον στις αγορές της Άπω Ανατολής. Ακολουθεί ένας πίνακας με ενδεικτικές τιμές μερικών μαρμάρων της Ελλάδας στις συνηθισμένες διαστάσεις που χρησιμοποιούνται

Πίνακας 10: Ενδεικτικές τιμές Ελληνικών Μαρμάρων

	ΔΑΠΕΔΑ σε m ²		ΣΚΑΛΕΣ 3 / 2	ΕΙΔΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	
	60x60x2	40x40x2 30x60x2	Ανά μέτρα μήκους	Μέχρι 40cm	Από 40cm
ΔΙΟΝΥΣΟΥ EXTRA	150-200	100	100-120	~100	150-200
ΔΙΟΝΥΣΟΥ Α1	100-150	50-70	80-100	~80	>100
ΒΟΛΟΥ ΛΕΥΚΟ	100-150	50-70	80-100	~80	>100
ΚΑΡΝΑΖΕΙΚΟ	50-60	~40	40-50	60-80	~100
ΛΥΓΟΥΡΙΟ	50-60	~40	40-50	60-80	~100
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	40-50	~30	~40	~40	~80
ΤΗΝΟΥ ΠΡΑΣΙΝΟ	~100	~60		~60	~100
Οι τιμές είναι σε ευρώ. (€)					

Οι τιμές που αναφέρθηκαν στον ανωτέρω πίνακα αφορούν την αγορά του υλικού. Για σοβατεπιά οι τιμές κυμαίνονται γενικά από 4 έως 10 ευρώ ανάλογα το μάρμαρο, το πλάτος και την τελική επεξεργασία.

Η τελική τιμή στο δομικό έργο θα επηρεαστεί και από άλλους παράγοντες όπως η μετακίνηση και η τοποθέτηση. Η συντήρηση του μαρμάρου και γενικά των διακοσμητικών πετρωμάτων είναι μηδαμινή, εκτός από μερικές περιπτώσεις που ίσως χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί αδιαβροχοποίηση, εφόσον το υλικό επιλεγεί σωστά και η τοποθέτηση γίνει χωρίς λάθη.

Παρακάτω θα παρουσιαστεί ένας πίνακας με ενδεικτικές τιμές και κόστη τοποθέτησης και μεταφοράς:

Πίνακας 11: Ενδεικτικά κόστη τοποθέτησης

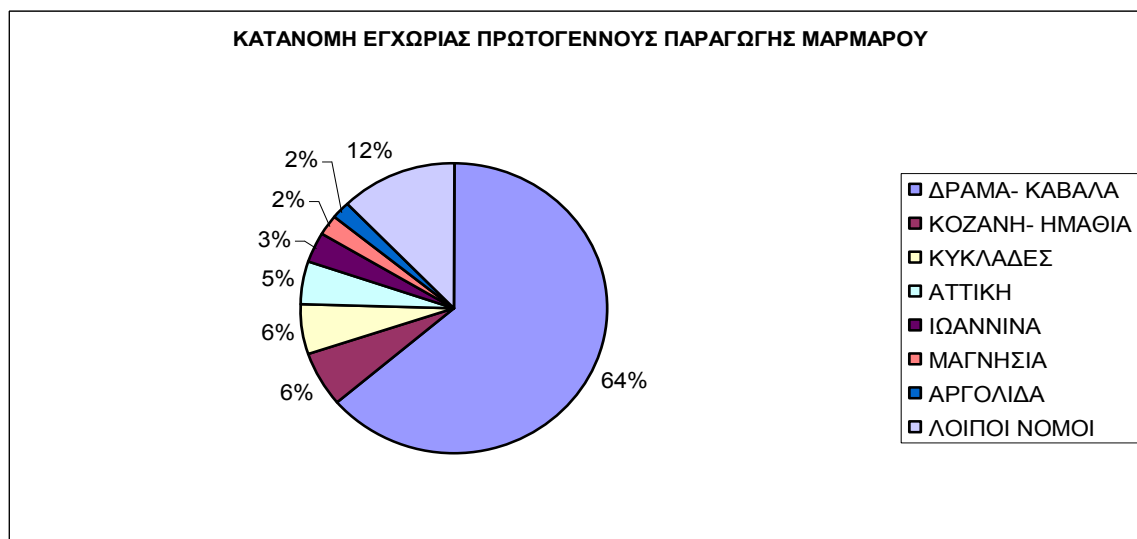
	ΔΑΠΕΔΑ	ΣΚΑΛΑ	ΣΟΒΑΤΕΠ I	ΠΟΔΙΕΣ	ΕΠΕΝΔΥΣΗ	ΠΑΓΚΟΣ
	Ανά m ²	Ανά m	Ανά m	Ανά m ²	Ανά m ²	Ανά m
Μεταφορικά	1					
Τοποθέτηση: εργασία, υλικά	32	16	6-7	50	35	50-100
ΙΚΑ εργατικών	17-18	5	1	5	17-18	5
Μεταλλικά στηρίγματα					30	
Κοιλοδοκοί					50	
Οι τιμές είναι σε ευρώ. (€)						

Όλες οι ανωτέρω τιμές είναι ενδεικτικές, σύμφωνα με τιμές που δόθηκαν από εμπόρους μαρμάρων και τοποθετητές.

4.4.2. Τα Ελληνικά Μάρμαρα ανά Περιοχές

Τα αποθέματα των κοιτασμάτων μαρμάρου στην Ελλάδα είναι τεράστια, πολλοί μάλιστα τα χαρακτηρίζουν πρακτικά ανεξάντλητα. Υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία μαρμάρων σε διάφορους χρωματισμούς και τύπους, κυρίως όμως λευκά μάρμαρα, ορισμένα από τα οποία είναι από τα καλύτερα μάρμαρα του κόσμου. Γι' αυτό και η Ελλάδα θεωρείται η χώρα με τη μεγαλύτερη ποικιλία σε λευκά και ανοιχτόχρωμα μάρμαρα. Εκτός από τα λευκά, υπάρχουν και πολλοί τύποι χρωματιστών, όπως μαύρα μάρμαρα, γκρι, μπεζ, κόκκινα, πράσινα κ.ά. με πολύ καλά ποιοτικά χαρακτηριστικά. Εξορύσσονται, επίσης, τραβερτίνης και όνυχας πολύ καλής ποιότητας. Σε γενικές γραμμές, η ποιότητα των ελληνικών μαρμάρων είναι εξαιρετική και οι φυσικές και μηχανικές τους ιδιότητες, όπως προσδιορίζονται από εργαστηριακές δοκιμές, καλύπτουν απόλυτα τις απαιτήσεις των κατασκευαστών.

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΓΧΩΡΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΜΑΡΜΑΡΟΥ								
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΔΡΑΜΑ-ΚΑΒΑΛΑ	ΚΟΖΑΝΗ-ΗΜΑΘΙΑ	ΚΥΚΛΑΔΕΣ	ΑΤΤΙΚΗ	ΙΩΑΝΝΙΝΑ	ΜΑΓΝΗΣΙΑ	ΑΡΓΟΛΙΔΑ	ΛΟΙΠΟΙ ΝΟΜΟΙ
ΠΟΣΟΣΤΟ	64,0%	5,9%	5,6%	4,7%	3,3%	2,4%	2,0%	12,1%



Εικόνα 12: Κατανομή Εγχώριας Παραγωγής Μαρμάρου

Το 88% της εξορυσσόμενης ποσότητας μαρμάρου στην Ελλάδα, προέρχεται από επτά περιοχές σύμφωνα με τα στοιχεία του Υπουργείου Ανάπτυξης. Το μεγαλύτερο κέντρο παραγωγής είναι η περιοχή Δράμας-Καβάλας, όπου εξορύσσεται περί το 64% της συνολικής ποσότητας και αφορά κυρίως τα λευκά δολομιτικά μάρμαρα Φαλακρού Δράμας, καθώς και Θάσου και Παγγαίου Καβάλας, και επίσης τα ημίλευκα ασβεστιτικά μάρμαρα Στενωπού Καβάλας. Άλλο κέντρο είναι η περιοχή Κοζάνης-Ημαθίας με ποσοστό 5,9% και κυριότερους τύπους τα λευκά-ημίλευκα μάρμαρα Τρανοβάλτου και Κουμαριάς αντίστοιχα, όπου υπάρχουν αξιόλογα κοιτάσματα λευκού και ημίλευκου μαρμάρου. Στις Κυκλάδες εξορύσσεται το 5,6% της πανελλήνιας παραγωγής, που αφορά κυρίως τη λευκή ασβεστιτική κρυσταλλίνα της Νάξου και τα πράσινα μάρμαρα της Τήνου. Η Αττική με 4,7% καταλαμβάνει την επόμενη θέση με το περίφημο λευκό Πεντελικό στο Διόνυσο. Εδώ είναι συγκεντρωμένα πολλά εργοστάσια κοπής και κατεργασίας μαρμάρου, στα οποία μεταφέρονται ογκομάρμαρα από όλη τη χώρα για κοπή και κατεργασία, ενώ ένα σημαντικό τμήμα της παραγωγής εξάγεται από το λιμάνι του Πειραιά. Η εκμετάλλευση του Πεντελικού μαρμάρου διακόπηκε το 1976 για περιβαλλοντικούς λόγους με αποτέλεσμα η ετήσια παραγωγή ογκομαρμάρων στην περιοχή της Αττικής να μειωθεί σημαντικά.

Παρακάτω θα εξεταστούν πιο αναλυτικά οι μαρμαροφόρες περιοχές της Ελλάδας, τα μάρμαρα τους και τα λατομεία τους.

Δράμας, Καβάλας - Θάσου (Α. Μακεδονία)

Είναι το σπουδαιότερο λατομικό κέντρο της χώρας με συνολική ετήσια παραγωγή (όγκοι και «ξοφάρια») που υπερβαίνει τα 185.000 m³ και προέρχεται από 80 ενεργά λατομεία. Υπάρχουν πάνω από 25 σχιστήρια, που μαζί με τα λατομεία απασχολούν περισσότερα από 2.500 άτομα. Το 88% των συνολικών εξαγωγών ελληνικού μαρμάρου προέρχεται από αυτή την περιοχή, με το «χιονόλευκο» δολομιτικό μάρμαρο της Θάσου, να κατέχει το μεγαλύτερο μερίδιο αυτών των εξαγωγών. Οι σημαντικότερες θέσεις λατόμησης στην περιοχή είναι η Θάσος (Λευκό Θάσου, Λευκό Λιμένα Θάσου «ΠΡΙΝΟΣ», Κρυσταλλίνα Θάσου), ο Βόλακας (Λευκό Βόλακα, με τις μεγαλύτερες εξαγωγές προς την Κίνα), ο Γρανίτης (Αριστον, κ.λπ.), το Οχυρό (Δήλος, κ.λπ.), Στενωπός, Νέστος, Λημνιά, Πηγές, Ελαφοχώρι, Δύσβατο, Βαθύλακκος, Νικησιανή, κ.α.

Μαρμαροφόρος ζώνη Κοζάνης, Βέροιας (Δυτική Μακεδονία)

Το λευκό / ημίλευκο «μάρμαρο Βέροιας», που εξορύσσεται στο νοτιοανατολικό Βέρμιο, είναι από τα πιο φημισμένα της Ελλάδας. Η συνολική παραγωγή από τα 9 ενεργά λατομεία της περιοχής είναι περίπου 5.000m³ (ογκομάρμαρα και ογκοξόφαρα). Το λευκό / ημίλευκο μάρμαρο Τρανοβάλτου Κοζάνης λατομείται από το 1950, λόγω της αισθητικής και των εξαιρετικών ιδιοτήτων του. Σήμερα λειτουργούν 7 λατομεία στην περιοχή, με εκτιμώμενη συνολική ετήσια παραγωγή 6.000 m³ (ογκομάρμαρα και ογκοξόφαρα). Οι σπουδαιότεροι εμπορικοί τύποι μαρμάρου που λατομούνται στην περιοχή είναι το «Λευκό Τρανοβάλτου», ο «Ροδίτης» κ.λπ.

Μαρμαροφόρος ζώνη Ιωαννίνων (Ηπειρος)

Στην περιοχή Ιωαννίνων (Καρίτσα, Κληματιά κ.λπ.) λατομείται ο χαρακτηριστικός μεξ ασβεστόλιθος, που ονομάζεται «Γιαννιώτικο». Κατά τη δεκαετία του 1970, ήταν το δημοφιλέστερο διακοσμητικό πέτρωμα του ελληνικού κατασκευαστικού τομέα, λόγω του ωραίου χρωματισμού του. Σήμερα λειτουργούν πάνω από 20 λατομεία στην περιοχή, με εκτιμώμενη συνολική ετήσια παραγωγή μεταξύ 8.000 και 10.000 m³. Ο σπουδαιότερος εμπορικός τύπος μαρμάρου που λατομείται στην περιοχή είναι το «Σπέσιαλ Ιωαννίνων».

Μαρμαροφόρος ζώνη Βόλου (Θεσσαλία)

Η περιοχή στην ανατολική άκρη του Τισαίου όρους (Μαγνησία), προσφέρει μεγάλη ποικιλία λευκών, ημίλευκων, ροζ και έγχρωμων μαρμάρων. Σημαντικό κέντρο έντονης λατομικής δραστηριότητας, η περιοχή δίνει συνολική ετήσια παραγωγή ογκομαρμάρων της τάξης των 5.000 m³ από 6 λατομεία. Το μάρμαρο του Τισαίου όρους με τις εμπορικές ονομασίες («Ροζ Λαύκου», «ροζ Αιγαίου», «ροζ Βόλου»), στο νότιο άκρο της χερσονήσου της Μαγνησίας, στην περιοχή του υψώματος Σαρακήνικο, έχει σημαντική οικονομική αξία. Άλλοι σπουδαίοι εμπορικοί τύποι

μαρμάρου που λατομούνται στην περιοχή είναι , το «Ροζ Πτελεού», το «Ημίλευκο Συκής - Αργαλαστής» κ.λπ.

Μαρμαροφόρος ζώνη Διονύσου Πεντέλης (Αττική)

Από εδώ προήλθε το λευκό μάρμαρο «Πεντελικόν», που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή των αθάντων αριστουργημάτων της αρχαιοελληνικής γλυπτικής και αρχιτεκτονικής. Η λατόμηση του μαρμάρου Πεντέλης συνεχίστηκε μέχρι το 1976, όταν διακόπηκε για περιβαλλοντικούς λόγους. Από τότε, η λατόμηση λευκού μαρμάρου περιορίστηκε στο βόρειο τμήμα της Πεντέλης. Η εξόρυξη του μαρμάρου Διονύσου συνεχίζεται ως σήμερα στην περιοχή του Διονύσου. Η ετήσια παραγωγή στο Διόνυσο και την Αγ. Μαρίνα είναι περίπου 12.000 m³, από 4 λατομεία.

Μαρμαροφόρος ζώνη Λειβαδιάς – Ελικώνα (Στερεά Ελλάδα)

Η περιοχή Λειβαδιάς – Ελικώνα προσφέρει μεγάλη ποικιλία ροδόλευκων, ημίλευκων, μαύρων και έγχρωμων μαρμάρων. Κατά τη δεκαετία του 1970, η περιοχή ήταν κέντρο έντονης λατομικής δραστηριότητας με συνολική ετήσια παραγωγή ογκομαρμάρων πάνω από 20.000 m³. Η συστηματική λατόμηση συνεχίζεται στην περιοχή, με συνολική ετήσια παραγωγή ογκομαρμάρων περί των 6.000 m³ από 5 λατομεία. Οι σπουδαιότεροι εμπορικοί τύποι μαρμάρου που λατομούνται στην περιοχή είναι το «Μαύρο Λειβαδιάς», το «Ροζ Ελικώνα» και το «Μπεζ Ελικώνα».

Υπόλοιπες μαρμαροφόρες περιοχές

Μάρμαρα λατομούνται επίσης και σε αρκετές άλλες περιοχές, όπως:

- η Αργολίδα (Πελοπόννησος), με λευκά, ημίλευκα, μπεζ και έγχρωμα μάρμαρα τα νησιά
- Εύβοια, Σκύρος, Κρήτη (Αιγαίο κ.λπ.)
- τα νησιά Νάξος, Τήνος, Πάρος (Κυκλάδες)

Οι σπουδαιότεροι εμπορικοί τύποι μαρμάρου που λατομούνται στις περιοχές αυτές είναι η «Κρυσταλλίνα Νάξου», το «Πράσινο Τήνου», το «Πράσινο Στύρων», το «Κόκκινο Ριτσώνας», το «Γκρι Αλιβερίου», το «Μπεζ Λυγουριού», τα «μάρμαρα Καρναζείκων», το «Μπεζ Διδύμων» και το «Κόκκινο Κάντιας». Η συνολική ετήσια παραγωγή κυμαίνεται από 28.000 ως 33.000 m³, από περίπου 45 λατομεία



Εικόνα 13: Χάρτης των Κυριότερων Μαρμαροφόρων Περιοχών της Ελλάδας

5. ΤΟ ΜΑΡΜΑΡΟ ΚΑΙ ΟΙ ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΟΙ ΛΙΘΟΙ ΩΣ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Οι χρήσεις του μαρμάρου και γενικά των διακοσμητικών λίθων σε δομικά έργα, που επικεντρώνονται, αλλά δεν περιορίζονται στην οικοδομική δραστηριότητα του συγκεκριμένου κλάδου είναι πάμπολλες. Η αισθητική αξία, αλλά και οι ιδιαίτερες φυσικομηχανικές ιδιότητες των φυσικών λίθων, τους κάνουν σημαντικό, αν όχι αναντικατάστατο υλικό, σε έργα που απαιτούν όχι μόνο ομορφιά, αλλά ασφάλεια και σιγουριά στο χρόνο.



Εικόνα 14: Χρήσεις Φυσικών Διακοσμητικών Πετρωμάτων

5.1. Χρήσεις Μαρμάρου και Διακοσμητικών Λίθων σε Δομικά Έργα

5.1.1. Επενδύσεις Όψεων

Η χρησιμοποίηση της πέτρας στις εξωτερικές επενδύσεις είναι η πιο δύσκολη εφαρμογή από τεχνική άποψη, επειδή προϋποθέτει γνώσεις, μεγάλη πείρα και εξειδικευμένες μελέτες, προκειμένου να υπάρξει ένα σωστό και ασφαλές αποτέλεσμα. Επιπλέον, τις εξωτερικές ορθομαρμαρώσεις, έχουν καθοριστική σημασία οι φυσικομηχανικές ιδιότητες των διακοσμητικών πετρωμάτων, γιατί δεν είναι όλα τα πετρώματα κατάλληλα για τέτοιες εφαρμογές.

Πραγματικά, τα τελευταία χρόνια οι αρχιτέκτονες και οι κατασκευαστές επιλέγουν όλο και περισσότερο τα φυσικά πετρώματα για την επένδυση των εξωτερικών όψεων των κτιρίων, γιατί

αναμφισβήτητα με τα υλικά αυτά επιτυγχάνεται καλύτερο αισθητικό αποτέλεσμα, από ότι όταν οι επιφάνειες μείνουν γυμνές ή απλά επιχρισμένες. Η χρησιμοποίηση της πέτρας στις εξωτερικές όψεις προϋποθέτει βέβαια την τήρηση συγκεκριμένων προδιαγραφών για να εξασφαλίζεται πάνω απ' όλα η ασφάλεια της κατασκευής και να αποκλείονται οι πτώσεις μαρμάρων που μπορεί να έχουν απρόβλεπτες επιπτώσεις μέχρι και ανθρώπινα θύματα. Δυστυχώς στην Ελλάδα δεν υπάρχουν ακόμα σύγχρονες προδιαγραφές για τις επενδύσεις τοίχων με φυσικούς λίθους. Υπάρχουν μόνο:

- Το Σχέδιο Ελληνικού Προτύπου ΕΛΟΤ 583/1981 «Κατασκευή εξωτερικών επενδύσεων με μάρμαρα», που προβλέπει ότι για πλάκες επιφάνειας μεγαλύτερης των $0,19 \text{ m}^2$ είναι υποχρεωτική η στερέωση τους με αγκύρια (το Σχέδιο αναφέρεται στα ολόσωμα αγκύρια που πλέον έχουν περιορισμένη χρήση)

- Η Προσωρινή Εθνική Τεχνική Προδιαγραφή για «Επένδυση Τοίχων με Φυσικούς λίθους Έκδοση 1η» που έχει συντάξει το Ινστιτούτο Οικονομίας Κατασκευών (Ι.Ο.Κ.) στην οποία αναφέρεται ότι η «επένδυση εξωτερικών ή εσωτερικών τοίχων με πλάκες μαρμάρου, γρανίτη σε κτηριακά έργα, επιτρέπεται να γίνεται με μηχανική στερέωση των πλακών με ειδικά μεταλλικά ολόσωμα ή ρυθμιζόμενα αγκύρια επί τοίχων ικανών να παραλαμβάνουν τις προκαλούμενες από την επένδυση καταπονήσεις»

Σύμφωνα με την παραπάνω προσωρινή προδιαγραφή η συγκολλητή επένδυση τοίχων με πλάκες διακοσμητικών πετρωμάτων μπορεί να γίνεται μόνο για μέγιστο ύψος 3,00μ. από το δάπεδο ως εξής:

- **Με κονίαμα**, μόνο σε περιοχές του έργου όπου δεν παρουσιάζονται μεγάλες θερμοκρασιακές μεταβολές, θερμικές κρούσεις και σε περιοχές όπου δεν υπάρχει κυκλοφορία πεζών, πάντοτε με αρμούς μεταξύ των πλακών 5mm τουλάχιστον.

- **Με ειδικές κόλλες** σε τοίχους ξηρής δόμησης και μόνο σε εσωτερικούς χώρους που πληρούν συγκεκριμένες προϋποθέσεις.

Η στερέωση των πλακών με κονίαμα είναι ανασφαλής μέθοδος. Αν όμως εφαρμοστεί, πρέπει οι πλάκες να έχουν πάχος 5 έως 30 mm, επιφάνεια μικρότερη από $0,1 \text{ m}^2$ και αυλακώσεις στην πίσω επιφάνεια τους. Η στερέωση των πλακών γίνεται με κονίαμα σε τρεις στρώσεις (πεταχτό, λάσπωμα οπλισμένο ή άοπλο, κονίαμα συγκολλησεως) και ανάμεσα στις πλάκες προβλέπονται αρμοί με ανάλογο πλάτος. Οι απλοί αρμοί και οι αρμοί διαστολής της επενδύσεως (κάθε 3-6m) αρμολογούνται με κονίαμα. Στις πλάκες δεν πρέπει να στηρίζονται άλλα στοιχεία. Παράλειψη τηρήσεως των βασικών αυτών κανόνων κατασκευής οδηγεί σε αποκόλληση των πλακών από το υπόστρωμα και κάθε προσπάθεια συγκρατήσεως τους στο έργο αποβαίνει μάταιη.

Από τις παραπάνω αναφορές γίνεται αντιληπτό ότι η μηχανική στερέωση των πλακών διακοσμητικών πετρωμάτων σε επενδύσεις εξωτερικών ή εσωτερικών τοίχων είναι πλέον γενικευμένη, για αυτό και είναι σκόπιμη μια πρώτη προσέγγιση του τεχνικού αυτού θέματος που έχει πολλές πτυχές και συνεχείς ενδιαφέρουσες βελτιώσεις (π.χ. μέχρι και επενδύσεις όψεων με διακοσμητικά πετρώματα με συστήματα κινούμενων περσίδων). Ο παραγωγός πρέπει να είναι σε θέση να δώσει, εκτός από την σύνθεση (πέτρωμα) των πλακών υποχρεωτικά και χαρακτηριστικές τιμές τα εξής:

Πίνακας 12: Ελάχιστες τιμές χαρακτηριστικών για πλάκες μαρμάρου για ορθομαρμαρώσεις

Χαρακτηριστικό	Ελάχιστη τιμή
(α) φαινόμενη πυκνότητα	$\geq 2,50 \text{ gr/cm}^2$
(β) σκληρότητα (αντίσταση σε επιφανειακή φθορά)	
(γ) αντοχή σε θλίψη	$\geq 510 \text{ kg/cm}^2$
(δ) αντοχή σε εφελκυσμό από κάμψη	$\geq 68 \text{ kg/cm}^2$
(ε) απορροφητικότητα σε νερό	$\leq 0,5\%$
(στ) αντοχή σε παγετό όταν η υδατοαπορροφητικότητα υπερβαίνει τα 0,5%	Ναί
(ζ) αντοχή στις ατμοσφαιρικές συνθήκες και το φως	Ναί
(η) αντοχή στην φωτιά	Ναί

Οι πλάκες επενδύσεων με αγκύρια συνιστάται για πρακτικούς λόγους:

- Να μην υπερβαίνουν το 1,00 m²
- Να προσκομίζονται έτοιμες σε σχήμα, μέγεθος, διαμόρφωση επιφανειών, ακμών κλπ. και μόνον τα κομμάτια προσαρμογής να διαμορφώνονται στο εργοτάξιο.
- Να έχουν πάχος όσο προκύπτει από τους στατικούς υπολογισμούς σύμφωνα με το ΕΛΟΤ 583-81 και ποτέ μικρότερο των 30 mm.

Το πάχος των πλακών με εγχάρακτη διακόσμηση θα μετράται στο βαθύτερο σημείο της χάραξης. Πλάκες με διακόσμηση με διάτρηση πέραν του 10% θα δοκιμάζονται σε θλίψη και εφελκυσμό από κάμψη.

Πρέπει να σημειωθεί ότι δε συγκεντρώνουν όλα τα φυσικά πετρώματα τις ιδιότητες εκείνες που τα καθιστούν ανθεκτικά στις θερμοκρασιακές μεταβολές σε χημικούς παράγοντες που συχνά υπάρχουν σε βιομηχανικές πόλεις, ή στους ατμοσφαιρικούς παράγοντες, στους οποίους είναι εκτεθειμένη μια εξωτερική ορθομαρμαρώση. Τα ασβεστολιθικά πετρώματα με απολιθώματα

είναι ακατάλληλα για εξωτερικές επενδύσεις γιατί έχουν μικρή αντοχή. Το ίδιο συμβαίνει και με τους οφειτασβεστίτες, τα μαλακά λατυποπαγή πετρώματα, ή τα πετρώματα με θειικά άλατα, τα οποία φθείρονται με την επίδραση του νερού. Απεναντίας, πετρώματα που ανταποκρίνονται θαυμάσια στις ιδιαίτερες απαιτήσεις των εξωτερικών ορθομαρμαρώσεων είναι εκείνα που έχουν συμπαγή κρυσταλλική δομή όπως τα γνήσια μάρμαρα, καθώς και οι γρανίτες και οι τραβερτίνες.

Στη μελέτη που απαιτείται πριν την έναρξη της κατασκευής πρέπει να καθορίζονται το βάρος των πλακών και οι διαστάσεις τους, με μια σωστή αναλογία μεταξύ της επιφάνειας της πλάκας και του πάχους της. Επίσης στη μελέτη πρέπει να περιγράφεται ο τρόπος στήριξης των πλακών ο οποίος επιβάλλεται να γίνεται με μεταλλικά ανοξείδωτα αγκύρια, κατάλληλα υπολογισμένα, καθώς και η μορφή των αρμών.

Γενικά οι εξωτερικές επενδύσεις δεν πρέπει να κατασκευάζονται με κλειστούς αρμούς γιατί οι ελαστικές παραμορφώσεις που δημιουργούνται από την εξάσκηση πρόσθετων φορτιών πάνω στον τοίχο, προκαλούν τάσεις στις πλάκες επένδυσης, οι οποίες δεν εκτονώνονται όταν οι αρμοί είναι κλειστοί. Αντίθετα, οι ανοικτοί αρμοί επιτρέπουν μεγαλύτερες ανοχές στις διαστάσεις των πλακών επένδυσης. Στους υπάρχοντες αρμούς του κτιρίου πρέπει να αντιστοιχούν ανάλογοι αρμοί αρκετού πλάτους στην επένδυση. Επιπλέον στην επένδυση πρέπει εκτός από τους αρμούς διαχωρισμού του κτηρίου, να υπάρχουν και άλλοι κατακόρυφοι που να προχωρούν σε βάθος μέχρι τον φέροντα τοίχο. Το πλάτος των αρμών πρέπει να κανονίζεται ανάλογα με τα δεδομένα των μεταβολών της θερμοκρασίας με τον τρόπο στήριξης των πλακών και με τις ιδιότητες των υλικών επένδυσης και τοίχου.

Τέλος σημειώνεται ότι η μελέτη της ορθομαρμάρωσης πρέπει να λαμβάνει υπόψη της τις θερμικές διαστολές της κατασκευής, την επίδραση του ανέμου ακόμη και τους χημικούς παράγοντες που μπορούν ενδεχομένως να επιδράσουν στην κατασκευή. Σε ό,τι αφορά τις μεταβολές της θερμοκρασίας, αυτές αντιμετωπίζονται με τη στερέωση των πλακών με χαλύβδινα αγκύρια χωρίς την παρεμβολή τσιμεντοκονιάματος. Με τον τρόπο αυτό, αυξάνεται η ελαστικότητα της κατασκευής και αποφεύγεται η δημιουργία μιας συμπαγούς συνέχειας ανάμεσα σε δυο σώματα με διαφορετικό συντελεστή θερμικής διαστολής. Σχετικά με την επίδραση του ανέμου πρέπει να σημειωθεί ότι αυτός είναι, μετά τον σεισμό, ο χειρότερος εχθρός της αντοχής των εξωτερικών επενδύσεων. Η πίεση του ανέμου μπορεί να προκαλέσει στρέβλωση ή και ράγισμα των πλακών επένδυσης στα σημεία στήριξης τους, για αυτό και στο στάδιο της μελέτης οι υπολογισμοί γίνονται με βάση ειδικούς συντελεστές ασφαλείας, ανάλογα με την θέση της κατασκευής.

Τέλος οι χημικοί παράγοντες που μπορούν να επιδράσουν πάνω σε μια κατασκευή είναι επίσης αντικείμενο της μελέτης εξωτερικής ορθομαρμάρωσης. Γενικά έχει αποδειχτεί ότι τα ασβεστολιθικά πετρώματα προσβάλλονται από διάφορες χημικές ουσίες, όπως είναι το διοξείδιο

του άνθρακα και το υδρόθειο που περιέχονται στην ατμόσφαιρα ή στο νερό της βροχής. Συγκεκριμένα το υδρόθειο αντιδρά με το νερό και δημιουργεί θειικό οξύ, το οποίο διαλύει τα ανθρακικά ορυκτά των πλακών μαρμάρου. Ακόμη όταν έρθει σε επαφή με σιδηροπυρίτη, που πιθανόν να υπάρχει στο πέτρωμα, σχηματίζει υδροξείδιο του σιδήρου με αποτέλεσμα να δημιουργούνται κηλίδες σκουριάς στην επιφάνεια των διακοσμητικών πετρωμάτων. Το διοξείδιο του άνθρακα έξαλλου είναι λιγότερο επικίνδυνο από το υδρόθειο αλλά προκαλεί και αυτό προβλήματα στην επιφάνεια των μαρμάρινων πλακών. Μαζί με το νερό της βροχής σχηματίζει ανθρακικό οξύ που διαβρώνει ελαφρά τα ανθρακικά ορυκτά της πέτρας. Η δράση αυτή μπορεί να αποφευχθεί, αν στην επιφάνεια της πλάκας απλωθεί οξαλικό οξύ. Επίσης καταστρεπτική είναι και η δράση ορισμένων οργανικών ουσιών, όπως είναι τα κορεσμένα αέρια που προέρχονται από τις μηχανές εσωτερικής καύσης.

Μια σωστή και ακριβής μελέτη ορθομαρμάρωσης και μια επιμελημένη κατασκευή στη συνέχεια σύμφωνα με τους κανόνες της επιστήμης και της τέχνης, μπορεί να δώσει μια καλαισθητή και ανθεκτική στο χρόνο εξωτερική επένδυση με φυσικά πετρώματα.

Σε ότι αφορά την τελική επεξεργασία της επιφάνειας των πλακών, αυτή μπορεί να ποικίλει. Οι πλάκες μπορεί να είναι γυαλισμένες και στιλβωμένες, κατεργασμένες με σφυρί, χαραγμένες και στην περίπτωση του γρανίτη μπορούν να έχουν υποστεί κατεργασία με φλόγα. Έτσι οι επιφάνειες των πλακών, γυαλιστερές ή τραχιές, μπορούν κατά περίπτωση να δώσουν ένα τελείως διαφορετικό αισθητικό αποτέλεσμα.

Έχοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, πολύ συνοπτικά, η διαδικασία σχεδιασμού και κατασκευής μιας επένδυσης με μηχανική στερέωση σε τοίχο, ή γενικότερα σε εξωτερική όψη κτηρίου, με πλάκες κατάλληλου διακοσμητικού πετρώματος, σύμφωνα με τις ισχύουσες προδιαγραφές, περιλαμβάνει τις εξής φάσεις:

1. Λεπτομερής μελέτη της επένδυσης από ειδικούς, με βάση τις διατάξεις των κανονισμών και των προδιαγραφών που ισχύουν, καθώς και την αρχιτεκτονική και στατική μελέτη του κτιρίου. Κατά κανόνα για την μελέτη αυτή συνεργάζονται ο αρχιτέκτονας του κτιρίου, ο κατασκευαστής των μηχανισμών στερέωσης και η επιχείρηση που θα προμηθεύσει τα διακοσμητικά πετρώματα.

Στην μελέτη της επένδυσης πρέπει μεταξύ άλλων να εξετάζονται:

- Οι τυχόν παρεκκλίσεις (καθ' ύψος και οριζόντια) των όψεων της κατασκευής που θα επενδυθούν, έτσι ώστε με την μηχανική στερέωση της επένδυσης αυτές να αποκατασταθούν και επιπλέον να δημιουργηθεί αεριζόμενο κενό πάχους τουλάχιστον 20 mm, ανάμεσα στις πλάκες των διακοσμητικών πετρωμάτων και στην επιφάνεια υποδομής ή στην επιφάνεια της εξωτερικής θερμομονωτικής ή και ηχομονωτικής προστασίας των όψεων.

- Τα φορτία της επένδυσης (ίδιο βάρος επένδυσης, φορτία ανέμου, φορτία από σεισμό) που θα μεταβιβαστούν σε φέροντα στοιχεία της κατασκευής, καθώς και τα δομικά στοιχεία της κατασκευής που μπορούν να παραλάβουν τα φορτία της επένδυσης.

- Οι διαστολές – συστολές των πλακών λόγω θερμοκρασιακών μεταβολών και οι τάσεις που αναπτύσσονται.

- Οι αρμοί που πρέπει να υπάρχουν μεταξύ των πλακών, οι οποίοι πρέπει να είναι ανοιχτοί και κατάλληλου πάχους, ώστε να εξασφαλίζεται ανεξάρτητη κίνηση των πλακών στο χρόνο και να μην υπάρχει επιβάρυνση γειτονικών πλακών με πρόσθετα φορτία

- Η διαστασιολόγηση και οι λοιπές πρόσθετες κατεργασίες που πρέπει να γίνουν στις πλάκες, ώστε αυτές να μπορούν να στερεωθούν μηχανικά (π.χ. τρύπες στο σόκορο για να προσαρμόζονται οι καβίλιες των αγκυρίων)

- Τα κατάλληλα, κατά περίπτωση, συστήματα μηχανικής στερέωσης της επένδυσης (μηχανισμοί αγκύρωσης της επένδυσης στη φέρουσα κατασκευή, μηχανισμοί στερέωσης και στήριξης των πλακών, κ.τ.λ.), ώστε να επιλεγούν, με βάση τις τεχνικές τους προδιαγραφές, οι αναγκαίοι μηχανισμοί που συνθέτουν το σύστημα της μηχανικής στερέωσης.

Σημειώνεται ότι τα διάφορα συστήματα μηχανικής στερέωσης επενδύσεων μπορούν να διακριθούν στις παρακάτω κατηγορίες:

- Συστήματα σημειακής στερέωσης: σε αυτά οι πλάκες της επένδυσης στερεώνονται με τους κατάλληλους μηχανισμούς στερέωσης (συνήθως με ρυθμιζόμενα αγκύρια) απευθείας στα δομικά στοιχεία της φέρουσας κατασκευής που μπορούν να παραλάβουν τα φορτία.

- Συστήματα στερέωσης σε μεταλλικά προφίλ: τα συστήματα αυτά αναπτύχθηκαν για να δώσουν αξιόπιστες λύσεις όπου δεν είναι δυνατή η σημειακή στερέωση των πλακών, δηλαδή όταν η επένδυση προορίζεται για τοίχο με μεικτή κατασκευή (τοίχωμα – οπτοπλινθοδομή, όπου η οπτοπλινθοδομή λόγω μικρού πάχους δεν προσφέρεται για σημειακή στερέωση των αγκυρίων) ή όταν πίσω από της επένδυση υπάρχει κενό. Στα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται κατακόρυφες μεταλλικές ράγες κατάλληλης διατομής (διατομή Π, κ.α.) και μήκους, οι οποίες ακυρώνονται σε δομικά στοιχεία της φέρουσας κατασκευής που μπορούν να παραλάβουν τα φορτία. Επάνω στις ράγες αυτές μοντάρονται στην συνέχεια μηχανικά, ανάλογα με τις απαιτήσεις του έργου, είτε οι μηχανισμοί στερέωσης και στήριξης των πλακών (ειδικά ρυθμιζόμενα αγκύρια), είτε οριζόντιες ράγες, επάνω στις οποίες μοντάρονται τα αγκύρια.

- Συστήματα ειδικών προδιαγραφών: Τα συστήματα αυτά σχεδιάζονται και κατασκευάζονται για τις απαιτήσεις συγκεκριμένων έργων που δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν με τα δυο προηγούμενα συστήματα

2. Κατασκευή της επένδυσης. Στη φάση αυτή, που κατά κανόνα εξελίσσεται σταδιακά από το αριστερό τμήμα μιας όψης προς το δεξιό και εκ των κάτω προς τα πάνω:

- Προηγείται η αγκύρωση των μηχανισμών που επιλέχθηκαν για την στήριξη των πλακών στα επιλεγμένα δομικά στοιχεία του κτιρίου (από σκυρόδεμα συνήθως), τα οποία έχουν την απαιτούμενη, κατά περίπτωση, αντοχή για να παραλάβουν τα φορτία της επένδυσης. Η αγκύρωση πραγματοποιείται κυρίως με διογκούμενα με το βίδωμα ανοξείδωτα «μπουλόνια» και σε ορισμένες περιπτώσεις με ειδικές φύσιγγες με χημική γόμωση συγκολλητικού υλικού

- Ακολουθεί η τοποθέτηση των πλακών του διακοσμητικού πετρώματος στην τελική τους θέση, όπου αυτές στηρίζονται κατάλληλα με τα επιλεγμένα για τη στερέωση και συγκράτηση τους αγκύρια, τα οποία στη συνέχεια ρυθμίζονται κατά τους άξονες X, Y, Z, με τις διατάξεις ρύθμισης που ενσωματώνουν, έτσι ώστε η επένδυση να ανταποκρίνεται και στις προδιαγραφές που έχουν καθοριστεί στη μελέτη από άποψη ασφαλείας και από άποψη αισθητικής (π.χ. ευθύγραμμοι ισοπαχείς αρμοί, μηδενικές κατά το δυνατόν αποκλίσεις στην τελική επιφάνεια της επένδυσης, δηλαδή δε θα πρέπει να παρουσιάζονται αποκλίσεις μεγαλύτερες από 1 mm κάτω από ένα σιδερένιο πήχη μήκους 3,00 m τοποθετημένο σε οποιαδήποτε κατεύθυνση κ.λπ. Στο σημείο αυτό διευκρινίζεται ότι η κάθε πλάκα της επένδυσης στηρίζεται και συγκρατείται στην τελική της θέση σε τέσσερα (4) σημεία με τα κατάλληλα, κατά περίπτωση, αγκύρια (η στήριξη κάθε πλάκας στο αγκύρια, επιτυγχάνεται συνήθως με καβίλιες που τοποθετούνται κατάλληλα σε αντίστοιχες οπές που φέρουν οι πλάκες στο σόκορο). Η στήριξη της πλάκας σε περισσότερα από τέσσερα σημεία της δεν επιτρέπεται για την αποφυγή ανάπτυξης τάσης στην πλάκα.

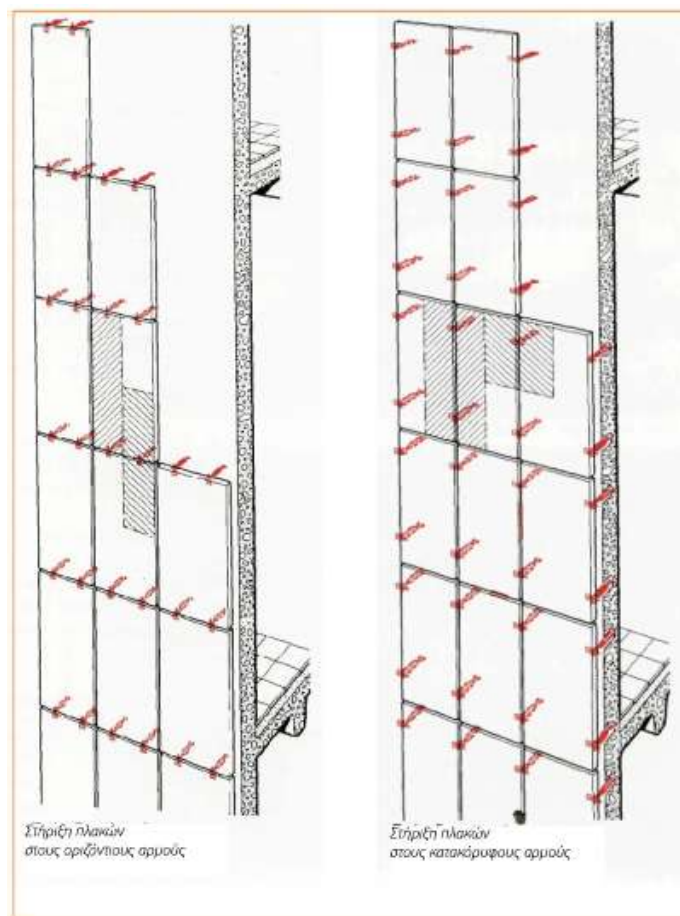
Γενικά υπάρχουν δυο τρόποι στήριξης των πλακών:

- Στήριξη στους οριζόντιους αρμούς της επένδυσης, η οποία είναι η πλέον συνήθης, αλλά και η πιο εύκολη. Στήριξη στους οριζόντιους αρμούς σημαίνει ότι τα αγκύρια τοποθετούνται κατάλληλα, ανά δυο, στο κάτω και στο επάνω μέρος της κάθε πλάκας. Πιο αναλυτικά, τα δυο αγκύρια στην κάτω πλευρά της πλάκας παραλαμβάνουν το φορτίο της πλάκας, ενώ τα δυο αλλά στην πάνω πλευρά της τη συγκρατούν για να μην ανατραπεί. Τα αγκύρια, όμως, σχεδιάζονται και κατασκευάζονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε εκείνα που βρίσκονται στην κάτω πλευρά της πλάκας και παραλαμβάνουν το φορτίο της, να συγκρατούν, ταυτόχρονα, από ανατροπή και την πλάκα που βρίσκεται κάτω από αυτήν. Αντίστοιχα, τα αγκύρια στην επάνω πλευρά της πλάκας που την συγκρατούν από ανατροπή παραλαμβάνουν και το φορτίο της υπερκείμενης πλάκας. Με τη στήριξη των πλακών στους οριζόντιους αρμούς της επένδυσης, το κάθε αγκύριο παραλαμβάνει το 50% του φορτίου της κάθε πλάκας.

Στήριξη στους κατακόρυφους αρμούς της επένδυσης, η οποία είναι πιο δύσκολη από την προηγούμενη και εφαρμόζεται κυρίως όταν το σύστημα μηχανικής στήριξης των πλακών αποτελείται από κατακόρυφες διάτρητες ράβδους, στερεωμένες κατάλληλα σε φέροντα στοιχεία

του κτιρίου, για να προσαρμοστούν επάνω τους μηχανικά, τα αγκύρια στήριξης των πλακών. Τα τέσσερα αγκύρια στήριξης της κάθε πλάκας τοποθετούνται κατάλληλα, ανά δυο, στις δυο πλαϊνές της πλευρές, έτσι ώστε κάθε ζεύγος αγκυρίων να συμμετέχει στην παραλαβή του φορτίου και στη συγκράτηση από ανατροπή δυο πλακών που βρίσκονται η μια δίπλα στην άλλη. Με τη στήριξη των πλακών στους κατακόρυφους αρμούς της επένδυσης το κάθε αγκύριο παραλαμβάνει το 50% του φορτίου δυο πλακών

Σημειώνεται ότι στην πράξη, η μηχανική στήριξη μιας επένδυσης μπορεί να περιλαμβάνει και τους δυο παραπάνω τρόπους στήριξης των πλακών.



Εικόνα 15: Σχεδιάγραμμα στήριξης στους οριζώντιους ή στους κατακόρυφους αρμούς

5.1.1.1. Πλάκες για Επενδύσεις Όψεων

Οι πλάκες διακοσμητικών πετρωμάτων για επενδύσεις όψεων (προδιαγραφών EN 12057:2004, σύμφωνα με το ισχύον ευρωπαϊκό πρότυπο για σήμανση CE), ελάχιστου πάχους 30mm, πρέπει να έχουν, ανάλογα και με τα προβλεπόμενα στη σχετική μελέτη επένδυσης, τις απαιτούμενες οπές στο σόκορο (π.χ. όταν έχουν επιλέγει αγκύρια με καβίλια, τα οποία είναι τα πλέον διαδεδομένα) ή

εγκοπές για την προσαρμογή τους στους μηχανισμούς στήριξης. Μπορεί, επίσης, ανάλογα με το σύστημα στερέωσης, να έχουν είτε στην πίσω τους όψη, είτε στο σόκορο, κατάλληλη διαμόρφωση για να προσαρμόζονται οι διατάξεις αγκυρίων στήριξης και συγκράτησης χωρίς καβίλιες.

Στις περιπτώσεις που οι πλάκες φέρουν οπές για τις καβίλιες, αυτές ανοίγονται με κατάλληλα εργαλεία και πρέπει να έχουν μεγάλη ακρίβεια σε ό, τι αφορά τη θέση, τη διάμετρο και το βάθος τους, σύμφωνα με τις εκάστοτε προδιαγραφές (π.χ. το τμήμα της καβίλιας που εισχωρεί στην πλάκα δεν θα πρέπει να είναι μικρότερο των 25mm)



Εικόνα 16: Οπή για καβίλα σε πλάκα μαρμάρου

5.1.1.2. Μηχανισμοί Στερέωσης - Αγκύρια

Αν και οι εξειδικευμένοι κατασκευαστές μηχανισμών στερέωσης επενδύσεων όψεων είναι λίγοι σε αριθμό, προσφέρουν, σήμερα, στην αγορά μια μεγάλη γκάμα τέτοιων διατάξεων που μπορούν να καλύψουν το μεγαλύτερο μέρος των κατασκευαστικών αναγκών, μέχρι και ειδικές αρχιτεκτονικές απαιτήσεις, διευκολύνοντας σημαντικά την γρήγορη ολοκλήρωση των έργων και συμπιέζοντας, παράλληλα, το κόστος κατασκευής τους. Πολλοί από τους μηχανισμούς αυτούς

είναι προϊόντα επιστημονικής έρευνας τα οποία έχουν κατοχυρώσει με διπλώματα ευρεσιτεχνίας οι επιχειρήσεις που τα δημιούργησαν. Επιπλέον οι εξειδικευμένοι κατασκευαστές τέτοιων μηχανισμών αναλαμβάνουν και μελέτες δύσκολων επενδύσεων και μπορούν να κατασκευάζουν τους ειδικούς, κατά περίπτωση, μηχανισμούς.



Εικόνα 17: Στήριξη αγκυρίου, εγκατεστημένου σε κοιλοδοκό, με πλάκες μαρμάρου

Στους μηχανισμούς μηχανικής στερέωσης επενδύσεων έχουν ιδιαίτερη σημασία:

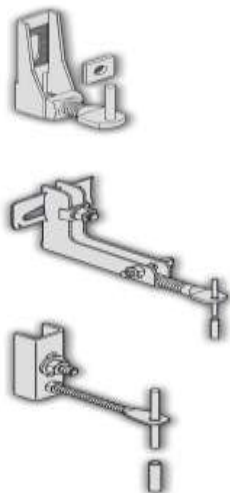
- Η ποιότητα των υλικών από τα οποία κατασκευάζονται όλα τους τα εξαρτήματα. Για αυτό και χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τους ειδικοί ανοξείδωτοι χάλυβες (AISI 304, κ.α.) ή αλλά κατάλληλα κράματα αλουμινίου. Επισημαίνεται ότι όλα τα μεταλλικά στοιχεία μιας μηχανικής στήριξης (σκελετός, αγκύρια, βίδες, πλέγματα οπλισμών, κ.α.), τα οποία εφάπτονται μεταξύ τους, θα πρέπει να διασφαλίζεται ότι δεν θα αναπτύξουν μεταξύ τους γαλβανικά φαινόμενα και είναι έτσι απρόσβλητα από τις διάφορες μορφές διάβρωσης που προκύπτουν, κάθε φορά που ένα ευγενέστερο μέταλλο έρχεται σε επαφή με ένα άλλο λιγότερο ευγενές μέταλλο,

παρουσία ηλεκτρολύτη (όπως το νερό της βροχής που περιέχει άλατα, οξέα, κ.α.), με αποτέλεσμα να γίνεται χημική αντίδραση που τείνει να φθείρει το λιγότερο ευγενές μέταλλο.

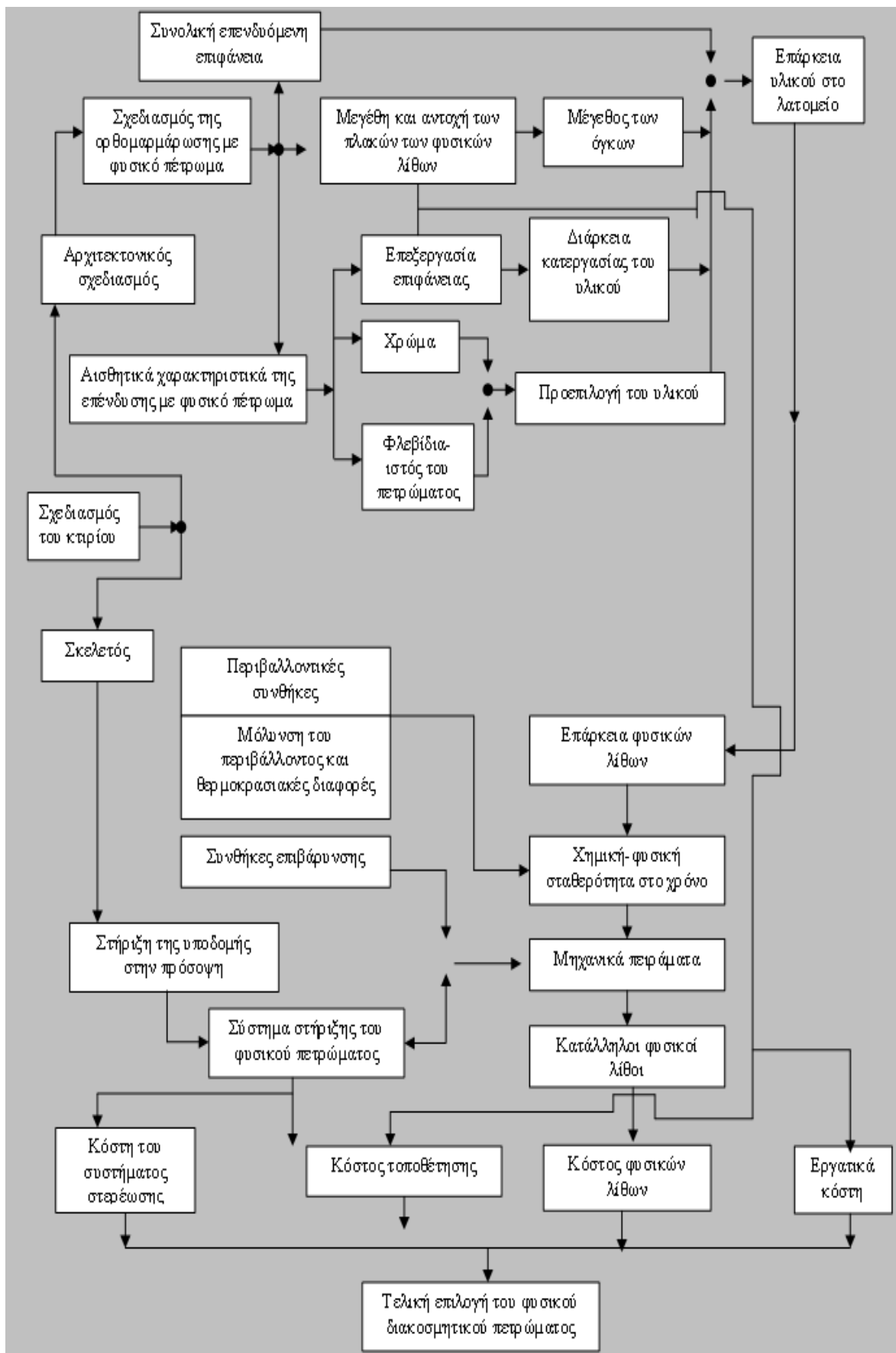
- Η στατική τους επάρκεια για τα φορτία τα οποία πρόκειται να αναλάβουν, σε συνδυασμό με την απόσταση της επένδυσης από τη φέρουσα κατασκευή (μοχλοβραχίονας αγκυρίου)
- Η επάρκεια των βυσμάτων αγκύρωσης στη φέρουσα κατασκευή

Οι κατασκευαστές αγκυρίων και γενικότερα συστημάτων στήριξης επενδύσεων τοίχων πρέπει να είναι πιστοποιημένοι κατά ISO 9001 και να παρέχουν αναλυτική πληροφόρηση για τις αντοχές των μηχανισμών που κατασκευάζουν, έτσι ώστε να προσφέρουν τη δυνατότητα επιλογής των κατάλληλων μηχανισμών με κριτήριο τα φορτία που αυτοί μπορούν να παραλάβουν, σε σχέση, βέβαια, και με το υπόβαθρο στο οποίο θα ακυρωθούν. Σε ό, τι αφορά τα αγκύρια, αυτά, ανάλογα με το σχεδιασμό τους και τη χρήση για την οποία προορίζονται, μπορούν να διακριθούν σε:

- **Αγκύρια ρυθμιζόμενα**, σε διαφόρους τύπους που στερεώνονται με βύσματα στη φέρουσα κατασκευή (συστήματα σημειακής στήριξης)
- **Αγκύρια ρυθμιζόμενα για μηχανική στερέωση** σε μεταλλικά προφίλ, δηλαδή στις ειδικές διάτρητες ράγες των συστημάτων στερέωσης.
- Υπάρχουν, ακόμη, και τα **ολόσωμα αγκύρια**, τα οποία τοποθετούνται σε «φωλιές» που ανοίγονται στο σκυρόδεμα, αλλά η χρήση τους είναι, πλέον, περιορισμένη.



Εικόνα 18: Διάφοροι τύποι ρυθμιζόμενων αγκυρίων



Εικόνα 19: Κριτήρια επιλογής φυσικού διακοσμητικού πετρώματος για ορθομαρμάρωση

5.1.2. Δαπεδοστρώσεις και Πλακοστρώσεις

Η χρήση των διακοσμητικών πετρωμάτων στην κατασκευή δαπεδοστρώσεων είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη και συναντά κανείς εντυπωσιακά δείγματα πραγματικά αριστουργήματα τέχνης, σε διαφορές πολυτελείς κατασκευές. Συνδυάζοντας δύο ή και περισσότερους τύπους μάρμαρου, γρανίτη, ή άλλης πέτρας – κυρίως σε εξωτερικές δαπεδοστρώσεις – ο σχεδιαστής μπορεί να «παίξει» με τα χρώματα και τα σχέδια και προσφέρει έργα υψηλής αισθητικής, ανθεκτικά στο χρόνο και προικισμένα με την αναντικατάστατη, μοναδική ομορφιά του φυσικού. Η διάδοση έξαλλου τα τελευταία χρόνια της κοπής της πέτρας με την μέθοδο water jet (υδροκοπή) έχει δώσει τα δυνατότητα κατασκευής πολύπλοκων εντυπωσιακών συνθέσεων αντίστοιχων με εκείνες που διακοσμούσαν στο μακρινό παρελθόν μνημειακές κατασκευές.

«Δαπεδόστρωση» είναι η χάριν βελτιώσεως επικάλυψη πατώματος κτιρίου, ενώ «Πλακόστρωση» είναι η επικάλυψη βατής επιφάνειας εκτός δομημένου χώρου. Η επίστρωση των επιφανειών έχει λειτουργικό προορισμό, αλλά πρέπει να ικανοποιεί και αισθητικές απαιτήσεις. Σημαντικά αρχιτεκτονικά μνημεία έχουν καλλιτεχνικές δαπεδοστρώσεις από φυσικά δομικά υλικά, όπως ψηφιδωτά ή σύνθεση πλακών από διακοσμητικά πετρώματα.

Στα σύγχρονα κτίρια χρησιμοποιούνται ποικίλα δομικά υλικά για την κατασκευή επιστρώσεως επιφανειών, με κριτήρια κυρίως οικονομικά. Είναι όμως αναμφισβήτητη η υπεροχή των φυσικών υλικών στον τομέα αυτόν και ιδιαίτερα η υπεροχή των διακοσμητικών πετρωμάτων, που προσδίδουν πολυτέλεια στο χώρο και εξασφαλίζουν αντοχή στο πέρασμα του χρόνου. Και, βέβαια, τα διακοσμητικά πετρώματα είναι το μοναδικό υλικό πλακοστρώσεως των ελεύθερων χώρων, όπου, πρόσθετα, συμβάλλουν στην αρμονία του περιβάλλοντος, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιούνται τοπικά παραδοσιακά υλικά κατασκευής. Σημαντική είναι η επιλογή του κατάλληλου δομικού υλικού για την κατασκευή επιστρώσεως επιφάνειας, του υλικού δηλαδή που προσαρμόζεται στην αρχιτεκτονική, τη χρήση του χώρου και τα άλλα δομικά υλικά του έργου. Για παράδειγμα, δεν μπορεί να γίνει δαπεδόστρωση από διακοσμητικά πετρώματα σε ανώι παραδοσιακού αρχοντικού της ηπειρωτικής Ελλάδας, όπου κυριαρχεί το ξύλο, ούτε δαπεδόστρωση με ξυλεία σε λουτρό, κουζίνα ή εργοστάσιο, όπου οι επιφάνειες είναι εκτεθειμένες στο νερό, την υγρασία ή έντονη καταπόνηση. Όλα σχεδόν τα διακοσμητικά πετρώματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για δαπεδοστρώσεις κυρίως εσωτερικών χώρων. Η επιλογή του υλικού βέβαια πρέπει να γίνεται κάθε φορά ανάλογα με την εφαρμογή για την οποία προορίζεται με βάση τις φυσικομηχανικές ιδιότητες του, που παίζουν καθοριστικό ρόλο στη συμπεριφορά του σε ένα συγκεκριμένο χώρο. Είναι γνωστό ότι τα δάπεδα υφίστανται γρήγορα αλλοίωση και φθορά εξαιτίας της συχνής χρήσης. Έτσι τα φυσικά πετρώματα που χρησιμοποιούνται στις δαπεδοστρώσεις θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά στην επιφανειακή τριβή, ενώ όταν χρησιμοποιούνται δυο ή και περισσότεροι τύποι μαρμάρων για την δημιουργία μιας

διακοσμητικής σύνθεσης στη δαπεδόστρωση θα πρέπει τα μάρμαρα να έχουν τον ίδιο συντελεστή σκληρότητας και η σκληρότητα να είναι ομοιόμορφη σε ολόκληρη τη μάζα τους. Επιπλέον πριν την επιλογή των υλικών πρέπει απαραίτητα να γίνονται δοκιμές αντοχής στην κρούση αντοχής στη θραύση υπό διάτμηση αι αντοχής στη θραύση υπό απλή πίεση μετά από παγετό. Στην τελευταία δοκιμή υποβάλλονται τα πετρώματα εκείνα που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σε εξωτερικές δαπεδοστρώσεις.

Η επιτυχία της συνθέσεως επιστρώσεως επιφάνειας εξαρτάται από την πλήρη γνώση της συστάσεως και των ιδιοτήτων του υλικού, καθώς και των μεθόδων κατασκευής. Γι' αυτό η σύνθεση επιστρώσεως επιφάνειας με διακοσμητικά πετρώματα *δεν μπορεί να ταυτίζεται* με σύνθεση δαπεδοστρώσεως με ξυλεία.

Για τις επιστρώσεις των επιφανειών ισχύουν ορισμένες γενικές απαιτήσεις:

1. Τα υλικά κατασκευής της επιστρώσεως πρέπει να είναι *σταθερά στερεωμένα* στο υπόστρωμα (να μην αποκολλούνται, να μην κινούνται και να μην αντηχούν εξαιτίας κενών στο υλικό στερεώσεως).

2. Η επιφάνεια δαπέδου από φυσικούς λίθους ή κεραμικά πλακίδια πρέπει, όχι μόνο να είναι επίπεδη, με απόλυτη σύμπτωση των επιφανειών του υλικού επιστρώσεως στις θέσεις των αρμών, αλλά και να έχει τις *απαραίτητες κλίσεις* προς τα τυχόν υπάρχοντα σιφόνια, τις πόρτες κλπ. Συνηθισμένο είναι το λάθος που παρατηρείται στις βεράντες των κτιρίων, όπου αλλού είναι το σιφόνι και αλλού συγκεντρώνονται τα νερά.

3. Τα υλικά κατασκευής της επιστρώσεως πρέπει να ανταποκρίνονται στις τυχόν ισχύουσες *σχετικές προδιαγραφές*.

4. Η τοποθέτηση των πλακών διακοσμητικού πετρώματος πρέπει να γίνεται με το *απαραίτητο πλάτος αρμών* ανάμεσά τους. Η κατασκευή επιστρώσεως επιφάνειας χωρίς αρμούς, πλάτους τουλάχιστον 5 mm, οδηγεί σε αστοχίες (οι ακμές των πλακών παρουσιάζουν απολεπίσεις εξαιτίας ελλείψεως δυνατότητας ελεύθερης διαστολής).

5. Σε περίπτωση κατασκευής δαπεδοστρώσεως ή πλακοστρώσεως από διαφορετικά είδη διακοσμητικού πετρώματος, πρέπει *όλα τα είδη αυτά να παρουσιάζουν περίπου ίση αντοχή σε φθορά από τριβή*. Σε αντίθετη περίπτωση, οι πλάκες φθείρονται ανομοιόμορφα με το πέρασμα του χρόνου και η επιφάνεια του δαπέδου καταντά κυματοειδής

6. Η δαπεδόστρωση πρέπει να συντηρείται μεθοδικά και να *προφυλάσσεται από την υγρασία του υποστρώματος*, με την παρεμβολή ασφαλικής μεμβράνης. Είναι σύνηθες για πόρτες κατοικίας να μην ανοίγουν εξαιτίας στρεβλώσεως των μαρμαροπλακών του δαπέδου από την υγρασία. Εξάλλου η γήρανση και η εξαιτίας της συρρίκνωση του ξύλου με το πέρασμα του χρόνου οδηγεί στην παραμόρφωση της επιφάνειας της δαπεδοστρώσεως με ξυλεία και στη διεύρυνση των αρμών και δημιουργεί κατάσταση που αδικεί το οικείο αυτό φυσικό δομικό υλικό.

5.1.2.1. Υλικά Δαπεδοστρώσεων

Πλάκες του διακοσμητικού πετρώματος

Το πάχος των πλακών διακοσμητικού πετρώματος κατασκευής δαπεδοστρώσεων, πρέπει να είναι τουλάχιστον 2 cm. Το πάχος αυτό μπορεί να είναι μικρότερο, αν το πέτρωμα έχει αυξημένη αντοχή, όπως οι χαλαζίτες και οι σχιστόλιθοι. Στις πλακοστρώσεις, οι πλάκες πρέπει να έχουν πάχος τουλάχιστον 3 cm. Σε περίπτωση ειδικής χρήσης του δαπέδου (κίνηση μεγάλων φορτίων), το πάχος των πλακών του πετρώματος πρέπει να προσδιορίζεται με βάση ειδική μελέτη. Στις πλάκες διακοσμητικού πετρώματος δεν πρέπει να στερεώνονται άλλα στοιχεία.

Γενικά, οι πλάκες διακοσμητικού πετρώματος, που προορίζονται για την κατασκευή δαπεδοστρώσεων ή πλακοστρώσεων, δεν πρέπει να παρουσιάζουν ελαττώματα στη μορφή, το χρωματισμό και την υφή της επιφάνειας (π.χ. δεν είναι κατάλληλα πετρώματα με πλούσια ανομοιογενή φλέβωση γιατί έχουν μειωμένες αντοχές, ο τραβερτίνης γιατί έχει οπές, ορισμένοι γρανίτες γιατί απορροφούν τους λεκέδες κλπ.). Στις δαπεδοστρώσεις χρησιμοποιούνται συμπαγή πετρώματα (λουτρά, κουζίνες), ανοιχτόχρωμοι ασβεστόλιθοι (είσοδοι, διάδρομοι) και πετρώματα με ιδιαίτερα διακοσμητική επιφάνεια (χώροι υποδοχής, υπνοδωμάτια). Γενικά, ο χρωματισμός και το μέγεθος των πλακών διακοσμητικού πετρώματος στις δαπεδοστρώσεις καθορίζονται από αισθητικούς παράγοντες και από το φωτισμό, τον ηλιασμό, το μέγεθος, τη μορφή και τη χρήση του χώρου. Επειδή τα διακοσμητικά πετρώματα έχουν *αυξημένη θερμοχωρητικότητα* (συγκρατούν για αρκετό χρόνο τη θερμότητα που δέχθηκαν), πρέπει να αξιοποιείται η ιδιότητά τους αυτή με τη ρύθμιση της σκίασεως της επιφάνειας του δαπέδου, ανάλογα με την εποχή του έτους (αυξημένος ηλιασμός το χειμώνα κ.α.). Η ιδιότητα αυτή μπορεί να αποτελέσει και παράγοντα κατά την επιλογή του χρωματισμού διακοσμητικού πετρώματος πλακοστρώσεων (μείωση θερμοκρασίας περιβάλλοντος)

Η επεξεργασία της επιφάνειας των πλακών κατασκευής επιστρώσεως και πατημάτων σκάλας πρέπει να γίνεται με λείανση, με λεπτό σκαπιτσάρισμα (χτυπητό ή χτενιστό) ή με αμμοβολή. Αν οι πλάκες δεν είναι προλειασμένες, η λείανση της επιστρώσεως γίνεται μετά 10 ημέρες τουλάχιστον από την κατασκευή του. Δεν επιτρέπεται στίλβωση της επιφάνειας των πλακών, για την αποφυγή ατυχημάτων. Σε ειδικές περιπτώσεις, μπορεί να διατηρηθεί η φυσική, ακατέργαστη μορφή της επιφάνειας. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της στίλβωσης των πλακών γρανίτη, που τοποθετήθηκαν στα δάπεδα και τα πατήματα των σκαλοπατιών στους σταθμούς του Μετρό της Αθήνας· μετά από πολύ μικρό διάστημα χρειάστηκε να τρίψουν με σβουράκι τις τοποθετημένες πλάκες, για να καταστραφεί η στίλβωση, που είχε προκαλέσει πολλά προβλήματα για τους χρήστες των δαπέδων και των σκαλοπατιών.

Στο πρότυπο EN 1341, που ισχύει και σαν ΕΛΟΤ, καθορίζονται οι απαιτήσεις και οι απαραίτητες μέθοδοι δοκιμής για τις πλάκες από φυσικούς λίθους, που προορίζονται για την κατασκευή εξωτερικής πλακοστρώσεως και εξωτερικής σκάλας. Εδώ, οι πλάκες κατατάσσονται σε

κατηγορίες και ορίζονται οι αντίστοιχες επιτρεπόμενες παρεκκλίσεις στις διαστάσεις, το γώνιασμα και την επιπεδότητα, ανάλογα με το μέγεθος και τη μέθοδο κοπής και κατεργασίας της επιφάνειάς τους. Ειδικά, η παρέκκλιση της επιπεδότητας της επιφάνειας των πλακών δεν πρέπει να ξεπερνάει το 0,2% του μήκους της πλάκας και πάντως δεν πρέπει να είναι πάνω από 3mm. Από την απαίτηση αυτή εξαιρούνται βέβαια οι φυσικές πλάκες. Πρόσθετες απαιτήσεις ορίζονται στο EN 12058, όπου περιέχονται και οι ιδιότητες, που πρέπει να συνοδεύουν τη σήμανση CE των πλακών.

Πίνακας 13: Ιδιότητες και δοκιμές των πλακών διακοσμητικού πετρώματος για εξωτερικές πλακοστρώσεις και σκάλες

Ορυκτολογική σύσταση και πετρογραφική ονοματολογία	EN 12407
Ανοικτό πορώδες και φαινόμενη πυκνότητα	EN 1936
Αντοχή σε κάμψη σε κανονικές συνθήκες και μετά από δοκιμή αντιστάσεως σε παγετό	EN 12372 και EN 13161
Αντίσταση σε παγετό. Ο έλεγχος αυτός μπορεί να μη χρειαστεί, αν δεν επιβάλλεται από τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής	EN 12371
Αντίσταση σε γήρανση με την επίδραση SO ₂ παρουσία υγρασίας, αν η περιοχή υπόκειται σε επίθεση ατμοσφαιρικής ρυπάνσεως	EN 13919
Αντίσταση σε γήρανση με την επίδραση SO ₂ παρουσία υγρασίας, αν η περιοχή υπόκειται σε επίθεση ατμοσφαιρικής ρυπάνσεως,	EN 13919
Αντίσταση σε θερμικό αιφνιδιασμό, αν η περιοχή υφίσταται κρίσιμους θερμικούς κύκλους	EN 14066
Υδατοαπορρόφηση σε ατμοσφαιρική πίεση. Η υδατοαπορρόφηση μέσω του τριχοειδούς πρέπει να ελέγχεται, αν οι πλάκες ακουμπάνε σε επιφάνεια με νερό και πάντως, όταν το πορώδες είναι μεγαλύτερο από 1%	EN 13755 EN 1925
Διαπερατότητα υδρατμών, αν υπάρχουν στο χώρο υδρατμοί και η στερέωση των πλακών γίνεται με κονίαμα ή κόλλες	EN 12524 ή EN ISO 12572
Αντίσταση σε φθορά από τριβή, με εξαίρεση τα ρίχτια σκάλας	EN 14157
Ολισθηρότητα (σε υγρή και ξηρή κατάσταση), με εξαίρεση τα ρίχτια σκάλας). Ο έλεγχος επιβάλλεται, όταν η τραχύτητα της επιφάνειας των πλακών είναι < 1mm.	EN 14231 EN 13373
Αίσθηση στο πέλμα, σε ειδικές περιπτώσεις και με εξαίρεση τα ρίχτια σκάλας	BS 7997: 2001
Αντίδραση στη φωτιά, αν η περιεκτικότητα σε ασφάλτο ή σε οργανικές προσμίξεις κ.ά. είναι > 1% της μάζας ή του όγκου	EN 13501-1
Ικανότητα προσφύσεως, αν χρειάζεται	

Απαραίτητη είναι η περιγραφή της εμφανίσεως των πλακών επιστρώσεων συνοδευόμενη από δείγμα αναφοράς, με ελάχιστη επιφάνεια $0,01\text{m}^2$ ($0,01$ μέχρι $0,25\text{m}^2$). Στο δείγμα αυτό πρέπει να φαίνονται το χρώμα, η πρότυπη φλέβωση, η φυσική δομή, η υφή της τελικής επιφάνειας και τα ειδικά χαρακτηριστικά του πετρώματος, όπως οπές, κομμοί, διάφορες κηλίδες κ.α. Μπορεί, ακόμα, να ελέγχονται η αντοχή του χρωματισμού στην επίδραση των ηλιακών ακτίνων, ο συντελεστής θερμικής διαστολής, η αντοχή σε θλίψη, προ και μετά τη δοκιμή παγετού (ιδιότητα απαραίτητη προκειμένου για κυβόλιθους) και σε κρούση και η μικροσκληρότητα Κnoop.

Η ελάχιστη επιτρεπόμενη αντοχή σε θλίψη των πλακών του διακοσμητικού πετρώματος εξαρτάται από τη χρήση της επιφάνειας (πεζόδρομοι, πλακόστρωση με υπόστρωμα από κονίαμα, κήποι, είσοδοι χώρων σταθμεύσεως, περίβολοι εμπορικών κτιρίων, χώροι κινήσεως οχημάτων, διακοσμητικές εφαρμογές κλπ.). Στους δρόμους κινήσεως οχημάτων απαιτείται η μεγαλύτερη αντοχή σε θλίψη (25 kN), ενώ στους πεζοδρόμους η μικρότερη (0,75 kN).

Αξίζει να αναφερθεί, ότι η μέτρηση των πλακών πρέπει να γίνεται με ακρίβεια 0,5 mm και με ειδικές μεθόδους. Εξάλλου, οι απαιτήσεις και οι μέθοδοι δοκιμής για τους κυβόλιθους και τα κράσπεδα από φυσικούς λίθους, που προορίζονται για την κατασκευή εξωτερικών πλακοστρώσεων (ανάλογες με εκείνες των πλακών), ορίζονται στα πρότυπα EN 1342 και EN 1343, αντίστοιχα.

Πίνακας 14: Ιδιότητες και δοκιμές των πλακών διακοσμητικού πετρώματος για εσωτερικές δαπεδοστρώσεις και σκάλες

Πετρογραφική ονοματολογία	EN 12407
Αντίδραση στη φωτιά, αν χρειάζεται	περιγραφή 94/603/EEC
Υδατοαπορρόφηση σε ατμοσφαιρική πίεση και υδατοαπορρόφηση μέσω τριχοειδούς, αν χρειάζεται, όπως αν στο υπόστρωμα εμφανίζεται νερό,	EN 13755 EN 1925
Διαπερατότητα υδρατμών, αν χρειάζεται, όπως όταν τα πετρώματα χρησιμοποιούνται σε χώρους με υδρατμούς και στερεώνονται με κονίαμα ή κόλλες	EN 12524 EN ISO 12572
Αντοχή σε κάμψη, προ και μετά από δοκιμή παγετού	EN 12372 EN 13161
Ολισθηρότητα (σε υγρή και ξηρή κατάσταση), με εξαίρεση τα ρίχτια σκάλας	EN 14231 EN 13373
Αίσθηση στο πέλμα, σε ειδικές περιπτώσεις και με εξαίρεση τα ρίχτια	BS 7997: 2001
Φαινόμενη πυκνότητα	EN 1936

Μπορεί, ακόμα, να ελέγχονται η αντοχή σε θλίψη, η αντοχή σε κρούση, η αντίσταση σε φθορά από τριβή και η μικροσκληρότητα Κnoop.

Στη σήμανση CE των πλακών διακοσμητικού πετρώματος, που προορίζονται για εσωτερικές δαπεδοστρώσεις και σκάλες, πρέπει να αναγράφονται η αντίδραση στη φωτιά, η αντοχή σε κάμψη, η ολισθηρότητα, η αίσθηση στο πέλμα και η φαινόμενη πυκνότητα.

Κονιάματα στερεώσεως των πλακών

Τα κονιάματα, που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των επιστρώσεων επιφανειών, πρέπει να έχουν σύνθεση που ανταποκρίνεται στον ακόλουθο πίνακα

Πίνακας 15: Σύνθεση Κονιαμάτων σε δαπεδοστρώσεις

ΕΙΔΟΣ ΚΟΝΙΑΜΑΤΟΣ	ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ ΑΝΑΜΕΙΞΕΩΣ
Στερεώσεως πλακών	130-150 kg τσιμέντο Πόρτλαντ Ι 45 1 m ³ άμμος καθαρή 0/2 ή 0/3 [*] απρόσμικτο (πλαστικοποιητικό)
Σφραγίσματος απλών αρμών	260 kg τσιμέντο λευκό Πόρτλαντ Ι 45 1 m ³ νερό χρώμα με ανάλογο νερό
Επισκευής πλακών	100 gr μαγνήσια τσιμέντο 30 gr νερό σκόνη πετρώματος με ανάλογο νερό
[*] ισοδύναμο άμμου: ≥ 70%, μέγεθος κόκκων άμμου: 0-3 mm	

Απρόσμικτα υλικά, σε αναλογία 5-10%, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της προσφύσεως των πλακών, την αποφυγή ολισθήσεώς τους κατά την τοποθέτησή τους στο έργο (ιδιαίτερα σε κατακόρυφες επιφάνειες), καθώς και για τη βελτίωση της αντοχής του κονιάματος στη μεταβολή της θερμοκρασίας. Ακόμα, με ειδικά απρόσμικτα μπορεί να ρυθμιστεί η απαραίτητη ποσότητα νερού στο κονίαμα, ώστε να διατηρηθεί η πλαστικότητά του για όσο χρόνο απαιτείται μέχρι τη διάστρωσή του ή μέχρι την τοποθέτηση των πλακών.

5.1.2.2. Κατασκευή Υποστρώματος

Το υπόστρωμα τοποθετήσεως πλακών διακοσμητικού πετρώματος πρέπει να είναι σταθερό και ανθεκτικό (συνηθισμένη είναι η θραύση πλακών πεζοδρομίου, εξαιτίας υποχωρήσεως του υποστρώματος). Η επιφάνεια, που πρόκειται να στρωθεί με πλάκες διακοσμητικού πετρώματος, πρέπει να επιπεδωθεί, να καθαριστεί καλά και να διαβραχεί. Οι πλάκες του πετρώματος στερεώνονται με τσιμεντοκονίαμα πάχους 2,5 cm. Η διάστρωση του τσιμεντοκονιάματος πρέπει να γίνεται προσεκτικά, για να μη δημιουργηθούν κενά αέρα, που αποτελούν σημαντικό παράγοντα αποκολλήσεως των πλακών με το πέρασμα του χρόνου.

Οι εργασίες κατασκευής της επιστρώσεως επιφάνειας πρέπει να αρχίσουν μετά 45 ημέρες τουλάχιστον από την κατασκευή του σκυροδέματος του υποστρώματος. Όταν προβλέπεται να κλειστούν σωληνώσεις θερμάνσεως μέσα στο δάπεδο, πρέπει να προηγηθεί στρώση τσιμεντοκονιάματος με ειδικό θερμομονωτικό απρόσμικτο ή στρώση ειδικού σκυροδέματος. Πρέπει, τέλος, να προβλέπεται προστασία από το θόρυβο και την υγρασία. Η θερμομόνωση μεταξύ υποστρώματος και δαπέδου αποσκοπεί και στην ενίσχυση της θερμικής αντιστάσεως του δαπέδου, για να αποφευχθεί η αμφίδρομη μεταβίβαση της θερμότητας μεταξύ των δύο.

5.1.2.3. Μέθοδος Τοποθέτησεως των Πλακών

Κατασκευή των αρμών

Οι αρμοί μεταξύ των πλακών του πετρώματος πρέπει να έχουν πλάτος τουλάχιστον 5 mm, για να είναι δυνατή η διαστολή των πλακών χωρίς τον κίνδυνο αποκολλήσεώς τους από το υπόστρωμα. Συνηθισμένη είναι η αποφλοίωση των ακμών των πλακών ασβεστολίθου στη θέση αρμών, χωρίς το απαραίτητο πλάτος. Το πλάτος των αρμών πλακοστρώσεως λαϊκής τεχνοτροπίας μπορεί να φθάσει μέχρι 3 cm. Στις πλακοστρώσεις πρέπει να κατασκευάζονται και αρμοί διαστολής, πλάτους 10 mm, στις θέσεις συναντήσεως της στρώσης των πλακών με τους τοίχους των κτιρίων, καθώς και ανά 20-30 m² επιφάνειας πλακών.

Τοποθέτηση των πλακών

Κάθε πλάκα του πετρώματος διαβρέχεται, τοποθετείται στη θέση της δοκιμαστικά, ανασηκώνεται με το μυστρί για να γεμιστούν ξανά με κονίαμα κενά αέρα που πιθανά δημιουργήθηκαν και ραντίζεται τσιμέντο στη βρεγμένη κάτω επιφάνειά της· τέλος, η πλάκα τοποθετείται στην οριστική θέση της με κτυπήματα με τη λαβή του μυστριού. Η επιτυχία της κατασκευής εξαρτάται από την προσεκτική τοποθέτηση της πρώτης πλάκας. Οι λεπτομέρειες αυτές δεν τηρούνται συνήθως ή δεν είναι γνωστές, με συνέπεια να είναι συνηθισμένη η αποκόλληση των πλακών στις επιστρώσεις επιφανειών με διακοσμητικά πετρώματα.

Οι πλάκες αλφαδιάζονται έτσι, που καμία να μην είναι περισσότερο από 0,5 mm πιο πάνω ή πιο κάτω από τις γειτονικές της πλάκες. Μετά την αποπεράτωση των εργασιών τοποθέτησεως των πλακών και για 2-3 ημέρες τουλάχιστον, δεν πρέπει να χρησιμοποιηθεί η στρωμένη επιφάνεια. Η τελική επιφάνεια του δαπέδου πρέπει να είναι οριζόντια. Για τον έλεγχο, τοποθετείται πάνω στο δάπεδο χάρακας μήκους 2 m και οριζοντιώνεται με αλφάδι· δεν πρέπει σε καμία θέση του δαπέδου να παρατηρηθεί κλίση μεγαλύτερη από 2 mm.

Κατά την κατασκευή των εξωτερικών πλακοστρώσεων πρέπει να γίνεται συστηματική διαβροχή της επιφάνειας που θα δεχθεί τη στρώση του διακοσμητικού πετρώματος, να παρασκευάζονται μικρές ποσότητες κονιάματος σε σκιά και να στρώνονται μικρές επιφάνειες με κονίαμα, ώστε να διατηρείται τούτο υγρό. Στις θέσεις που τελειώνουν οι εργασίες, πρέπει να εξασφαλίζεται η διύγρυνση των κονιαμάτων με την τοποθέτηση υγρών καλυμμάτων για 2-3 ημέρες. Για αποφυγή σχηματισμού λεκέδων (έγχρωμων υδατοδιαλυτών νατριούχων ή καλιούχων αλάτων) σε επίστρωση με λευκά μάρμαρα, πρέπει κατά την κατασκευή να λαμβάνονται υπόψη:

- Το τσιμέντο παρασκευής του κονιάματος στερεώσεως των πλακών να είναι λευκό και φτωχό σε διαλυτά αλκάλια.

- Η άμμος του κονιάματος να είναι φτωχή σε οργανικές ενώσεις· καταλληλότερη είναι η λευκή πλυμένη άμμος.
- Το τσιμέντο και η άμμος δεν πρέπει να περιέχουν ξένα σώματα,
- Το πέτρωμα των πλακών δεν πρέπει να περιέχει διαλυτές χημικές ενώσεις.
- Οι επιφάνειες των πλακών του πετρώματος, που ακουμπούν στο κονίαμα, πρέπει να υποστούν επεξεργασία, ώστε να γίνουν αδρές.
- Όταν χρησιμοποιούνται πρόσθετα για την παρασκευή του κονιάματος στερεώσεως των πλακών, πρέπει να είναι ειδικά υλικά ακρυλικού τύπου.
- Το υπόστρωμα πρέπει να είναι στεγνό, όταν αρχίζει η επίστρωση επιφάνειας ή, αν χρειάζεται, να τοποθετείται στεγανωτική μεμβράνη.

Σφράγισμα των αρμών

Η σταθερότητα της επιστρώσεως εξαρτάται από το καλό σφράγισμα των αρμών. Το γέμισμα των απλών αρμών μεταξύ των πλακών του πετρώματος πρέπει να γίνεται με αραιό τσιμεντοπολτό (αριάνι), αφού καθαριστούν καλά οι πλάγιες επιφάνειες των πλακών από τα υπολείμματα κονιάματος και όλο το βάθος των αρμών, πιο κάτω και από το πάχος των πλακών. Στον τσιμεντοπολτό αρμολογήματος είναι δυνατό να προστεθεί και χρώμα. Στην περίπτωση που συνδυάζονται ομοιόχρωμες, ανοιχτόχρωμες πλάκες με γεωμετρικά σχήματα σε επαναλαμβανόμενη σύνθεση, συνιστάται οι αρμοί να σφραγίζονται με σκουρόχρωμο υλικό.

Το γέμισμα των αρμών διαστολής πρέπει να γίνεται μετά το στέγνωμα του κονιάματος συγκολλησεως των πλακών του πετρώματος με το υπόστρωμα (ελάχιστος χρόνος μια εβδομάδα). Το γέμισμα πρέπει να γίνεται με κατάλληλο πλαστικό στόκο από εποξειδικές ρητίνες, αφού προηγουμένως καθαριστούν οι αρμοί σε βάθος μέχρι το σκυρόδεμα. Είναι δυνατόν, επίσης, οι αρμοί να γεμιστούν εν μέρει με υαλοβάμβακα ή άλλο ανάλογο αδρανές υλικό μέχρι 1 cm κάτω από την εξωτερική επιφάνεια των πλακών και το υπόλοιπο τμήμα τους να συμπληρωθεί με κατάλληλο πλαστικό στόκο.

5.1.2.4. Σύνθεση Επιστρώσεως

Οι πλάκες του διακοσμητικού πετρώματος μπορεί να έχουν ποικίλες διαστάσεις επιφάνειας και ποικίλες μορφές. Για τις συνηθισμένες επιστρώσεις συστήνονται τετραγωνικές ή ορθογωνικές πλάκες, διαστάσεων 30x30, 40x40 ή 40x60 cm, για να συνδυάζονται με ευχέρεια. Οι ορθογωνικές πλάκες, ειδικά, είναι σκόπιμο, για τον ευχερή συνδυασμό τους, να έχουν μήκος διπλάσιο του πλάτους τους. Ειδικά, η διαγώνια διάταξη τετραγωνικών πλακών, με διαστάσεις 20-30 cm και σε χρωματισμούς εναλλάξ λευκό και μαύρο («σκακιέρα»), είναι σύνθεση που προσαρμόζεται και εξυπηρετεί την επισκευή των δαπεδοστρώσεων παραδοσιακών κτιρίων.



Εικόνα 20: Δαπεδόστρωση με διάταξη "σκακιέρα"

Ουσιώδη παράγοντα επιτυχίας της επιστρώσεως επιφάνειας αποτελεί η χρωματική αρμονία και, γενικά, η τήρηση των επιταγών της μορφολογίας. Οι μορφές των διαφόρων συνθέσεων με διακοσμητικά πετρώματα είναι:

α) ενιαίο σχέδιο, με ίδιες ή εναλλασσόμενες χρωματικά πλάκες· οι πλάκες είναι κανονικού γεωμετρικού σχήματος συνήθως. Στις επιστρώσεις επιφανειών και ιδιαίτερα στις δαπεδοστρώσεις με ομοιόχρωμες κυρίως πλάκες, έχει ιδιαίτερη σημασία ο συνδυασμός των φλεβών και των μερικότερων αποχρώσεων του πετρώματος, για να αποφευχθεί ανομοιογένεια και δυσαρμονία στην εμφάνιση της τελικής επιφάνειας,

β) μοτίβο, που επαναλαμβάνεται αυτούσιο ή με μικρή παραλλαγή εναλλάξ· παραλλαγή αποτελεί η ρωμαϊκή σύνθεση, όπου το μοτίβο συγκροτείται από ομάδα πλακών με ποικίλα μεγέθη και μορφές

γ) κεντρικό μοτίβο ή μοτίβο σε ειδική θέση της επιφάνειας,

δ) ψηφιδωτά ή συνδυασμός ψηφιδωτού με πλακόστρωτη επιφάνεια ή, ακόμα, βοτσαλωτά,

ε) γεωμετρική σύνθεση,

στ) ελεύθερη σύνθεση. Με την εφαρμογή της υδροκοπής, σε συνδυασμό με ηλεκτρονικό υπολογιστή, είναι πια ευχερής η κοπή πλακών πετρώματος σε οποιαδήποτε μορφή και έτσι διευκολύνονται ιδιαίτερα οι ελεύθερες συνθέσεις.

ζ) ειδικές συνθέσεις

η) συνθέσεις λαϊκής τεχνοτροπίας

θ) συνδυασμός διάφορων μορφών

Πολλά και διαφορετικά μοτίβα χρησιμοποιούνται, όπως η διάταξη «ψαροκόκαλο» (με τα πλακάκια να τοποθετούνται σε 90 ή 45 μοίρες μεταξύ τους), «βυζαντινό» (εναλλαγή ορθογώνιων διαφορετικών διαστάσεων) ή η λεγόμενη “book-matched” (Εικόνα 21)



Εικόνα 21: Δαπεδόστρωση "book-matched"



Εικόνα 22: Διάφορα είδη συνθέσεων δαπεδοστρώσεων

5.1.3. Σκάλες από Μάρμαρο και Διακοσμητικά Πετρώματα



Εικόνα 23: Σκάλα από λευκό μάρμαρο

Κλίμακα ή σκάλα ονομάζεται ένα σύνολο βαθμίδων, που χρησιμοποιείται για την κατακόρυφη και αυτοδύναμη πρόσβαση ατόμων από ένα βατό επίπεδο σε ένα άλλο. Οι βαθμίδες αποτελούνται από δύο τεμνόμενα επίπεδα ένα οριζόντιο, το «πάτημα» και ένα κατακόρυφο ή κεκλιμένο, το «ύψος» ή «μέτωπο» ή «ρίχτι». Η τομή των δύο επιπέδων ονομάζεται ακμή. Ο χώρος, που περιέχει την ή τις κλίμακες ονομάζεται κλιμακοστάσιο, τα δε τμήματα των κλιμάκων μεταξύ των πλατύσκαλων ενός κλιμακοστασίου ονομάζονται βραχίονες. Τα κύρια χαρακτηριστικά στοιχεία μιας κλίμακας είναι το ύψος και το πλάτος των βαθμίδων της, που καθορίζουν τελικά την κλίση της και κατ' επέκταση τον βαθμό άνεσης κατά την χρήση της, αλλά και το πλάτος της κλίμακας που εξαρτάται από το μήκος των βαθμίδων της και καθορίζεται από την απόσταση μεταξύ των κατακόρυφων επιπέδων τοίχων, στηθαία ή κιγκλιδώματα, που την περιέχουν.

Οι σκάλες, που από τη φύση τους εξυπηρετούν κάποιο συγκεκριμένο σκοπό και δεν είναι απλά φόρμες που ενταθήκαν σε ένα χώρο για να συμπληρώσουν τη διακόσμηση του, έχουν απόλυτη ανάγκη από τις ιδιότητες των φυσικών πετρωμάτων. Ωστόσο δε θεωρούνται όλα τα φυσικά πετρώματα κατάλληλα για να χρησιμοποιηθούν στην κατασκευή μιας σκάλας. Επειδή οι σκάλες υφίστανται γρήγορα αλλοιώσεις και φθορές από την έντονη χρήση, πρέπει τα διακοσμητικά πετρώματα που θα χρησιμοποιηθούν, να είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά στην επιφανειακή τριβή. Το μάρμαρο και η πέτρα είναι υλικά που χρησιμοποιούνταν ανέκαθεν ευρύτατα σε κατασκευές σκαλών, εξωτερικών και εσωτερικών. Άλλωστε το μάρμαρο έχει δείξει σημεία υπεροχής, σε σχέση με τα άλλα υλικά, όπως το μέταλλο και το ξύλο. Για την επιλογή των πετρωμάτων που προορίζονται για τέτοιες εφαρμογές πρέπει να εξετάζονται η αντοχή στην κρούση, η αντοχή στη θραύση υπό διάτμηση και η αντοχή στη θραύση υπό απλή πίεση, μετά από παγετό. Ειδικά η τελευταία δοκιμή πρέπει να πραγματοποιείται απαραίτητα σε πετρώματα που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σε εξωτερικές σκάλες οι οποίες είναι εκτεθειμένες άμεσα στις καιρικές συνθήκες και στις πιθανές απότομες θερμοκρασιακές μεταβολές. Όταν η σκάλα κατασκευάζεται χωρίς ρίχτια, με πατήματα που στηρίζονται σε μεταλλική ή άλλη κατασκευή, μάρμαρο που χρησιμοποιείται πρέπει να έχει, εκτός από τις προηγούμενες ιδιότητες και αντοχή στην κάμψη.

Οι επενδύσεις από φυσικές ή τεχνητές πλάκες εφαρμόζονται μόνο στις σκάλες που είναι κατασκευασμένες με πλάκες από σκυρόδεμα. Για την επίστρωση χρησιμοποιούνται κυρίως μαρμάρινες, προκατασκευασμένες μωσαϊκές πλάκες ή πλάκες από φυσικές πέτρες, που γενικά αντέχουν σε μεγάλες θλιπτικές τάσεις. Η επιφάνεια των πλακών μπορεί να λειανθεί ή να στιλβωθεί και ο καθαρισμός και η συντήρηση τους γίνονται εύκολα. Για να κατασκευαστεί η επένδυση της σκάλας από φυσική πέτρα, αρχικά κόβονται οι επενδύσεις των επιμέρους τμημάτων των σκαλοπατιών και συνταιριάζονται μεταξύ τους (πάτημα, ρίχτι, σκαλομέρι). Οι πλάκες εφαρμόζονται πάνω στη σκάλα με συγκολλητικό τρίψιμο και λείανση, κυρίως στις μαρμάρινες πλάκες. Τα ελάχιστα πάχη πλακών από μάρμαρο είναι 3 ως 4 εκ. για το πάτημα και 1,5 ως 2 εκ. για το ρίχτι και λίγο μεγαλύτερα για φυσικές πέτρες. Οι πλάκες επένδυσης πρέπει να είναι ολόσωμες, να εδράζονται και να επικολλούνται σε όλη τους την επιφάνεια στο υπόβαθρο. Το τελείωμα της επένδυσης πρέπει να είναι προσεγμένο στις συναρμογές και στα πλαϊνά τελειώματα. Πολλές από τις ατέλειες που παρατηρούνται στις σκάλες προέρχονται από το κακό κόψιμο και ταίριασμα των πλακών, στα σημεία αυτά.

Η μωσαϊκή επένδυση στις σκάλες γίνεται με τον ίδιο τρόπο όπως και για τα δάπεδα, με ιδιαίτερη προσοχή στα ρίχτια και στις συναρμογές τους με τα πατήματα. Παρουσιάζει καλή πρόσφυση στο υπόστρωμα, αντέχει σε φθορά και φορτίσεις και παρέχει λεία και στιλπνή επιφάνεια. Το ελάχιστο πάχος μωσαϊκής επίστρωσης είναι 3 εκ. για τα πατήματα και 1,5 εκ. για τα ρίχτια. Κυρίως σε δευτερεύουσες σκάλες ή σε σκάλες αποθηκών εφαρμόζεται επίστρωση από πατητή τσιμεντοκονία με μεγάλη περιεκτικότητα σε τσιμέντο.

Αυτή προσφύεται καλά στο υπόστρωμα αν κατασκευαστεί σωστά, αλλιώς υπάρχει κίνδυνος δημιουργίας ρωγμών. Η πρόσμιξη διαφόρων υλικών στην τσιμεντοκονία μπορεί να βελτιώσει τις ιδιότητες της, όπως συμπίδα για την αύξηση της επιφανειακής αντοχής και τη μείωση της ολισθηρότητας ή βελτιωτικά μάζας για την αύξηση της αντοχής σε τριβή της πλαστικότητας του υλικού.

Σε ο, τι αφορά το χρώμα των μαρμάρων, προτιμώνται συνήθως οι ανοιχτές αποχρώσεις, τόσο από άποψη αισθητικής όσο και από πρακτική άποψη, γιατί τα σκουρόχρωμα μάρμαρα ξεθωιάζουν στα σημεία που υφίστανται τη μεγαλύτερα φθορά από τα πατήματα των διερχόμενων, μα αποτέλεσμα μετά την πάροδο λίγων μηνών από την κατασκευή της σκάλας, να δημιουργείται ένα ακανόνιστο λέκιασμα των μαρμάρινων βαθμίδων. Επειδή οι σκάλες λερώνονται πολύ εύκολα εξαιτίας της συχνής χρήσης, πρέπει να επιλέγονται όσο το δυνατόν πιο συμπαγή και ομοιόμορφα πετρώματα. Βέβαια, σε σκάλες όπου η κυκλοφορία είναι περιορισμένη και τα σκαλοπάτια προστατεύονται με χαλιά, τα κριτήρια επιλογής των φυσικών πετρωμάτων είναι πιο ελαστικά και δεν ισχύουν τόσο οι περιορισμοί, ιδιαίτερα για την κατασκευή των ριχιών και των πλαϊνών της σκάλας.



Εικόνα 24: Σκάλα από λευκό μάρμαρο με μαρμάρινη κουπαστή

5.1.4. Τοιχοποιία και Λιθοδομές

Η κατηγοριοποίηση των τοιχοποιιών γίνεται συνήθως με βάση το υλικό δόμησης. Στις παραδοσιακές κατασκευές συναντούμε λιθοδομές, πλινθοδομές και μικτές τοιχοποιίες. Η τοιχοποιία παρουσιάζει πολυμορφία, πράγμα που έχει σαν αποτέλεσμα την μεγάλη δυσκολία προτυποποίησης υλικών και μεθόδων.



Εικόνα 25: Λιθοδομή

5.1.4.1. Υλικά που Χρησιμοποιούνται

Οι λίθοι που χρησιμοποιούνται στην λιθοδομή προέρχονται από εξόρυξη και επεξεργασία πετρωμάτων. Από πυριγενή πετρώματα εξορύσσονται λίθοι όπως ο γρανίτης, κ.α., από στρωσιγενή οι ασβεστόλιθοι κ.α., και από μεταμορφωσιγενή το μάρμαρο, κ.α. Στην Ελλάδα ο πιο διαδεδομένος είναι ο ασβεστόλιθος. Ανάλογα με επεξεργασία που έχουν υποστεί διακρίνονται σε:

- **Αργοί λίθοι:** μικρή ή καθόλου επεξεργασία
- **Ημίξεστοι,** και
- **Ξεστοί:** αυτοί που παίρνουν κανονικά σχήματα μετά από πλήρη επεξεργασία

Σύμφωνα με τις Προσωρινές Εθνικές Προδιαγραφές, οι λίθοι πρέπει κατά την παραλαβή να ελέγχονται ότι δεν έχουν προσμίξεις που επηρεάζουν τις αντοχές τους, ότι δεν έχουν

ρηγματώσεις. Πιο συγκεκριμένα οι αργοί λίθοι προσκομίζονται χύμα και πρέπει να είναι επιδεκτικοί σποραδικής επεξεργασίας ώστε να κτίζονται με αρμούς έως 25 mm το πολύ . Οι ημίξεστοι λίθοι προσκομίζονται σε παλέτες κατά το δυνατό ταξινομημένοι κατά μέγεθος με τους γωνιόλιθους χωρισμένους ώστε να είναι εύκολη η επιλογή τους κατά το κτίσιμο πρέπει να ελέγχονται ότι μπορούν να κτιστούν με αρμούς από 8 έως 15 mm. Τέλος οι λαξευτοί λίθοι προσκομίζονται σε παλέτες ταξινομημένοι κατά μέγεθος με τους γωνιόλιθους χωριστά και πρέπει να μπορούν να κτιστούν με αρμούς από 0 έως 5 mm

5.1.4.2. Προετοιμασία Κατασκευής

Οι Προσωρινές Τεχνικές Προδιαγραφές καλύπτουν όλα τα βασικά ζητήματα όσον αφορά την προετοιμασία και την κατασκευή λιθοδομών. Σύμφωνα με αυτές, οι εργασίες κατασκευής λιθοδομών θα εκτελούνται από έμπειρα και εξειδικευμένα συνεργεία υπό την καθοδήγηση εργοδηγού που έχει εκτελέσει παρόμοια έργα. Τα συνεργεία κατά την εκτέλεση των εργασιών είναι υποχρεωμένα να συμμορφώνονται με τους κανόνες ασφάλειας και υγιεινής, και να διαθέτουν και να χρησιμοποιούν μέσα ατομικής προστασίας (ΜΑΠ). Πρέπει να διαθέτουν όλο τον απαιτούμενο για την εργασία εξοπλισμό και εργαλεία όπως αυτοφερόμενα ικριώματα και σκάλες, εξοπλισμό χάραξης, ανάμειξης, παρασκευής και διάστρωσης κονιαμάτων, μεταφοράς υλικών, εργαλεία χειρός-χειροκίνητα και μηχανοκίνητα-σε άριστη λειτουργικά κατάσταση. Πρέπει επίσης να διατηρούν τον πιο πάνω εξοπλισμό καθαρό και σε καλή κατάσταση και να αποκαθιστούν τυχόν ελλείψεις του χωρίς καθυστέρηση και να συμμορφώνονται με τις εντολές της Επίβλεψης. Τέλος πρέπει να κατασκευάσουν δείγμα εργασίας για έγκριση από τον εργοδότη, επιφάνειας τουλάχιστον 1,50 m², σε θέση που θα υποδειχθεί από αυτόν. Το δείγμα θα παραμείνει μέχρι το πέρας του έργου ως οδηγός αναφοράς και όλες οι σχετικές εργασίες θα συγκρίνονται με αυτό.

Η έναρξη της κατασκευής λιθοδομής μπορεί να γίνει αμέσως μετά τη συμπλήρωση του χρόνου που απαιτείται για την ωρίμανση της αντοχής των στοιχείων επί των οποίων θα εδρασθεί η λιθοδομή (φέρων οργανισμός ,θεμέλια κ.λπ.). Όλες οι επιφάνειες στις οποίες θα εδραστούν - προσκολληθούν τοίχοι από λιθοδομή πρέπει να είναι οριζόντιες και κατακόρυφες αντίστοιχα, τελειωμένες, ελεγμένες και αποδεκτές από τον εργοδότη (π.χ. αντισκωριακή προστασία, πυροπροστατευτική επίστρωση κλπ. για φέροντα οργανισμό από χάλυβα, επιφανειακή αρτιότητα και πάχη επικάλυψης οπλισμού για φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα). Σε όλες τις επιφάνειες στις οποίες θα εδραστούν ή θα προσκολληθούν τοίχοι από λιθοδομή πρέπει να εκτελεστούν οι απαραίτητες εργασίες καθαρισμού και πλύσης.

Εν συνεχεία θα γίνει πλήρης οριζόντια και κατακόρυφη χάραξη της θέσης των τοίχων. Η χάραξη υλοποιείται με οριζόντια ράμματα και σήμανση στο δάπεδο και κατακόρυφα ράμματα κρεμασμένα από την οροφή τουλάχιστον στις γωνίες και τα ανοίγματα, έτσι ώστε να

εξασφαλιστεί η κατασκευή ευθύγραμμων και κατακόρυφων τοίχων. Οι χαράξεις εξασφαλίζονται με την υλοποίηση σταθερών σημείων αναφοράς στο οριζόντιο και κατακόρυφο επίπεδο, στην ευρύτερη περιοχή. Οι εργασίες αρχίζουν μετά τον έλεγχο και την αποδοχή των χαράξεων από τον εργοδότη.

Ο συντονισμός παράπλευρων εργασιών αποτελεί μέρος της ευθύνης του εργολάβου των τοίχων. Τα πλαίσια των ανοιγμάτων ή οι κατάλληλες υποδοχές τους, τα στηρίγματα διέλευσης αγωγών κλπ. πρέπει να τοποθετούνται κατά το κτίσιμο των τοίχων. Όπου προβλέπεται διέλευση αγωγών ή είναι αναγκαία η δημιουργία "φωλεών", πρέπει να τοποθετούνται αντίστοιχου μεγέθους και σχήματος τεμάχια από υλικό (π.χ. διογκωμένη πολυστερίνη) που μπορεί να αφαιρεθεί εύκολα, ή θα κατασκευάζονται ανάλογα καλούπια.

Για κάθε τοίχο από λιθοδομή πρέπει να επιλέγεται και να χρησιμοποιείται ενιαίος τύπος κονιάματος γενικής χρήσης από τον πιο κάτω πίνακα.

Πίνακας 16: Τύποι Κονιάματος γενικής χρήσης για λιθοδομές

Τύπος (EN 998-2:2003)	Ελάχιστη αντοχή σε θλίψη (N/mm ²) (EN 1015-11)	Σχέση μεταξύ ελάχιστης αντοχής σε θλίψη και κατ' όγκο αναλογιών συστατικών. (EN 998-2)		
		Τσιμέντο	Υδράβεστος	Αδρανή
M1	1,00	0	1 - 1,5	4 - 5
M1	1,00	1	1 - 2	6 - 9
M2.5	2,50	1	1	6
M5	5,00	1	0 - 0,5	3 - 4,5

Επιτρέπεται αύξηση της ποσότητας ασβέστου έως 50%, χωρίς μείωση της ποσότητας του τσιμέντου, για βελτίωση της εργασιμότητας του κονιάματος. Δεν επιτρέπεται όμως η αύξηση της ποσότητας νερού για βελτίωση της εργασιμότητας του κονιάματος. Σε περίπτωση ανάμιξης του κονιάματος με τα χέρια και εκτός δοχείου, πρέπει να αυξάνεται η περιεκτικότητα σε συνδετικές ύλες υπό μορφή σκόνης κατά 25%. Χρωστική ύλη μπορεί να προστίθεται στο ξερό μίγμα σε αναλογία έως 5% της συνδετικής ύλης (τσιμέντο και ασβέστης). Επισημαίνεται η ανάγκη τήρησης των αναλογιών σταθερών με την μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια για την επίτευξη ομοιομορφίας (χρωματισμού, ιδιοτήτων), μεταξύ των επί μέρους μιγμάτων (χαρμανιών). Τρίμμα οπτής αργίλου μπορεί να προστίθεται στο ξερό μίγμα παρασκευής κονιαμάτων M1 σε αναλογία ¼ έως ½, χωρίς μεταβολή των άλλων ποσοτήτων. Μακροσκοπικά το κονίαμα πρέπει να είναι ομοιόχρωμο και στο χέρι να σχηματίζει σφαίρα εύπλαστη και συνεκτική.

Ο εργοδότης έχει το δικαίωμα να ζητήσει τη λήψη δοκιμών και την διεξαγωγή δοκιμών σύμφωνα με τα σχετικά πρότυπα. Παρασκευασμένο κονίαμα φυλάσσεται μέχρι να

χρησιμοποιηθεί κατά τρόπο που να μη χάνει νερό, να μην δέχεται ξένα σώματα και να προστατεύεται από ακραίες καιρικές συνθήκες (βροχή, ήλιο, κρύο, ζέστη). Σε συνθήκες παγετού ($\theta \leq 4^\circ$) ή καύσωνα ($\theta \geq 38^\circ$) δεν πρέπει να παρασκευάζεται κονιάμα. Κονιάματα που έχουν στεγνώσει ή έχουν αρχίσει να πήζουν (περίπου δύο ώρες από την προσθήκη τσιμέντου στο μίγμα) δεν θα χρησιμοποιούνται. Κονιάματα που ξανά δουλεύονται με προσθήκη νερού ή συνδετικής ύλης θα απορρίπτονται. Χρωστικές ύλες και χρωματισμένα κονιάματα πρέπει να χρησιμοποιούνται με προσοχή για να μη χρωματίζονται κατά λάθος λίθοι και άλλα τμήματα της κατασκευής.

Αν δεν προσδιορίζεται στα σχέδια και τις τεχνικές περιγραφές, πρέπει να επιλέγονται λίθοι από πέτρωμα που αντέχει στην θερμότητα, τον παγετό, τα καυσαέρια, την όξινη βροχή και την φωτιά. Σχετικά θα λαμβάνεται υπόψη και το πορώδες του πετρώματος. Η αποκοπή γίνεται κατά τρόπον ώστε η διαστρωμάτωση του πετρώματος να είναι παράλληλη στις επιφάνειες έδρασης και γενικότερα κάθετη προς τα μεταβιβαζόμενα φορτία. Μεγάλα τεμάχια θα φέρουν στις αφανείς πλευρές αριθμηση, υποδοχές για την ανύψωση, μεταφορά με μηχανικά μέσα και κατάλληλη επεξεργασία για την οργανική σύνδεσή τους με τον υπόλοιπο τοίχο. Τα κονιάματα που θα χρησιμοποιηθούν για το κτίσιμο πρέπει να έχουν αντοχή μικρότερη από τους λίθους για να μην προκαλούνται ρηγματώσεις και άλλες βλάβες (π.χ. αποφλοιώσεις) κοντά στους αρμούς, και να αφήνουν να εκτονώνεται η υγρασία που έχει τυχόν σωρευθεί στον τοίχο. Κονιάματα με συνδετική ύλη ασβέστη ρηγματώνονται και συρρικνώνονται λιγότερο και όταν είναι έγχρωμα, αποδίδουν καλύτερα τον χρωματισμό, ιδίως όταν χρησιμοποιηθεί άμμος από το ίδιο πέτρωμα (όταν δεν είναι επιθυμητό να διακρίνονται οι αρμοί). Κονιάματα με συνδετική ύλη ασβέστη πήζουν αργότερα, ιδίως με κρύο καιρό. Όταν κάνει κρύο να προτιμάται κονιάμα τσιμέντου με πλαστικοποιητή.

Το μέγεθος των λίθων προσδιορίζεται με βάση το ελάχιστο επιτρεπόμενο πάχος ανεπίχριστου τοίχου, έτσι ώστε σ' αυτό να αντιστοιχεί ένας λίθος ή ακέραιος αριθμός λίθων (v) και αρμών ($v-1$) με την μεγαλύτερη διάσταση παράλληλη στο επίπεδο του τοίχου.

Το ελάχιστο πάχος τοίχου (t) ανάλογα με το ελεύθερο ύψος (h) και το ελεύθερο μήκος (l) του τοίχου είναι για:

- εσωτερικούς τοίχους, το μεγαλύτερο από $h/36$ ή $l/36$.
- εξωτερικούς τοίχους, το μεγαλύτερο από $h/20$ ή $l/20$.

Είναι δυνατό το ελεύθερο μήκος (l) του τοίχου μεταξύ στύλων ενίσχυσης να μειωθεί με την κατασκευή ενδιάμεσων στύλων (στύλοι ενίσχυσης) από οπλισμένο σκυρόδεμα ενταγμένων στο σώμα του τοίχου. Τότε το ελάχιστο πάχος του τοίχου θα είναι για:

- εσωτερικούς τοίχους, $t \geq l/20$ και
- εξωτερικούς τοίχους, $t \geq l/10$

Οι στύλοι ενίσχυσης θα έχουν πάχος τουλάχιστον ίσο με τα $3/5$ του πάχους του τοίχου και όχι μικρότερο από $0,25$ m και πλάτος (στο επίπεδο του τοίχου) $0,25$ m και οπλισμό κατ' ελάχιστο $4\Phi 12$ με συνδετήρες $\Phi 8/10$.

Στους υψηλούς τοίχους από λιθοδομή θα κατασκευάζονται ανά $2,20$ m ύψους, οριζόντιες ενισχυτικές ζώνες (σενάζ) από οπλισμένο σκυρόδεμα, πάχους τουλάχιστον ίσου με τα $3/5$ του πάχους του τοίχου και όχι μικρότερο από $0,25$ m, ύψους $0,25$ m, με οπλισμό κατ' ελάχιστο $4\Phi 12$ και συνδετήρες $\Phi 8/15$. Οι ενισχυτικές ζώνες θα είναι συνεχείς σε όλο το ανάπτυγμα των τοίχων. Στα κλιμακοστάσια οι οριζόντιες ενισχυτικές ζώνες θα κατασκευάζονται ανά $1,50$ m.

Είναι δυνατό οι στύλοι ενίσχυσης και οι ενισχυτικές ζώνες, εφόσον το πάχος τους είναι επαρκώς μικρότερο από το πάχος του τοίχου, να επενδύονται με λίθους από τη μία ή και τις δύο όψεις. Οι λίθοι της επένδυσης θα συνδέονται με το σκυρόδεμα της ενισχυτικής ζώνης και μηχανικά με δύο τουλάχιστον μεταλλικούς συνδετήρες ανά λίθο που τοποθετούνται λοξά και εισχωρούν στο $1/2$ του πάχους του λίθου και στο $1/3$ του πάχους της ενισχυτικής ζώνης.

Τα μεταλλικά στοιχεία (χαλύβδινοι συνδετήρες κ.λπ.) θα καλύπτονται τελείως από το σκυρόδεμα της ενισχυτικής ζώνης, ώστε να προστατεύονται. Οι επενδύσεις αυτές θα αρμολογούνται έτσι ώστε να μη λερώνονται από τυχόν διαρροή των λεπτόρρευστων του σκυροδέματος. Στις θέσεις συνάντησης ενισχυτικών ζωνών και στύλων ενίσχυσης οι οπλισμοί τους δεν θα διακόπτονται. Επίσης όσον αφορά τις ποδιές αναφέρεται ότι στα ανοίγματα (πόρτες, παράθυρα κ.λπ.) έως $1,50$ m που το ανώφλι τους συμπίπτει με ενισχυτική ζώνη, δεν απαιτείται πρόσθετη κατασκευή.

Στα ανοίγματα οριζόντιου μήκους, από $1,50$ έως $3,00$ m, θα κατασκευάζεται στο ανώφλι δοκός ύψους $0,35$ m με οπλισμό $4\Phi 12$ και συνδετήρες $\Phi 8/12,5$ και Στα ανοίγματα οριζόντιου μήκους, από $3,00$ m έως $4,50$ m, θα κατασκευάζεται στο ανώφλι δοκός ύψους $0,45$ m με οπλισμό $4\Phi 16$ και συνδετήρες $\Phi 8/12,5$. Οι δοκοί θα συνδέονται με την ενισχυτική ζώνη σε μήκος $0,40$ m από τις άκρες του ανοίγματος.

Στα ανοίγματα που το ανώφλι δεν συμπίπτει με ενισχυτική ζώνη θα κατασκευάζεται δοκός όπως πιο πάνω, είτε επί τόπου, είτε θα τοποθετείται προκατασκευασμένη. Το μήκος έδρασης στις άκρες του ανοίγματος θα είναι $1/10$ όπου (l) το μήκος του ανοίγματος με ελάχιστο τα $0,20$ m. Το μέγιστο ύψος τοίχου πάνω από ανοίγματα δεν επιτρέπεται να είναι άνω των $4,00$ m.

Στις ποδιές των ανοιγμάτων και $0,20$ m από τις άκρες τους, θα κατασκευάζεται ποδιά από οπλισμένο σκυρόδεμα όμοια με την ενισχυτική ζώνη. Ανώφλια και ποδιές μπορούν να επενδυθούν με λίθους, όπως οι στύλοι και οι ζώνες ενίσχυσης.

Μονολιθικά ανώφλια, ποδιές, παραστάδες κλπ. από φυσικό πέτρωμα ή από ειδικό προκατασκευασμένο οπλισμένο σκυρόδεμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σύμφωνα με τα σχέδια

και τις περιγραφές της μελέτης. Θα πρέπει οπωσδήποτε να έχουν στις αφανείς πλευρές τους τις απαραίτητες διαμορφώσεις:

- α) για ανύψωση και μεταφορά τους με μηχανικά μέσα,
- β) για οργανική σύνδεσή τους με τον υπόλοιπο τοίχο,
- γ) για αρίθμησή τους ώστε να τοποθετηθούν στη σωστή θέση με τον σωστό τρόπο.

5.1.4.3. Κατασκευή

Ξηρολιθοδομή

Οι **ξηρολιθοδομές** είναι η παλαιότερη μέθοδος λιθοδομής, που τείνει σήμερα να εγκαταλειφθεί χρησιμοποιούμενη μόνο για πρόχειρες κατασκευές. Η δόμηση γίνεται χωρίς κονίαμα (μόνο με ξερό χώμα), με μικρή κατεργασία και με σωστή συνδεσμολογία των λίθων και κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να προκύπτουν λεπτοί αρμοί και μικρότερα κενά. Τα αναπόφευκτα κενά γεμίζονται με μικρές λαξευτές πέτρες τις λατύπες (τσιβίκια). Το μέσο πάχος της ξηρολιθιάς είναι περίπου ίσο με το 1/3 του ύψους. Καταλληλότερες πέτρες για τις ξηρολιθιές είναι οι πλακοειδείς.

Αργολιθοδομή

Στις **αργολιθοδομές** η δόμηση γίνεται με την χρήση κονιάματος. Χρησιμοποιούνται ακόμη σε ορισμένες περιπτώσεις κατασκευής τοίχων υπογείων, αντιστήριξης, περίφραξης αλλά και σε ανωδομές με τη μορφή επένδυσης.

Οι λίθοι πρέπει να είναι καθαροί, να μην έχουν επάνω τους παιπάλη και να έχουν διαβραχεί τόσο, ώστε να μην επηρεάζεται η κανονική πήξη των κονιαμάτων. Πρέπει να κτίζονται πάνω σε αφαδιασμένη στρώση (μαξιλάρι) από σκυρόδεμα πάχους 15 εκ. οπλισμένη με πλέγμα 2,5 kg/m² (κατασκευαστικός οπλισμός) ή οπλισμό σύμφωνα με την στατική μελέτη, κατά οριζόντιες στρώσεις.

Η πρώτη στρώση λίθων τοποθετείται στο μαξιλάρι κολυμβητή, πάνω σε κονίαμα ενισχυμένο με τσιμέντο ή μόνο με τσιμέντο. Το κονίαμα στρώνεται για κάθε λίθο χωριστά τόσο, ώστε ο λίθος να εδραστεί πλήρως σ' αυτό και να γεμίσουν με αυτό όλες οι κοιλότητες των λίθων και τα μεταξύ τους κενά, χωρίς να προκύπτει πουθενά αρμός μεγαλύτερος από 25 mm. Το κονίαμα που ξεχειλίζει συμπιέζεται στον αρμό και το επιπλέον απομακρύνεται με το μυστρί. Η επόμενη στρώση κτίζεται πάνω στην προηγούμενη έτσι, ώστε κάθε λίθος να εδράζεται και να μεταβιβάζει φορτία σε δύο λίθους της προηγούμενης στρώσης, με όλους τους αρμούς καλά γεμισμένους με κονίαμα.

Οι δύο παρειές του τοίχου χτίζονται συγχρόνως και συνδέονται μεταξύ τους με τουλάχιστον ένα ανά m^2 εγκάρσιο λίθο εναλλάξ, που εισχωρεί τουλάχιστον στο $1/3$ του πάχους της απέναντι παρειάς. Οι συνδετήριοι λίθοι δεν πρέπει να είναι διαμπερείς για να μην ευνοούν το πέρασμα της υγρασίας. Ανά 0,80 m περίπου, το κτίσιμο θα αλφαδιάζεται και θα διακόπτεται μέχρι την επόμενη ημέρα για να μην επιβαρύνουν οι ανώτερες στρώσεις τις κατώτερες πριν αρχίσει να πήζει το κονίαμα των αρμών.

Οι γωνίες, οι διασταυρώσεις, οι λαμπάδες και τα τέρματα των τοίχων θα κτίζονται με γωνιόλιθους (ημιλαξευτοί γωνιασμένοι λίθοι). Το μέγεθός τους θα είναι τέτοιο, ώστε ο πρώτος κάθετος αρμός να απέχει από την γωνία τουλάχιστον τα $4/5$ του πάχους του τοίχου και στις εσωτερικές γωνίες τα $2/5$ του πάχους του τοίχου.

Κατώφλια, ποδιές και ανώφλια από ολόσωμα λίθινα ή προκατασκευασμένα στοιχεία, μετά την τοποθέτησή τους, θα προστατεύονται από υπερβολικά φορτία (δεν θα φορτίζονται πέρα από το βάρος του τοίχου) και θα αρμολογούνται στο τέλος για να ελαχιστοποιούνται οι κίνδυνοι ρηγμάτωσης των αρμών από τα δημιουργούμενα βέλη. Μόλις τα κονιάματα αρχίσουν να πήζουν, το τμήμα της λιθοδομής που κτίστηκε θα καθαρίζεται προσεκτικά με βούρτσα.

Οριζόντιες προεξοχές, πάχους ενός λίθου το πολύ, θα δημιουργούνται με λίθους με μέγεθος τέτοιο, ώστε το προεξέχον τμήμα να είναι τουλάχιστον ίσο με το τμήμα που βρίσκεται μέσα στον τοίχο και δεν θα προεξέχουν περισσότερο από μισό πάχος τοίχου. Θα υποστυλώνονται μέχρι το κτίσιμο δύο επιπλέον στρώσεων και θα προστατεύονται από φορτία μέχρι την πήξη των κονιαμάτων.

Ημιλαξευτή λιθοδομή

Οι **ημιλαξευτές λιθοδομές** είναι η απλούστερη και φθηνότερη λιθοδομή, η οποία κατά κανόνα δομείται στην εμφανή όψη της με ημιλαξευτούς λίθους με επιπέδωση των παραπλεύρων εδρών, μέχρι βάθους τουλάχιστον 12 εκ., και στην εσωτερική όψη με αργούς λίθους. Κατασκευάζεται στο σύνολό της με ημιλαξευτούς λίθους πολυγωνικού ή ορθογωνικού σχήματος. Οι ορθογωνικοί λίθοι μπορούν να κτιστούν ακανόνιστα, ψευδοϊσόδομα (σε οριζόντιες ανισοΰψεις στρώσεις) ή ισόδομα (οριζόντιες ισοΰψεις στρώσεις).

Οι επιφάνειες των λίθων που είναι ορατές και τμήμα πλάτους τουλάχιστον 50 mm από τις γειτονικές προς αυτές επιφάνειες θα έχουν τον ίδιο βαθμό επεξεργασίας και οι ακμές τους θα είναι ίσιες και καλά διαμορφωμένες. Το υπόλοιπο τμήμα τους θα έχει τον απαιτούμενο βαθμό επεξεργασίας, ώστε να μπορούν να κτίζονται με αρμούς 8-15 mm και να διευκολύνεται η εμπλοκή των λιθοσωμάτων και η πρόσφυση του κονιάματος. Κατά τα λοιπά το κτίσιμο εκτελείται

όπως στις αργολιθοδομές, με προσοχή ώστε τα φορτία να μεταβιβάζονται σε όλη την επιφάνεια έδρασης και όχι μόνον στο διαμορφωμένο τμήμα.

Λαξευτή λιθοδομή

Οι **λαξευτές λιθοδομές** είναι από τα αρχαιότερα συστήματα λιθοδομών, με το οποίο έχουν κτιστεί σημαντικά μνημεία, αλλά σήμερα σπάνια εμφανίζεται ως τοιχοποιία, λόγω κυρίως του μεγάλου κόστους της. Κατασκευάζεται στο σύνολό της με πλήρως διαμορφωμένους ισομεγέθεις λίθους πολυγωνικού ή ορθογωνικού σχήματος.

Εκτός από την όψη των λαξευτών λίθων θα λαξεύεται ομοίως και σε πλάτος τουλάχιστον 50 mm, και το εν επαφή με την όψη εσωτερικό τμήμα των λίθων, ώστε η περιμετρικά λαξευόμενη λωρίδα να είναι κάθετη προς την επιφάνεια της όψης. Το «κάθετο» αφορά στην ορατή επιφάνεια του λίθου και το λαξευτό τμήμα των 50 mm προς το εσωτερικό του τοίχου. Το υπόλοιπο τμήμα τους θα έχει τον απαιτούμενο βαθμό επεξεργασίας, ώστε να μπορούν να κτίζονται με αρμούς 0-8 mm και να διευκολύνεται η εμπλοκή των λιθοσωμάτων και η πρόσφυση του κονιάματος.

Το κτίσιμο εκτελείται όπως τις αργολιθοδομές με προσοχή, ώστε τα φορτία να μεταβιβάζονται σε όλη την επιφάνεια έδρασης και όχι μόνο στο διαμορφωμένο τμήμα. Οι αρμοί διαμορφώνονται απολύτως ισοπαχείς, οριζόντιοι και κατακόρυφοι με την βοήθεια οδηγών. Εφόσον το πάχος των αρμών και η πλοκή τους δεν εξασφαλίζουν την απαιτούμενη σύνδεση, μεταξύ των λιθοσωμάτων θα γίνεται χρήση συνδέσμων. Οι σύνδεσμοι τοποθετούνται σε εσοχές που έχουν διαμορφωθεί εκ των προτέρων στα λιθοσώματα και μπορούν να είναι χυτοί επί τόπου (μολύβι, ειδικά κονιάματα), είτε προκατασκευασμένοι από χαλκό, φωσφορούχο ορείχαλκο, ή ανοξείδωτο χάλυβα και δεν θα είναι ορατοί από τις όψεις της λιθοδομής. Οι υποδοχές των συνδέσμων μπορεί να συμπίπτουν με τις υποδοχές για την ανάρτηση προς ανύψωση ή μεταφορά των λίθων, αν αυτό είναι εφικτό.

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της λαξευτής λιθοδομής είναι η ακρίβεια και η ποιότητα στην επεξεργασία των λιθοσωμάτων και στη συναρμογή τους κατά το κτίσιμο. Κατά συνέπεια δεν δικαιολογούνται ανοχές μεταξύ λιθοσωμάτων μεγαλύτερες του 1 mm.

5.1.5. Διακόσμηση Εσωτερικών Χώρων

Στην διακόσμηση εσωτερικών χώρων, το μάρμαρο και η πέτρα είναι τα υλικά που μπορούν να ανταποκριθούν άριστα σε όλες τις αισθητικές απαιτήσεις και να συνδυαστούν θαυμάσια με το ξύλο, το γυαλί ή οποιοδήποτε άλλο υλικό, για να δώσουν εντυπωσιακές συνθέσεις. Εδώ, καθώς το υλικό δεν επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες, οι φυσικομηχανικές του ιδιότητες δεν είναι

τόσο σημαντικές όσο και τα αισθητικά του χαρακτηριστικά, όπως το χρώμα, τα σχέδια των φλεβών, οι χρωματικοί του τόνοι.

Για αυτό, για την διακόσμηση εσωτερικών χώρων και ιδιαίτερα για τις εσωτερικές επενδύσεις, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και μάρμαρα με φυσικά ελαττώματα – που πρέπει να επιδιορθώνονται όμως με προσοχή πριν την τοποθέτηση των πλακών – αν κατά τα άλλα μπορούν να ικανοποιήσουν τις διακοσμητικές απαιτήσεις σε ένα συγκεκριμένο χώρο.

Πραγματικά υπάρχουν πολλά παραδείγματα εσωτερικών επενδύσεων που έγιναν με τη χρήση μαρμάρων υψηλής διακοσμητικής αξίας αλλά με πολύ μικρή συνοχή. Τα μάρμαρα αυτά αφού κατεργαστούν κατάλληλα – στοκάρισμα συνήθως και ενίσχυση με κατάλληλο πλέγμα – τοποθετούνται στις επιφάνειες που πρόκειται να επενδυθούν, με κατάλληλες συγκολλητικές ουσίες, ενώ η στήριξη ενισχύεται με ειδικά στηρίγματα. Στο συγκεκριμένο τομέα εφαρμογής των διακοσμητικών πετρωμάτων δεν υπάρχουν ιδιαίτεροι περιορισμοί και μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλοι οι τύποι των μαρμάρων, γρανιτών και συγγενών πετρωμάτων, ακόμη και τα έγχρωμα μάρμαρα που δεν παρουσιάζουν απόλυτη ομοιογένεια.

Οι πλάκες των πετρωμάτων που χρησιμοποιούνται στις εσωτερικές επενδύσεις, έχουν τη μια επιφάνεια λειασμένη και στιλβωμένη και την άλλη ακατέργαστη με επιμήκεις αυλακώσεις που διευκολύνουν τη συγκόλληση και τη συγκράτηση της πάνω στην επενδυόμενη επιφάνεια.

Οι αρμοί μεταξύ των πλακών είναι συνήθως κλειστοί, γεγονός που προϋποθέτει προσεκτικό έλεγχο των πλακών σε ότι αφορά τις διαστάσεις, την καθετότητα των παρακείμενων πλευρών και την επιπεδότητα των επιφανειών. Στις περισσότερες περιπτώσεις οι αρμοί είναι συνεχόμενοι και κατά την οριζόντια και κατά την κατακόρυφη έννοια. Όταν όλες οι πλάκες έχουν ομοιόμορφα νερά, μπορούν να συνδυαστούν με κανονική συμμετρία, με αποτέλεσμα η επιφάνεια να είναι ομοιόμορφη χωρίς συγκεκριμένο μοτίβο. Όταν όμως τα μάρμαρα έχουν έντονες φλεβώσεις, μπορούν να δημιουργηθούν περίτεχνα σχέδια στην επιφάνεια του τοίχου όπως ρομβοειδή ή άλλα συμμετρικά σχήματα. Επίσης, θαυμάσιες συνθέσεις μπορούν να επιτευχθούν με πλάκες διαφορετικών διαστάσεων ή και με μικρά κομμάτια μαρμάρου. Οι πλάκες μαρμάρου που χρησιμοποιούνται σε εσωτερικές επενδύσεις, έχουν συνήθως πάχος από 6 χιλιοστά έως 2 εκατοστά.

Η διακόσμηση των εσωτερικών χώρων μιας κατασκευής δεν τελειώνει μόνο με τις επενδύσεις των επιφανειών. Περιλαμβάνει και κάθε στοιχείο που μπορεί να προστεθεί στο σωρό και να βελτιώσει το αισθητικό αποτέλεσμα. Το μάρμαρο και στην περίπτωση αυτή, είτε σαν έπιπλο, είτε σαν απλός πάγκος, είτε σαν διακοσμητικό αντικείμενο, αν χρησιμοποιηθεί σωστά μπορεί να προσφέρει θαυμάσιες λύσεις και να αλλάξει την όψη ενός χώρου. Τα πολύ όμορφα χρώματα του υλικού μπορούν να δημιουργήσουν μια ζεστή ατμόσφαιρα.

Έτσι η χρησιμοποίηση του μαρμάρου και της πέτρας στη διακόσμηση ενός χώρου είναι μια επιλογή που μπορεί να δώσει θαυμάσιο αποτέλεσμα, αρκεί να προσεχτεί η αναλογία των χρωμάτων στο χώρο. Η επιλογή των χρωμάτων και ο συνδυασμός τους είναι καταρχήν θέμα φαντασίας και ευαισθησίας, αν και υπάρχουν ορισμένοι κανόνες:

- Σε χώρους μικρών διαστάσεων με μέτριο ή λίγο φωτισμό, επιλέγονται φωτεινά χρώματα σε απαλούς τόνους.
- Σε μεγάλους χώρους με άπλετο φυσικό φωτισμό, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σκουρόχρωμα υλικά

Επίσης καθοριστικό ρόλο στο τελικό αποτέλεσμα παίζει η αναλογία ενός χρώματος σε σχέση με κάποιο άλλο στον ίδιο χώρο. Μερικά χρώματα πρέπει να κυριαρχούν, ενώ κάποια άλλα σε μικρότερες ποσότητες, προσελκύουν την προσοχή σε συγκεκριμένες περιοχές. Τα ανοιχτά χρώματα και τα ουδέτερα μπορούν να χρησιμοποιηθούν άνετα σε μεγάλες αναλογίες, ενώ τα πιο έντονα θα αναδειχτούν καλύτερα σε μικρές ποσότητες, παίζοντας το ρόλο «πινελιών».

Με τα μάρμαρα, τον τραβερτίνη, το σχιστόλιθο, τους γρανίτες, μπορεί να χρησιμοποιηθεί πολύ χρώμα σε οποιοδήποτε χώρο, δημιουργώντας ένα πιο ευχάριστο και εντυπωσιακό περιβάλλον. Ιδιαίτερα στην περίπτωση των κατοικιών, όπου οι περισσότεροι ενδιαφέρονται για κατασκευές υψηλής ποιότητας, τα διακοσμητικά πετρώματα βρίσκουν σήμερα ευρύτατη εφαρμογή. Κι αυτό γιατί το σπίτι αντιμετωπίζεται σαν ένας χώρος μέσα στον οποίο τα άτομα έχουν την ανάγκη να αισθανθούν ασφάλεια και θαλπωρή, που δεν μπορούν να βρουν στον εξωτερικό κοινωνικό περίγυρο. Η ανάγκη αυτή αντανακλά στην επιλογή των υλικών επένδυσης και διακόσμησης, που δημιουργούν στο εσωτερικό του σπιτιού, ένα περιβάλλον ζεστό, που εμπνέει αισθήματα ασφάλειας, φιλίας και αγάπης

Υπάρχει το τζάκι με τα ξύλα, τα φυτά εσωτερικού χώρου, οι επενδύσεις από ξύλο ή πέτρα, που όλα μαζί συνθέτουν ένα πιο ζεστό και φιλικό περιβάλλον. Από την άλλη μεριά, ένα σπίτι καλής κατασκευής γίνεται ο χώρος όπου ο άνθρωπος αποφασίζει να ζήσει όλη του τη ζωή. Για αυτό και η επιλογή των οικοδομικών υλικών και των υλικών εσωτερικής διακόσμησης γίνεται πλέον και με κριτήριο την ανθεκτικότητα και τη διάρκεια τους μέσα στο χρόνο.

Αν σε όλα τα παραπάνω προσθέσει κανείς και το γεγονός ότι ο σύγχρονος άνθρωπος χρησιμοποιεί το περιβάλλον της κατοικίας του σαν μέσο προσωπικής προβολής, αυτοβεβαίωσης και καταξίωσης μέσα στο κοινωνικό περιβάλλον, είναι φυσικό να αναζητά φυσικά ανθεκτικά υλικά, που χαρακτηρίζεται από κάποια πρωτοτυπία και ιδιαιτερότητα, υλικά δηλαδή σαν το μάρμαρο και τις άλλες διακοσμητικές πέτρες.

Μερικές από τις κυριότερες εφαρμογές του μαρμάρου στην εσωτερική διακόσμηση της σύγχρονης κατοικίας είναι οι εξής:

5.1.5.1. Έπιπλο



Εικόνα 26: Τραπέζι από μάρμαρο

Οι σχεδιαστές και κατασκευαστές επίπλων ξαναγυρίζουν στο μάρμαρο και στην πέτρα με νέες ιδέες και πρωτοποριακή διάθεση, παρουσιάζοντας έπιπλα από πέτρα με μοντέρνα γραμμή, νέες φόρμες και σχήματα, με ζωνρά και έντονα χρώματα που μπορούν να προσφέρουν εξαιρετικές διακοσμητικές λύσεις στο σύγχρονο σπίτι. Στον τομέα αυτό πρωτοπορούν οι Ιταλοί σχεδιαστές, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν υπάρχουν και θαυμάσια ελληνικά σχέδια επίπλων από πέτρα. Πολλοί δημιουργοί έχουν απελευθερωθεί από τα κλασσικά πρότυπα και προσφέρουν στα έπιπλα από πέτρα περισσότερη λειτουργικότητα και μια μοντέρνα και ασυνήθιστη γραμμή.

Σε πολλές περιπτώσεις το μάρμαρο συνδυάζεται με άλλα υλικά, όπως είναι το γυαλί, το μέταλλο, το ξύλο. Σε άλλες περιπτώσεις υπάρχει έντονη η ευαισθησία για οτιδήποτε το παλιό με αποτέλεσμα να αναβιώνουν μορφές του παρελθόντος από πέτρινα αρχαία ρωμαϊκά τραπέζια με κεντρικό πόδι – στήριγμα, μέχρι τις κονσόλες του Λουδοβίκου του 16^{ου}. Επίσης πολλούς θαυμαστές έχουν τα παλιά τραπεζάκια καφενείου με την μαρμάρινη πλάκα και τα μεταλλικά πόδια, όμοια με τις παλιές μορφές αλλά προσαρμοσμένα στις αρχές του σύγχρονου σχεδιασμού.

Ακόμα είναι της μόδας, η ενσωμάτωση κομματιών από παλιά αντικείμενα καθημερινής χρήσης σε σύγχρονα έπιπλα, όπως για παράδειγμα τα μεταλλικά μαύρα πόδια μιας παλιάς ραπτομηχανής, που μπορούν σε συνδυασμό με μια λευκή πλάκα μαρμάρου να δώσουν ένα αξιοπρόσεκτο σύνολο.

5.1.5.2. Τζάκι



Εικόνα 27: Τζάκι από μάρμαρο

Η πέτρα και το μάρμαρο παραμένουν τα βασικά υλικά διακόσμησης για το τζάκι και εξυπηρετούν κατά τον καλύτερο τρόπο τις αισθητικές και διακοσμητικές ανάγκες του χρήστη. Λευκά και χρωματιστά μάρμαρα, τραβερτίνης, πωρόλιθος, γρανίτης ή όνυχας, είναι υλικά που χρησιμοποιούνται περισσότερο και μπορούν να δώσουν εντυπωσιακές κατασκευές, που συνδυάζονται θαυμάσια με την υπόλοιπη διακόσμηση του χώρου.

Η διακόσμηση του τζακιού με πέτρα χρονολογείται από την εποχή της Αναγέννησης, όταν το τζάκι γνώρισε τον θρίαμβο του με δουλευμένες τις λεπτομέρειες του, αποτελώντας πραγματικά ανάγλυφο ή ολόγλυφο κομψοτέχνημα. Διάσημοι γλύπτες και αρχιτέκτονες έχουν διαπρέψει σαν σχεδιαστές και κατασκευαστές τζακιών, χρησιμοποιώντας την πέτρα για τις δημιουργίες τους. Σήμερα, εκτός από τις βαριές πολυτελείς κατασκευές, υπάρχουν και πιο απλά πέτρινα τζάκια με λίγα και διακριτικά διακοσμητικά στοιχεία.

Στην αγορά μπορεί να βρει κανείς μια τεράστια ποικιλία τζακιών, που μπορούν να δώσουν εξαιρετικές λύσεις σε όσους ασχολούνται με τη διακόσμηση εσωτερικών χώρων. Η άνοδος του βιοτικού επιπέδου, σε συνδυασμό με την εξέλιξη της τεχνολογίας στην κατεργασία της πέτρας έκαναν το πέτρινο τζάκι προσιτό σε περισσότερο κόσμο, αναδεικνύοντας το και πάλι σαν έμβλημα του σπιτιού, ένα συμβολισμό που διατηρείται αναλλοίωτος από την αρχαιότητα.

5.1.5.3. Καλλιτεχνήματα από Πέτρα



Εικόνα 28: Τέμπλο εκκλησίας από λευκό μάρμαρο

Στην κατηγορία των καλλιτεχνημάτων από μάρμαρο και πέτρα περιλαμβάνεται εκτός από τα έπιπλα και τα τζάκια, μεγάλη ποικιλία διακοσμητικών μικροαντικειμένων, καθώς και αντικειμένων διαμόρφωσης εξωτερικών χώρων, όπως για παράδειγμα πέτρινες κρήνες και ένθετα στοιχεία για λιθοδομές ή δαπεδοστρώσεις. Η πέτρα και ιδιαίτερα το μάρμαρο, είναι ιδανικά υλικά για τη δημιουργία αντικειμένων χρήσιμων και λειτουργικών με υψηλή αισθητική αξία.

Βιβλιοστάτες, διακοσμητικοί καθρέφτες, χαρτοθήκες, διακοσμητικές ανάγλυφες πλάκες είναι μερικά μόνο από τα αντικείμενα που μπορούν να γίνουν με πέτρα, αποδεικνύοντας τις απεριόριστες δυνατότητες που παρουσιάζει αυτό το υλικό. Από την άλλη μεριά, οι κρήνες από φυσική πέτρα, κατασκευασμένες συνήθως από μάρμαρο λευκό που ταιριάζει με την κρυστάλλινη αίσθηση του νερού που τρέχει, τα ένθετα διακοσμητικά στοιχεία με παραδοσιακές επιρροές και άλλα διακοσμητικά στοιχεία από πέτρα, μπορούν να προφέρουν εντυπωσιακά αποτελέσματα.

Σήμερα, στην αγορά, υπάρχει μια τεράστια ποικιλία καλλιτεχνημάτων από μάρμαρο και πέτρα, καθώς πολλές επιχειρήσεις μαρμάρου αποφάσισαν να δραστηριοποιηθούν στον τομέα αυτό, σε αρκετές περιπτώσεις με τη συνεργασία αρχιτεκτόνων, καλλιτεχνών και σχεδιαστών. Εδώ πρέπει να αναφέρουμε επίσης και τα πανέμορφα τέμπλα που κοσμούν τις εκκλησίες, που αναδεικνύουν την τέχνη του δημιουργού τους. Έτσι η εφευρετικότητα του μελετητή και η επιδεξιότητα του τεχνίτη, ο συνδυασμός της γνώσης με την πείρα, προσφέρουν τώρα αντικείμενα υψηλής αισθητικής αξίας, απόλυτα λειτουργικά και σε προσιτές τιμές, που μπορούν να ικανοποιήσουν κάθε γούστο.

5.1.5.4. Λουτρό



Εικόνα 29: Λουτρό επενδυμένο με μάρμαρο

Χιλιάδες χρόνια πριν τα λουτρά των Ρωμαίων και των αρχαίων Ελλήνων ήταν χώροι πολυτελείς. Σήμερα ξαναγυρίζουμε και πάλι σε εκείνη την παλιά αντίληψη που ήθελε το μπάνιο ένα χώρο πολυτελή και όχι ένα άβολο και κρύο δωμάτιο. Έτσι η αγορά κατακλύζεται από μια μεγάλη ποικιλία υλικών για τα μπάνια όπως κεραμικά πλακάκια και είδη υγιεινής, αξεσουάρ πολύ όμορφα, θαυμάσια διακοσμητικά στοιχεία.

Ανάμεσα στα υλικά, το μάρμαρο, σε μεγάλες πλάκες ή λεπτά πλακίδια διαστάσεων 15x30, 15x15, 30x30 cm και πάχους 1cm, κατέχει μια ξεχωριστή θέση για την κάλυψη των επιφανειών.

Με την ποικιλία των χρωμάτων και την μεγάλη αντοχή του είναι ιδανικό υλικό για να δημιουργηθεί ένα μπάνιο ευχάριστο και χαρούμενο.

Το μάρμαρο όμως δεν είναι μόνο πλάκες για το δάπεδο και τους τοίχους του μπάνιου. Είναι και το θαυμάσιο υλικό για έναν εντυπωσιακό νιπτήρα, για πάγκους, ράφια, λαβομάνα, κ.α. Το νερό, η υγρασία και οι μεταβολές της θερμοκρασίας που χαρακτηρίζουν τις συνθήκες στο χώρο του μπάνιου, απαιτούν προσεκτική επιλογή των υλικών. Το μάρμαρο, σαν φυσικό υλικό, συμπεριφέρεται άριστα σε αυτές τις συνθήκες, για αυτό και δικαιολογημένα θεωρείται το καλύτερο υλικό για αυτό το χώρο. Η επιλογή λοιπόν των υλικών για τη διακόσμηση του μπάνιου αρχίζει συνήθως, και τελειώνει με το μάρμαρο. Τα τελευταίου τύπου σύγχρονα μηχανήματα τόνρευσης και μαζικής παραγωγής μαρμάρινων πάγκων, νιπτήρων και άλλων διακοσμητικών στοιχείων για το μπάνιο διευκολύνουν αυτή την επιλογή.

5.1.6. Ψηφιδωτά

Το ψηφιδωτό ήταν, είναι και θα είναι η «ζωγραφική από πέτρα». Η έμπνευση αυτής της εικαστικής τεχνοτροπίας προήρθε από την ανθρώπινη επιθυμία για αιωνιότητα, για αυτό και το ψηφιδωτό είναι έργο τέχνης με διάρκεια στο χρόνο και έχει καθιερωθεί ως μια αξιοπρόσεκτη ευγενής καλλιτεχνική έκφραση, που σίγουρα δεν προορίζεται για εφήμερες κατασκευές. Το ανανεωμένο και όλο και μεγαλύτερο ενδιαφέρον για αυτόν τον τύπο της απεικονιστικής τέχνης, που ξεκινά από την ανάγκη αισθητικής αναβάθμισης επιφανειών επενδυμένων με ποικίλα υλικά, όπως μάρμαρο, γρανίτη, κεραμικά πλακάκια, γυαλί, κ.α., προκάλεσε την ώθηση για επινόηση νέων τεχνικών δημιουργίας ψηφιδωτών. Οι τύποι ψηφιδωτών, που διαφοροποιούνται, ανάλογα με τη διαδικασία δημιουργίας τους, μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής:

- Κλασσικά καλλιτεχνικά χειροποίητα ψηφιδωτά,
- Ημι-βιομηχανικά ψηφιδωτά
- Βιομηχανικά ψηφιδωτά

5.1.6.1. Καλλιτεχνικά Χειροποίητα Ψηφιδωτά

Υλικά και προετοιμασία

Τα κλασσικά υλικά για την παραγωγή των χειροποίητων καλλιτεχνικών ψηφιδωτών είναι το χρωματιστό γυαλί, το σμάλτο, το μάρμαρο, η πέτρα και το κεραμικό. Η προετοιμασία των ψηφιδών από τα παραπάνω υλικά γίνεται με τον παραδοσιακό τρόπο, δηλαδή είτε με σπάσιμο των υλικών με χειροεργαλεία, είτε με κατάλληλο κοπτικό εργαλείο.

Μια μικρή εξέλιξη σε ότι αφορά την προετοιμασία των ψηφίδων είναι η χρήση μηχανικών κοπτικών εργαλείων για παραγωγή ψηφίδων από λεπτές λωρίδες μάρμαρου, κατάλληλων διαστάσεων, που προέρχονται από την κοπή πλακών. Στην περίπτωση αυτή δημιουργείται ένα ημι-χειροποίητο καλλιτεχνικό ψηφιδωτό, όπου οι ψηφίδες με τις «κομμένες» πλευρές ανακατεύονται, κατά τη σύνθεση, με εκείνες που έχουν πλευρές, που έχουν δημιουργηθεί με σπάσιμο του υλικού.

Η χρήση μηχανημάτων με αδαμαντοφόρο σύρμα για την κοπή ψηφίδων, που προορίζονται για ψηφιδωτά ένθεσης σε πλάκες μαρμάρου ή κεραμικές, δημιούργησε τις προϋποθέσεις για μια νέα εξέλιξη: την κοπή κομματιών μικρών διαστάσεων με καμπύλα περιγράμματα, τα οποία λαμβάνονται από πλάκες ή «ρετάλια» επάνω στα οποία σχεδιάζεται προηγουμένως το επιθυμητό για τη σύνθεση τελικό τους προφίλ.

Σύνθεση και επικόλληση

Κατά την παράδοση, τα καλλιτεχνικά χειροποίητα ψηφιδωτά δημιουργούνται πάντοτε επιτόπου, στην τελική τους θέση. Ωστόσο, σήμερα, επικρατεί η δημιουργία προκατασκευασμένων ψηφιδωτών στο εργαστήριο, τα οποία στη συνέχεια συνταιριάζονται κατάλληλα στο εργοτάξιο. Ανάλογα με τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται και με το επιθυμητό τελικό αποτέλεσμα, η σύνθεση μπορεί να πραγματοποιείται, είτε με το θέμα της σύνθεσης εμφανές, είτε ανεστραμμένο. Το τελικό στοκάρισμα του έργου, γενικά, γίνεται στο εργοτάξιο.

5.1.6.2. Ημι-βιομηχανικά Ψηφιδωτά

Πρόκειται για συνθέσεις που ξεχωρίζουν για τα αισθητικά τους χαρακτηριστικά και όχι για την καλλιτεχνική τους αξία. Η δημιουργία τέτοιων ψηφιδωτών χαρακτηρίζεται από επιμέρους φάσεις που γίνονται χειρονακτικά, είτε γιατί τα έργα δημιουργούνται σε περιορισμένη ποσότητα, είτε γιατί οι συνθέσεις δεν είναι επαναλήψιμες. Τέτοια ψηφιδωτά είναι κυρίως:

- Συνθέσεις με θέματα απλά, με ψηφίδες τετράγωνης ή τριγωνικής διατομής
- Συνθέσεις που περιλαμβάνουν διαφορά γεωμετρικά μοτίβα, όπως μαϊανδρο, φάσες, ρόδακες, κ.α. τα οποία δημιουργούνται με ψηφίδες κανονικών γεωμετρικών σχημάτων, όπως τετράγωνο, τρίγωνο τραπέζιο, εξάγωνο, παραλληλόγραμμο, ρόμβος, κ.α., και ποικίλων διαστάσεων
- Συνθέσεις που περιλαμβάνουν διαφορά γεωμετρικά μοτίβα, τα οποία δημιουργούνται με την τεχνική της ένθεσης

Δημιουργία των ψηφίδων

Η δημιουργία ψηφίδων από διακοσμητικά πετρώματα γίνεται κυρίως με:

- Κοπή του υλικού με μηχανές που φέρουν συνήθως πολλαπλούς αδαμαντοφόρους δίσκους, με τις οποίες η παραγωγή διαστάσεων 1x1cm φτάνει μέχρι και 1500 – 2000 τεμάχια ανά λεπτό
- Κοπή του υλικού σε μηχανήματα υδροκοπής για παραγωγή σε σειρά ή σε περιορισμένη ποσότητα, κομματιών με σχήματα και διαστάσεις που ποικίλουν, τα οποία στη συνέχεια συνδυάζονται μεταξύ τους για τη δημιουργία διαφόρων γεωμετρικών μοτίβων ή για να τοποθετηθούν κατευθείαν στο εργοτάξιο όταν πρόκειται για μεγάλα κομμάτια.
- Τεμαχισμό του υλικού για παραγωγή ψηφίδων ακανόνιστου σχήματος και πλακοειδούς μορφής, οι οποίες χρησιμοποιούνται σε συνθέσεις τύπου μικρό-palladiana (χαρακτηριστικός τύπος ψηφιδωτού – μωσαϊκού



Εικόνα 30: Μωσαϊκό τύπου palladiana

Μετά την διαδικασία κοπής, οι ψηφίδες μπορούν να κατεργαστούν, ώστε η επιφάνεια τους να αποκτήσει το επιθυμητό φινίρισμα. Η κατεργασία αυτή μπορεί να γίνει είτε σε ειδικές μηχανές με δονουμένη χοάνη είτε σε περιστρεφόμενα τύμπανα.

Σύνθεση και συγκόλληση

Η σύνθεση των διαφόρων σχεδίων, γεωμετρικών ή μη, πραγματοποιείται μεν σχεδόν πάντα με το χέρι, άλλα με τη βοήθεια ειδικών καλουπιών (φόρμες ή μάσκες), μέσα στα οποία τοποθετούνται κατάλληλα οι ψηφίδες που συνθέτουν το σχέδιο. Μετά τη σύνθεση, ακολουθεί η φάση της συγκολλήσεως των ψηφίδων, είτε επάνω σε χάρτινο δίχτυ από κατάλληλο χαρτί, είτε επάνω σε δίχτυ από ίνες γυαλιού με τη βοήθεια ημι-αυτόματων μηχανών.

5.1.6.3. Βιομηχανικά Ψηφιδωτά

Ως βιομηχανικά ψηφιδωτά χαρακτηρίζονται οι τυποποιημένες ως προς τις διαστάσεις τους και το μοτίβο τους συνθέσεις, επάνω σε δίχτυ, που δημιουργούνται από μονόχρωμες και πολύχρωμες ψηφίδες διαφόρων αποχρώσεων, ποικίλων σχημάτων και διαστάσεων από 1x1 cm μέχρι και 7x7 cm. Συνήθως οι συνθέσεις αυτές παράγονται σε στοιχεία (πάνελ) τετραγωνικού σχήματος (π.χ. πλακάκια από ψηφίδες επάνω σε δίχτυ, διαστάσεων 30,5x30,5 cm, άλλα και μεγαλύτερων, μέχρι 60x60 cm, και χρησιμοποιούνται για δαπεδόστρωση ή επενδύσεις τοίχων. Ορισμένες φορές τα πάνελ αυτά μπορούν κατά την τοποθέτηση στην τελική τους θέση να συνδυάζονται και με συνθέσεις χειροποίητων καλλιτεχνικών ή ημι-βιομηχανικών ψηφιδωτών.

Δημιουργία των ψηφίδων

Η κοπή των ψηφίδων πραγματοποιείται με διάφορες τεχνικές, ανάλογα με τα υλικά που χρησιμοποιούνται. Οι ψηφίδες από μάρμαρο και πέτρα, διαστάσεων μέχρι 7x7 cm, παράγονται αποκλειστικά με κοπή από πλάκες σε κόφτες με πολλαπλούς δίσκους ή σε μηχανές υδροκοπής με μια ή δυο κεφαλές.

Σύνθεση και συγκόλληση

Η σύνθεση των ψηφίδων πραγματοποιείται με αυτόματες γραμμές παραγωγής, δυναμικότητας μέχρι και 180 m² ανά 8ωρο, που περιλαμβάνουν μηχανήματα με διαφορετικές λειτουργίες, όπως διατάξεις για ανάμειξη των ψηφίδων, μηχανές αναγνώρισης των «χρήσιμων» επιφανειών των ψηφίδων, μηχανές σύνθεσης με δονούμενη τράπεζα και μηχανές συγκόλλησης.

Η ανάμειξη των ψηφίδων είναι απαραίτητη, όταν αυτές είναι του ίδιου χρώματος, αλλά με διαφορετικές αποχρώσεις, ή σε περιπτώσεις που υπάρχουν ψηφίδες με διαφορεικά χρώματα και αναμειγνύονται σύμφωνα με προκαθορισμένες αναλογίες ή ανάλογα με το χρώμα τους. Η ανάμειξη ή "διασπορά" των τόνων και των χρωμάτων πραγματοποιείται με διάφορους τρόπους, ανάλογα με τις διαστάσεις των ψηφίδων. Για ψηφίδες μέχρι 4x4 cm η ανάμειξη, γενικά, πραγματοποιείται σε σωρό ή στη χοάνη φόρτωσης της μονάδας σύνθεσης.

Για μεγαλύτερα μεγέθη ψηφίδων συνίσταται η ανάμιξη να γίνεται σε ειδική διάταξη της εγκατάστασης, πριν από τη μονάδα σύνθεσης, όπου οι ψηφίδες διατάσσονται κατά επάλληλα στρώματα, έτσι ώστε να περιλαμβάνονται κατά «στοίβες» στα δονούμενα πλατό σύνθεσης και να τακτοποιούνται σε επίπεδες σειρές.

Οι ψηφίδες που μετακινούνται μαζικά και όχι με κάποια συγκεκριμένη σειρά χρειάζονται γενικά μια αναδιάταξη για το σωστό προσανατολισμό της εμφανούς πλευράς τους. Η φάση αυτή πραγματοποιείται σε κατάλληλη θέση της γραμμής παραγωγής, όπου η εμφανής πλευρά αναγνωρίζεται με μηχανικές διατάξεις, που λειτουργούν με τη βαρύτητα ή με οπτικές διατάξεις ή με συνδυασμό των δυο προηγούμενων.

Μετά την αναγνώριση των ψηφίδων και τη σωστή τοποθέτηση της εμφανούς πλευράς τους, οι ψηφίδες εισέρχονται αυτόματα στα ειδικά πλατό (καλούπια) σύνθεσης, τα οποία και καθορίζουν τους αρμούς μεταξύ των ψηφίδων, το τελικό σχήμα και τις διαστάσεις των παραγόμενων προϊόντων (πάνελ), καθώς και το επιθυμητό μοτίβο σύνθεσης. Στην περίπτωση ψηφίδων διπλής όψης, δηλαδή ψηφίδων που έχουν δυο πλευρές τους πανομοιότυπες (π.χ. ψηφίδες από μάρμαρο πλακοειδούς μορφής, τετραγώνου ή ακανόνιστου σχήματος) μπορεί να παραλειφτεί η φάση της «αναγνώρισης της ορθής όψης» και να πραγματοποιηθεί τυχαία σύνθεση σε μηχανήματα με δονούμενη τράπεζα υψηλής παραγωγικότητας.

Οι ψηφίδες που χρησιμοποιούνται για τη σύνθεση του τελικού πάνελ, στη συνέχεια συγκολλούνται μεταξύ τους. Η συγκόλληση μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους και με χρησιμοποίηση διάφορων υλικών.

- **Συγκόλληση ψηφίδων σε χαρτί**, που τοποθετείται στην εμφανή επιφάνεια του ψηφιδωτού. Η τεχνική αυτή έχει εγκαταλειφτεί τελευταία, επειδή απαιτεί μεγάλους χρόνους για την τοποθέτηση των πάνελ
- **Συγκόλληση των ψηφίδων σε δίχτυ από χαρτί**, που τοποθετείται στην πίσω πλευρά του ψηφιδωτού. Εφαρμόζεται σε ψηφιδωτά που προορίζονται για επενδύσεις τοίχων και δαπεδοστρώσεις εσωτερικών χώρων, αποφεύγεται, όμως, για τα πάνελ που προορίζονται για εξωτερικές εφαρμογές, επειδή το χάρτινο δίχτυ καταλαμβάνει μεγάλο τμήμα της ωφέλιμης επιφάνειας των ψηφίδων και περιορίζει την επιφάνεια επικάλυψης με την κόλλα ή το κονίαμα τοποθέτησης. Έξωλλου υπάρχει ο κίνδυνος να αλλοιωθεί το χάρτινο δίχτυ όταν παραμείνει εγκλωβισμένο μέσα στην κόλλα τοποθέτησης

- **Συγκόλληση με δίχτυ από ίνες γυαλιού**, που τοποθετείται στην πίσω επιφάνεια των ψηφίδων. Αν και το κόστος αυτής της τεχνικής είναι μεγαλύτερο, η συγκόλληση πάνω σε δίχτυ από ίνες γυαλιού έχει πολλά πλεονεκτήματα, όπως μεγαλύτερη αντοχή στη φθορά και μικρότερο ποσοστό κάλυψης της ωφέλιμης επιφάνειας των ψηφίδων, γεγονός που περιορίζει τον κίνδυνο αποκόλλησης των ψηφίδων μετά την τοποθέτηση.

- **Συγκόλληση σημειακή με ειδικές κόλλες**. Είναι μια τεχνική συγκόλλησης που επιτρέπει τη δημιουργία προκατασκευασμένων πάνελ από ψηφίδες, που συγκολλούνται μεταξύ τους σημειακά με ειδικές κόλλες, οι οποίες έχουν ως βάση πολυμερισμένο PVC. Η τεχνική αυτή εξασφαλίζει τη μικρότερη δυνατή κάλυψη της ωφέλιμης επιφάνειας των ψηφίδων και έχει διαφορά άλλα πλεονεκτήματα, όπως την αποτελεσματική «δράση» της κόλλας, ή του κονιάματος τοποθέτησης σε όλες τις μεμονωμένες ψηφίδες, την σύνθεση του ψηφιδωτού με όλες τις ψηφίδες προσανατολισμένες, έτσι ώστε να είναι ορατές οι εμφανείς τους επιφάνειες, γεγονός που διευκολύνει τον οπτικό ποιοτικό έλεγχο στη γραμμή παραγωγής. Επίσης μειώνει το κόστος συγκόλλησης σε συνθέσεις αποτελούμενες από ψηφίδες διαστάσεων μεγαλύτερων από 7x7 cm και οδηγεί στην αποφυγή αλλοιώσεων του υλικού συγκόλλησης.

5.1.7. Θερμαντικά Σώματα από Μάρμαρο

Στην θέρμανση κλειστών χώρων χρησιμοποιούνται κυρίως δυο τρόποι μετάδοσης της θερμότητας: Μετάδοση θερμότητας μέσω ανακύκλωσης του αέρα (συμβατική θέρμανση πετρελαίου, αερόθερμα, κλπ.) και μετάδοση θερμότητας μέσω θερμικής ακτινοβολίας (τζάκια, ξυλόσομπες, θέρμανση μαρμάρου)

Η συμβατική θέρμανση όπως καλοριφέρ με κυκλοφορία νερού ή λαδιού (συμβατικά θερμαινόμενα με καύση πετρελαίου ή φυσικού αερίου) ή ηλεκτρικά θερμαντικά σώματα όπως αερόθερμα, κ.α. έχει πολλά μειονεκτήματα. Με την λειτουργία τους ο θερμός αέρας ανεβαίνει προς τα πάνω, κάτι που αρκετές φορές οδηγεί σε μεταφορά σκόνης και μικρόβιων. Υπάρχει, επίσης, ανόμοια διανομή της θερμότητας στο χώρο, σε σημείο κατά το οποίο η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ οροφής και δαπέδου να φτάνει μέχρι και 7°C. Έτσι κι αλλιώς ο αέρας μεταδίδει δύσκολα τη θερμότητα σε στερεά σώματα, γι' αυτόν το λόγο οι τοίχοι παραμένουν ψυχροί. Τέλος ο ζεστός αέρας αποθηκεύει περισσότερη υγρασία και αυτή με τη σειρά της επικάθεται στους ψυχρούς τοίχους, με όλες τις αρνητικές επιπτώσεις, όπως τον κίνδυνο εμφάνισης μούχλας.

Η θερμική ακτινοβολία ανήκει στο φάσμα των υπέρυθρων ακτινών. Όταν έρχεται σε επαφή με ένα στερεό μέσο (όπως π.χ. με το ανθρώπινο σώμα) γίνεται αντιληπτή ως θερμότητα. Ο ήλιος θερμαίνει εδώ και εκατομμύρια χρόνια τη Γη, με την ευεργετική για τους ζωντανούς οργανισμούς

ακτινοβολία του. Η ενέργειά του, που φτάνει στη Γη μέσω ακτινοβολίας, αντανακλάται από την επιφάνειά της κατά 84% και χάνεται πέρα απ' την ατμόσφαιρα. Από το υπόλοιπο 16%, τελικά μόνο το 2% απορροφάται για τη θέρμανση του αέρα, του εδάφους και της θάλασσας. Με τη σειρά τους, οι επιφάνειες του εδάφους και της θάλασσας εκπέμπουν θερμική ακτινοβολία. Η τελευταία, εξαρτάται κυρίως από το μέγεθος της θερμοκρασίας τους, δηλαδή από τη θερμότητα που έχουν προηγουμένως συσσωρεύσει υπό την επίδραση της ακτινοβολίας του ηλίου. Το συνολικό φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας αποτελείται από ηλεκτρομαγνητικά κύματα, μέρος των οποίων είναι και οι υπέρυθρες ακτίνες. Όπως ο ήλιος, έτσι και τα συστήματα θέρμανσης από φυσική πέτρα παρέχουν θερμότητα δια μέσου ακτινοβολίας. Κάθε ζωντανός οργανισμός, ζωικός ή φυτικός, είναι προδιατεθειμένος γι' αυτόν το φυσικό τρόπο θέρμανσης. Ήδη απ' την παλαιολιθική εποχή, οι άνθρωποι απολάμβαναν την θερμική ακτινοβολία μέσω πυρακτωμένων βράχων. Η αρχή κλιματιζόμενων χώρων από θερμική ακτινοβολία, χρονολογείται γύρω στον 5ο π.Χ. αιώνα και εφαρμόστηκε από αρχαίους πολιτισμούς, όπως ο Ελληνικός και ο Κινεζικός. Όπως είναι γνωστό, και οι Ρωμαίοι γνώριζαν την ευεργετική δυνατότητα της θερμικής ακτινοβολίας (Terpidarium).

Τα θερμαντικά σώματα μαρμάρου αποδίδουν την θέρμανση όπως ο ήλιος μέσω απαλών ακτινών θέρμανσης. Αυτό εξασφαλίζει μια ιδανική διανομή της θερμότητας μέσα στον χώρο και προσφέρει μια ιδιαίτερη άνεση. Η θέρμανση από φυσική πέτρα είναι το πλέον υγιεινό σύστημα θέρμανσης. Βασίζεται σε επιφάνεια μαρμάρου ή γρανίτη που με την κρυσταλλική του δομή αντανακλά μέσω θερμικών ακτινών τη ζέστη ομοιόμορφα στο χώρο (όπως ο ήλιος στη φύση.) Δεν ζεσταίνει τον αέρα όπως το συνηθισμένο καλοριφέρ, αλλά απευθείας τα στερεά αντικείμενα (τοιχούς, δάπεδα, έπιπλα κ.τ.λ.) και τα έμβια όντα στον γύρω χώρο. Η ζέστη αποθηκεύεται για ώρες και έτσι επιτυγχάνεται, με τη χρήση θερμοστατών, χαμηλή κατανάλωση ρεύματος.

Οι θερμαινόμενες επιφάνειες από μάρμαρο ή γρανίτη έχουν μια ενσωματωμένη ηλεκτρικά αντίσταση, η οποία, ακόμη και στο μεγαλύτερό της μέγεθος, καταναλώνει μόνο 1,5 kW/h καλύπτοντας ένα χώρο περίπου 20 m². Σε συνδυασμό με φυσικές πηγές ενέργειας (υδροηλεκτρική, αιολική, φωτοβολταϊκή) δίνει λύσεις απόλυτα οικολογικές στο πρόβλημα της θέρμανσης.

Η εγκατάσταση είναι απλή, καθότι έχουμε μόνο την τοποθέτηση ηλεκτρικών καλωδίων. Η τοποθέτηση των σωμάτων είναι πολύ εύκολη (μόνο δύο στηρίγματα με "ούπατ" και βίδες), ενώ τα μέχρι τώρα γνωστά (συμβατικά) στοιχεία της εγκατάστασης (σωλήνες, λέβητα, καυστήρα, καμινάδα, ακαλαίσθητα μεταλλικά σώματα, δεξαμενή καυσίμων), καθώς και το πρόβλημα χώρου που δημιουργούν, εκλείπουν εντελώς.

Η θέρμανση μαρμάρου μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε ως κεντρική είτε ως συμπληρωματική στο υπάρχον σύστημα. Το μικρό πάχος (3 cm) των σωμάτων μαρμάρου αποφέρει ακόμη περισσότερη εξοικονόμηση χώρου και επιτρέπει την εγκατάσταση των σωμάτων ακόμη και σε

ασυνήθιστους χώρους και έτσι οι χώροι μπορούν να θερμανθούν ανεξάρτητα ο ένας απ' τον άλλο, χωρίς τη λειτουργία κάποιας κεντρικής μονάδας. Τέλος είναι σημαντικό ότι δεν υπάρχουν επιπλέον έξοδα για τη συντήρηση. Αισθητικά διαθέτοντας τη φυσική κομψότητα του μαρμάρου, αυτή η θέρμανση ενσωματώνεται εύκολα στη διαμόρφωση του χώρου. Το φυσικό μάρμαρο μπορεί να συνδυαστεί με το πάτωμα, τα πλακάκια, τις αποχρώσεις των τοίχων και το στυλ των επίπλων.



Εικόνα 31: Θερμαντικό σώμα από μάρμαρο

Λόγω της αυξημένης θερμοκρασίας του τοίχου μετατοπίζεται το σημείο υγροποίησης περίπου 1/3 προς το εξωτερικό μέρος του τοίχου, που σημαίνει ότι χρησιμοποιείται περισσότερος τοίχος ως μόνωση. Εκτός αυτού, δεν δημιουργείται καθόλου υγρασία στην επιφάνεια του τοίχου. Ένας στεγνός τοίχος μονώνει καλύτερα από έναν υγρό. Ιδιαίτερα στην περίπτωση παλιών κτιρίων με πρόβλημα μούχλας, καθώς και σε μέρη με αυξημένο ποσοστό υγρασίας (π.χ. κοντά σε

θάλασσα), η θέρμανση με σώμα μαρμάρου είναι ιδανικός τρόπος θέρμανσης. Επίσης, είναι ο πλέον κατάλληλος για χώρους όπου υπάρχουν τοιχογραφίες και έργα τέχνης στους τοίχους, γιατί δεν αλλοιώνει τα χρώματα και δεν μαυρίζει τους τοίχους, όπως τα συμβατικά σώματα καλοριφέρ ή το τζάκι.

Η προσθήκη ενέργειας μέχρι της θερμοκρασίας χώρου των 18°C κυλάει γραμμικά. Αυτό σημαίνει, ότι απαιτείται πάντα η ίδια ποσότητα ενέργειας για να αυξηθεί η θερμοκρασία κατά 1°C. Από τους 18°C και πάνω, απαιτείται για κάθε ένα βαθμό Κελσίου αύξησης της θερμοκρασίας περίπου 6% περισσότερη ενέργεια. Δηλαδή, αν έχουμε επιλέξει τη θερμοκρασία χώρου στους 22°C, δηλαδή 4°C πάνω απ' τους 18°C, χρειάζεται $4 * 6 \% = 24\%$ περισσότερη κατανάλωση ενέργειας. Επειδή όμως στη θέρμανση δια ακτινοβολίας έχουμε μια θερμοκρασία του αέρα κατά 3°C χαμηλότερη απ' τη ζέστη που αισθανόμαστε (π.χ. σε 18°C θερμοκρασία του αέρα, έχουμε 21°C θερμοκρασία χώρου), έχουμε κι εδώ σημαντική οικονομία σε πολύτιμη ενέργεια. Η αντιληπτή ζέστη με ίδια θερμοκρασία του αέρα είναι μεγαλύτερη στην θέρμανση μέσω ακτινοβολίας, διότι η θερμότητα απορροφάται άμεσα από τα στερεά αντικείμενα και σώματα στον χώρο. Δεν σπαταλείται ενέργεια για την θέρμανση του αέρα, ιδιαίτερα τον κοντά στο ταβάνι όπου συσσωρεύεται ο ζεστός αέρας. Αντίθετα με την συμβατική θέρμανση όπου συνεχώς ανακυκλώνεται ο αέρας του χώρου και με αυτόν σκόνες, μικρόβια και άλλα βλαβερά σωματίδια, στο σύστημα θέρμανσης με μάρμαρο δεν ανακυκλώνεται ο αέρας.

Κατά τον εξαερισμό ενός χώρου με συμβατική θέρμανση, φεύγει προς τα έξω η συνολική ζέστη με τον αέρα του χώρου. Μετά τον εξαερισμό θα πρέπει να ζεσταθεί εκ νέου ο συνολικός όγκος του αέρα του χώρου. Στην θέρμανση με σώματα μαρμάρου, κατά τον εξαερισμό, αλλάζει μεν ο αέρας του χώρου, παραμένουν όμως ως φορείς και αποθηκευτές θερμότητας τα στερεά σώματα του χώρου. Αυτά δεν χάνουν τη θερμοκρασία τους αισθητά κατά τον εξαερισμό και συνεχίζουν να αποδίδουν στο χώρο την αποθηκευμένη θερμότητα που απέκτησαν. Η θερμοχωρητικότητα αυτών των σωμάτων είναι μεγάλη, και ανάλογα με τη θερμομόνωση του κτιρίου μπορούν να γεφυρώσουν περίπου 3-5 ώρες χωρίς αισθητή πτώση της θερμοκρασίας. Έτσι, μετά τον εξαερισμό δεν απαιτείται μεγάλη ποσότητα ενέργειας για ν' αποκτήσουμε πάλι την αρχική θερμοκρασία. Το αίσθημα της ζέστης γίνεται αντιληπτό αμέσως μετά το κλείσιμο των παραθύρων γιατί το θερμαντικό σώμα μαρμάρου ακτινοβολεί, άσχετα με τη θερμοκρασία του αέρα.

Οικολογικοί λόγοι, επίσης, οδηγούν στη χρήση θέρμανσης με φυσική πέτρα. Το υλικό σε αυτό το είδος θέρμανσης είναι φυσικό μάρμαρο ή γρανίτης και υπάρχει αυτούσιο στη φύση. Με την κρυσταλλική δομή της φυσικής πέτρας αντανακλάται η ζέστη σε όλες τις κατευθύνσεις και διαχέεται ομοιόμορφα στο χώρο. Επίσης, δεν αφήνει ρύπους στο περιβάλλον. Ο συνδυασμός του

συστήματος ηλεκτροδότησης με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καθιστά τα σύστημα μας πλήρως οικολογικό.

Στη συμβατική θέρμανση είτε είναι πετρέλαιο, φυσικό αέριο ή στερεά καύσιμα υλικά, χρειάζονται τεράστιες ποσότητες πετρελαίου για να κατασκευαστούν τα υλικά (σώματα καλοριφέρ, λέβητες, σωλήνες κτλ.) Κατόπιν οι πρώτες ύλες μεταφέρονται από μακρινές αποστάσεις (περιβαλλοντικές καταστροφές) για να μετασχηματισθούν πάλι με υψηλή κατανάλωση ενέργειας σε εύφλεκτες ουσίες. Το φυσικό αέριο πρέπει πρώτα να καθαριστεί από τις άχρηστες ουσίες και κατόπιν, με μεγάλη κατανάλωση ενέργειας, να διοχετευθεί στους αγωγούς για την περαιτέρω μεταφορά, μέχρι να καταλήξει στον καταναλωτή. Το πετρέλαιο ακολουθεί επίσης μια περίπλοκη διαδικασία επεξεργασίας, η οποία έχει αρκετές περιβαλλοντικές επιπτώσεις: Το αργό πετρέλαιο αφού φθάσει στο διωλιστήριο, μετατρέπεται σε ελαφρύ και βαρύ καύσιμο. Κατόπιν παίρνει το δρόμο των πρατηρίων και τελικά του καταναλωτή. Με την καινούργια τεχνολογία καύσεως επιτυγχάνεται μεν μια απόδοση μέχρι και 90%, αλλά το καλοριφέρ βρίσκεται στο σαλόνι. Έτσι αφού θερμάνουμε πρώτα τον λέβητα, αυτός ζεσταίνει το νερό και με την βοήθεια του κυκλοφορητή (ηλεκτρικό ρεύμα) φθάνει το ζεστό νερό στα σώματα του χώρου με αρκετές απώλειες κατά τη διαδρομή. Και κάτι που δεν το αναφέρει κανείς είναι, η θερμότητα η οποία διαφεύγει αχρησιμοποίητη από τη καπνοδόχο. Σε αντίθεση με τα ανωτέρω, στα θερμικά σώματα με μάρμαρο, θερμαίνονται οι ενσωματωμένες αντιστάσεις με το ηλεκτρικό ρεύμα και μεταδίδουν αμέσως τη ζέστη προς όλες τις κατευθύνσεις στα στερεά σώματα του χώρου.

5.1.8. Η Πέτρα στην Αρχιτεκτονική Τοπίου

Η ανάγκη για καλύτερη ποιότητα ζωής στα αστικά κέντρα οδηγεί στην επιλογή της φυσικής πέτρας, παραδοσιακού υλικού, για τα έργα διαμόρφωσης δημοσίων κοινόχρηστων χώρων όπως είναι τα πάρκα, οι πλατείες, τα πλακόστρωτα, κ.α. Η χρήση της πέτρας στις επιστρώσεις δρόμων ήταν διαδεδομένη τα παλιότερα χρόνια σε ολόκληρη την Ελλάδα και υπάρχουν πολλές κατασκευές που αποτελούν αδιάψευστη μαρτυρία της υπεροχής της από αισθητική και από τεχνική άποψη. Τα πλακόστρωτα δρομάκια της Μάνης, των χωριών της Πελοποννήσου και τα καλντερίμια των νησιών αποτελούν θαυμάσια δείγματα αξιοποίησης με τον καλύτερο τρόπο, των πετρωμάτων του τόπου μας.

Οι πλάκες σε διάφορα μεγέθη και σχήματα, συνθέτουν ένα σύνολο εναρμονισμένο με το παραδοσιακό περιβάλλον και πολύ ανώτερο αισθητικά από την μονότονη ασφάλτο.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής της πέτρας στη διαμόρφωση εξωτερικών χώρων αποτελεί και το περίφημο πλακόστρωτο που εκτείνεται από το λόφο της Ακρόπολης μέχρι του Φιλοπάππου, στην Αθήνα, ένα έργο που εμπνεύστηκε ο γνωστός έλληνας αρχιτέκτονας Δημήτρης Πικιώνης (1187 – 1968). Στο έργο αυτό χρησιμοποιήθηκαν οι αρχαίες πέτρες, που συγκεντρώθηκαν από το αίθριο του μουσείου της Ακρόπολης και προστέθηκαν πολλές νέες. Είναι εντυπωσιακό ότι το αισθητικό αποτέλεσμα προδίδει την αυστηρότητα, αλλά και την ελευθερία με την οποία ο δημιουργός συνταίριαξε τα κομμάτια της πέτρας.



Εικόνα 32: Πλακόστρωτο κοντά στην Ακρόπολη

Παρόλο που σήμερα υπάρχουν πολυάριθμα ανταγωνιστικά τεχνητά υλικά για τα έργα διαμόρφωσης αστικού τοπίου, η πέτρα φαίνεται να κερδίζει συνεχώς έδαφος σε αυτές τις εφαρμογές προσφέροντας μια πνοή φυσικής ζωής στην ανυπόφορη καθημερινότητα των μεγαλουπόλεων. Συνήθως στα έργα διαμόρφωσης αστικού τοπίου και συγκεκριμένα στις πεζοδρομήσεις, χρησιμοποιούνται γρανίτες ή και σκληρά ασβεστολιθικά πετρώματα σε σχήματα κύβου, διαστάσεων 5 έως 8 εκατοστών, ή ορθογώνιου παραλληλεπίπεδου.

Τις περισσότερες φορές η επάνω πλευρά των κύβων είναι κατεργασμένη ενώ η κάτω πλευρά παραμένει ακατέργαστη. Οι πέτρες που χρησιμοποιούνται σε τέτοιες εφαρμογές πρέπει να είναι

γερές, χωρίς ρωγμές, να μη θρυμματίζονται, να είναι χωρίς νερά και να έχουν υψηλή αντοχή σε φθορά από τριβή.

Για την κατασκευή των λιθόστρωτων, αλλά και για την κατασκευή άλλων διακοσμητικών στοιχείων σε κοινόχρηστους χώρους (πεζούλια κλπ), μπορούν να χρησιμοποιούνται πετρώματα διαφορετικών αποχρώσεων, τα οποία με κατάλληλους συνδυασμούς, δίνουν εντυπωσιακά αποτελέσματα.

5.2. Φαινόμενα Αλλοίωσης στις Εφαρμογές

Όπως έχει αποδειχθεί, τα υγιή πετρώματα, χωρίς ρωγμές, μπορούν να αντέξουν στις καιρικές συνθήκες για αρκετές εκατονταετηρίδες, χωρίς να μειωθεί η αντοχή τους ή να αλλοιωθεί το χρώμα τους. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι να χρησιμοποιηθεί νωπό (φρέσκο) υλικό. Μέχρι σήμερα έχουν παρατηρηθεί ελάχιστες εξαιρέσεις, που δεν ακολούθησαν τον παραπάνω κανόνα. Τα πιο συνηθισμένα φαινόμενα αλλοίωσης των πετρωμάτων που παρατηρούνται είναι τα εξής:

1. **Το “σκουρίασμα” σε πετρώματα που περιέχουν σιδηροπυρίτη (FeS_2):** οφείλεται στη διάσπαση του σιδηροπυρίτη σε φαιό υδροξείδιο του σιδήρου (σκωρία) και σε H_2SO_4 . Οι σκουρόχρωμες κηλίδες που δημιουργούνται, είναι ιδιαίτερα αντιαισθητικές γι’ αυτό τα πετρώματα που περιέχουν σιδηροπυρίτη δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται στην κατασκευή μνημείων και γενικά στην οικοδομική. Ωστόσο ο εντοπισμός των μικρών κρυστάλλων του σιδηροπυρίτη δεν είναι εύκολος. Συνήθως βοηθά η πείρα και η μελέτη των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών κάθε γρανιτικής εμφάνισης. Γενικά, έχει διαπιστωθεί ότι οι επικίνδυνες θέσεις για τη δημιουργία “σκουριάς” είναι εκείνες που γειτονεύουν με τις χαλαζιακές φλέβες ή με ρωγμές και κοιλότητες. Επίσης, “σκουριά” μπορεί να προέλθει από την υδρόλυση του βιοτίτη, η οποία όμως δε γίνεται έγκαιρα αντιληπτή (κιτρίνισμα), γιατί το χρονικό διάστημα παραμονής των όγκων γρανίτη στο χώρο κοπής και κατεργασίας, είναι σχετικά μικρό. Τέλος, εκτός από τις κηλίδες “σκουριάς” που προέρχονται από την εξαλλοίωση του σιδηροπυρίτη που περιέχονται στο πέτρωμα, αντιαισθητικές κηλίδες δημιουργούνται και από την επαφή του πετρώματος με αντικείμενα ή στοιχεία από σίδηρο.

2. **Σχηματισμός κρούστας στην επιφάνεια του πετρώματος:** Τα βάρθα, τα σκαλοπάτια και οι επιτύμβιες πλάκες, που δεν έχουν μόνωση στην επαφή τους με το έδαφος, απορροφούν από αυτό υγρασία μαζί με διάφορα βλαβερά άλατα. Έτσι παρατηρείται ο διαχωρισμός του πετρώματος σε λεπτές “κρούστες”, πάχους μερικών χιλιοστών, ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων. Για να αποφευχθεί η δημιουργία “κρούστας”, πρέπει να εξασφαλιστεί η μόνωση.

3. **Διάσπαση της συνοχής του πετρώματος σε υψηλές θερμοκρασίες:** Η συμπεριφορά των πετρωμάτων στη θερμότητα επηρεάζεται σημαντικά από το ποσοστό του χαλαζία που περιέχουν, δεδομένου ότι αυτό το ορυκτό έχει την ιδιότητα να διογκούται στους 575°C, με αποτέλεσμα να διασπάται η συνοχή. Ιδιαίτερα όταν σημειώνεται απότομη αύξηση της θερμοκρασίας, αποκολλώνται κομμάτια από το πέτρωμα, σαν να έγινε έκρηξη. Σημειώνεται ότι πολλές ρωγμές σε κίονες και άλλες κατασκευές επενδυμένες με γρανίτη, οφείλονται στο φαινόμενο αυτό.

5.3. Καθαρισμός, συντήρηση και προστασία

Τα διακοσμητικά πετρώματα, στις διάφορες εφαρμογές τους, από μνημεία και προσόψεις, μέχρι απλά δάπεδα, λερώνονται με την πάροδο του χρόνου, είτε από τους ατμοσφαιρικούς ρύπους, είτε εξαιτίας της χρήσης τους και διαφόρων άλλων αιτιών. Το λέρωμα ή/και το λέκιασμα των διακοσμητικών πετρωμάτων οφείλεται, κυρίως, στη διείσδυση των διαφόρων ρύπων στους πόρους τους σε αρκετό βάθος κάτω από την επιφάνεια, με τη δράση του νερού συνήθως, για αυτό και ο καθαρισμός τους είναι μια δύσκολη υπόθεση που απαιτεί τεχνογνωσία, κατάλληλο εξοπλισμό και ειδικά δραστικά καθαριστικά υλικά. Για τον καθαρισμό των πέτρινων επιφανειών από τους συνήθεις ρύπους και λεκέδες υπάρχουν διάφορες τεχνικές που μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής:

- **Καθαρισμός με νερό ή ατμό.** Χρησιμοποιείται νερό κρύο ή ζεστό με χαμηλή ή υψηλή πίεση, που εκτοξεύεται στη λερωμένη επιφάνεια με κατάλληλα πλυστικά μηχανήματα.
- **Καθαρισμός με ειδικά χημικά υλικά,** βιοδιασπώμενα και μη.
- **Καθαρισμός με αμμοβολή** ή με εκτόξευση υπό πίεση ειδικών υλικών που δεν προκαλούν φθορές στις επιφάνειες.
- **Καθαρισμός με μηχανικά μέσα,** όπως τρίψιμο με γωνιακό τροχό λείανσης ή με άλλο εργαλείο, που αφαιρούν μεν τη στρώση των ρύπων, αλλάζουν, όμως, την υφή της επιφάνειας.
- **Καθαρισμός με ειδικά επιθέματα,** που με αργό ρυθμό προκαλούν την απομάκρυνση των ρύπων από τους πόρους του πετρώματος.

Χρησιμοποιούνται και πιο εξειδικευμένες τεχνικές καθαρισμού, όπως υπέρηχοι ή ακτίνες laser, αλλά αυτές εφαρμόζονται, κυρίως, σε συντηρήσεις μνημείων, καθαρισμούς αγαλμάτων κ.α.. Με συσκευές υπερήχων προκαλούνται στο στρώμα των ρύπων ταλαντώσεις υψηλής συχνότητας με αποτέλεσμα αυτό να αποκολλάται και να απομακρύνεται. Με την ακτινοβολία

laser προκαλείται αποδόμηση του στρώματος των ρύπων ώστε να είναι δυνατή η απομάκρυνση του.

Κάθε τεχνική καθαρισμού των πετρωμάτων έχει ορισμένα πεδία εφαρμογής, παρουσιάζει συγκεκριμένα πλεονεκτήματα, υποκρύπτει, όμως, διάφορους κινδύνους για το πέτρωμα, όπως η διείσδυση υγρασίας στους πόρους, η εμφάνιση αλάτων, διάφορες φθορές στην επιφάνεια του κ.α. Για αυτό ο καθαρισμός των διακοσμητικών πετρωμάτων πρέπει να γίνεται από εξειδικευμένο προσωπικό, ενώ είναι απαραίτητο να προηγούνται δοκιμές πριν την επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου. Η τεχνική καθαρισμού που τελικά θα επιλεγεί για κάποιο συγκεκριμένο έργο καθαρισμού διακοσμητικών πετρωμάτων είναι ένα ζήτημα που εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, όπως είναι το πεδίο εφαρμογής της κάθε μεθόδου και το κόστος της, η σημασία του κάθε έργου, το είδος του πετρώματος, η κατάσταση της επιφάνειας του και το πόσο αυτή είναι λερωμένη κ.ά.

Χημικά καθαριστικά

Σε ότι αφορά τον καθαρισμό με χημικά υλικά, που είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός σε πολλές περιπτώσεις, σημειώνεται ότι οι χημικές βιομηχανίες που εξειδικεύονται στο συγκεκριμένο τομέα προσφέρουν σήμερα μια μεγάλη γκάμα καθαριστικών υλικών, ανάλογα με το είδος του πετρώματος, την κατεργασία της επιφάνειας του και το είδος των ρύπων.

Πιο συγκεκριμένο, υπάρχουν σήμερα στην αγορά αποτελεσματικά καθαριστικά για την αφαίρεση:

- τσιμέντων και άλλων ρύπων που δημιουργούνται κατά την τοποθέτηση των διακοσμητικών πετρωμάτων σε νέες οικοδομές.
- πολυχρονισμένων ρύπων από παλιές επιφάνειες.
- ατμοσφαιρικών ρύπων
- μούχλας, σκουριών, χρωμάτων και graffiti, λαδιών, γράσων κ.λπ.

Τα καθαριστικά μπορούν να διακριθούν σε ισχυρά (όξινα ή αλκαλικά), κατάλληλα για πολύ λερωμένες επιφάνειες ή για δύσκολους ρύπους και σε ελαφρά καθαριστικά, για τον καθαρισμό στιλβωμένων ευαίσθητων επιφανειών. Σε κάθε περίπτωση χρήσης χημικών καθαριστικών, ειδικά όταν πρόκειται για γυαλισμένες επιφάνειες, πρέπει πάντοτε να ακολουθούνται προσεκτικά οι οδηγίες χρήσης που αναγράφονται στην ετικέτα της συσκευασίας τους και να προηγείται δοκιμαστική εφαρμογή τους με αραιωμένο υλικό. Και αυτό επειδή τα χημικά καθαριστικά, αν δεν επιλεγούν και δεν εφαρμοστούν σωστά, μπορούν να προκαλέσουν φθορές, ειδικά σε γυαλισμένες επιφάνειες, που δύσκολα αποκαθίστανται. Στις περιπτώσεις που οι ρύποι και οι λεκέδες σε διακοσμητικά πετρώματα δεν είναι δυνατόν να καθαριστούν με τα χημικά καθαριστικά της

αγοράς, μπορούν, ανάλογα με τη σημασία του έργου, να δοκιμαστούν διάφορο ειδικά επιθέματα. Τέλος, γιο πολύ λερωμένα δάπεδα με επίμονους ρύπους που δεν καθαρίζονται, υπάρχει η λύση της ανακαίνισης με κατάλληλα μηχανήματα λείανσης - στίλβωσης που φέρουν αδαμαντοφόρα λειαντικά εργαλεία υψηλών αποδόσεων.

Καθημερινή συντήρηση

Για τον καθημερινό καθαρισμό των μαρμάρινων επιφανειών συνιστάται από ειδικούς να αποφεύγονται κοινά απορρυπαντικά που περιέχουν αραιά οξέα (φωσφορικό, κιτρικό, κ.α.) τα οποία με τη συνεχή χρήση μπορεί να επηρεάσουν τα πετρώματα και το γυάλισμα τους. Για αυτό προτείνουν σφουγγάρισμα των επιφανειών με χρήση κοινού πράσινου σαπουνιού ή ειδικών απορρυπαντικών καθημερινής φροντίδας για μάρμαρα και γρανίτες (υγρά σαπούνια ουδέτερου pH που δεν χρειάζονται ξέπλυμα). Τα τελευταία έχουν πολύ καλά αποτελέσματα όταν έχει προηγηθεί προστασία (αδιαβροχοποίηση) των επιφανειών.

Προστασία διακοσμητικών πετρωμάτων

Ως προστασία διακοσμητικού πετρώματος θεωρείται η ειδική επεξεργασία της επιφάνειας του, με κατάλληλο χημικά προϊόντα, ώστε να ελαχιστοποιηθεί η απορροφητικότητα του. Με την επεξεργασία αυτή το πέτρωμα, παρόλο που είναι πορώδες, δεν απορροφά, πλέον, διάφορους ρύπους που δημιουργούν λεκέδες και είναι δυνατή έτσι η επέμβαση - μέσα σε λογικά χρονικά όρια - για να αντιμετωπιστούν οι αιτίες πριν προκαλέσουν δύσκολα αναστρέψιμες βλάβες. Βέβαια, τα αίτια που μπορούν να προκαλέσουν βλάβες σε ένα διακοσμητικό πέτρωμα και να αλλοιώσουν με την πάροδο των χρόνων τα αισθητικά και μηχανικά του χαρακτηριστικά είναι πολλά, ενώ η έκταση των φθορών έχει σχέση με την ορυκτολογική του σύσταση, τη συνεκτικότητα του, τη θέση τοποθέτησης του σε ένα έργο, τον τρόπο τοποθέτησης κ.α.

Οι βλάβες από διάφορα πιθανά αίτια πρέπει να αντιμετωπίζονται προληπτικά με τη σωστή, κατά περίπτωση, επιλογή των διακοσμητικών πετρωμάτων και με τεχνικές κατασκευής που ελαχιστοποιούν την επίδραση των βλαπτικών παραγόντων. Μιλώντας επομένως, σήμερα στην αγορά μαρμάρου για προστασία διακοσμητικών πετρωμάτων σε κτίρια κατοικίας, ξενοδοχειακές μονάδες, εμπορικά κτίρια κ.α.. η έννοια της προστασίας εντοπίζεται, κυρίως, στη μείωση της απορροφητικότητας τους («αδιαβροχοποίηση»), έτσι ώστε να αποφεύγεται ο κίνδυνος σχηματισμού λεκέδων στα διάφορα προϊόντα από πέτρα (σε δάπεδα, σκάλες, πάγκους κουζίνας κλπ), και να είναι δυνατή η διατήρηση τους σε καλή κατάσταση για πολύ περισσότερο χρόνο. Σημειώνεται ότι μια σειρά από υδροδιαλυτά προϊόντα, όπως χυμοί φρούτων, διάφορες τροφές, ο καφές, το τσάι κ.ά.. προκαλούν λεκέδες στα μάρμαρα, ανάλογα με το χρόνο επαφής τους με το πέτρωμα, με τον τύπο του πετρώματος και με την κατεργασία της επιφάνειας. Επίσης, η υγρασία, όπου υπάρχει, με τις διάφορες υδροδιαλυτές ουσίες που παρασύρει, μπορεί να γίνει αιτία σχηματισμού λεκέδων. Ακόμη, λεκέδες στα μάρμαρα μπορούν να προκαλέσουν τα διάφορα έλαια

και λίπη, το καλλυντικά έλαια, τα γράσα κλπ. Ελαχιστοποιώντας, επομένως, μέχρι και μηδενισμού, την απορροφητικότητα των προϊόντων από πέτρα με ειδικά χημικά προϊόντα, που εφαρμόζονται κατάλληλα στην επιφάνεια τους, μπορεί να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά το ζήτημα των λεκέδων.

Τα χημικά προϊόντα που χρησιμοποιούνται σήμερα για προστασία - αδιαβροχοποίηση των διακοσμητικών πετρωμάτων μπορούν να διακριθούν στις εξής δυο μεγάλες ομάδες: στα εμποτιστικά και στα επικαλυπτικά υλικά.

Εμποτιστικά ή σφραγιστικά υγρά (impregnators) είναι υλικά με σύσταση σιλικονούχο ή άλλων ενώσεων του πυριτίου (siloxane κ.ά.) σε βάση υδατική (water based) ή διαλυτών (solvent based). Όταν τα υγρά αυτά απλωθούν στην επιφάνεια του διακοσμητικού πετρώματος διεισδύουν στους πόρους του μέχρι κάποιο βάθος και την καθιστούν υδρόφοβη ή/και ελαιόφοβη, ανάλογα με τη σύσταση τους, χωρίς να αλλοιώνουν το χρώμα ή/και το τυχόν γυάλισμα της. Δεν μπορούν, δηλαδή, να διεισδύσουν στους πόρους του πετρώματος νερό και υδροδιαλυτές ουσίες, ούτε λάδια και λίπη αντίστοιχα, με αποτέλεσμα να αντιμετωπίζεται ο κίνδυνος λεκιάσματος. Διευκρινίζεται ότι ένα εμποτιστικό προϊόν για ελαιόφοβες επιφάνειες έχει πάντα και υδρόφοβη δράση, ενώ ένα εμποτιστικό για υδρόφοβες επιφάνειες δεν έχει πάντα και ελαιόφοβη δράση. Σημειώνεται ακόμη ότι ορισμένα εμποτιστικά χαρακτηρίζονται ως «ανθεκτικά σε έλαια» (oil-resistant), είναι δηλαδή εμποτιστικά που επιβραδύνουν τη διείσδυση ελαίων στο πέτρωμα, χωρίς, όμως, να δημιουργούν ελαιόφοβη επιφάνεια (oil-repellent). Επιπλέον, τα υγρά αυτής της ομάδος δεν αφήνουν άλατα και αλκάλια να ανέλθουν προς την επιφάνεια του πετρώματος, παρόλο που δεν εμποδίζουν την εσωτερική υγρασία να διαφεύγει. Για αυτό και χαρακτηρίζονται ως υλικά που επιτρέπουν στο πέτρωμα να «αναπνέει», δηλαδή δεν εμποδίζουν τη διέλευση υδρατμών.

Τα εμποτιστικά υγρά προσφέρουν προστασία για μεγάλο χρονικό διάστημα, ανάλογα με το προϊόν και το πέτρωμα και κάνουν πιο εύκολο τον καθημερινό καθαρισμό των διακοσμητικών πετρωμάτων με κατάλληλα, κατά περίπτωση, καθαριστικά. Στην αγορά διατίθενται πολλά τέτοια προϊόντα χημικών βιομηχανιών, που εξειδικεύονται στον τομέα των διακοσμητικών πετρωμάτων. Τα περισσότερα είναι υγρά κατάλληλα για μάρμαρα, γρανίτες και άλλα φυσικά πετρώματα, υπάρχουν όμως και ειδικά προϊόντα για πετρώματα με μεγάλη υδροαπορροφητικότητα, όπως οι πωρόλιθοι, οι ψαμμίτες κ.ά.

Γενικά, είναι προϊόντα εύκολο στη χρήση τους, σύμφωνα, βέβαια, με τις οδηγίες χρήσης που αναγράφονται στη συσκευασία τους. Πολλά από αυτά χαρακτηρίζονται και ως οικολογικά, ενώ υπάρχουν και υλικά με έγκριση ότι είναι ασφαλή για επαφή με τρόφιμο.

Επικαλυπτικά υλικά προστασίας (coatings) είναι εκείνα τα οποία όταν απλωθούν στην επιφάνεια του διακοσμητικού πετρώματος, δημιουργούν πάνω σε αυτήν ένα εξαιρετικά λεπτό

στρώμα προστασίας που εμποδίζει τη διείσδυση νερού, ελαίων και άλλων ουσιών που μπορούν να λεκιάσουν το πέτρωμα. Τα υλικά αυτά μπορούν να διακριθούν σε δύο υποομάδες:

- στα **αφαιρούμενο επικαλυπτικά**, τα οποία παράγονται από διάφορα πολυμερή (ακρυλικά κ.ά.) ή από φυσικό κερί και είναι υδατικής βάσης συνήθως. Το λεπτό στρώμα που δημιουργούν στην επιφάνεια του πετρώματος μπορεί να απομακρυνθεί, όταν αυτό κριθεί απαραίτητο, με τη χρήση κατάλληλων χημικών (strippers) και τρίψιμο της επιφάνειας.
- στα **μόνιμα επικαλυπτικά**, που παράγονται από διάφορα πολυμερή με βάση διαλύτες ή με υδατική βάση και τα οποία αφαιρούνται εξαιρετικά δύσκολο.

Γενικά, πρόκειται για προϊόντα χαμηλότερου κόστους από ότι τα εμποτιστικά υλικά, το οποίο μπορούν να εφαρμοστούν εύκολο, σύμφωνα πάντοτε με τις οδηγίες που αναγράφονται στην ετικέτα τους. Στην αγορά διατίθενται πολλά επικαλυπτικά υλικά αδιαβροχοποίησης διακοσμητικών πετρωμάτων, τα οποία μπορούν να δώσουν ποικίλα αποτελέσματα, δηλαδή υπάρχουν υλικά διαφανή που δεν μεταβάλλουν το χρώμα του διακοσμητικού πετρώματος, υλικά που ζωηρεύουν το χρώμα, κάτι που επιζητείται σε ορισμένες περιπτώσεις (π.χ. σχιστόπλακες, σκαπιτσαριστή κ.ά.). υλικά με αντοχή στην UV ακτινοβολία (δεν κιτρινίζουν) κλπ. Κατά την επιλογή επικαλυπτικών υλικών αδιαβροχοποίησης είναι απαραίτητο να διερευνάται, ανάλογο με τη χρήση της πέτρινης επιφάνειας, η αντοχή, καθώς και η συμπεριφορά της λεπτής επικάλυψης που δημιουργούν στην υγρασία και στο χρόνο. Η επιλογή, γενικότερα, του κατάλληλου, κατά περίπτωση, υλικού αδιαβροχοποίησης (προστασίας) των διακοσμητικών πετρωμάτων, είναι ένα θέμα που απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, καθώς η αποτελεσματικότητα κάθε προϊόντος εξαρτάται από πολλές παραμέτρους που πρέπει να συνεκτιμώνται. Τέτοιες παράμετροι είναι:

- Τα φυσικό και μηχανικά χαρακτηριστικά του πετρώματος και ειδικότερα οι τιμές της υδατοαπορροφητικότητας και του πορώδους του.
- Το είδος κατεργασίας της επιφάνειας (στιλβωμένη, λειασμένη, φυσική κ.ά.). καθώς και η θέση τοποθέτησης του διακοσμητικού πετρώματος σε ένα έργο (κατοικία ή εμπορικό κτίριο, εσωτερικός ή εξωτερικός χώρος, δάπεδο, επένδυση τοίχου, λουτρό, πάγκος κουζίνας κ.λπ.)
- Η συχνότητα επαφής της επιφάνειας με ουσίες ή παράγοντες που μπορεί να δημιουργήσουν λεκέδες.
- Ο επηρεασμός, ενδεχομένως, του χρώματος και των αισθητικών χαρακτηριστικών ίου πετρώματος από το υλικό αδιαβροχοποίησης.
- Ο επηρεασμός, ενδεχομένως, της ενισχυτικής ρητίνης από το υλικό αδιαβροχοποίησης, αν το διακοσμητικό πέτρωμα έχει τέτοια ενίσχυση.

- Ο τρόπος τακτικού καθαρισμού και περιποίησης του διακοσμητικού πετρώματος μετά την αδιαβροχοποίηση του.

Επίσης, για την επιλογή του πλέον κατάλληλου υλικού αδιαβροχοποίησης είναι χρήσιμες και σχετικές συγκριτικές δοκιμές διαφόρων προϊόντων σε δείγματα του πετρώματος.

Ανάλογη με την αδιαβροχοποίηση είναι και η προστασία των προϊόντων από πέτρα από διάφορα graffiti, δηλαδή από μπογιές spray ή μαρκαδόρων, με τις οποίες αναγράφονται διάφορα συνθήματα σε πέτρινες επιφάνειες. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται για προστασία των πέτρινων επιφανειών διάφορα ειδικά χημικά υγρά ποικίλης σύστασης -διάφορα πολυμερή, όπως ακρυλικές ρητίνες κ.α. ειδικά κεριά κ.λπ. σε βάση υδατική ή διαλυτών - τα οποία δημιουργούν ένα πολύ λεπτό στρώμα επικάλυψης της επιφάνειας που εμποδίζει τις μπογιές να διεισδύσουν στους πόρους του πετρώματος και επιπλέον διευκολύνει την αφαίρεση τους με κατάλληλα καθαριστικά προϊόντα σε συνδυασμό με τον απαιτούμενο, κατά περίπτωση, εξοπλισμό. Στην αγορά διατίθενται πολλά ειδικά προϊόντα για προστασία anti-graffiti. με τεχνικά χαρακτηριστικά που, σε γενικές γραμμές, καλύπτουν τις ανάγκες προστασίας διακοσμητικών πετρωμάτων με διάφορες κατεργασίες επιφάνειας.

5.4. Διαχείριση Μαρμάρινων Κατασκευών

Όταν υπάρχει ένα έργο με όψεις, δάπεδα και άλλα στοιχεία, όπου πρόκειται να τοποθετηθούν μάρμαρα, προϋπόθεση για την επιτυχία του είναι η σωστή οργάνωση. Μετά την αρχική ιδέα και τα αρχιτεκτονικά σχέδια αρχίζει η υλοποίηση. Τότε πρέπει να επιλέγουν προσεκτικά:

- Τα κατάλληλα μάρμαρα
- Ο προμηθευτής τους
- Το συνεργείο τοποθέτησης

Για την επιλογή των κατάλληλων μαρμάρων, είναι απαραίτητο να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στα φυσικομηχανικά τους χαρακτηριστικά, ώστε να εξασφαλιστεί η αντοχή τους στις διάφορες κλιματικές συνθήκες και να αποφευχθούν τυχόν προβλήματα, όπως κυρτώσεις σε εξωτερικές ορθομαρμαρώσεις, προβλήματα από παγετό, κτλ. Επίσης, είναι σκόπιμο να διερευνηθεί η διαθεσιμότητα, ώστε να καλυφτούν οι ανάγκες και να ολοκληρωθεί το έργο χωρίς προβλήματα

Η επιλογή του προμηθευτή των υλικών έχει ιδιαίτερη σημασία. Θα πρέπει να λάβει κανείς υπόψη την εμπειρία του προμηθευτή σε μεγάλα έργα, προκειμένου να υπάρχει καλή επικοινωνία. Επίσης, σημαντικό κριτήριο αποτελεί και το αν ο προμηθευτής των μαρμάρων διαθέτει σύγχρονο

εξοπλισμό κατεργασίας, όπως είναι τα μοντέρνα CNC μηχανήματα κατεργασίας μάρμαρου, και τα μηχανήματα water jet, γιατί με αυτά μπορούν να εξασφαλιστούν εντυπωσιακά αισθητικά αποτελέσματα. Ακόμα, η απόσταση των εγκαταστάσεων του προμηθευτή από το έργο μπορεί να έχει ιδιαίτερη σημασία, επειδή επηρεάζει το κόστος μεταφοράς των προϊόντων μάρμαρου.

Τέλος, το συνεργείο τοποθέτησης παίζει σημαντικό ρόλο στην κατασκευή του έργου. Το τελικό αποτέλεσμα εξαρτάται κατά ένα μεγάλο βαθμό από την απόδοση του συνεργείου τοποθέτησης, του οποίου η επιλογή πρέπει να γίνει προσεκτικά και να ληφθούν υπόψη διάφορες παράμετροι, όπως η εμπειρία στην τοποθέτηση μαρμάρων, το μέγεθος και η εσωτερική οργάνωση του συνεργείου, η παροχή πιστοποιήσεων και η εφαρμογή κανόνων ασφαλείας

Επόμενο σημαντικό βήμα για ένα επιτυχημένο τελικό αποτέλεσμα είναι η μέτρηση, με ακρίβεια, όλων των επιφανειών στις οποίες θα τοποθετηθούν μάρμαρα. Είναι αντιληπτό ότι όσο πιο σύνθετα είναι τα σχέδια, τόσο πιο σημαντικό είναι να υπάρχουν ακριβείς πραγματικές διαστάσεις, γιατί τυχόν λάθη στις μετρήσεις μπορεί να κοστίσουν πολύ ακριβά

Όταν πλέον υπάρχει η πραγματική εικόνα του χώρου μπορούν να δημιουργηθούν τα **σχέδια τοποθέτησης (shop drawings)**. Τα σχέδια αυτά είναι πολύ σημαντικά γιατί αποτελούν τη βάση πάνω στην οποία θα στηριχτεί όλη προσπάθεια για τη σωστή τοποθέτηση των μαρμάρων. Προσαρμόζοντας επομένως, το αρχικό αρχιτεκτονικό σχέδιο στις πραγματικές διαστάσεις του χώρου, ένας ειδικός μπορεί να εξετάσει καλύτερα την τελική αισθητική του έργου, να επισημάνει τις κρίσιμες κατασκευαστικές λεπτομέρειες και να προβεί σε τυχόν αλλαγές. Στη συγκεκριμένη φάση αναζητείται η χρυσή τομή ανάμεσα στο επιθυμητό αισθητικό αποτέλεσμα και το εφικτό από κατασκευαστικής και κατ' επέκταση οικονομικής πλευράς. Στα σχέδια πρέπει να εισαχθεί το σύστημα αρίθμησης και κωδικών των μαρμάρινων τεμαχίων, στοιχεία που επιτρέπουν την ευκολότερη λογιστική διαχείριση του έργου. Αυτά τα στοιχεία είναι πολύ σημαντικά γιατί σε ένα μεγάλο έργο, με πληθώρα μαρμάρων διαφόρων διαστάσεων, είναι πολύ εύκολο να χαθεί ο έλεγχος.

Με τα σωστά σχέδια τοποθέτησης μπορούν να ενημερώνονται για τις εργασίες όλες οι εμπλεκόμενες πλευρές: ο πελάτης, ο προμηθευτής, ο μηχανικός, το συνεργείο. Τα σχέδια τοποθέτησης αποτελούν ένα κοινό σημείο αναφοράς για όλους. Από τα σχέδια τοποθέτησης απορρέουν τα **σχέδια παραγωγής (shop tickets)**, καθώς και οι **λίστες κοπής (cutting lists)**. Η δημιουργία των σχεδίων θεωρείται μια πολύ σοβαρή εργασία που απαιτεί μεγάλη εμπειρία από εκείνον που την αναλαμβάνει, είτε αυτός είναι ο αρχιτέκτονας ή ο προμηθευτής των μαρμάρων. Είναι προφανές ότι όσο πιο μεγάλο είναι το έργο, τόσο πιο επιτακτική είναι η ανάγκη ύπαρξης σωστών σχεδίων.

Επισημαίνεται ότι από τα **σχέδια τοποθέτησης (shop drawings)** προκύπτουν οι τελικές διαστάσεις που απαιτούνται για να προετοιμαστούν **σχέδια παραγωγής (shop tickets)**, τα οποία

θα χρησιμοποιήσει ο προμηθευτής των μαρμάρων. Στα σχέδια παραγωγής το κάθε μαρμάρينو στοιχείο σχεδιάζεται ξεχωριστά και αναγράφονται όλες οι διαστάσεις του στοιχείου αναλυτικά (μήκος, πλάτος, πάχος), οι ειδικές επεξεργασίες και οποιαδήποτε άλλη πληροφορία μπορεί να είναι χρήσιμη για την παραγωγή. Τα σχέδια πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο απλά και κατανοητά. Έγχρωμα προοπτικά βοηθούν στη μελέτη και κατανόηση πιο περίπλοκων τεμαχίων.

Το επόμενο βήμα, μετά την οριστικοποίηση των σχεδίων τοποθέτησης και των σχεδίων παραγωγής είναι να προετοιμαστούν **οι λίστες κοπής (cutting lists)**. Οι λίστες κοπής είναι ένα λογιστικό σύστημα, στο οποίο περιέχονται όλες οι πληροφορίες του έργου, όπως είναι η αρίθμηση και κωδικοποίηση όλων των τεμαχίων, οι διαστάσεις τους, οι συνολικές ποσότητες, τα είδη μαρμάρων, οι διάφορες επεξεργασίες των επιφανειών, τα σημεία που θα τοποθετηθούν τα μάρμαρα. Με αυτές τις λίστες κοπής είναι πολύ ευκολότερο να υπολογίσει κανείς με απόλυτη ακρίβεια το κόστος των μαρμάρων, το κόστος επεξεργασίας τους και το κόστος της τοποθέτησης.

Μετά την ολοκλήρωση της παραγωγής των μαρμάρινων στοιχείων από τον προμηθευτή, ακολουθεί ο ποιοτικός έλεγχος κατά την παραλαβή τους.

Κατά τον ποιοτικό έλεγχο, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στα εξής:

- Στη χρωματική διαλογή των μαρμάρων
- Στις γεωμετρικές διαστάσεις των τεμαχίων

Όσον αφορά τη χρωματική διαλογή, διευκρινίζεται ότι για τον κάθε τύπο μάρμαρου υπάρχουν διαλογές ανάλογα με τα χρωματικά του ελαττώματα και, συνήθως, η καθαρότερη διαλογή χαρακτηρίζεται ως «extra» ή «A» και ακολουθούν οι κατώτερες. Σημειώνεται ότι στοιχεία με σοβαρές ζημιές και φθορές, όχι απαραίτητα χρωματικές (π.χ. σπασμένες γωνίες, τρύπες και ραγίσματα), δεν εντάσσονται σε καμία διαλογή.

Σε ένα μεγάλο έργο η διασφάλιση της ποιότητας του μαρμάρου είναι μια ιδιαίτερα κρίσιμη διαδικασία. Σε κάθε τέτοια περίπτωση θα πρέπει να έχει προσυμφωνηθεί με σαφήνεια μεταξύ προμηθευτή και αγοραστή, ποια θα είναι η αποδεκτή διαλογή του μαρμάρου. Ένας πρακτικός τρόπος για να γίνει αυτό, είναι να ζητηθούν από τον προμηθευτή δυο σετ από 3-4 πλακίδια διαστάσεων 40x40 ή 50x50 cm, στα οποία σημειωθούν τα ελαττώματα ή τα στίγματα που είναι ανεκτά και από τις δυο πλευρές. Το ένα σετ παραμένει στον παραγωγό και το άλλο δίνεται στον αγοραστή, ώστε και οι δυο να έχουν ένα κοινό μέτρο σύγκρισης. Όσον αφορά τον έλεγχο των γεωμετρικών διαστάσεων των μαρμάρινων στοιχείων, αυτός είναι πολύ σημαντικό να γίνεται στον χώρο του προμηθευτή, πριν τα μάρμαρα μεταφερθούν στον χώρο του έργου, γιατί μετά είναι πολύ πιο δύσκολο να αντιμετωπιστούν τα οποιαδήποτε προβλήματα.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα φυσικά πετρώματα, όχι μόνο λόγω της αισθητικής τους αξίας, αλλά και των μοναδικών φυσικομηχανικών ιδιοτήτων τους, τα καθιστά υλικά ασυναγώνιστα στα δομικά έργα. Τα διαχρονικά ποιοτικά χαρακτηριστικά των διακοσμητικών πετρωμάτων έχουν πλέον αναβαθμιστεί και αξιοποιούνται πληρέστερα, χάρη στις δυνατότητες που προσφέρει η σύγχρονη τεχνολογία κατεργασίας της πέτρας. Γι' αυτό και μπορεί να υποστηριχτεί ότι υπάρχει σήμερα χάρη στη νέα τεχνολογία, μια ριζική ανανέωση των προϊόντων από φυσικά διακοσμητικά πετρώματα που προορίζονται για την σύγχρονη οικοδομή. Τα σύγχρονα μηχανήματα κατεργασίας της πέτρας και τα αδαμαντοφόρα εργαλεία έχουν πλέον αντικαταστήσει τα χειροεργαλεία των παραδοσιακών πετράδων και μαρμαρογλυπτών και έχουν «μεταμορφώσει» το μάρμαρο, το γρανίτη και την πέτρα σε μοντέρνα υλικά που μπορούν να προσφέρουν ποιότητα ζωής και να είναι προσιτά στον πολύ κόσμο. Πολλά νέα προϊόντα, όπως τα λεπτά πλακίδια πάχους 10 – 12 χιλιοστών και τυποποιημένων διαστάσεων, οι «αντικέ» πλάκες, μια πληθώρα μασίφ διακοσμητικών στοιχείων, τα ένθετα δαπέδων με τα περίπλοκα διακοσμητικά σχέδια, κ.ά., όλα με ξεχωριστά αισθητικά και τεχνικά χαρακτηριστικά, έχουν εμπλουτίσει την γκάμα των κλασικών προϊόντων, έχουν διευρύνει εντυπωσιακά το φάσμα εφαρμογών του μαρμάρου και της πέτρας στις σύγχρονες κατασκευές και προσφέρουν νέες δυνατότητες για να υλοποιούνται με επιτυχία, σε σύγχρονους χρόνους και με λογικό κόστος, εμπνευσμένες αρχιτεκτονικές και διακοσμητικές προτάσεις.

Σήμερα οι εφαρμογές του μαρμάρου και της πέτρας στον οικοδομικό τομέα και στην διαμόρφωση αστικών χώρων έχουν γίνει απεριόριστες και το διαπιστώνει κανείς εύκολα βλέποντας καθημερινά να αυξάνεται η παρουσία της φυσικής πέτρας στα κτίρια και στους κοινόχρηστους χώρους κάθε σύγχρονης μεγαλούπολης. Ανθεκτικές στο χρόνο μαρμαρίνες δαπεδοστρώσεις διακοσμούν θαυμάσια απλές κατοικίες, αίθουσες κτιρίων γραφείων, τραπεζών, ξενοδοχείων, κ.ά. Διακοσμητικά πετρώματα χρησιμοποιούνται για εντυπωσιακές εξωτερικές ορθομαρμαρώσεις μεγάλων εμπορικών κτιρίων. Αισθητικά άψογες εφαρμογές μαρμάρων και πέτρας υπάρχουν στην εσωτερική διακόσμηση αναρίθμητων ιδιωτικών και δημόσιων κτιρίων. Η φυσική πέτρα είναι το υλικό που επιλέγεται για την πλακόστρωση των νέων πεζοδρόμων και την ανάπλαση αστικών χώρων. Τα ψηφιδωτά, που χρησιμοποιούνταν εντόνως παλιότερα, ξαναγυρνάν στο προσκήνιο, ενώ νέες εφαρμογές, όπως τα θερμαντικά σώματα από μάρμαρο, κερδίζουν έδαφος στην αγορά. Το αισθητικό αποτέλεσμα που προσφέρουν σε κάθε τους σωστή εφαρμογή το μάρμαρο και η πέτρα, είναι κατά κανόνα εξαιρετικό. Αρκεί τα υλικά αυτά να χρησιμοποιούνται με γνώση, μέτρο και με καλό γούστο.

Με τα νέα πρότυπα, τις νέες προδιαγραφές, αλλά και τις δοκιμές που γίνονται σήμερα, το μάρμαρο, ο γρανίτης, αλλά και οι υπόλοιπες φυσικές πέτρες είναι πλέον υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν άφοβα και με ασφάλεια. Επίσης οι νέες τεχνολογίες εξόρυξης και κατεργασίας, έχουν δώσει μεγαλύτερες ποσότητες και καλύτερη ποιότητα, έχουν οδηγήσει σε μείωση του κόστους και έχουν καταστήσει τα υλικά αυτά πιο εύχρηστα και φιλικά. Εκτός αυτού, η ανθεκτικότητα τους δια μέσω του χρόνου, τα κάνει πλέον αναπόσπαστο κομμάτι από κάθε κατασκευή, προσφέροντας διαχρονικότητα και πολυτέλεια, σε κάθε έργο που μπορούν να χρησιμοποιηθούν.

Η απόφαση για χρήση φυσικών διακοσμητικών πετρωμάτων, καθορίζεται από το γεγονός ότι, με τη χρήση τους πρέπει να δίνεται μία οριστική λύση, που σημαίνει ότι πρέπει να επιτυγχάνεται μεγάλη διάρκεια ζωής, όπως αυτή του κτιρίου του ίδιου. Η επιλογή του φυσικού διακοσμητικού πετρώματος για τη συγκεκριμένη εφαρμογή που προορίζεται πρέπει να γίνεται μετά από λεπτομερή εξέταση όλων των φάσεων του έργου και των τεχνικών-σχεδιαστικών απόψεων. Αφού λοιπόν ληφθούν υπόψη ο σχεδιασμός και η αισθητική παρουσίαση του κτιρίου, κατόπιν και της αξιολόγησης των μακροσκοπικών χαρακτηριστικών (αισθητική εμφάνιση, παρουσία ή όχι φλεβιδίων, διάταξη αυτών, παρουσία ή όχι εγκλεισμάτων «λεκέδων») μιας μεγάλης ποικιλίας φυσικών διακοσμητικών πετρωμάτων με διαφορετικά χρώματα, καθώς επίσης και με την παρουσίαση των σχεδίων του κτιρίου, φθάνει κανείς στο επίπεδο της προεπιλογής του υλικού. Οι παράγοντες, οι οποίοι επηρεάζουν την τελική επιλογή του φυσικού διακοσμητικού πετρώματος, είναι κυρίως οι ακόλουθοι:

- η δυνατότητα εφαρμογής της απαιτούμενης μεθόδου κατεργασίας, για να πετύχουμε την επιθυμητή επιφάνεια στο επιλεγθέν υλικό, καθώς και η ποιοτική και ποσοτική εξασφάλιση του υλικού που θα χρειασθεί, για το συνολικό έργο
- οι χημικές - φυσικές ιδιότητες του πετρώματος, το οποίο πρέπει να αντέχει στις κλιματικές και περιβαλλοντικές συνθήκες της περιοχής όπου θα τοποθετηθεί, και τέλος
- το συνολικό κόστος της επένδυσης.

Πλέον η επιλογή των υλικών με βάση τα φυσικό-μηχανικά τους χαρακτηριστικά, αναλόγως της εφαρμογής για την οποία προορίζονται, έχει γίνει πιο εύκολη λόγω των Ευρωπαϊκών Προτύπων που έχουν εκδοθεί και κατά συνέπεια την σήμανση CE που φέρουν τα υλικά. Λαμβάνοντας επομένως υπόψη τις ιδιότητες του κάθε υλικού πρέπει να γίνει ο σωστός σχεδιασμός και η μελέτη του έργου, πριν την έναρξη των εργασιών.

Με χρήση των σχεδίων τοποθέτησης, των σχεδίων παραγωγής και τις λίστες κοπής, οι εργασίες έχουν γίνει πιο εύκολες και με πολύ μικρότερο ρίσκο. Επίσης με χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών, ο κατασκευαστής μπορεί να προδεί το αισθητικό αποτέλεσμα που επιθυμεί με

μεγάλη ακρίβεια. Έτσι, με σωστό σχεδιασμό και καλή οργάνωση, οι διακοσμητικοί λίθοι χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο από τους κατασκευαστές και το κοινό.

Στον κατασκευαστικό τομέα τα οφέλη από την χρήση φυσικών διακοσμητικών πετρωμάτων είναι πολυάριθμα, όχι μόνο από αισθητικής άποψης, αλλά και από τεχνικής:

- Μεγάλη ποικιλία υλικών και χρωμάτων
- Διάφορες επεξεργασίες που αλλάζουν ριζικά το αισθητικό αποτέλεσμα
- Αυξημένες αντοχές
- Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, που τα καθιστούν ασύγκριτα σε σχέση με άλλα υλικά.

Αν και τα φυσικά διακοσμητικά πετρώματα είναι ίσως πιο ακριβά από άλλα υλικά, δεν πρέπει να παραβλέπεται το γεγονός, ότι με την σωστή επιλογή τους και την κατάλληλη τοποθέτηση, γίνονται υλικά μηδενικής σχεδόν συντήρησης, και κατά συνέπεια, μακροχρόνια πιο οικονομικά. Οι σημαντικές τους εξάλλου ιδιότητες, όπως η σκληρότητα, η ανθεκτικότητα, οι αντοχές και η θερμοχωρητικότητα τους, τα καθιστούν, όχι μόνο αισθητικά, αλλά και οικονομικά συμφέρουσα λύση για τα δομικά έργα.

- Διαχρονικότητα, που οδηγεί σε εξάλειψη αναγκαίων ανακαινίσεων του υλικού
- Αυξημένη σκληρότητα, άρα και μείωση φθορών
- Μεγάλη θερμοχωρητικότητα, που μειώνει την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου
- Σχεδόν μηδενική συντήρηση, εφόσον επιλεγτούν και τοποθετηθούν σωστά τα υλικά.

Στα οικονομικά οφέλη, δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι η Ελλάδα είναι μαρμαροπαραγωγός χώρα με μεγάλη ποικιλία φυσικών πετρωμάτων. Η χρήση των πετρωμάτων οδηγεί σε ανάπτυξη του κλάδου της εξόρυξης και της κατεργασίας, του οποίου οι επιχειρήσεις εδράζονται συνήθως στην περιφέρεια, οδηγώντας έτσι στην οικονομική ευημερία της επαρχίας.

Τέλος αξίζει να σημειώσουμε και τα περιβαλλοντικά και οικολογικά οφέλη της χρήσης φυσικών πετρωμάτων.

- Τα υλικά είναι απόλυτα φυσικά
- Τα φινιρίσματα και οι τελικές επεξεργασίες στις περισσότερες περιπτώσεις δεν απαιτούν χρήση χημικών μεθόδων και γίνονται με τη χρήση μηχανικών μεθόδων. Έτσι τα φυσικά διακοσμητικά πετρώματα είναι φιλικά προς το περιβάλλον.
- Είναι πλήρως ανακυκλώσιμο. Το μάρμαρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ξανά μετά την ενδεχόμενη αποξήλωση του και ακόμα και όταν αυτό δεν είναι εφικτό στην πρωταρχική του μορφή μπορεί εύκολα και οικονομικά να μετατραπεί σε πρωτογενές υλικό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- EUROSTAT - Συνδυασμένη Ονοματολογία 2011 / Combined Nomenclature, 2011
- Morandini A. – «**European standards and CE marking on stone construction products**», 2005
- Muller-Wiener W. - «**Griechisches Bauwesen in der antike**», 1995
- Tech4Stone Annual - «**Εξόρυξη Διακοσμητικών Πετρωμάτων**», 2008
- Tech4Stone Annual - «**Καθαρισμός – Φροντίδα – Προστασία της Πέτρας**»
- Tech4Stone Annual - «**Κοπή – Μορφοποίηση – Κατεργασία/ Μηχανήματα – Εργαλεία Υλικά**»
- The Hellenic Marble Directory - «**Today’s Profile of the Greek marble sector**», 2008
- The Hellenic Marble Directory - «**Γνωριμία με τα Διακοσμητικά Πετρώματα**»
- Γιάννης Γιάνναρος - «**Ο κλάδος του μαρμάρου**», 1999
- Διαμαντοπούλου Α. – «**Η λαθεμένη επίστρωση βατών επιφανειών με διακοσμητικά πετρώματα**», 2003
- Διαμαντοπούλου Α. – «**Τα διακοσμητικά πετρώματα στη σύγχρονη αρχιτεκτονική**», 2008
- Εγκυκλοπαίδεια Πάπυρος Larousse Britannica
- Εγκυκλοπαίδεια Υδρία
- Ιωάννου Ι. – «**Διάβρωση και Προστασία Δομικού Λίθου**», 2005
- Κολοτούρος Κ. «**Λατομεία Μαρμάρου**», 2009 (Περιοδικό Μάρμαρο – Ετησία Έκδοση 2009)
- Κολοτούρος Κ. «**Τραχιές επιφάνειες, η εναλλακτική πρόταση**», 2006 (Περιοδικό Διακοσμητικά Πετρώματα – Τεύχος 27/2006)
- Λασκαρίδης Κ. - «**Αξιολόγηση των φυσικών διακοσμητικών πετρωμάτων και κριτήρια επιλογής των από τον κατασκευαστικό κλάδο με βάση τα φυσικό-μηχανικά χαρακτηριστικά τους**»
- Λασκαρίδης Κ. και Πατρώνης Μ. - «**Οι φυσικομηχανικές ιδιότητες των φυσικών διακοσμητικών πετρωμάτων και η χρήση τους κατά την απόδοση σήμανσης CE**», 2005

- Λασκαρίδης Κ. και Πατρώνης Μ. – «**Σήμανση “CE” για τα δομικά υλικά από διακοσμητικά πετρώματα. ο ρόλος του εργαστηρίου λίθος (IGME)**»
- Μανόλης Κορρές – «**Από την Πεντέλη στον Παρθενώνα**», 1993
- Περτσικανίδης Νεόφυτος – «**Διαχείριση μαρμάρινων κατασκευών**», 2010
- Πικιώνης Δ. – «**Έργα Ακροπόλεως**», 2003
- Προσωρινές Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές – Επένδυση Τοίχων με φυσικές πλάκες (μάρμαρα – γρανίτες)
- Προσωρινές Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές – Επιστρώσεις με Φυσικούς Λίθους
- Προσωρινές Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές – Λιθοδομές
- Προσωρινές Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές - Τοιχοδομές
- Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας – Τμήμα Δυτικής Μακεδονίας – «**Τεχνική Έκθεση (Π2-2) Αξιολόγηση υφιστάμενης κατάστασης - αναγκών των επιχειρήσεων μαρμάρου Δυτικής Μακεδονίας**», 2004
- Τσιραμπίδης Α., «**Τα ελληνικά μάρμαρα και άλλα διακοσμητικά πετρώματα**», 1996
- Χατζηπαναγής Ι. και Βουγιούκας Δ. - «**Τα μάρμαρα της Ανατολικής Μακεδονίας. Βασικοί παράγοντες που χαρακτηρίζουν την εμπορικότητα τους σαν διακοσμητικά πετρώματα. ποιότητες-παραγωγή-τιμές-αποθέματα**», 2005
- Τζιαφέρης Ν., Κωνσταντινίδου Π – «**Τοποθέτηση Επιστρώσεων Μαρμάρων σε Δάπεδα και Σκάλες**», 2000

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

<http://alpha6.gr/>

<http://www.marmaronet.com>

<http://ec.europa.eu>

<http://www.pangea.gr>

<http://www.iok.gr>

<http://www.tee.gr>









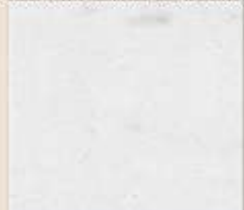







<http://www.igme.gr>

<http://www.wikipedia.org>











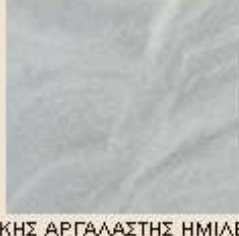


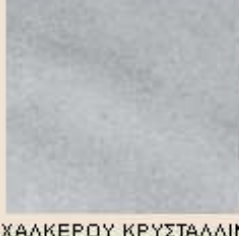
<http://www.marbleguide.com>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ – ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΜΑΡΜΑΡΑ

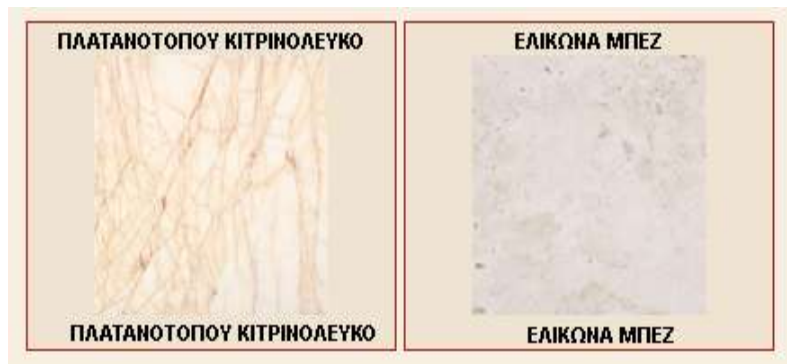
Λευκά μάρμαρα

<p>ΓΡΑΝΙΤΗ ΔΡΑΜΑΣ ΛΕΥΚΟ</p>  <p>ΓΡΑΝΙΤΗ ΔΡΑΜΑΣ ΛΕΥΚΟ</p>	<p>ΒΩΛΑΚΑ ΔΡΑΜΑΣ ΛΕΥΚΟ</p>  <p>ΒΩΛΑΚΑ ΔΡΑΜΑΣ ΛΕΥΚΟ</p>	<p>ΒΕΝΕΤΟΥ ΛΕΥΚΟ</p>  <p>ΒΕΝΕΤΟΥ ΛΕΥΚΟ</p>
<p>ΒΕΡΟΙΑΣ ΛΕΥΚΟ</p>  <p>ΒΕΡΟΙΑΣ ΛΕΥΚΟ</p>	<p>ΠΗΓΩΝ ΛΕΥΚΟ</p>  <p>ΠΗΓΩΝ ΛΕΥΚΟ</p>	<p>ΠΥΡΓΩΝ ΔΡΑΜΑΣ ΛΕΥΚΟ</p>  <p>ΠΥΡΓΩΝ ΔΡΑΜΑΣ ΛΕΥΚΟ</p>
<p>ΠΕΝΤΕΛΙΚΟ ΛΕΥΚΟ</p>  <p>ΠΕΝΤΕΛΙΚΟ ΛΕΥΚΟ</p>	<p>ΛΑΥΚΟΥ ΛΕΥΚΟ</p>  <p>ΛΑΥΚΟΥ ΛΕΥΚΟ</p>	<p>ΘΑΣΟΥ ΛΙΜΕΝΑ ΛΕΥΚΟ "ΠΡΙΝΟΣ"</p>  <p>ΘΑΣΟΥ ΛΙΜΕΝΑ ΛΕΥΚΟ "ΠΡΙΝΟΣ"</p>
<p>ΘΑΣΟΥ ΧΙΟΝΟΛΕΥΚΟ</p>  <p>ΘΑΣΟΥ ΧΙΟΝΟΛΕΥΚΟ</p>	<p>ΛΗΜΝΙΑ ΛΕΥΚΟ</p>  <p>ΛΗΜΝΙΑ ΛΕΥΚΟ</p>	<p>ΝΑΞΟΥ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΝΑ ΛΕΥΚΗ</p>  <p>ΝΑΞΟΥ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΝΑ ΛΕΥΚΗ</p>
<p>ΝΙΚΗΣΙΑΝΗΣ ΛΕΥΚΟ</p>  <p>ΝΙΚΗΣΙΑΝΗΣ ΛΕΥΚΟ</p>	<p>ΝΕΣΤΟΥ ΛΕΥΚΟ</p>  <p>ΝΕΣΤΟΥ ΛΕΥΚΟ</p>	<p>ΤΡΑΝΟΒΑΛΤΟΥ ΛΕΥΚΟ</p>  <p>ΤΡΑΝΟΒΑΛΤΟΥ ΛΕΥΚΟ</p>
<p>ΔΙΟΝΥΣΣΟΥ ΗΜΙΛΕΥΚΟ</p>  <p>ΔΙΟΝΥΣΣΟΥ ΗΜΙΛΕΥΚΟ</p>	<p>ΔΙΟΝΥΣΣΟΥ ΛΕΥΚΟ</p>  <p>ΔΙΟΝΥΣΣΟΥ ΛΕΥΚΟ</p>	

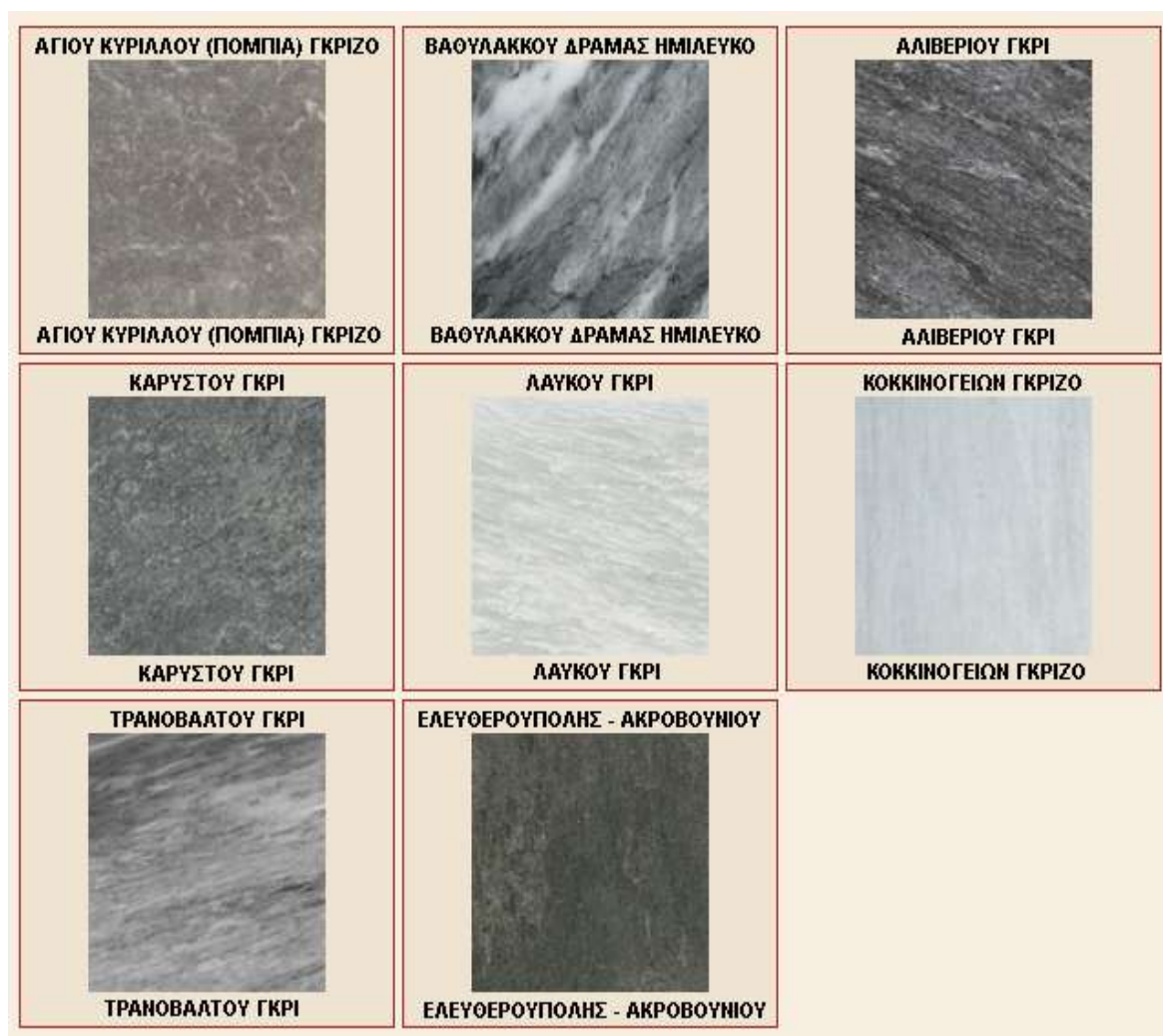
Ημίλευκα μάρμαρα

<p>ΑΓΙΑΣ ΜΑΡΙΝΑΣ ΗΜΙΛΕΥΚΟ ΝΕΦΩΔΕΣ</p>  <p>ΑΓΙΑΣ ΜΑΡΙΝΑΣ ΗΜΙΛΕΥΚΟ</p>	<p>ΓΡΑΝΙΤΗ ΔΡΑΜΑΣ ΗΜΙΛΕΥΚΟ</p>  <p>ΓΡΑΝΙΤΗ ΔΡΑΜΑΣ ΗΜΙΛΕΥΚΟ</p>	<p>ΒΕΡΟΙΑΣ ΗΜΙΛΕΥΚΟ</p>  <p>ΒΕΡΟΙΑΣ ΗΜΙΛΕΥΚΟ</p>
<p>ΠΑΡΟΥ ΗΜΙΛΕΥΚΟ</p>  <p>ΠΑΡΟΥ ΗΜΙΛΕΥΚΟ</p>	<p>ΠΑΡΝΩΝΑ ΗΜΙΛΕΥΚΟ</p>  <p>ΠΑΡΝΩΝΑ ΗΜΙΛΕΥΚΟ</p>	<p>ΘΑΣΟΥ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΝΑ ΘΕΟΛΟΓΟΣ</p>  <p>ΘΑΣΟΥ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΝΑ ΘΕΟΛΟΓΟΣ</p>
<p>ΘΑΣΟΥ ΜΑΡΙΩΝ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΝΑ ΗΜΙΛΕΥΚΟ</p>  <p>ΘΑΣΟΥ ΜΑΡΙΩΝ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΝΑ</p>	<p>ΝΑΞΟΥ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΝΑ ΗΜΙΛΕΥΚΗ</p>  <p>ΝΑΞΟΥ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΝΑ ΗΜΙΛΕΥΚΗ</p>	<p>ΝΕΣΤΟΥ ΗΜΙΛΕΥΚΟ</p>  <p>ΝΕΣΤΟΥ ΗΜΙΛΕΥΚΟ</p>
<p>ΣΚΥΡΟΥ ΗΜΙΛΕΥΚΟ</p>  <p>ΣΚΥΡΟΥ ΗΜΙΛΕΥΚΟ</p>	<p>ΤΡΑΝΟΒΑΛΤΟΥ ΗΜΙΛΕΥΚΟ</p>  <p>ΤΡΑΝΟΒΑΛΤΟΥ ΗΜΙΛΕΥΚΟ</p>	<p>ΣΥΚΗΣ ΑΡΓΑΛΑΣΤΗΣ ΗΜΙΛΕΥΚΟ</p>  <p>ΣΥΚΗΣ ΑΡΓΑΛΑΣΤΗΣ ΗΜΙΛΕΥΚΟ</p>
<p>ΕΛΑΦΟΧΩΡΙΟΥ ΗΜΙΛΕΥΚΟ</p>  <p>ΕΛΑΦΟΧΩΡΙΟΥ ΗΜΙΛΕΥΚΟ</p>	<p>ΔΙΣΒΑΤΟΥ ΗΜΙΛΕΥΚΟ</p>  <p>ΔΙΣΒΑΤΟΥ ΗΜΙΛΕΥΚΟ</p>	<p>ΧΑΛΚΕΡΟΥ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΝΑ ΗΜΙΛΕΥΚΗ</p>  <p>ΧΑΛΚΕΡΟΥ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΝΑ</p>

Υπόλευκα μάρμαρα



Γκρι μάρμαρα



Ροζ μάρμαρα



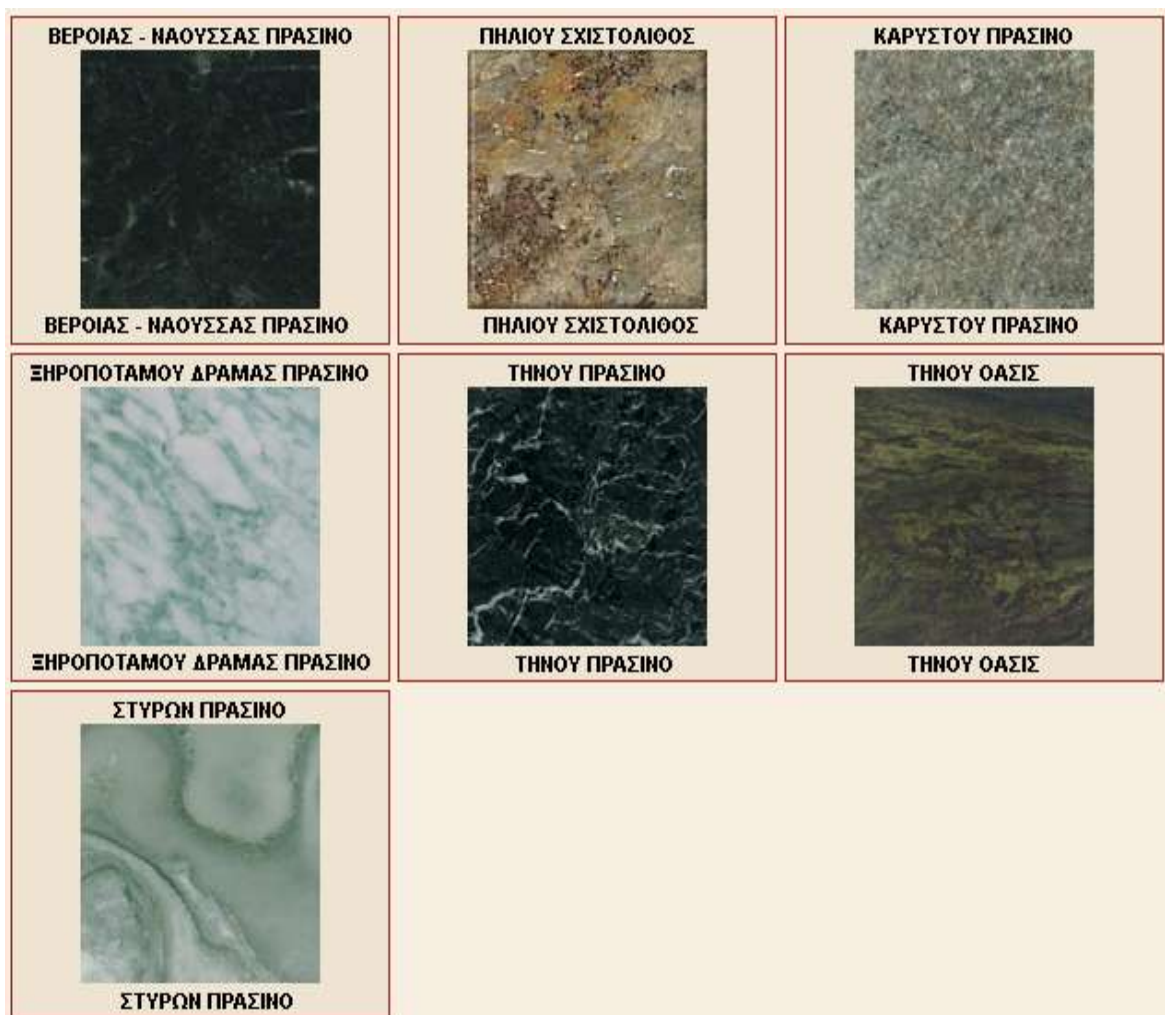
Καφέ μάρμαρα



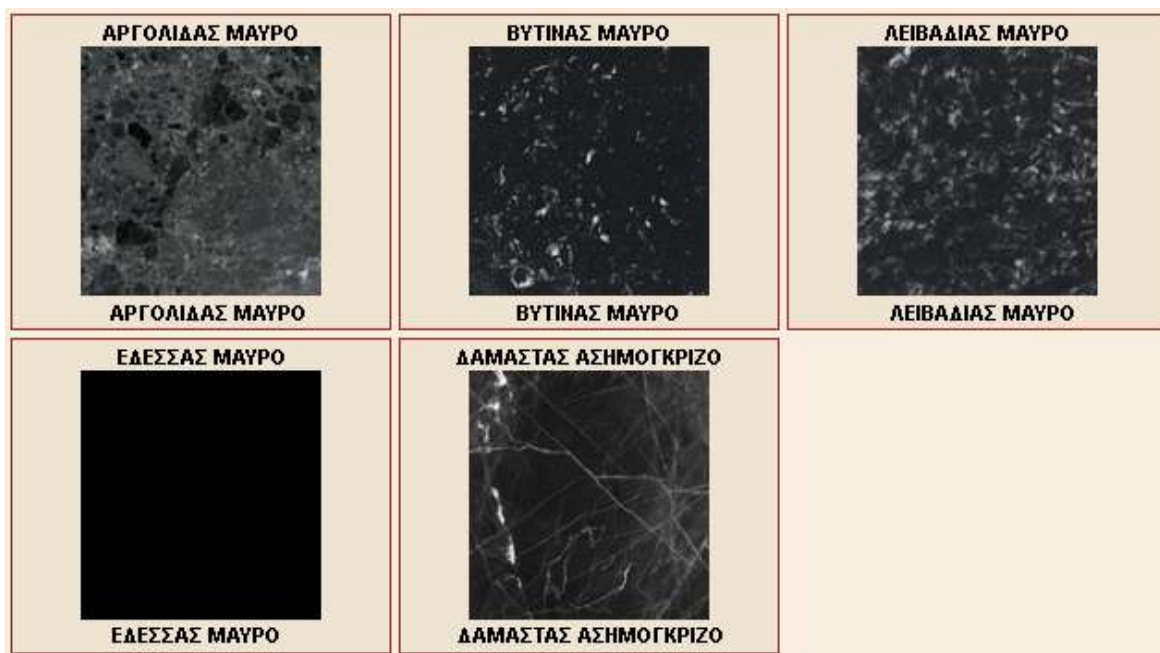
Μπεξ μάρμαρα

<p>ΑΡΙΔΑΙΑΣ ΤΡΑΒΕΡΤΙΝΗΣ</p>  <p>ΑΡΙΔΑΙΑΣ ΤΡΑΒΕΡΤΙΝΗΣ</p>	<p>ΚΑΠΑΝΔΡΙΤΙΟΥ ΤΡΑΒΕΡΤΙΝΗΣ</p>  <p>ΚΑΠΑΝΔΡΙΤΙΟΥ ΤΡΑΒΕΡΤΙΝΗΣ</p>	<p>ΛΑΡΙΣΑΣ ΜΠΕΖ</p>  <p>ΛΑΡΙΣΑΣ ΜΠΕΖ</p>
<p>ΚΑΡΝΑΖΕΪΚΩΝ ΜΠΕΖ ΡΙΓΩΤΟ</p>  <p>ΚΑΡΝΑΖΕΪΚΩΝ ΜΠΕΖ ΡΙΓΩΤΟ</p>	<p>ΚΑΡΝΑΖΕΪΚΩΝ ΜΠΕΖ ΣΠΕΣΙΑΛ</p>  <p>ΚΑΡΝΑΖΕΪΚΩΝ ΜΠΕΖ ΣΠΕΣΙΑΛ</p>	<p>ΛΥΓΟΥΡΙΟΥ ΜΠΕΖ ΑΝΟΙΧΤΟ</p>  <p>ΛΥΓΟΥΡΙΟΥ ΜΠΕΖ ΑΝΟΙΧΤΟ</p>
<p>ΛΥΓΟΥΡΙΟΥ ΜΠΕΖ ΣΚΟΥΡΟ</p>  <p>ΛΥΓΟΥΡΙΟΥ ΜΠΕΖ ΣΚΟΥΡΟ</p>	<p>ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ ΜΠΕΖ ΣΠΕΣΙΑΛ</p>  <p>ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ ΜΠΕΖ ΣΠΕΣΙΑΛ</p>	<p>ΜΑΡΩΝΕΙΑΣ ΜΠΕΖ</p>  <p>ΜΑΡΩΝΕΙΑΣ ΜΠΕΖ</p>
<p>ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ ΜΠΕΖ</p>  <p>ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ ΜΠΕΖ</p>	<p>ΣΚΡΑ ΤΡΑΒΕΡΤΙΝΗΣ</p>  <p>ΣΚΡΑ ΤΡΑΒΕΡΤΙΝΗΣ</p>	<p>ΣΚΥΡΟΥ ΠΟΛΥΧΡΩΜΟ</p>  <p>ΣΚΥΡΟΥ ΠΟΛΥΧΡΩΜΟ</p>
<p>ΕΠΙΔΑΥΡΟΥ ΜΠΕΖ</p>  <p>ΕΠΙΔΑΥΡΟΥ ΜΠΕΖ</p>	<p>ΖΑΚΥΝΘΟΥ ΜΠΕΖ</p>  <p>ΖΑΚΥΝΘΟΥ ΜΠΕΖ</p>	<p>ΔΙΔΥΜΩΝ ΜΠΕΖ</p>  <p>ΔΙΔΥΜΩΝ ΜΠΕΖ</p>

Πράσινα μάρμαρα



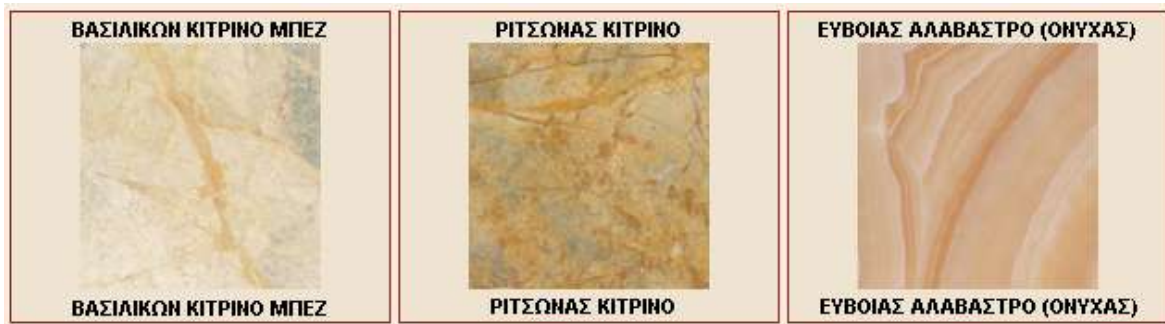
Μαύρα μάρμαρα



Κόκκινα μάρμαρα



Κίτρινα μάρμαρα



Πολύχρωμα μάρμαρα

