

Α.Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΕΤΡΙΝΑ ΓΕΦΥΡΙΑ ΣΤΟΝ ΝΟΜΟ ΛΑΚΩΝΙΑΣ

ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΤΟΥ ΘΕΟΔΩΡΑ Α.Μ. 27975
ΝΙΚΟΛΑΡΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ Α.Μ. 27973

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ – ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ :
ΓΕΩΡΓΙΟΣ Κ. ΒΑΡΕΛΙΔΗΣ
ΔΡ. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ -
ΠΟΛΕΟΔΟΜΟΣ Ε.Μ.Π.



ΑΘΗΝΑ 2006

ΦΥΣΙΚΟΙ ΛΙΘΟΙ

Περιγραφή

Οι φυσικοί λίθοι είναι στερεά σώματα διαφόρων σχημάτων και διαστάσεων που προέρχονται από τα πετρώματα της γης. Το σχήμα τους μπορεί να είναι κανονικό ή τελείως ακανόνιστο. Γενικά επιδιώκεται να έχουν πρισματική μορφή, όπου η μια διάσταση είναι μεγαλύτερη από τις άλλες δύο, ή μορφή πλάκας, όπου οι δύο διαστάσεις είναι πολύ μεγαλύτερες από την τρίτη.

Οι ακανόνιστοι και από τους κανονικούς οι κυβικής ή σφαιρικής μορφής λίθοι θεωρούνται συνήθως ακατάλληλοι για δομική χρήση και χρησιμοποιούνται μόνο για το γέμισμα ορυγμάτων, την κατασκευή επιχωμάτων, τη δημιουργία αναχωμάτων και φραγμάτων, την κατασκευή της θεμελιώσεως των κρηπιδωμάτων, την προστασία των λιμενικών έργων και τέλος την παραγωγή λίθινων προϊόντων (άμμος, σκύρα κλπ.).

Τα μεγέθη των φυσικών λίθων διαφέρουν πολύ μεταξύ τους. Χρησιμοποιούνται πλάκες με πάχος λίγα εκατοστά και μεγάλοι ογκόλιθοι που οι διαστάσεις τους είναι μεγαλύτερες από ένα μέτρο. Πάντως, για να χαρακτηριστεί ένα προϊόν του στερεού φλοιού της γης φυσικός λίθος, πρέπει μια διάστασή του να είναι μεγαλύτερη από 15 cm. Σε αντίθετη περίπτωση λίθοι μικρότεροι των 15 cm κατατάσσονται σε άλλες κατηγορίες των δομικών υλικών.

Οι τρεις βασικές διαστάσεις ενός λίθου είναι οι εξής :

Η μικρότερη διάσταση καλείται **πάχος** ή **ύψος**, η επόμενη σε μέγεθος καλείται **πλάτος** και η μεγαλύτερη **μήκος**.

Οι φυσικοί λίθοι λαμβάνονται από τα πετρώματα, που σχηματίζουν το επιφανειακό στερεό στρώμα του φλοιού της γης.

Στην Ελλάδα και σε άλλες χώρες με την ίδια γεωλογική διάπλαση οι φυσικοί λίθοι αφθονούν. Αντίθετα σπανίζουν σε χώρες με εκτεταμένες πεδιάδες και ερήμους, όπου τα συμπαγή πετρώματα βρίσκονται σε μεγάλο βάθος από την επιφάνεια του εδάφους.

Παρ' όλη όμως την αφθονία, ένα μικρό μέρος από αυτούς τους λίθους είναι κατάλληλο για δομική χρήση γιατί είναι απαραίτητο στον ίδιο λίθο να συγκεντρώνονται αρκετές ιδιότητες.

Οι φυσικοί λίθοι αποτελούν βασικό υλικό για την κατασκευή ορισμένων τεχνικών έργων. Χρησιμοποιούνται γενικώς χωρίς προηγουμένως να υποστούν οποιαδήποτε φυσική ή μηχανική μετατροπή. Σε μερικές μόνο περιπτώσεις υφίστανται μηχανικές κατεργασίες, για να αποκτήσουν τις επιθυμητές διαστάσεις και κατάλληλο σχήμα. Διατηρούν επομένως τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες των πετρωμάτων, από τα οποία προέρχονται.¹

Προέλευση

Εκρηξιγενή πετρώματα : Σχηματίστηκαν από τη στερεοποίηση μαγματικής ύλης σε μεγάλο βάθος (πλουτώνια πετρώματα π.χ. γρανίτης), σε σχισμές ή ρήγματα (φλεβιτικά πετρώματα π.χ. πορφυρίτες) ή στην επιφάνεια της γης (ηφαιστειακά πετρώματα π.χ. βασάλτης).

Ιζηματογενή πετρώματα με μικρή ή μεγάλη στρωματογραφία : Σχηματίστηκαν από την απόθεση διαλυμένου υλικού (γύψος, τραβερτίνης), από συντρίμματα παλαιότερων πετρωμάτων (ψαμμίτης), από απόθεση ηφαιστειακής τέφρας (τόφφος) ή οστράκων (κορχυλιογενής ασβεστόλιθος) ή από τη βιολογική λειτουργία διαφόρων ζώων (κοραλλιογενής ασβεστόλιθος), από φυσικά κατάλοιπα (άνθρακας) ή από τη συσσώρευση λεπτού υλικού που παρασύρθηκε από τον αέρα.

Μεταμορφωσιγενή πετρώματα : Προέρχονται από αλλοιώσεις των δύο πρώτων κατηγοριών. Παρουσιάζουν στρωματογραφία ανάλογη των Ιζηματογενών πετρωμάτων και μεταλλοφορία ανάλογη των εκρηξιγενών (γνεύσιος, μαρμαρυγιακός σχιστόλιθος).²

Γενικά χαρακτηριστικά.

Οι λίθοι είναι σώματα ανομοιογενή, δηλαδή δεν έχουν σταθερή χημική ή ορυκτολογική σύσταση, και δεν παρουσιάζει κάθε λίθος του ίδιου είδους ανεπτυγμένες στον ίδιο βαθμό τις διάφορες ιδιότητες. Υπάρχουν π.χ. ασβεστόλιθοι της ίδιας περίπτωσης χημικής ή ορυκτολογικής συστάσεως, που όμως παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές στο ειδικό βάρος, στην πυκνότητα, στο χρώμα και στην εν γένει εμφάνισή τους.

Επίσης οι λίθοι δεν είναι σώματα συμπαγή, αλλά πορώδη. Δεν είναι δηλαδή όπως τα μέταλλα ή το γυαλί. Αποτελούνται από κόκκους ύλης και κενά. Οι κόκκοι συνήθως είναι δεμένοι μεταξύ τους με μια ορυκτή συγκολλητική ύλη και μπορεί να είναι τόσο μικροί ώστε να διακρίνονται μόνο με μικροσκόπιο ή να είναι πολύ μεγαλύτεροι και ορατοί με γυμνό μάτι.

Βασικό χαρακτηριστικό των λίθων, που τους κατατάσσει επικεφαλής όλων των άλλων υλικών και μάλιστα με μεγάλη διαφορά, είναι η μεγάλη διάρκεια της ζωής τους. Τούτο επειδή προέρχονται από τα στερεά πετρώματα του φλοιού της γης τα οποία έχουν υποστεί κατά τη διάρκεια εκατομμυρίων ετών ισχυρές επιδράσεις θερμοκρασίας, πίεσεως κλπ. Εν τούτοις όπως όλα τα υλικά σώματα υπόκεινται και αυτοί στον παγκόσμιο νόμο της φθοράς.

Η διάρκεια του κύκλου της ζωής τους εξαρτάται :

- Από τους εξωτερικούς παράγοντες
- Από την ποιότητα του ίδιου του λίθου, δηλαδή από τις ιδιότητές του.
- Από τα μέτρα, που παίρνει ο άνθρωπος για να τους προστατεύσει ή για να αυξήσει ορισμένες ιδιότητές τους.¹

Τεχνικά χαρακτηριστικά

Ορυκτολογική υφή και διάταξη:

Ομοιόμορφα κοκκώδης : Ο μεγαλύτερος κόκκος μειώνει την αντοχή και την ανθεκτικότητας στις καιρικές επιδράσεις. Οι αιχμηροί και αποτετμημένοι κόκκοι του ορυκτού συγκροτούνται καλύτερα από τούς σφαιρικούς.

Πυκνή : Τα ορυκτά δεν διακρίνονται με γυμνό οφθαλμό.

Υαλώδης : Τα ορυκτά δεν διακρίνονται ούτε με μικροσκόπιο.

Πορφυριτική : Μεγάλοι κρύσταλλοι διασκορπισμένοι σε πυκνή μάζα.

Ωλιθική : Σφαιρικοί κόκκοι μεγέθους μέχρι ρεβιθιού (σαν αυγά ψαριού).

Σχιστώδης : Τα ορυκτά διατάσσονται κατά μια διεύθυνση.

Στρωσιγενής : Αποτελούνται από πλακοειδείς στρώσεις.

Φυσαλιδωτή : Με μεγάλα σφαιρικά κενά.

Πορώδης : Πολύ μικρά κενά μεταξύ των ορυκτών. Από το πορώδες εξαρτάται ή απορρόφηση υγρασίας, ή αεροπερατότητα και ή θερμική αγωγιμότητα.

Κερματισμένη : Θραύσματα πετρώματος τουλάχιστον σε μέγεθος φουντουκιού αποστρογγυλεμένα ή με ακμές συγκολλημένα μεταξύ τους (όπως το σκυρόδεμα).

Ψαμμική : Ορυκτά θραύσματα μικρότερου μεγέθους, σίγκολλημένα μεταξύ τους.

Πηλώδης : Συσσωμάτωμα ορυκτής παιπάλης.

Χαλαρή : Ασύνδετα μεταξύ τους θραύσματα ορυκτού.

Φαινόμενη πυκνότητα (φαινόμενο ειδικό βάρος): Ο λόγος της προς την απόλυτη πυκνότητα (απόλυτο ειδικό βάρος, βάρος της μονάδος όγκου της καθαρής μάζας πετρώματος χωρίς κενά), ονομάζεται βαθμός πυκνότητας.

Σκληρότητα : Προσδιορίζει την αντίσταση στην επιφανειακή φθορά, αλλά δεν επηρεάζει την

Αντοχή : Για την κατασκευή σημαντική είναι μόνον ή αντοχή σε θλίψη και κρούση. Βασικοί παράγοντες αυτών είναι ή περιεκτικότητα ορυκτών ή το συνδετικό υλικό (ορυκτή κόλλα) και ή υφή.

Εργασιμότητα : Εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε ορυκτά, την υφή, το μέγεθος των κόκκων, την στρωματογραφία, την σκληρότητα και τη φυσική υγρασία.

Ανθεκτικότητα στις καιρικές επιδράσεις : Εξαρτάται από τα περιεχόμενα ορυκτά, την υφή, την στρωματογραφία και το πορώδες.

Ανθεκτικότητα στα οξέα : Εξαρτάται όπως και ή *Ανθεκτικότητα στη φωτιά*, από τα περιεχόμενα ορυκτά.²

Κατηγορίες

Οι κατηγορίες στις οποίες διαιρούνται οι φυσικοί λίθοι είναι αντίστοιχες προς τις κατηγορίες των πετρωμάτων από τα οποία προέρχονται, γιατί έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά και ιδιότητες των μητρικών πετρωμάτων. Έτσι οι φυσικοί λίθοι κατατάσσονται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με την προέλευση, τη μορφή, τη χημική σύσταση, την ορυκτολογική σύσταση και την ιστολογική σύσταση.

Από δομική άποψη μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η κατάταξή τους σε **στρωτούς** και **άστρωτους** γιατί πολλές από τις ιδιότητές τους συνδέονται άμεσα με τον τρόπο που δημιουργήθηκαν. Και γιατί είναι εύκολη η διάκρισή τους και από μη πεπειραμένο τεχνικό.

Άστρωτοι λίθοι.

Οι λίθοι αυτοί προέρχονται κυρίως από πυριγενή και μεταμορφωσιγενή πετρώματα και σε μικρότερη κλίμακα από ιζηματογενή ή στρωσιγενή πετρώματα. Δεν παρουσιάζουν διάταξη των κόκκων τους κατά στρώσεις αλλά, εμφανίζονται με μεγάλους ομοιογενείς όγκους που αποτελούνται από ένα ή περισσότερα ορυκτά.

Άστρωτοι λίθοι, από πυριγενή πετρώματα.

Διακρίνονται σε ηφαιστειογενή ή εκρηξιγενή πετρώματα και σε πλουτώνια. Τα σπουδαιότερα πυριγενή πετρώματα από τα οποία παίρνουμε κατάλληλους για τη δομική λίθους είναι:¹

Γρανίτης

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα : Άστριος, χαλαζίας, μαρμαρυγίας, κοκκώδης. Ο χαλαζίας καθορίζει την σκληρότητα, ο άστριος το χρώμα και ο μαρμαρυγίας τον βαθμό εξαλλοιώσεως.

Ιδιότητες : Βαρύς, σκληρός, συμπαγής, σχετικά δύσκολος στην κατεργασία, επιδέχεται λείανση, ανθεκτικός στις καιρικές επιδράσεις, θρυμματίζεται σε περίπτωση πυρκαγιάς από το νερό καταστολής της φωτιάς λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας.

Ενδείξεις καλής ποιότητας : Ομοιόμορφη διασπορά μικρών ως μεσαίων κόκκων.

Ενδείξεις κακής ποιότητας : Αλλοιωμένος άστριος (όχι καθαρό αλλά θαμπό χρώμα), σημαντική ποσότητα μαρμαρυγία, κυρίως σε φυλλίδια μεγάλου μεγέθους, χονδροί κόκκοι, πορώδης ιστός, περιεκτικότητα σε σιδηροπυρίτη.

Η απαρχή αποσαθρώσεως του γρανίτη διαπιστώνεται από κηλίδες και φλέβες χρώματος σκούρου, που παρουσιάζονται σ' ολόκληρο το πέτρωμα. Ο έλεγχος γίνεται τοποθετώντας μερικά τεμάχια γρανίτη σε ανοικτό δοχείο που γεμίζεται με νερό μέχρι τη μέση του ύψους των

κομματιών. Αν μετά πάροδο 28 ημερών εμφανιστούν ίχνη σκουριάς, τότε υπάρχει κίνδυνος αποσαθρώσεως.

Συηνίτης

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα : Άστριος με πολύ κεροστίλβη ή αυγίτη. Σκούρο χρώμα, κοκκώδης, λίγος ή καθόλου χαλαζίας. Ιδιότητες: Ως ο γρανίτης αλλά μαλακότερος, ευκολότερος στην κατεργασία. Σαν δομικός λίθος είναι καθ' όλα ισοδύναμος του γρανίτη.

Ενδείξεις καλής ποιότητας : Μεγάλη ποσότητα κεροστίλβης ή αυγίτου, ομοιόμορφη διασπορά μικρών ως μεσαίων κόκκων.

Ενδείξεις κακής ποιότητας : Εξαλλοιωμένος αστριος, μεγάλη περιεκτικότητα μαρμαρυγία, μαλακή υφή, περιεκτικότητα σιδηροπυρίτη σερπεντίνου (πράσινος, χαράσσεται με το μαχαίρι).

Μερικές φορές ή εμπορική ονομασία ορισμένων πετρωμάτων είναι παραπλανητική. Έτσι ο «Βελγικός γρανίτης» και ο «γρανίτης τού Άιφελ» είναι ασβεστόλιθοι, ενώ ο «Σουηδικός Γρανίτης» είναι διαβάσης ή γάββρος. Μερικοί τύποι συηνίτη είναι διορίτες. Άλλοι τύποι διοριτών ή διαβάσου χαρακτηρίζονται σαν «πράσινοι λίθοι».

Διορίτης

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα : Αστριος, κεροστίλβη και μαρμαρυγίας ή αυγιτης. Πρασινωπός και κοκκώδης. Δεν αναβράζει, σε αντίθεση από τον παρόμοιο αλλά συχνά ανοιχτότερου χρώματος διαβάση, όταν έλθει σε επαφή με υδροχλωρικό οξύ.

Ιδιότητες : Ενδείξεις καλής και κακής ποιότητας όπως και ο συηνίτης.

Γάββρος

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα : Αστριος και αυγίτης. Σκούρος τεφρός ως μέλας, συχνά με πράσινες ή λευκές κηλίδες. Κοκκώδης.

Ιδιότητες : Ως και ο συηνίτης, επί πλέον λιγότερο ανθεκτικός στην υγρασία. Κατεργάζεται δύσκολα.

Ενδείξεις καλής ποιότητας : Ως και ο συηνίτης

Ενδείξεις κακής ποιότητας : Σχιστώδης . Άλλως ως ο συηνίτης.

Πορφυρίτης

(Παρόμοιος είναι και ο μελαφυρίτης αλλά με περισσότερο υαλώδη μάζα)

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα : πορφυριτική υφή .

Ιδιότητες : Σκληρός, αποσχίζεται εύκολα σε κύβους, επιδέχεται λείανση, είναι ανθεκτικός σε καιρικές επιδράσεις.

Ενδείξεις καλής ποιότητας : Πολύ χαλαζίας, κεροστίλβη ή αυγίτης.

Ενδείξεις κακής ποιότητας : Ξύνεται με το μαχαίρι, έχει μαλακό ιστό, οσμή αργίλου όταν διαβραχεί και περιέχει σιδηροπυρίτη.

Τραχείτης

(Τα ίδια ισχύουν και για τον ανδεσίτη)

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα : Ανοιχτότεφρος ως καστανός, λεπτόκοκκος ως συμπαγής, ανώμαλος σχισμός, συχνά με πορφυριτική υφή (εγκλείσματα σανιδίνου).

Ιδιότητες : Μέσης αντοχής, καλή συνάφεια με τα κονιάματα, εύκολη κατεργασία, κατά τη φθορά η επιφάνεια του παραμένει τραχεία. Είναι ανθεκτικός στις καιρικές επιδράσεις μόνον όταν είναι φτωχός σε αστρίους σανιδίνου. Δεν επιδέχεται λείανση.

Ενδείξεις καλής ποιότητας : Σκούρο χρώμα (κεροσίλβη), ομοιόμορφος ιστός.

Ενδείξεις κακής ποιότητας : Ανοιχτό χρώμα (σανιδίνης), πολύ μαρμαρυγία, έντονο πορώδες, θαμπή εμφάνιση. Το γνωστότερο παράδειγμα αποσαθρωμένου τραχείτη αποτελεί ο καθεδρικός ναός της Κολωνίας.

Βασάλτης

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα : Συμπαγής, τεφρομέλας ως κυανόχρους. Έχει οστρακοειδή θραύση και κατά κανόνα μορφή πολυεδρικών στύλων.

Ιδιότητες : Βαρύς, σκληρός, ψαθυρός, αδύνατον να κατεργαστεί. Πολύ καλός αγωγός της θερμότητας, γενικά ανθεκτικός στις καιρικές επιδράσεις, λειαίνεται όταν φθαρεί. Τήκεται κατά μέσον όρο στους 1200 °C

Ενδείξεις καλής ποιότητας : Σκούρο χρώμα, λεία, οστρακοειδής θραύση.

Ενδείξεις κακής ποιότητας : Χρώμα ανοιχτό τεφρό, υαλώδη συστατικά, οσμή αργίλου. Εμφάνιση λευκότεφρων ακτινοειδών κηλίδων που γίνονται περισσότερο έντονες μετά από βρασμό 1/4 της ώρας σε διάλυμα υδροχλωρικού οξέος και στη συνέχεια παραμονή σε διάλυμα σόδας 5%. Διασταυρούμενες ρωγμές στη μάζα τού βασάλτη δηλώνουν ατμοσφαιρική αποσάθρωση.

Βασαλική λάβα

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα : Ως ο βασάλτης αλλά πορώδης. Δεν έχει την στυλοειδή μορφή του βασάλτη.

Ιδιότητες : Αρκετά καλή στην στέγαση, κακός αγωγός της θερμότητας, ανθεκτική στις καιρικές επιδράσεις.

Ενδείξεις κακής ποιότητας : Μεγάλα, συγκοινωνούντα κενά.

Διαβάσης

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα : Κυρίως άστριοι και αυγίτες. Οι γερμανικοί διαβάσες μοιάζουν με διορίτη, αλλά συνήθως έχουν ανοιχτότερο χρώμα. Οι προερχόμενοι από βόρειες περιοχές έχουν λευκές και μαύρες. Πολλοί διαβάσες αναβράζουν ελαφρά με υδροχλωρικό οξύ.

Ιδιότητες : Ενδείξεις καλής και κακής ποιότητας ως ο συνηθής. Η λείανση των γερμανικών διαβασών δεν διατηρείται στον αέρα.

Φωνόλιθος

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα: Τα θραύσματά του ηχούν σαν κουδούνι (απ' όπου και το όνομα). Τεφροπράσινος έως καστανός. Εμφανίζεται σε ποικιλία μορφών από συμπαγής βασालτική με στεατική λάμψη μέχρι πορώδης μορφή λάβας. Εξαιρετικά διαμορφωμένες διαχωριστικές επιφάνειες, που διευκολύνουν την απόσχιση πλακών.

Ιδιότητες : Ως του βασάλτη ή της βασालτικής λάβας για τους πορώδεις τύπους.

Ενδείξεις κακής ποιότητας : Τάση αποσχίσεως. Διάβρωση από τον ήλιο και τον αέρα ως του βασάλτη.

Αστρωτοι λίθοι, από υδατογενή πετρώματα.

Τα υδατογενή πετρώματα είναι νεότερα των πυριγενών. Σχηματίστηκαν από τη χαλάρωση πετρωμάτων λόγω της επιδράσεως υψηλής θερμοκρασίας και από την έντονη διαλυτική δράση του νερού στα πετρώματα αυτά.

Στην πρώτη περίπτωση τα πετρώματα μετατράπηκαν σε κόκκους διαφόρων μεγεθών οι οποίοι μεταφέρονταν κατά περιόδους στους πυθμένες των θαλασσών και λιμνών και έτσι δημιουργούνταν στρώματα με διάφορα πάχη. Με την πάροδο του χρόνου οι μεγάλες πιέσεις που ασκήθηκαν στα κατώτερα στρώματα και με τη βοήθεια μιας ορυκτής κόλλας, οι κόκκοι συγκολλήθηκαν, και αποτέλεσαν τα στρωσιγενή , πετρώματα.

Στη δεύτερη περίπτωση το θερμό κορεσμένο διάλυμα που προέκυψε από τη διάλυση ορισμένων συστατικών των αρχικών πετρωμάτων, απέβαλε μετά την πτώση της θερμοκρασίας τις ύλες που περιείχε και έτσι σχηματίστηκαν νέα πετρώματα, που καλούνται ιζηματογενή.

Ιζηματογενή πετρώματα

Ψαμμίτης

Χαλικοψαμμίτες : Λευκός ως καστανότεφος. Σκληρός, πολύ ανθεκτικός στις καιρικές επιδράσεις, δεν είναι ανθεκτικός στη φωτιά.

Αργιλικό ψαμμίτες : Ανοιχτόχρωμοι, με ποικιλία χρωματισμών. Αργιλική οσμή όταν υγρανθούν. Μικρής αντοχής. Μόνον οι συμπαγείς τύποι του δεν απορροφούν νερό. ανθεκτικοί στις καιρικές επιδράσεις.

Ασβεστολιθικοί και δολομιτικοί ψαμμίτες : Συχνά κιτρινωποί μέχρι τεφροπράσινοι. Αναβράζουν με υδροχλωρικό οξύ. Αρκετά μαλακοί, διόλου ανθεκτικοί στη φωτιά. Αποσαθρώνονται σε βιομηχανικό περιβάλλον και στο περιβάλλον της θάλασσας.

Μαργαίκοι ψαμμίτες : Ως προς τις ιδιότητες και τα γνωρίσματα βρίσκονται μεταξύ των δύο προηγούμενων ειδών. Συχνά είναι κατωτέρας ποιότητας.

Σιδηρούχοι ψαμμίτες : Κίτρινοι, καστανοί ή ερυθροί. Συνήθως μεγάλης αντοχής και ανθεκτικοί.

Πράσινοι ψαμμίτες : Έχουν χρωματιστεί πράσινοι από τον γλαυκονίτη. Στερεοί, συχνά προσβάλλονται από τις καιρικές επιδράσεις και εμφανίζουν απανθίσματα ή κηλίδες. Ψαμμίτες με περισσότερους τύπους ορυκτής κόλλας απαντούν συχνά στη φύση.

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα και ιδιότητες : Κυρίως χαλαζιακοί κόκκοι συνδέονται μεταξύ τους με ορυκτή κόλλα που καθορίζει και το χρώμα.

Ενδείξεις καλής ποιότητας : Ομοιόμορφοι κόκκοι. Μικρός αριθμός άλλων ορυκτών εκτός του χαλαζία. Πυριτική ορυκτή κόλλα.

Ενδείξεις κακής ποιότητας : Μεγάλος αριθμός κόκκων αστρίων και μαρμαρυγίας. Ορυκτή κόλλα ασβεστολιθικής, αργιλικής, μαρμαρυγιακής ή γλαυκονιτικής φύσεως χωρίς προσμίξεις πυριτίου. Λεπτή σχιστώδης διάστρωση, εγκλείσματα αργίλου ή σιδήρου ή σιδηροπυριτίου.

Γραουβάκης

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα : Συνήθως τεφρός, ψαμμιτικής φύσεως. Περιέχει θραύσματα ποικίλων ορυκτών και πετρωμάτων.

Ιδιότητες : Καθορίζονται όπως και για τους ψαμμίτες από την ορυκτή κόλλα. Πολύ σκληρός, αδύνατον να κατεργαστεί.

Ενδείξεις καλής ποιότητας : Έντονη παρουσία χαλαζία, πυριτική ορυκτή κόλλα, χονδρόκοκκος ιστός.

Ενδείξεις κακής ποιότητας : Μεγάλη περιεκτικότητα τεμαχίων σχιστόλιθου ή ασβεστόλιθου. Μαύρο χρώμα (άνθρακας), σχιστώδης υφή, περιεκτικότητα σιδηροπυριτή.

Χαλικοπαγή

(Ιστός ανάλογος του χαλικοδέματος) και

Κροκαλοπαγή

(Ιστός ανάλογος του κροκαλοδέματος).

Το χαλικοπαγές είναι ανθεκτικό στις καιρικές επιδράσεις και εκτιμάται ως οικοδομικό υλικό. Αποτελείται από αποστρογγυλεμένους χάλικες ασβεστολιθικής, ψαμμιτικής ή εκρηξιγενούς φύσεως, που συνδέονται μεταξύ τους με ορυκτή κόλλα. Έχουν ανοιχτό χρώμα, συχνά κόκκινο.

Αργιλικός σχιστόλιθος

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα : Τεφρός μέχρι μέλας, κυανόχρους ή καστανέρυθρος. Ο ιστός του μοιάζει με συμπαγή στερεοποιημένη λάσπη. Αποσχίζεται σε επίπεδα φύλλα, που συχνά εμφανίζουν μαρμαρυγιακή λάμψη.

Ιδιότητες : Αποσχίζεται εύκολα, είναι αδιαπέραστος από το νερό και ανθεκτικός στις καιρικές επιδράσεις και στη φωτιά. Έχει εφελκυστική και καμπτική αντοχή.

Ενδείξεις καλής ποιότητας : Μεγάλη περιεκτικότητα μαρμαρυγία (μεταξωτή λάμψη), χρώμα αναλλοίωτο στον ήλιο, ψηλός ήχος.

Ενδείξεις κακής ποιότητας : Θαμπή λάμψη, μικρή σκληρότητα (κάτω του 2,5 ελέγχεται με το νύχι). Σημαντική μείωση της σκληρότητας μετά από 24ωρη παραμονή στο νερό. Πορώδης, αμμώδης ή χαλαρός ιστός. Περιεκτικότητα ασβεστίου (ελέγχεται με υδροχλωρικό οξύ), σιδηροπυρίτη (ελέγχεται με πύρωση), άνθρακος (βαθύ μαύρο χρώμα στην επιφάνεια θραύσεως), ασφάλτου (οσμή), οξειδίου του σιδήρου. Λίθοι που λαμβάνονται από τα επιφανειακά στρώματα είναι άχρηστοι.

Ηφαιστειακός τόφος

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα : Ομοιόμορφος κοκκώδης ή πορφυριτικός ιστός, προϊόν ηφαιστειακών εκρήξεων, ανοιχτού χρώματος, συχνά πορώδης.

Ιδιότητες : Το πρόσφατα εξορυχθέν πέτρωμα κατεργάζεται εύκολα. Αργότερα σκληρύνεται. Είναι ανθεκτικός στις καιρικές επιδράσεις. Ο τραχειτικός τόφος είναι ανθεκτικός στη φωτιά.

Ενδείξεις καλής ποιότητας : Πυριτική ορυκτή κόλλα.

Ενδείξεις κακής ποιότητας : Αργιλική, ασβεστολιθική ή μαργαϊκή ορυκτή κόλλα.

Χαλαζίτης

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα : Κοκκώδης ως συμπαγής, συχνά μοιάζει με τον ψαμμίτη. Συνήθως ανοιχτόχρωμος, δεν ξύνεται με το μαχαίρι, ηχεί κρουόμενος με μεταλλικό αντικείμενο.

Ιδιότητες : Σκληρός, ανθεκτικός στη φθορά από τριβή, πολύ ανθεκτικός στις καιρικές επιδράσεις, κατεργάζεται δύσκολα και συνεργάζεται δύσκολα με τα κονιάματα.

Ενδείξεις καλής ποιότητας : Συμπαγής ιστός χωρίς εμφανή στρωματογραφία.

Ενδείξεις κακής ποιότητας : Έντονα σχιστώδης ιστός.

Ασβεστόλιθοι

Είναι άστρωτα ιζηματογενή πετρώματα που συναντώνται σε τεράστιους όγκους. Στην Ελλάδα είναι τα πιο διαδεδομένα πετρώματα. Το κύριο συστατικό τους σε αναλογία μεγαλύτερη του 75% είναι το ανθρακικό ασβέστιο, τα συνήθη προσμίγματα είναι το ανθρακικό μαγνήσιο, το οξείδιο του πυριτίου με τη μορφή χαλαζιακής άμμου, και το οξείδιο του αργιλίου υπό τη μορφή αργίλου. Επίσης περιέχονται στη μάζα του διάφορα οξείδια του σιδήρου, καθώς επίσης και μικρά θαλάσσια κογχύλια ή κελύφη ή ακόμη και μικροί κόκκοι παλαιού ασβεστόλιθου.

Πρέπει να λάβουμε υπ' όψη μας ότι οι αρχικά σχηματισθέντες ασβεστόλιθοι υπέστησαν επί σειρά εκατομμυρίων ετών τις επιδράσεις εξωτερικών παραγόντων, όπως θερμότητα, υψηλές πιέσεις, χημικές δράσεις άλλων υλικών και τη δράση ζωικών και φυτικών οργανισμών. Έτσι σήμερα εμφανίζεται εξαιρετικά μεγάλη ποικιλία ασβεστόλιθων. Από δομικής όμως απόψεως ενδιαφέρον παρουσιάζουν, ανεξάρτητα από την προέλευσή τους και τον τρόπο δημιουργίας τους, δύο κατηγορίες : *Οι πορώδεις και οι συμπαγείς.*

Πορώδεις ασβεστόλιθοι.

Οι πορώδεις ασβεστόλιθοι (κοινώς πουριά) έχουν πολλά κενά στη μάζα τους και κατά συνέπεια μεγάλο πορώδες. Η κατεργασία τους (κόψιμο, μορφοποίηση σε πρισματική μορφή κλπ.) είναι εύκολη. Πολλοί απ' αυτούς στιλβώνονται εύκολα και παρουσιάζουν ωραία επιφάνεια. Με πωρόλιθους της Πειραιϊκής χερσονήσου κατασκευάστηκε το μνημείο του Αγνώστου Στρατιώτη και η βάση της Ακαδημίας Αθηνών. Με άλλου είδους πωρόλιθους κατασκευάζονται πλάκες για επικάλυψη στεγών και ταρατσών. Είναι ελαφροί και μαλακοί λίθοι και κόβονται σε πλάκες από 2 cm έως 5 cm και παρουσιάζουν σημαντική θερμική μονωτική ικανότητα λόγω των πολλών μικρών πόρων που έχουν .

Συμπαγείς ασβεστόλιθοι

Έχουν λιγότερα κενά και είναι σκληρότεροι από τους πορώδεις. Η κατεργασία τους και η μορφοποίησή τους είναι δυσκολότερη. Έχουν ποικίλους χρωματισμούς οι οποίοι οφείλονται στα πολλά προσμίγματα και οξειδία που περιέχουν. Οι καθαροί ασβεστόλιθοι, χωρίς δηλαδή ξένες ουσίες, είναι λευκοί. Οι υπόλοιποι είναι συνήθως γκρίζοι αλλά συναντώνται και χρωματιστοί (ροδόχρωμοι, κόκκινοι, ιόχρωμοι κλπ).

Η χρήση τους σήμερα είναι πολύ περιορισμένη στις κατασκευές, ενώ μέχρι τις πρώτες δεκαετίες του εικοστού αιώνα αποτελούσαν το κύριο υλικό κατασκευής των τεχνικών έργων και των οικοδομών. Οι χρωματιστοί χρησιμοποιούνται συνήθως ως διακοσμητικοί λίθοι σε επενδύσεις τοίχων διαφόρων κτισμάτων.

Παραμένουν όμως αναντικατάστατοι στην παρασκευή των αδρανών υλικών των κονιαμάτων και σκυροδεμάτων. Η άμμος και τα σκύρα διαφόρων διαστάσεων, αποτελούν το βασικό υλικό που μαζί με το τσιμέντο ή την άσφαλτο δημιουργούν τα διάφορα κονιάματα και σκυροδέματα. Τα τσιμεντοδέματα μάλιστα ονομάζονται και τεχνητοί λίθοι. Επίσης τους λίθους τους χρησιμοποιούσαν και για την παρασκευή χαλικιών οδοστρωσίας και έρματος σιδηροδρομικών γραμμών. Τέλος εκτεταμένη είναι η χρήση τους στην παραγωγή ασβέστου και τσιμέντου.

Μάρμαρο.

Το μάρμαρο προήλθε από ασβεστόλιθους, που υπέστησαν μερική ή ολική κρυστάλλωση λόγω της δράσεως εξωτερικών παραγόντων. Επομένως χημικά μοιάζει με τα ασβεστολιθικά πετρώματα. Το κύριο δηλαδή συστατικό του είναι το ανθρακικό ασβέστιο με μικρή αναλογία άλλων οξειδίων. Δεν περιέχει όμως απολιθώματα. Τη μάζα του διασχίζουν συνήθως διάφορων χρωμάτων και σχημάτων φλέβες.

Το μάρμαρο, που πήρε το όνομα αυτό από τη λάμψη που παρουσιάζει, στιλβώνεται πολύ εύκολα, εμφανίζει επιφάνεια εξαιρετικά διακοσμητική και θεωρείται ένα από τα πιο πολύτιμα δομικά υλικά.

Τα χρώματά του καλύπτουν όλες τις αποχρώσεις και όλους τους τόνους. Από το κατάλευκο (μάρμαρο Πάρου) ως το κατάμαυρο (μάρμαρο Μάνης) και από το ερυθρό ως το ιώδες.

Λαξεύεται εύκολα και αποτελεί άριστο υλικό για την κατασκευή έργων τέχνης. Όσο λεπτότεροι είναι οι κόκκοι του και καθαρότερα τα βασικά συστατικά του, τόσο καταλληλότερο θεωρείται για το σκοπό αυτό.

Αντέχει καλά στους εξωτερικούς παράγοντες (ψύχος, θερμότητα, υγρασία κλπ.) και η διάρκεια της ζωής του είναι μεγάλη. Αυτό διαπιστώνεται από την κατάσταση, στην οποία βρίσκονται σήμερα τα μαρμάρια έργα των αρχαίων. Καταστρέφεται όμως εύκολα από τη φωτιά όπως οι κοινοί ασβεστόλιθοι. Σε όλες σχεδόν τις περιοχές της Ελλάδας υπάρχουν μάρμαρα. Όλες οι ποικιλίες είναι άριστης ποιότητας και εμφανίσεως, αλλά η εξαγωγή τους από τα λατομεία δεν είναι καλά οργανωμένη και γι' αυτό και η τιμή τους είναι ψηλή.

Τα μάρμαρα διακρίνονται συνήθως από τον τόπο της προελεύσεώς τους και σπανίως ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους (χρώμα, σύσταση, μέγεθος κόκκου).

Τα σπουδαιότερα ελληνικά μάρμαρα ανάλογα με τον τόπο προελεύσεώς τους είναι τα εξής:

- *Το μάρμαρο της Πάρου.* Κατάλευκο μάρμαρο χωρίς στίγματα ή φλέβες. Αποτελείται από χημικά καθαρό ανθρακικό ασβέστιο. Έχει μεγάλη διαφάνεια, πλάκες από το μάρμαρο αυτό με πάχος λίγα εκατοστά είναι ημιδιαφανείς. Θεωρείται το καλύτερο μάρμαρο του κόσμου και χρησιμοποιήθηκε πολύ κατά την αρχαιότητα (Ερμής του Πραξιτέλους).

- *Το πεντελικό μάρμαρο.* Περίφημο και αυτό το μάρμαρο γνωστό από την αρχαιότητα. Είναι λευκό και διασχίζεται από υπότεφρες ή από κυανίζουσες γραμμές. Δεν αποτελείται, όπως το παριανό μάρμαρο, από καθαρό ανθρακικό ασβέστιο, αλλά περιέχει και μικρή αναλογία διαφόρων οξειδίων, κυρίως του σιδήρου. Στα τελευταία αυτά οξείδια οφείλεται και το χρώμα της σκουριάς, που αποκτά, όταν εκτεθεί στην ατμόσφαιρα για πολύ χρόνο. Αυτό παρατηρείται στους αρχαίους ναούς και στα αγάλματα, που είναι κατασκευασμένα από πεντελικό μάρμαρο. Περιέχει επίσης, αλλά σπάνια, κρυστάλλους χαλαζία (γυαλί), οι οποίοι δυσχεραίνουν την επεξεργασία του.

Σήμερα χρησιμοποιείται ευρύτατα τόσο στην Ελλάδα όσο και στις ξένες χώρες. Τα κυριότερα λατομεία πεντελικού μαρμάρου βρίσκονται κοντά στο Διόνυσο της Αττικής και φέρονται στο εμπόριο ως μάρμαρα Διονύσου.

Από πεντελικό μάρμαρο έχουν κατασκευασθεί πολλά σύγχρονα μνημειακά έργα, όπως π.χ. τα παλαιά Ανάκτορα.

- *Το μάρμαρο του Μαραθώνα και της Αγίας Μαρίνος.* Συνηθισμένο υλικό για εσωτερικές και εξωτερικές επενδύσεις. Η μάζα του είναι σκοτεινή κυανότεφρη. Περισσότερο σκοτεινή εμφανίζεται στο μάρμαρο του Μαραθώνα. Και τα δύο διασχίζονται από σκοτεινές και ανοικτές γραμμές και φλέβες. Δημιουργούνται έτσι σχήματα, που θυμίζουν τον αφρό.

-Το μάρμαρο της Δόμβραιναιας κοντά στη Θήβα. Το χρώμα του είναι βαθύ κίτρινο ως κίτρινοκόκκινο με νερά ανοικτότερου χρώματος. Χρησιμοποιείται σε επενδύσεις τοίχων.

-Το μάρμαρο της Ερέτριας στην Εύβοια. Περιέχει πυκνές ερυθρές ή ερυθρόφαιες κηλίδες και γραμμές. Χρησιμοποιείται σε διακοσμήσεις παραστάδων θυρών, επένδυση τζακιών κ.α. Μπορεί να εξαχθεί σε μεγάλους όγκους. Από το μάρμαρο αυτό κατασκευάστηκαν αρκετοί στύλοι της Αγίας Σοφίας, του Αγίου Μάρκου στη Βενετία κ.α.

-Το μάρμαρο της Καρύστου, Ευβοίας. Γνωστό από αρχαιοτάτων χρόνων. Το χρώμα του λευκοπράσινο έως τεφροπράσινο με σκοτεινότερες γραμμές και φλέβες ελλειψοειδούς μορφής. Χρησιμοποιείται και αυτό για διακοσμητικές εργασίες.

- Τα μάρμαρα της Μάνης. Πολύ καλής ποιότητας. Γνωστότερα απ' αυτά είναι το βαθύ κόκκινο του Ταινάρου και το μαύρο μάρμαρο Μάνης χωρίς καμιά κηλίδα.

- Άλλα μάρμαρα είναι το λευκό της Νάξου, με το οποίο κατά την αρχαιότητα κατασκεύαζαν αγάλματα, το λευκό της Τήνου της Θάσου κ.α.

-Έγχρωμα μάρμαρα εξάγονται επίσης από τα Ιωάννινα, τη Σκύρο, την Αράχοβα, τη Λάρισα, τη Ρόδο κ.α.

Στρωτοί λίθοι ή σχιστόλιθοι.

Οι στρωτοί λίθοι προέρχονται είτε από πυριγενή είτε από υδατογενή πετρώματα. Διακρίνονται από τη σαφή στοματική διάταξη των μορίων τους και από την ευκολία με την οποία σχίζονται σε πλάκες διαφόρων παχών.

Οι προερχόμενοι από πυριγενή πετρώματα σχιστόλιθοι δημιουργήθηκαν λόγω των ισχυρών πιέσεων και των υψηλών θερμοκρασιών που υπέστησαν τα αρχικά άμορφα πετρώματα. Οι εξωτερικές αυτές συνθήκες δημιούργησαν νέα χαρακτηριστικά στα πετρώματα.

Το κυριότερο από τα χαρακτηριστικά αυτά είναι : Η κατά στρώσεις διάταξή τους και η δημιουργία επιφανειών σχισμού που δεν υπήρχαν στα αρχικά πετρώματα. Τα πετρώματα αυτά καλούνται μεταμορφωσιγενή.

Μεταμορφωσιγενή πετρώματα

Γνεύσιος

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα : Όπως ο γρανίτης, αλλά με διαστρώσεις.

Ιδιότητες : Αποσχίζεται εύκολα, παραμένει τραχύς μετά τη φθορά του, είναι ανθεκτικός στις καιρικές επιδράσεις μόνον όταν είναι πλούσιος σε χαλαζία. Έχει αντοχή στη θλίψη όταν δεν είναι ελαττωματικός.

Ενδείξεις κακής ποιότητας : Χαλαρή, αμμώδης υφή, ανώμαλες στρώσεις, μεγάλη ποσότητα μαρμαρυγία.

Σερπεντίνης (όφίτης)

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα : λεπτόκοκκος μέχρι συμπαγής. Πράσινος με ανοιχτόχρωμα νερά και κηλίδες ή κόκκινος. Χαράζεται με το μαχαίρι.

Ιδιότητες: Προσφάτως εξορυχθείς κατεργάζεται εύκολα και επιδέχεται λείανση. Είναι ανθεκτικός στη φωτιά αλλά όχι στις καιρικές επιδράσεις. Με περιορισμένη σημασία για τις κατασκευές.

Μαρμαρυγιακός σχιστόλιθος

Χαλαζίας και μαρμαρυγίας σε σχιστώδη διάστρωση. Λευκός, τεφρός, καστανόχρους ή πρασινωπός. Ανθεκτικός στις καιρικές επιδράσεις και τη φωτιά.

Χλωριτικός σχιστόλιθος

Πράσινος, με στεατική λάμψη, πολύ μαλακός, αναλλοίωτος από τις καιρικές επιδράσεις και το φως.

Ταλκικός σχιστόλιθος

Λευκόχρους, πολύ μαλακός, απρόσβλητος από τις καιρικές επιδράσεις και τη φωτιά.

Φυλλίτης

Λεπτόκοκκος, με λεπτές διαστρώσεις και μεταξωτή λάμψη. Αποσχίζεται εύκολα είναι μαλακός και ανθεκτικός στις καιρικές επιδράσεις.

Σχιστολιθικές πλάκες στεγών : Είναι πλάκες αργιλικού χωρητικού, μαρμαρυγιακού σχιστόλιθου ή φυλλίτου.

Οι πλάκες καλής ποιότητας, πρέπει να έχουν τις ακόλουθες ιδιότητες:

1. Να μην έχουν ρωγμές (ελέγχονται με τον ήχο που βγάζουν όταν κτυπηθούν).
2. Να μην περιέχουν ασβέστιο (ελέγχονται με υδροχλωρικό οξύ).
3. Να μην περιέχουν σιδηροπυρίτη (ελέγχεται με πύρωση)
4. Να μην περιέχουν άργιλο. Δεν πρέπει να αναδύουν αργιλική οσμή όταν διαβρέχονται.
5. Να μην περιέχουν ασφαλτο (ελέγχεται από τη χαρακτηριστική οσμή κατά τη θέρμανση).
6. Να μην περιέχουν άνθρακα (ελέγχεται από τον χαρακτηριστικό τρόπο θραύσεως).
7. Να διατρώνται εύκολα.
8. Να μην προσβάλλονται από τον παγετό.
9. Να μην προσβάλλονται από τη θερμότητα. Ο έλεγχος συνίσταται στη διαδοχική θέρμανση δοκιμίων 25 φορές, όπου κάθε θέρμανση διαρκεί λιγότερο από 15 λεπτά, στους 100 °C. Στη συνέχεια τα δοκίμια διατηρούνται επί 1 ώρα στους 100 °C και αμέσως μετά εμβαπτίζονται σε νερό με θερμοκρασία δωματίου. Θετικό είναι το αποτέλεσμα όταν δεν εμφανίζονται ορατές εξωτερικές κακώσεις.
10. Να μην προσβάλλονται από τις καιρικές επιδράσεις σχετική δοκιμή έχει ως ακολούθως: χρησιμοποιείται ένα γυάλινο δοχείο ύψους 25 cm που περιέχει θειώδες οξύ μέχρι ύψους 5

cm. Τα δοκίμια, 5 ξηρά και 5 κορεσμένα με νερό, διαστάσεων 5 X 15 cm και πάχους 5 μέχρι 7 mm, αναρτώνται μέσα στο δοχείο πάνω από το οξύ και διατηρούνται εκεί επί 28 ημέρες. Το οξύ ανανεώνεται μία φορά στις 14 ημέρες. Η δοκιμή γίνεται σε θερμοκρασία 20 °C και το δοχείο κλείνεται ερμητικά. Η σχιστόπλακα είναι καλής ποιότητας όταν δε φέρει ίχνη αλλοιώσεως μετά το πέρας τής δοκιμής. Κακής ποιότητας πλάκες αποσαθρώνονται μετά πάροδο λίγων ημερών.

11. Να έχουν αντοχή στην κάμψη .²

Ιδιότητες των φυσικών λίθων.

Όταν πρόκειται να κατασκευασθεί ένα τεχνικό έργο, στο οποίο θα χρησιμοποιηθούν φυσικοί λίθοι, είναι απαραίτητο να γίνουν, πριν ακόμη αρχίσει η εκτέλεση του έργου, δύο εργασίες:

- Πρώτα να προσδιορισθούν οι ιδιότητες που πρέπει να έχουν οι λίθοι, για να μπορέσουν να ανταποκριθούν κατά τον καλύτερο τρόπο στις ειδικές συνθήκες και στους ιδιαίτερους εξωτερικούς παράγοντες που επικρατούν στην περιοχή που θα εκτελεστεί το έργο.
- Δεύτερο να βρεθούν αυτοί οι λίθοι και να ελεγχθούν αν έχουν τις απαιτούμενες ιδιότητες.

Οι ιδιότητες που πρέπει να έχουν οι λίθοι που χρησιμοποιούνται στη δομική και ο έλεγχος των ιδιοτήτων αυτών, δηλαδή ο προσδιορισμός του βαθμού εκδηλώσεώς τους, εξετάζονται στη συνέχεια.

Πυκνότητα - Πορώδες.

Όπως είναι ήδη γνωστό οι λίθοι δεν είναι τελείως συμπαγή σώματα. Αποτελούνται από κάποια ποσότητα ύλης και από ένα όγκο κενών, που είναι κατανεμημένα μέσα στη μάζα του λίθου. Τα κενά αυτά έχουν ποικίλα σχήματα και μεγέθη.

Η πυκνότητα ρ χαρακτηρίζει το ποσοστό του όγκου της ύλης, που περιέχεται σε ένα λίθο, και η αραιότητα α ή (το πορώδες) χαρακτηρίζει το ποσοστό των κενών, που περιέχονται στο λίθο.

Παρατηρούμε ότι όσο μεγαλύτερη είναι η πυκνότητα, τόσο συμπαγέστερος και με λιγότερα κενά είναι ο λίθος, ή αντίθετα όσο μεγαλύτερο είναι το πορώδες, τόσο αραιότερος και με περισσότερα κενά είναι ο λίθος. Οι δύο αυτές ιδιότητες επηρεάζουν σοβαρά άλλες ιδιότητες του λίθου.

Η ποιότητα και η καταλληλότητα για τις διάφορες χρήσεις που τον προορίζουμε, εξαρτώνται βασικά από την πυκνότητα και το πορώδες του. Η ικανότητα του λίθου να απορροφά νερό ή να επιτρέπει τη διέλευση του νερού και του αέρα από τη μάζα του, η αντοχή στον παγετό, το φαινόμενο ειδικό βάρος του κι η μηχανική του αντοχή εξαρτώνται άμεσα από την πυκνότητα του.

Ειδικό βάρος.

Αντίστοιχη ιδιότητα προς την πυκνότητα είναι το *φαινόμενο* και το *απόλυτο ειδικό βάρος* που πρέπει πάντοτε να εξετάζεται στους λίθους. Όπως είναι γνωστό το φαινόμενο ειδικό βάρος εξαρτάται από το είδος της ύλης, από την οποία αποτελείται ο λίθος, και από την ποσότητα της ύλης που περιέχει, δηλαδή από την πυκνότητά του, ενώ το απόλυτο ειδικό βάρος εξαρτάται μόνο από το είδος της ύλης. Στις κατασκευές τη μεγαλύτερη σημασία την έχει συνήθως το φαινόμενο ειδικό βάρος.

Ο προσδιορισμός του φαινόμενου ειδικού βάρους ζ και της πυκνότητας ρ ενός λίθου γίνεται με διάφορους τρόπους. Υπάρχουν μέθοδοι που εκτελούνται στο εργαστήριο, όταν επιζητούμε μεγάλη ακρίβεια, και άλλες, που εκτελούνται στο εργοτάξιο, όταν δεν χρειάζεται μεγάλη ακρίβεια. Για τις συνηθισμένες ανάγκες στην πράξη χρησιμοποιούνται οι εργοταξιακές μέθοδοι.

Μια απ' αυτές είναι η ακόλουθη : Δείγμα από τους λίθους που εξετάζομε βάρους 50g περίπου και σχήματος όσο το δυνατό κανονικού (κύβου, ή σφαίρας), ξεραίνεται σε θερμοκρασία 100°C για να φύγει η υγρασία του και μετά ζυγίζεται. Έστω ότι έχει βάρος G.

Στη συνέχεια καλύπτεται με λεπτό στρώμα λιωμένης παραφίνης, για να φραχθούν οι εξωτερικοί του πόροι και βυθίζεται σε ογκομετρικό δοχείο που περιέχει νερό θερμοκρασίας 20°C. Ο εκτοπιζόμενος από το δείγμα όγκος του νερού παριστάνει το φαινόμενο όγκο του λίθου.

Υδροαπορροφητικότητα.

Σε πολλές κατασκευές ο λίθος βρίσκεται μέσα στο νερό ή σε επαφή με πάντοτε υγρά εδάφη. Στην περίπτωση αυτή το νερό εισχωρεί μέσα στα κενά του λίθου και μεταβάλλει ορισμένες ιδιότητές του.

Ο λίθος γίνεται πιο μαλακός και ελαττώνεται η μηχανική αντοχή του ενώ μεγαλώνουν οι πιθανότητες να υποστεί ο λίθος χημικές επιδράσεις και να καταστραφεί. Το τελευταίο συμβαίνει γιατί μέσα στο νερό που μπαίνει στους πόρους βρίσκονται σε διάλυση άλατα και οξέα, που με τον τρόπο αυτό εισδύουν μέσα στη μάζα του λίθου και προκαλούν χημικές αλλοιώσεις και πιθανές βλάβες. Τέλος το νερά επηρεάζει την αντοχή του λίθου στον παγετό.

Η υδροαπορροφητικότητα του λίθου εξαρτάται κατ' αρχήν από την πυκνότητά του. Όσο δηλαδή πυκνότερος είναι ο λίθος (λίγα κενά), τόσο λιγότερο νερό μπορεί να απορροφήσει. Το γεγονός αυτό δεν ισχύει απόλυτα γιατί η είσοδος του νερού μέσα στο λίθο δεν εξαρτάται μόνο από τον όγκο των κενών, αλλά και από τη μορφή και το μέγεθός τους. Μεγάλοι και ευθύγραμμοι πόροι επιτρέπουν εύκολα την είσοδο του νερού. Αντίθετα πολύ μικροί (υποτριχοειδείς) και δαιδαλώδεις πόροι και πόροι που δεν συγκοινωνούν μεταξύ τους (κυψελωτοί) δυσχεραίνουν πολύ ή και κάνουν αδύνατο τον εμποτισμό του λίθου με νερό.

Από πειραματικό δεδομένα έχει προκύψει ότι υπάρχουν λίθοι με μεγάλη πυκνότητα (μικρόπορώδες), που απορρόφησαν περισσότερο νερό από άλλους λίθους με μικρότερη

πυκνότητα. Χαμηλός βαθμός απορροφήσεως του νερού είναι ενδεικτικό καλής ποιότητας του λίθου.

Αντοχή στον παγετό.

Το νερό που έχει μπει στους πόρους ενός λίθου παγώνει, όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος πέσει κάτω από το μηδέν. Επειδή όμως το νερό κατά την πήξη του διαστέλλεται, δημιουργούνται μεγάλες δυνάμεις μέσο στη μάζα του λίθου έτσι μπορεί να καταστραφεί η συνοχή των κόκκων και να αποσαθρωθεί ο λίθος.

Αντοχή στην πύρωση και στην πυρκαγιά.

Τα αποτελέσματα από τις υψηλές θερμοκρασίες στους φυσικούς λίθους είναι πάντοτε δυσμενή. Αυτό οφείλεται στη διαστολή που παθαίνουν οι λίθοι κατά την πύρωση καθώς και σε χημικές αλλοιώσεις. Όταν η πύρωση είναι πολύ μεγάλη, προκαλείται μείωση της αντοχής των λίθων ή ακόμα και τέλεια αποσάθρωσή τους.

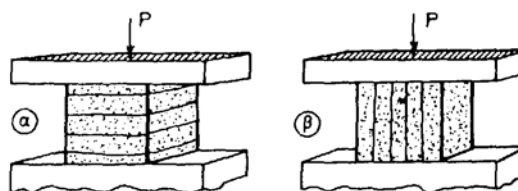
Η αντίσταση των διαφόρων λίθων στην πύρωση εξαρτάται από τη χημική και ορυκτολογική τους σύσταση, καθώς και από την πυκνότητα και τη δομή του ιστού τους. Συνήθως οι πυριγενείς λίθοι, που περιέχουν χαλαζία, παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντίσταση.

Όταν ένας λίθος δεν παθαίνει μηχανικές ή χημικές αλλοιώσεις σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 1200°C, ο λίθος αυτός ονομάζεται πυρίμαχος. Για την κατασκευή ορισμένων έργων (εστίες, καμινάδες) είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε την αντίσταση στην πύρωση, που προβάλλουν οι προοριζόμενοι για τα έργα αυτά λίθοι.

Αντοχή σε θλίψη.

Οι φυσικοί λίθοι, όταν υποστούν την επιρροή εξωτερικών δυνάμεων, αντιστέκονται στη μεταβολή του σχήματος και των διαστάσεων τους (παραμόρφωση). Η αντίσταση αυτή είναι διαφορετικού βαθμού για κάθε είδος λίθου, και πολλές φορές διαφορετική και για τον ίδιο λίθο, όταν αυτός φορτισθεί με εξωτερικά φορτία κατά τη μία ή την άλλη διεύθυνση.

Ο ίδιος λίθος, όταν προέρχεται από στρωσιγενή πετρώματα, παρουσιάζει διαφορετική αντοχή σε θλίψη, όταν φορτίζεται με δύναμη κάθετη στις στρώσεις και διαφορετική, και πολύ μικρότερη, όταν φορτίζεται παράλληλα με αυτές.



Φόρτιση λίθου προς τις στρώσεις του (α) και παράλληλα προς αυτές (β). Στην πρώτη περίπτωση εμφανίζει μεγαλύτερη αντοχή θραύσεως.

Πάντως, κατά κανόνα όσο πυκνότερος είναι και όσο μεγαλύτερο ειδικό βάρος έχει ο λίθος, τόσο μεγαλύτερη είναι η αντοχή του σε θλίψη.

Ο έλεγχος της αντοχής των λίθων σε θλίψη γίνεται σε ειδική μηχανή.

Σε τοίχους, που χρησιμοποιούνται λίθοι αργοί με κονίαμα (λάσπη), ως επιτρεπόμενη τάση της τοιχοποιίας λαμβάνεται η επιτρεπόμενη τάση του κονιάματος και όχι των λίθων, γιατί η αντοχή του κονιάματος είναι πολύ μικρότερη από του λίθου. Για το λόγο αυτό στις κατασκευές με αργούς λίθους με κονίαμα δεν είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούμε λίθους μεγάλης αντοχής, αλλά λίθους, που παρουσιάζουν ιδιότητες απαραίτητες για την αντιμετώπιση άλλων εξωτερικών παραγόντων εκτός από τα φορτία. Επίσης πρέπει να λαμβάνεται σοβαρό υπ' όψη και η τιμή αγοράς τους.

Αντοχή στην κάμψη.

Η αντοχή του λίθου σε κάμψη είναι πολύ μικρότερη από ότι είναι η αντοχή του ίδιου λίθου σε θλίψη. Λαμβάνεται συνήθως ίση με το $1/6$ ως το $1/10$ της, αντοχής σε θλίψη. Για το λόγο αυτό αποφεύγουμε να χρησιμοποιούμε λίθους για την κατασκευή στοιχείων που υπόκεινται σε κάμψη, όπως π.χ. είναι οι πλάκες των πατωμάτων.

Στα παλαιότερα χρόνια πριν από τη χρήση του σιδήρου και του οπλισμένου σκυρδέματος, κατασκεύαζαν μικρές γέφυρες, υπέρθυρα άλλα παρόμοια δομικά στοιχεία από λίθους που ιδύστανται καμπτικές παραμορφώσεις.

Αντοχή σε κρούση.

Ορισμένοι λίθοι χρησιμοποιούνται για την κατασκευή οδοστρωμάτων, όπου τα κινούμενα οχήματα δημιουργούν κρουστικές δυνάμεις. Οι δυνάμεις αυτές καλούνται και δυνάμεις φορτίσεως και δεν πρέπει να συγχέονται με τις δυνάμεις θλίψεως που αναφέραμε προηγουμένως, γιατί οι δυνάμεις θλίψεως ενεργούν στο λίθο και φθάνουν στη μεγαλύτερη ένταση σιγά σιγά, ενώ οι κρουστικές δυνάμεις ενεργούν απότομα. Οι λίθοι, που προορίζονται για κατασκευές, που δέχονται κρουστικές δυνάμεις, πρέπει απαραίτητα να ελέγχονται για την αντοχή τους στις κρούσεις. Η ιδιότητα αυτή είναι μεγάλης σημασίας και ο βαθμός της προσδιορίζεται με ειδικές εργαστηριακές μηχανές.

Αντοχή στην τριβή. Σκληρότητα.

Η σκληρότητα δεν πρέπει με κανένα τρόπο να συγχέεται με τη μηχανική αντοχή του λίθου, δηλαδή την αντοχή του σε θλίψη, κάμψη κλπ. Το διαμάντι (αδάμας), όπως είναι γνωστό, είναι το σκληρότερο από τα σώματα. Εν τούτοις η μηχανική αντοχή του είναι μηδαμινή.

Οι λίθοι ενός έργου, που εκτίθενται ελεύθερα στην ατμόσφαιρα, όπως συμβαίνει στην περίπτωση μνημειακών κατασκευών, πεζοδρομίων, πλατειών, αυλών κλπ. όπου δεν καλύπτονται από κονίαμα, υφίστανται τη μηχανική ενέργεια του ανέμου, του νερού κλπ., ή την ενέργεια τριβής από τροχοφόρα, πεζούς κλπ. Για να αποφευχθεί η γρήγορη φθορά τους, πρέπει να χρησιμοποιούνται λίθοι, που παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή στις μηχανικές αυτές επιδράσεις.

Η αντοχή αυτή εξαρτάται από τη σκληρότητα των υλικών. Η σκληρότητα στους λίθους εξαρτάται :

- Απο τη σκληρότητα των ορυκτών, που αποτελούν το λίθο.
- Απο τη συγκολλητική ύλη, που συνδέει τους κόκκους μεταξύ τους.
- Από τη θέση, που έχουν μεταξύ τους οι κόκκοι.

Η σκληρότητα των λίθων καθορίζεται από τη σκληρογραφική κλίμακα του Mohs.

Εργάσιμο.

Ο βαθμός της σκληρότητας ενός λίθου και της αντιστάσεως του στην τριβή χαρακτηρίζει κατά μεγάλο ποσοστό και το εργάσιμο του. Εργάσιμο καλείται η ικανότητα που παρουσιάζει ένας λίθος να μπορεί να υποστεί οποιαδήποτε κατεργασία όπως είναι το κόψιμο, το ξύσιμο, η λείανση, η στίλβωση κ.α.

Γενικώς πρέπει να γνωρίζουμε ότι οι πολύ σκληροί λίθοι είναι δυσκατέργαστοι, δηλαδή κόβονται, μορφοποιούνται και λειαινούνται πολύ δύσκολα, πράγμα που αυξάνει το χρόνο κατεργασίας τους και το κόστος τους.

Πολλές φορές ορισμένοι λίθοι απορρίπτονται ως ακατάλληλοι για την κατασκευή διαφόρων έργων, λόγω της σκληρότητας τους, παρά το γεγονός ότι κατά τα άλλα είναι άριστης ποιότητας.

Αντοχή στα οξέα.

Μας είναι γνωστό ότι οι λίθοι υφίστανται τη δυσμενή επιρροή των διαφόρων οξέων, που είναι αναμεμιγμένα με τους καπνούς και τις αναθυμιάσεις των εργοστασίων ή που βρίσκονται μέσα στα απορριπτόμενα νερά (απόβλητα) των βιομηχανιών.

Τα διάφορα είδη των λίθων παρουσιάζουν διαφορετική αντίσταση στα παραπάνω οξέα. Επομένως, όταν πρόκειται να εκτελεσθεί ένα έργο σε περιοχή με ακάθαρτη ατμόσφαιρα ή όταν αυτό δέχεται τα “απόνερα” των εργοστασίων, όπως π.χ. η επένδυση με λίθους ενός ανοικτού οχετού, πρέπει οι λίθοι που θα χρησιμοποιηθούν να υποστούν έλεγχο της αντοχής τους στις συγκεκριμένες χημικές ενώσεις που θα έλθουν σε επαφή.

Χρώμα.

Η ιδιότητα αυτή εξαρτάται κατά κύριο λόγο από ορισμένα συστατικά, που περιέχουν σε μικρή ποσότητα οι λίθοι. Είναι κυρίως οι διάφορες ενώσεις του σιδήρου και του άνθρακα και σε μικρότερη κλίμακα οι ενώσεις του θείου, νικελίου και χαλκού. Οι ενώσεις αυτές αποτελούν τις χρωστικές ουσίες των λίθων.

Οι κόκκινες, κίτρινες και καφέ αποχρώσεις οφείλονται στα ελεύθερα οξειδία του σιδήρου, ενώ οι μπλε, γκρι ή μαύρες αποχρώσεις οφείλονται στις ανθρακικές ενώσεις.

Όταν ο λίθος δεν περιέχει σίδηρο, είναι συνήθως άσπρος ή περίπου άσπρος.

Το χρώμα του λίθου δεν επηρεάζει καμιά από τις ιδιότητες που αναφέρθηκαν προηγουμένως και επομένως δεν είναι ενδεικτικό της ποιότητας του. Απλώς επιδρά στην

εμφάνιση του και λαμβάνεται υπ' όψη μόνο προκειμένου για λίθους, που θα χρησιμοποιηθούν για επενδύσεις.

Το χρώμα αλλοιώνεται από τα οξέα της ατμόσφαιρας, καθώς και από το φως. Οι γρανίτες π.χ. φαίνονται περισσότερο σκοτεινοί, όταν οι άστριοι, που περιέχουν, είναι καθαροί και υαλώδεις, οπότε απορροφούν περισσότερο φως παρά όταν οι άστριοι αυτοί είναι θαμποί και αντανακλούν το φως.

Για να εξακριβώσουμε τη σταθερότητα του χρώματος, πράγμα ουσιώδες για την περίπτωση εγχρώμων λίθων, που προορίζονται για επενδύσεις, τοποθετούμε δοκίμια απ' αυτούς μέσα σε αεροστεγώς κλεισμένο δοχείο, που περιέχει ατμούς νιτρικού, υδροχλωρικού ή άλλου οξέος. Τα δοκίμια παραμένουν 7 εβδομάδες τουλάχιστον μέσα στο δοχείο και έπειτα, αφού πλυθούν καλά, σημειώνονται οι μεταβολές που έγιναν στο χρώμα.

Συμπεράσματα.

Όπως προκύπτει από όσα έχουμε αναφέρει, οι λίθοι είναι σώματα με πολλές και ποικίλες ιδιότητες και με μεγάλες διαφορές στο βαθμό εκδηλώσεως των ιδιοτήτων αυτών ακόμη και σε λίθους του ίδιου είδους.

Ο σκοπός του τεχνικού είναι να επιλέξει κάθε φορά τους καταλληλότερους λίθους. Δηλαδή εκείνους που παρουσιάζουν στο μεγαλύτερο βαθμό μόνο τις ιδιότητες, που θα συντελέσουν στο να ανταποκριθεί το έργο κατά τον καλύτερο και οικονομικότερο τρόπο στον ειδικό σκοπό, για τον οποίο προορίζονται.

Αν π.χ. πρόκειται να κατασκευάσουμε τα θεμέλια ενός ακρόβαθρου ή ενός πτερυγότοιχου μιας γέφυρας, που θα βρίσκονται μέσα στο νερό, θα πρέπει να ελεγχθούν η πυκνότητα των λίθων που θα χρησιμοποιηθούν, το ειδικό βάρος τους, η υδροαπορροφητικότητα τους, αντίσταση τους στις χημικές και μηχανικές επιδράσεις του νερού, η σκληρότητα τους και η αντοχή τους στον παγετό, όταν υπάρχει η περίπτωση να παγώσει το νερό. Δεν θα μας απασχολήσουν καθόλου η αντοχή των λίθων στη φωτιά και στην πυρκαγιά, η αντοχή τους στα οξέα, το χρώμα τους κλπ.

Αντίθετα, προκειμένου να χρησιμοποιήσουμε λίθους για την εξωτερική επένδυση ενός κτηρίου, θα εξετάσουμε το χρώμα και την εμφάνιση τους γενικά, τη σταθερότητα του χρωματισμού τους, την αντίσταση τους στην τριβή και τη σκληρότητα τους, την αντίσταση τους στις χημικές επιδράσεις των οξέων της ατμόσφαιρας κλπ. Οι λοιπές ιδιότητες θα μας απασχολήσουν πολύ λίγο ή καθόλου, ανάλογα με τις υφιστάμενες τυχόν ειδικές συνθήκες.

Εάν πρόκειται να επιλέξουμε μεταξύ δύο λίθων, που εμφανίζουν στον ίδιο βαθμό τις ιδιότητες που απαιτούνται, θα προτιμήσουμε το φθηνότερο. Επίσης μεταξύ δύο λίθων με διαφορετικό βαθμό εκδηλώσεως ορισμένων ιδιοτήτων, θα προτιμήσουμε πολλές φορές αυτόν που έχει κατώτερη ποιότητα, εφ' όσον βέβαια ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του έργου και είναι φυσικά φθηνότερος.

Για τον έλεγχο των ιδιοτήτων των λίθων χρησιμοποιούμε στα συνήθη έργα τις κατά προσέγγιση εργοταξιακές μεθόδους, που αναφέραμε παραπάνω. Μόνο για εξαιρετικής σπουδαιότητας έργα θα καταφύγουμε σε εργαστηριακές εξετάσεις, οι οποίες όμως είναι δαπανηρότερες και απαιτούν περισσότερο χρόνο.

Εξόρυξη και επεξεργασία.

Επιλογή και προδιαγραφές.

Όταν πρόκειται να κατασκευασθεί ένα τεχνικό έργο, ή να παραχθούν αδρανή σκυροδεμάτων οπότε θα απαιτηθούν μεγάλες ποσότητες λίθων, ο τεχνικός οφείλει πρώτα απ' όλα να προσδιορίσει τις ιδιότητες, που πρέπει να έχουν λίθοι αυτοί. Ο προσδιορισμός των απαιτούμενων ιδιοτήτων γίνεται, όπως γνωρίζουμε με τη βοήθεια των προδιαγραφών ή αν δεν υπάρχουν προδιαγραφές με άλλους τρόπους που βασίζονται κυρίως στην εμπειρία του τεχνικού.

Κατόπιν πρέπει να γίνει έρευνα για την εύρεση λίθων με τις ιδιότητες που καθορίστηκαν. Για το σκοπό αυτό χρειάζεται:

- Να εξετασθούν τα υπάρχοντα στην περιοχή του έργου λατομεία και σε περίπτωση που δεν υπάρχουν να εξετασθεί η δυνατότητα διανοίξεως νέων.
- Να ερευνηθεί αν υπάρχουν όμοια ή παραπλήσια έργα με αυτό που πρόκειται να εκτελεσθεί, τα οποία κατασκευάστηκαν πριν από αρκετό χρόνο. Τέλος να εξετασθούν εργαστηριακά οι λίθοι, ιδίως όταν προέρχονται από νέο λατομείο.

Γενικά οι ενέργειες που αναφέρθηκαν πιο πάνω είναι αναγκαίες, γιατί οι δαπάνες συντηρήσεως και επισκευής έργων κατασκευασμένων με ακατάλληλα υλικά και οι γενικότερες οικονομικές ζημιές είναι κατά πολύ μεγαλύτερες από τις απαιτούμενες δαπάνες για τον προκαταρκτικό έλεγχο των υλικών.

Ως παραδείγματα αναφέρομε ότι πολλοί δρόμοι καταστράφηκαν λόγω χρήσεως κακής ποιότητας χαλικιών, κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα κοντά στη θάλασσα ή σε βιομηχανικές περιοχές έπαθαν σοβαρές φθορές, μεταξύ άλλων, χρήσεως ακαταλλήλων σκύρων και άμμου κλπ.

Εξόρυξη των λίθων.

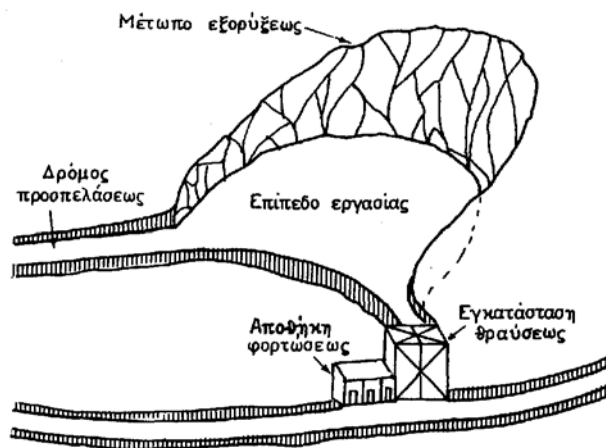
Η εξόρυξη των λίθων γίνεται σε ορισμένο τόπο που έχει επιλεγεί όπως αναφέρθηκε προηγουμένως και που καλείται λατομείο. Το λατομείο πρέπει να είναι σε κεκλιμένη επιφάνεια του εδάφους και όχι σε οριζόντια, για να διευκολύνεται η εξαγωγή και η διακίνηση των λίθων με την εκμετάλλευση της βαρύτητας.

Η εξόρυξη γίνεται πάντοτε από τα επιφανιακά στρώματα των πετρωμάτων. Πολύ σπάνια γίνεται υπογείως.

Στην αρχή αφαιρούνται τα χώματα και οι πέτρες, που καλύπτουν την επιφάνεια του πετρώματος ή, προκειμένου για παλιό λατομείο, αφαιρούνται τα άχρηστα υπολείμματα λίθων (μπάζα), που προήλθαν από παλαιότερη εκμετάλλευση.

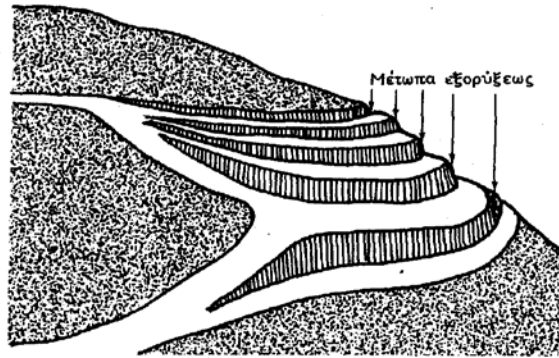
Μετά την αποκάλυψη του πετρώματος αρχίζει η κύρια εργασία της εξορύξεως. Η μέθοδος που θα ακολουθηθεί και ο τρόπος εκμεταλλεύσεως του λατομείου εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες. Οι κυριότεροι από αυτούς είναι :

- Τα χαρακτηριστικά του πετρώματος. Δηλαδή το πάχος και η διεύθυνση των στρωμάτων, η διεύθυνση τυχόν υπαρχόντων ρηγμάτων και σχισμών, η σκληρότητα και η ομοιογένεια του κλπ.
- Η μορφή και το μέγεθος των λίθων, που επιζητούμε να αποκτήσουμε. Εάν π.χ. πρόκειται να εξαχθούν αργοί λίθοι για απλές τοιχοποιίες ή για την παραγωγή χαλικιών και σκύρων, μπορεί να χρησιμοποιηθούν ισχυρές εκρηκτικές ύλες για την ανατίναξη και τον τεμαχισμό του πετρώματος. Η εκμετάλλευση του λατομείου γίνεται τότε κατά κατακόρυφες ζώνες ορισμένου πάχους. Η εξόρυξη θα αρχίσει από το άνω τμήμα της ζώνης και θα προχωρήσει προς τα κάτω.



Σχηματική παράσταση εκμεταλλεύσεως λατομείου αργών λίθων με κατακόρυφες ζώνες

Αντίθετα, όταν θέλουμε να αποκτήσουμε μεγάλους όγκους υλικού, όπως π.χ. στην περίπτωση του μαρμάρου, χρησιμοποιούμε ελαφρές εκρηκτικές ύλες ή μηχανικές μεθόδους για την απόσπαση των όγκων αυτών. Τότε λέμε ότι η εκμετάλλευση του λατομείου γίνεται κατά βαθμίδες (σκαλοπάτια).



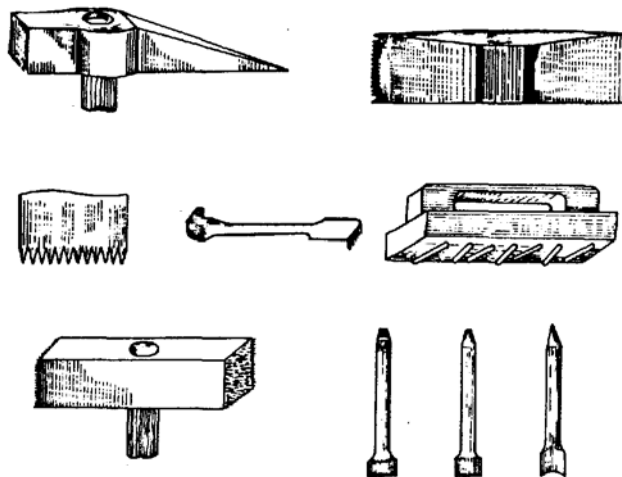
Μέθοδος εξορύξεως λίθων κατά βαθμίδες

Επεξεργασία των λίθων.

Η επεξεργασία τους γίνεται για να αποκτήσουν οι λίθοι που προορίζονται για ειδικούς σκοπούς, ορισμένη μορφή και διαστάσεις.

Διακρίνουμε δύο μορφές επεξεργασίας:

1)Χονδρολάξευση. Μετά τη διαλογή ακολουθεί η χονδρολάξευση των λίθων που προορίζονται για ειδικές χρήσεις. Η εργασία αυτή γίνεται με διάφορα εργαλεία, όπως είναι η τύκη (τσουκάνι), η σμίλη (βελόνη), η σφύρα (ματρακάς), το κτένι κ.α.



Διάφορα εργαλεία επεξεργασίας λίθων

Κατά τη χονδρολάξευση δίνεται στο λίθο χονδρικά το σχήμα που πρόκειται τελικά να πάρει και που είναι συνήθως πρισματικό ή πλακοειδές.

Η εργασία αυτή γίνεται στο λατομείο, γιατί ο λίθος είναι μαλακότερος μόλις εξορυχθεί και συνεπώς η κατεργασία του γίνεται ευκολότερα. Εκτός απ' αυτό η ελάττωση του όγκου και του βάρους με την απόρριψη των αχρήστων τμημάτων του μειώνουν τα έξοδα μεταφοράς.

2)Λάξευση. Μετά τη χονδρολόξευση γίνεται, αν είναι ανάγκη, η λάξευση. Ο λίθος αποκτά τις τελικές διαστάσεις, που απαιτούν οι προδιαγραφές, καθαρίζονται οι επιφάνειες του από τις μικροανωμαλίες, που αφέθηκαν κατά τη χονδρολάξευση, και γωνιάζονται οι ακμές του. Η εργασία αυτή δεν γίνεται στο λατομείο, αλλά στο εργοτάξιο ή σε ειδικά εργαστήρια.

Μορφές και χρήσεις των λίθων.

Οι λίθοι ανάλογα με τον προορισμό τους και ανάλογα με την κατεργασία που έχουν υποστεί διακρίνονται σε διάφορα είδη. Τα κυριότερα απ' αυτά είναι:

Αργοί λίθοι.

Οι λίθοι αυτοί χρησιμοποιούνται χωρίς να υποστούν προηγουμένως καμιά επεξεργασία.

Το μέγεθος των αργών λίθων ποικίλλει. Δεν πρέπει όμως να είναι μεγαλύτερο από ένα ορισμένο όριο, γιατί θα ήταν δύσκολη η μετακίνηση του λίθου από δύο το πολύ εργάτες, ούτε να είναι μια μέση διάσταση του μικρότερη από 15 cm.

Το σχήμα τους πρέπει να πλησιάζει προς το πρισματικό. Οι τετράγωνοι ή στρογγυλοί λίθοι είναι γενικά ακατάλληλοι για δόμηση. Στις Πρότυπες Τεχνικές Προδιαγραφές του



Αργοί λίθοι



Ξηρολιθοδομή με αργούς λίθους

Υπουργείου Δημοσίων Έργων, που αναφέρονται στις ξηρολιθοδομές και ανωδομές γεφυριών και λοιπών τεχνικών έργων οι αργοί λίθοι περιγράφονται με κάθε λεπτομέρεια.

Στο εμπόριο πουλιούνται με τον όγκο τους (σε m^3). Επίσης πουλιούνται και με το βάρος τους (σε Kg). Στη δεύτερη περίπτωση, εάν είναι γνωστό το φαινόμενο ειδικό βάρος τους (πίνακας 3 παραρτήματος), γίνεται εύκολα ο προσδιορισμός του φαινόμενου όγκου τους με μια απλή διαίρεση. Προτιμάται πάντοτε να γίνεται η αγορά τους με το δεύτερο τρόπο, γιατί είναι πιο ακριβής από τον πρώτο.

Ημίξεστοι ή ημλάξευτοί λίθοι.

Σ' αυτούς τους λίθους κατεργασία γίνεται μόνο στις επιφάνειες, που είναι ορατές μετά τη δόμηση τους. Το σχήμα και οι διαστάσεις καθορίζονται ανάλογα με τη χρήση τους.

Οι πιο συνηθισμένοι λίθοι αυτής της κατηγορίας είναι:

Οι **γωνιόλιθοι** (αγκωνάρια), που χρησιμοποιούνται στις γωνίες ή στις διασταυρώσεις των τοίχων. Έχουν πρισματική μορφή με διαστάσεις 20 * 25 * 60 cm.



Τοίχοι από ημιλάξευτους λίθους. Η γωνία είναι διαφοροποιημένη με αγκωνάρια

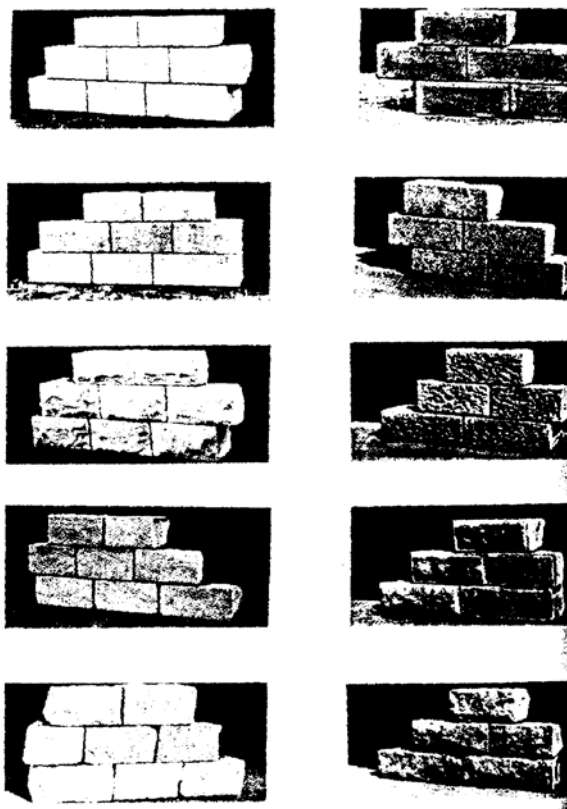
Τα κράσπεδα των πεζοδρομίων έχουν και αυτά πρισματική ή στρογγυλή μορφή, αλλά μικρότερο πλάτος και ύψος και μεγαλύτερο μήκος από τα αγκωνάρια.

Οι λίθοι που χρησιμοποιούνται για τη διαμόρφωση μιας ορατής επιφάνειας τοίχου έχουν περίπου κανονικό σχήμα και μια μόνη επιφάνεια λαξευμένη.

Στην τελευταία περίπτωση οι ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές αναφέρουν, τις διαστάσεις και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αργών λίθων που πρέπει να χρησιμοποιηθούν.

Ξεστοί ή λαξευτοί λίθοι.

Σ' αυτούς είναι λαξευμένες όλες οι επιφάνειες και το σχήμα τους είναι πρισματικό ή κυβικό. Χρησιμοποιούνται σε μνημειακές κατασκευές ή σε κτήρια, όπου για αισθητικούς λόγους ο τοίχος δεν καλύπτεται με κονία. Το μέγεθος τους ποικίλλει ανάλογα με την προέλευση του λίθου και με τη θέση στην οποία πρόκειται να τοποθετηθεί.



Διάφοροι τύποι λαξευτών λίθων

Κυβόλιθοι.

Οι λίθοι αυτοί προέρχονται από γρανιτικά ή άλλα ίσου σκληρά πετρώματα και παλαιότερα τους χρησιμοποιούσαν για το στρώσιμο δρόμων, προκουμαίων κλπ. Η χρήση όμως αυτή έχει ήδη εγκαταλειφθεί, γιατί έχει αποδειχθεί καλύτερη και οικονομικότερη η χρήση άλλων υλικών (τσιμεντοσκυρόδεμα, ασφαλτοσκυρόδεμα).

Πλάκες.

Πλάκες γενικά καλούνται οι φυσικοί λίθοι, που οι δύο διαστάσεις τους, μήκος και πλάτος, είναι πολύ μεγαλύτερες από το πάχος τους. Χρησιμοποιούνται για στεγάσεις οικοδομών, για επιστρώσεις δρόμων, πεζοδρομίων, ταρατσών κ.α. και για διακοσμητικούς σκοπούς όπως π.χ. είναι η κάλυψη εσωτερικών ή εξωτερικών τοίχων.

α) Οι πλάκες στεγάσεως προέρχονται από εύσχιστα πετρώματα, όπως είναι ο αργιλικός και ο μαρμαρυγιακός σχιστόλιθος. Από τον αργιλικό σχιστόλιθο μπορεί να προέλθουν πλάκες πάχους μέχρι 6 mm.



Στέγαση σπιτιών στο Πήλιο με πλάκες από μαρμαρυγιακό σχιστόλιθο

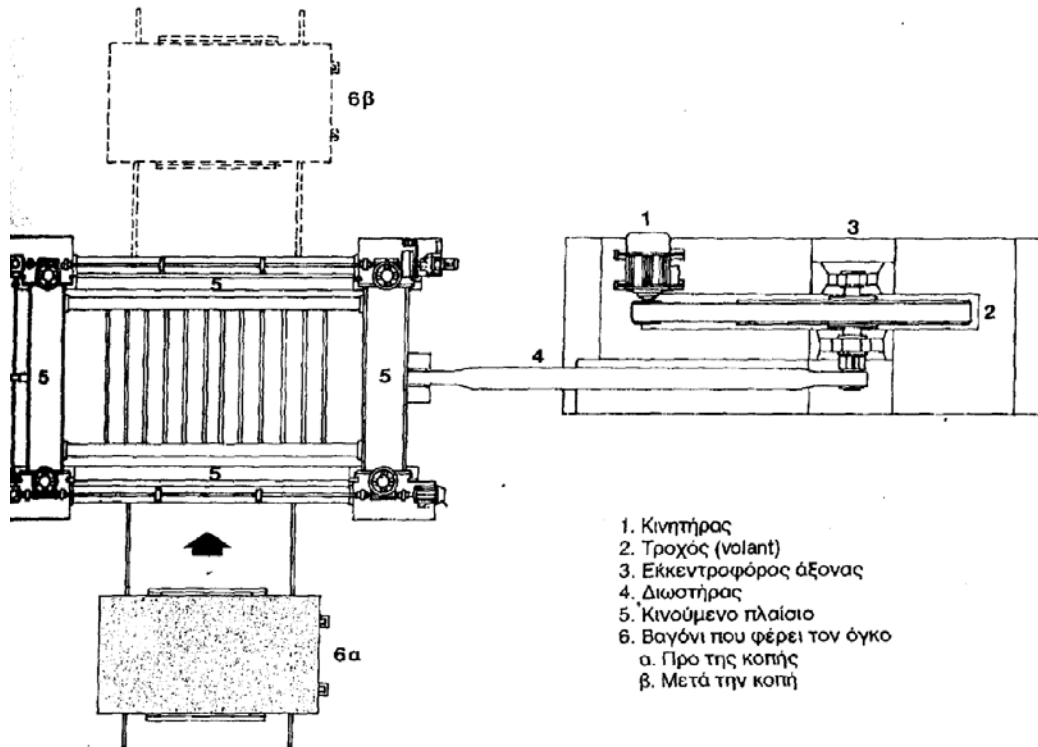
β) Οι πλάκες επιστρώσεως δρόμων, που προορίζονται για πεζούς (πεζόδρομοι) και πεζοδρομίων, προέρχονται από τα ίδια πετρώματα που αναφέραμε πιο πάνω, αλλά επιζητείται να έχουν μεγαλύτερη σκληρότητα. Το πάχος τους δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 5 cm.



Πλακόστρωση αυλής με σχιστολιθικές πλάκες

γ) Οι πλάκες επιστρώσεως ταρατσών προέρχονται από πορώδεις ασβεστόλιθους μεγάλου όγκου που σχίζονται και κόβονται σε ορισμένες διαστάσεις.

δ) Οι πλάκες για διακοσμητικούς σκοπούς προέρχονται από μη εύσχιστα πετρώματα, όπως είναι π.χ. τα μάρμαρα, οι οφίτες (πράσινο μάρμαρο), οι γρανίτες κ.α. που εξάγονται από τα λατομεία υπό μορφή μεγάλων όγκων διαφόρων διαστάσεων.



Σχηματική παράσταση του μηχανήματος κοπής μαρμάρων, γρανιτών κ.λ.π.

Το σχίσιμο των όγκων αυτών γίνεται με μηχανικά μέσα, όπως είναι το κοινό οδοντωτό πριόνι, ο οδοντωτός τροχός, η πριονοκορδέλα και κυρίως ο καταρράκτης και το μηχάνημα κοπής. Ο καταρράκτης αποτελείται από σιδερένιο πλαίσιο, οριζόντιο ή κατακόρυφο πάνω στο οποίο βρίσκονται τεντωμένες παράλληλα με τις δύο απέναντι πλευρές του πολλές χαλύβδινες λάμες. Οι μεταξύ των λαμών αποστάσεις ρυθμίζονται ανάλογα με το πάχος των πλακών, που θέλουμε να αποκτήσουμε. Το πλαίσιο κινείται παλινδρομικά και οι πλάκες αποχωρίζονται με την τριβή των λαμών επάνω στον όγκο του μαρμάρου. Οι επιφάνειες των πλακών που προορίζονται για επικαλύψεις τοίχων, κλιμάκων, ή για άλλους διακοσμητικούς σκοπούς, παρουσιάζουν ύστερα από το σχίσιμο μικροανωμαλίες και το χρώμα τους έχει αλλοιωθεί λόγω της οξειδώσεως των ρινισμάτων σιδήρου, που προέρχονται από τις ταινίες του καταρράκτη.

Στη συνέχεια γίνεται η εξομάλυνση, ο καθαρισμός και η στίλβωση της επιφάνειας. Η τελική αυτή επεξεργασία περιλαμβάνει τρία στάδια:

- Την προλείανση (ξεχόνδρισμα).
- Τη λείανση (μαλάκωμα) και

- τη στίλβωση (νερόλουστρο).

Οι χρησιμοποιούμενες για επενδύσεις τοίχων πλάκες υφίστανται επεξεργασία μέχρι του σταδίου της λειάνσεως. Πλάκες που χρησιμοποιούνται για κάλυψη τραπεζιών και επίπλων στίλβώνονται σε επόμενο στάδιο.

Προστασία και συντήρηση των λίθων.

Όπως γνωρίζουμε οι λίθοι, όταν ενσωματωθούν σε έργο, υφίστανται την επιρροή των διαφορών εξωτερικών παραγόντων, που προκαλούν αποσύνθεση και γρήγορο γέρασμα σ' αυτούς, και κατά συνέπεια συντελούν στη φθορά και στην καταστροφή του έργου. Πρέπει λοιπόν εκτός από την προσεκτική επιλογή των πιο καταλλήλων λίθων, να ληφθούν και διάφορα προστατευτικά μέτρα για τη διατήρησή τους σε όσο το δυνατό καλύτερη κατάσταση. Τα προστατευτικά αυτά μέτρα παίρνονται ή πριν να γίνει η δόμηση των λίθων ή κατά τη δόμηση τους ή μετά (συντήρηση).

Τα μέτρα, που πρέπει να λαμβάνονται πριν από την δόμηση και μετά απ' αυτή είναι τα εξής:

- Περιορισμένη χρήση εκρηκτικών υλών κατά την εξόρυξη.
- Επιλογή του κατάλληλου λατομείου.
- Ξήρανση των λίθων.
- Επεξεργασία της ορατής επιφάνειας.
- Ορθή τοποθέτηση κατά τη δόμηση.
- Συντήρηση (τακτικοί καθαρισμοί της επιφάνειας, απομάκρυνση των υδάτων που λιμνάζουν, κυρίως σε πλάκες, επικάλυψη των λίθων με διάφορα λάδια και ρητίνες).¹

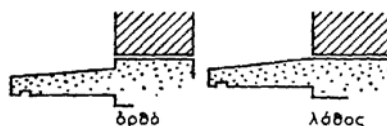
Προστατευτικά μέτρα

1. Π ρ ο σ ε κ τ ι κ ό ς χ ε ι ρ ι σ μ ό ς κατά τήν εξόρυξη και λάξευση. Η μηχανική λάξευση είναι προτιμώτερη της χειρονακτικής.

2. Ο ρ θ ή έ π ι λ ο γ ή του πετρώματος ανάλογα με την προβλεπόμενη χρήση των λίθων. Στοιχεία για την ποιότητα των λίθων μπορούν να λαμβάνονται είτε από νεκροταφεία (ταφόπετρες με ημερομηνία!) στην περιοχή του λατομείου, είτε από παλαιά κτίρια. Πρέπει να ελέγχεται η ανθεκτικότητα των λίθων στα καυσαέρια, τα οξέα, τη θερμότητα και τον παγετό.

3. Ε ξ ό ρ υ ξ η κ α ί λ ά ξ ε υ σ η κ α τ ά τ η φ υ σ ι κ ή δ ι ά σ τ ρ ω σ η του πετρώματος. Οι υπεύθυνοι της εκμεταλλεύσεως του λατομείου πρέπει να σημειώνουν με εμφανή χρώματα τις κλίσεις του πετρώματος αμέσως μετά την αποκάλυψη του.

4. Λείες επιφάνειες με λείανση και γυάλισμα.
5. Διατήρηση σε ξηρό περιβάλλον. Επικάλυψη της τοιχοποιίας με ουδέτερα υλικά (ασβεστοκονίαμα, σχιστόπλακες κλπ.).
6. Όρθη διάταξη αρμών. Πρέπει να φράσσονται στεγανά και να αποφεύγονται μεταξύ καθέτου και οριζοντίας επιφανείας. Το κονίαμα πρέπει να πληρώνει τον αρμό ομοιόμορφα και να μην υπερχειλίζει.



Όρθη διάταξη αρμού σε περίπτωση στηθαίου

7. Καθαρισμός από την παιπάλη, την αιθάλη, την τέφρα και τους μύκητες. Χρησιμοποιούνται μαλακές βούρτσες, νερό και ουδέτερο σαπούνι ή ατμός υπό πίεση. Απαγορεύονται τα οξέα. Μεταλλικές βούρτσες και η αμμοβολή δημιουργούν τραχείες επιφάνειες, που ρυπαίνονται γρήγορα, καταστρέφουν τη φυσική προστατευτική στρώση και μειώνουν το αισθητικό αποτέλεσμα της λαξεύσεως.
8. Επιχρίσματα πρέπει να γίνονται μόνον σε εξαιρετικές περιπτώσεις. Συνήθως εφαρμόζονται σε ήδη αποσαθρωμένα πετρώματα. Χρησιμοποιούνται:

Πισσέλαια χωρίς οξέα. Προστατεύουν ικανοποιητικά αλλά δίνουν στην πέτρα μιά σκούρα απόχρωση.

Θερμό (160°C) αποχρωματισμένο λινέλαιο. Μόνο για τα πορώδη πετρώματα π.χ. ψαμμίτες. Η αρχική γυαλάδα εξαφανίζεται με τον καιρό.

Υλικά αποφράξεως των πόρων, όπως κερί, παραφίνη, καουτσούκ, διάφορα πολυμερή κλπ., δεν εξασφαλίζουν διαρκή προστασία. Μερικά πετρώματα αποσυντίθενται όταν δεν «αναπνέουν».

Χημικά υλικά, όπως η υδρύαλος, η λιθουρίνη, η τεσταλίνη κλπ., σχηματίζουν αδιάλυτες στρώσεις κάτω από την επιφάνεια του πετρώματος. Απαιτείται δοκιμαστική επίχριση, γιατί ορισμένα πετρώματα εμφανίζουν επανθίσματα.

9. Καλυπτικά επιχρίσματα καθώς και ελαιοχρώματα δεν πρέπει να εφαρμόζονται στους φυσικούς λίθους.

10. Ε π ι κ ά λ υ ψ η με ψευδάργυρο ή μόλυβδο των μεταλλικών συνδέσμων και τάκων ή χρησιμοποίηση ανοξειδωτων μετάλλων.

11. Α ν τ ι π υ ρ ι κ ή ε π έ ν δ υ σ η, π.χ. με σοβά 1,5 cm πάχους της κάτω επιφάνειας των κλιμακοστασίων απο μη ανθεκτικά στη φωτιά υλικά (γρανίτης, μάρμαρο κλπ.).²

Διάβρωση της πέτρας στις συνθήκες του φυσικού περιβάλλοντος:

Στα φαινόμενα της διάβρωσης της πέτρας περιλαμβάνονται όλες εκείνες οι διαδικασίες που οδηγούν στην αλλοίωση της εμφάνισης, της συνοχής, των διαστάσεων και τέλος, του χημικού χαρακτήρα του υλικού.

Η γήρανση και η φθορά των υλικών από τα οποία είναι κατασκευασμένα έργα ιστορικής και καλλιτεχνικής αξίας, δεν είναι φαινόμενο που μας απασχολεί σήμερα για πρώτη φορά.

Η διάβρωση της πέτρας αρχίζει από τη στιγμή που το κτίριο ή το γλυπτό ολοκληρώνεται και συνεχίζεται καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του, αφού πρακτικά δεν υπάρχει φυσικό περιβάλλον τελείως αδρανές. Περιβάλλον ακίνδυνο, για τη διατήρηση των έργων εξαιρετικής αξίας, μπορεί να δημιουργηθεί μόνο με την ανθρώπινη παρέμβαση (π.χ. Κλωβοί αζώτου για τις Καρυάτιδες του Ερεχθείου) και συνήθως με κόστος την απομάκρυνση των δημιουργημάτων από την αυθεντική τους θέση.

Η ταχύτητα διάβρωσης των μνημείων από πέτρα φαίνεται ότι επιταχύνεται χαρακτηριστικά στη βιομηχανική εποχή, όπως δείχνουν και οι Φωτογραφίες γλυπτού, του 1702 στην Βεσφαλία, από ψαμίτη. Από Το 1702 έως το 1908 έχουμε φαινόμενα ήπιας φθοράς, ενώ από το 1908 έως το 1969 έχουμε σχεδόν καταστροφή του μνημείου.

Το φαινόμενο της φθοράς της πέτρας στο φυσικό περιβάλλον είναι κυρίως φαινόμενο προσαρμογής ή αναπροσαρμογής των και πετρωμάτων στις συνθήκες που επικρατούν στην επιφάνεια της γης, με αποτέλεσμα την μετατροπή των υπαρχόντων ορυκτών σε άλλα σταθερότερα, σε σχέση με την ατμόσφαιρα. Τα περισσότερα πετρώματα σχηματίζονται σε πολύ υψηλότερες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας από αυτές που επικρατούν στην επιφάνεια της γης.

Η παρουσία οξυγόνου οδηγεί σε οξείδωση, ενώ η παρουσία υγρασίας σε ενυδάτωση ή διάλυση. Η αναπροσαρμογή αυτή μπορεί να επιφέρει διόγκωση του κρυσταλλικού πλέγματος.

Ανάλογα με την πυκνότητα και το συμπαγές του πλέγματος, η εργασία αναπαραγωγής μπορεί να είναι βραδεία, όσο τα γεωλογικά φαινόμενα, αλλά μπορεί να είναι και τόσο εκρηκτική, που να προκαλέσει εντυπωσιακές καταστροφές σε χρόνο, μικρότερο από μια ηλιακή γενιά . Η αστική ατμόσφαιρα του βιομηχανικού 20ου αιώνα δημιουργεί ιδιαίτερα περιβαλλοντικά προβλήματα (όξινη βροχή, και συναφή), που επιταχύνουν τη φθορά των

εκτεθειμένων μνημείων, κτιρίων κ.α. από πέτρα, πολλαπλάσια σε σχέση με αυτήν σε αγροτικά περιβάλλοντα.

Η χημική διαδικασία της διάβρωσης ενισχύεται από μηχανική θραύση, που οδηγεί σε ταχεία διεύρυνση της επιφάνειας των ορυκτών σε επαφή με το οξυγόνο και την υγρασία, επιταχύνοντας την χημική εξαλλοίωση των ορυκτών.

Σχηματικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι η φορά της πέτρας είναι αποτέλεσμα χημικών και ηλεκτροχημικών δράσεων σε συνδυασμό με την ανάπτυξη μηχανικών τάσεων.

Οι μηχανικές τάσεις είναι δυνατόν να προέρχονται από το εξωτερικό περιβάλλον του μνημείου ή να δημιουργούνται στο εσωτερικό του δομικού υλικού (πήξη νερού, κρυστάλλωση αλάτων κλπ.)

Στην πράξη, συνήθως η φθορά της πέτρας στα μνημεία εκδηλώνεται ως ένα πολύπλοκο φαινόμενο, όπου την ίδια στιγμή υπάρχουν περισσότεροι από ένας μηχανισμοί, με διαφορετικό όμως χαρακτήρα.

Οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας π.χ. καταστρέφουν τη συνοχή μεταξύ των κρυστάλλων του ασβεστίτη στο μάρμαρο (φυσική δράση), διευκολύνοντας την προσβολή από όξινα διαλύματα (χημική δράση), ενώ συγχρόνως έχουμε και εν ξηρώ προσβολή από το SO₂ (ηλεκτροχημική δράση). Η κατάσταση της ατμόσφαιρας (καιρικές συνθήκες), σε συνδυασμό με την θέση της επιφάνειας, παίζουν καθοριστικό ρόλο για το πιο από τα δύο τελευταία φαινόμενα επικρατεί.

Χαρακτηριστικά φαινόμενα διάβρωσης πέτρας είναι τα ακόλουθα:

- i. Χημική προσβολή, όπως για παράδειγμα η διάλυση υλικών που προέρχονται από αλκαλικά πετρώματα είτε σε φυσικό περιβάλλον (CO₂, αέρια από εκρήξεις ηφαιστειών), είτε σε ρυπασμένες αστικές ή βιομηχανικές περιοχές (SO₂, NO_x).
- ii. Ηλεκτροχημική προσβολή, όπως η εν ξηρώ γυψοποίηση μαρμάρου από το SO₂, σε ρυπασμένο περιβάλλον (μνημεία Ακροπόλεως).
- iii. Μηχανική αποσύνθεση (διάθρυψη) που οφείλεται σε δυνάμεις αναπτυσσόμενες στο εσωτερικό της πέτρας (πόροι, τριχοειδή κανάλια, ρωγμές) από την πήξη του νερού, την δημιουργία ή ενυδάτωση κρυστάλλων των διαλυτών αλάτων ή ακόμα από τη διάβρωση ενσφηνωμένων μετάλλων και ορυκτών εγκλεισμάτων.
- iv. Μηχανική απόξεση από τα σωματίδια που μεταφέρουν οι ισχυροί άνεμοι.
- v. Ανάπτυξη ισχυρών “εξωτερικών” δυνάμεων προερχομένων είτε από χημική δράση, είτε από την ανθρώπινη δραστηριότητα (δονήσεις από την κυκλοφορία των οχημάτων, εκρήξεις, φορτίο επισκεπτών).
- vi. Χρωματική και αισθητική αλλοίωση που μπορεί να προκληθεί με τη μεταφορά των προϊόντων της διάβρωσης κάποιου άλλου “στοιχείου” (π.χ. μεταλλικών τμημάτων) ή και με την απευθείας προσβολή ορισμένων ορυκτών (εκλεκτικά) της πέτρας (πχ διάβρωση των αργιλικών φλεβών στα ασβεστολιθικά πετρώματα)

- vii. Χρωματική αλλοίωση καθώς και χημική και μηχανική αποσύνθεση οφειλομένη σε βιολογικές δραστηριότητες. Εδώ είναι γνωστή δράση τόσο των διαφόρων μικροοργανισμών, αλλά και των ανώτερων φυτών και ζώων (μηχανική δράση των ριζών, περιστερία)
- viii. Απολεπίσεις και σχισίματα που προκαλούνται εκτός των άλλων και από κακή τοποθέτηση των υλικών στην κατασκευή σε σχέση με τα φυσικά δομικά τους χαρακτηριστικά. Ως παράδειγμα αναφέρεται η τοποθέτηση ιζηματογενούς πέτρας με τα επίπεδα στρώσης παράλληλα προς τη διεύθυνση των μεγάλων φορτίων.
- ix. Φθορές για τις οποίες ευθύνονται ακατάλληλες μέθοδοι ή και ακατάλληλα υλικά που εφαρμόστηκαν σε παλαιότερες συντηρησιακές εργασίες (π.χ. με διαφορετικό συντελεστή θερμικής διαστολής από εκείνο της αυθεντικής πέτρας).
- x. Αλλοίωση της εμφάνισης μιας όψης, αποτέλεσμα των διαφόρων επικαθήσεων από τα αιωρούμενα σωματίδια της ατμόσφαιρας

Βέβαια σε κάθε περίπτωση ανάλογα με τις γενικές συνθήκες του περιβάλλοντος, τα χαρακτηριστικά της πέτρας και τα ειδικά γνωρίσματα του μικροκλίματος επικρατεί ο ένας ή ο άλλος μηχανισμός.

Ειδικότερα τα φαινόμενα της διάβρωσης της πέτρας ελέγχονται από:

Την πέτρα: - είδος πετρώματος

- ορυκτολογική σύνδεση
- ιστός
- υφή
- τρόπος λατόμευσης και επεξεργασίας
- πιθανές προηγούμενες κατεργασίες για προστασία

Το περιβάλλον: - Ατμοσφαιρικοί παράγοντες:

- υγρασία / νερό βροχής
- άνεμοι
- ρύποι
- ακτινοβολία ηλιακή
- διαλυτά άλατα
- θερμοκρασιακές διακυμάνσεις

-Άλλοι περιβαλλοντικοί παράγοντες :

- Άλγη, λειχήνες, φυτά, πουλιά

- Έδαφος :

- Είδος εδάφους
- Υπόγεια νερά

- Θάλασσα, ποτάμια κ.α.

- Τη θέση της πέτρας στην κατασκευή

- Τη θέση της κατασκευής στο περιβάλλον

- Ιδιαίτερη θέση στο κτίριο

- Γειτονικά υλικά

- Μέγεθος (κλίμακα)

- Προσανατολισμός

- Ασκούμενες τάσεις

Ατμοσφαιρική διάβρωση της πέτρας:

Η ατμόσφαιρα που μας περιβάλλει, και συγκεκριμένα ο ξηρό αέρας αποτελείται κυρίως από άζωτο (78,09%) και οξυγόνο (20,94%), καθώς και αργό (0,93%).

Από τα δευτερεύοντα συστατικά, το διοξείδιο του άνθρακα επικρατεί σε ποσότητα και σημασία.

Τα στοιχεία νέον, ήλιο, κρυπτό, και ξένο, απ' την ομάδα των ευγενών, υπάρχουν σε ίχνη. Το μεθάνιο παράγεται με βιολογική διαδικασία και αποτελεί μέρος του κύκλου του άνθρακα στη βιόσφαιρα. Τέλος ο "καθαρός" αέρας περιέχει σε ίχνη και μεγάλο αριθμό αερίων όπως διάφορους υδρογονάνθρακες κλπ. Όλα αυτά Τα αέρια αποτελούν φυσικά συστατικά, σε πολύ μικρές όμως συγκεντρώσεις.

Επομένως, πολλές από τις ενώσεις, που συνήθως καλούνται ρυπαντές, είναι παρούσες και στον "καθαρό" αέρα αλλά η συγκέντρωσή τους αυξάνει σημαντικά εξαιτίας της ανθρώπινης δραστηριότητας (αστικής, βιομηχανικής).

Ρύπος θα μπορούσε λοιπόν να ονομαστεί κάθε συστατικό που επιφέρει αλλαγή στη σύνθεση του κανονικού αέρα και προκαλεί προβλήματα διάβρωσης της πέτρας.

Είναι βολικότερο να συμπεριλάβουμε στην κατηγορία αυτή όσα συστατικά της ατμόσφαιρας προκαλούν σοβαρή φθορά στα μνημεία, ανεξάρτητα από την προέλευση τους (φυσική διαδικασία ή ανθρώπινη δραστηριότητα).

Το όζον και μερικά οξειδία του αζώτου σχηματίζονται στην ανώτερη ατμόσφαιρα με τη βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας και μεταφέρονται, σε μικρότερες συγκεντρώσεις, στα κατώτερα στρώματα κοντά στην επιφάνεια της γης. Η περιεκτικότητα σε υδρατμούς, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα αέρια, ποικίλει και εξαρτάται από τη γεωγραφική θέση του τόπου.

Πολλές από τις συνέπειες της διάβρωσης στα μνημεία δεν θα εκδηλωνόντουσαν χωρίς την παρουσία του νερού, στην αέρια ή υγρή μορφή του.

Τα αερολύματα, ύλη κolloειδών διαστάσεων διασπαρμένη στον αέρα παίζουν σπουδαίο ρόλο στο χαρακτήρα της ατμόσφαιρας, καθώς:

- πολλοί ρυπαντές επικάθονται στην επιφάνεια της πέτρας ως αερόλυμα
- τα σωματίδια - συγκροτήματα των αερολυμάτων λειτουργούν ως φορείς για τους ρυπαντές (διάλυση, ρόφηση).
- επηρεάζουν διάφορες χημικές δράσεις στην ατμόσφαιρα π.χ. την ετερογενή οξείδωση του SO₂ δημιουργώντας ιδανικές συνθήκες για οξείδωση λόγω και των σωματιδίων άνθρακα και ορισμένων μετάλλων που υπάρχουν στη σκόνη.

Η διάβρωση της πέτρας σε ρυπασμένη ατμόσφαιρα:

Υγρή και ξηρή απόθεση

Όξινη προσβολή - Γυψοποίηση

Επικαθίσεις - Σχηματισμός μαύρης κρούστας

Για να διαλευκανθεί το φαινόμενο της διάβρωσης της πέτρας σε ρυπασμένη ατμόσφαιρα καθώς και ο σχηματισμός μαύρης κρούστας στην επιφάνεια, χρειάζεται να επικεντρώσουμε την προσοχή μας στη διεπιφάνεια πέτρας - ατμόσφαιρας και να ερευνήσουμε τις επιμέρους διεργασίες :

- Εν ξηρώ απόθεση SO₂ και σωματιδίων.
- προσβολή από τους ρύπους που αποτίθενται μεταφέρονται μέσω των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (υγρή απόθεση).
- συμπύκνωση αλλά και εξάτμιση υγρασίας από την επιφάνεια της πέτρας.

Εν ξηρώ απόθεση - Γυψοποίηση

Έτσι ονομάζεται, το φαινόμενο της συγκέντρωσης στην επιφάνεια της πέτρας ρυπαντών από την ατμόσφαιρα (αέριας ή σωματιδιακής φύσης με τη βοήθεια μόνο των κινήσεων του αέρα (άνεμοι, τυρβώδης ροή κοντά στην επιφάνεια), της μοριακής διάχυσης, της κίνησης

Brown και ορισμένων ακόμα φορητικών διεργασιών. Ανάλογα με το μέγεθος των σωματιδίων έχουμε τις παρακάτω παρατηρήσεις :

- Για ύλη, με διαστάσεις μικρότερες από 0,1 μm κοντά στην επιφάνεια, σπουδαίο ρόλο παίζει η μοριακή διάχυση ή το φαινόμενο Brown αν πρόκειται για σωματίδια.
- Για σωματίδια μεσαίων διαστάσεων (0,4 - 10 μm), ο ρόλος της τυρβώδους ροής, κοντά στην επιφάνεια είναι σημαντικότερος από την κίνηση Brown.

Ως γνωστόν, στην τυρβώδη ροή ενός ρευστού έχουμε και συνιστώσα της ταχύτητας κάθετη προς την επιφάνεια της πέτρας, με αποτέλεσμα μεγαλύτερη μεταφορά ύλης και ενέργειας από και προς την επιφάνεια.

- Για σωματίδια με διαστάσεις μεγαλύτερες από 2 μm υπερισχύει ο ρόλος της βαρύτητας ή των ανέμων. Όλη η διαδικασία, βέβαια, διαφοροποιείται. όταν τα σωματίδια φέρουν ηλεκτρικό φορτίο.
- Στη περίπτωση που έχουμε ένα θερμοκρασιακό δυναμικό τα σωματίδια μετακινούνται προς τις ψυχρότερες περιοχές (κοντά στην επιφάνεια των τοίχων αφού οι κρούσεις που δέχονται από τα μόρια των αερίων είναι ισχυρότερες από την πλευρά της θερμής περιοχής. Το φαινόμενο ονομάζεται θερμοφόρηση και είναι ιδιαίτερα σοβαρό αν πρόκειται για εσωτερικούς χώρους.
- Το φαινόμενο Stefan όπου έχουμε ροή αέρα προς, ή από ,την επιφάνεια, ανάλογα με το αν συμβαίνει συμπύκνωση ή εξάτμιση σ' αυτήν.
- Τέλος, σωματίδια μπορούν να μεταφερθούν και από τα μόρια του H₂O, (ρεύμα των υδρατμών) που διαχέονται για να εξισορροπηθούν πριν την εξάτμιση ή συμπύκνωση.

Δεν πρέπει, επίσης, να παραλείψουμε ότι τα χαρακτηριστικά της επιφάνειας επηρεάζουν έμμεσα ή άμεσα, το ρυθμό απόθεσης ρύπων εν ξηρώ (υφή, κλίση, χρώμα, προσανατολισμό κ.λ.π.)

Στην περίπτωση της εν ξηρώ απόθεσης είναι δυνατόν να έχουμε

- απευθείας προβολή της πέτρας από το SO₂
- Ταχεία καταλυόμενη οξειδωση του SO₂ (αντίδραση μπορεί να συμβεί στην ατμόσφαιρα και στην επιφάνεια της πέτρας) και σχηματισμός γύψου.

Πιο αναλυτικά τα πράγματα έχουν ως εξής:

- Όταν το SO₂ φτάνει στην επιφάνεια της πέτρας στην αέρια μορφή και σε συνθήκες σχετικής υγρασίας, έχουμε σχηματισμό θειώδους ασβεστίου. Αν η απουσία υγρασίας είναι ολοκληρωτική ,τότε το θειώδες ασβέστιο δεν μετατρέπεται σε θειικό. Παρουσία όμως υγρασίας συμβαίνει οξειδωση από το O₂ και τους καταλύτες που βρίσκονται στην επιφάνεια της πέτρας (σωματίδια, άνθρακας, οξειδία μετάλλων). Συνήθως οι συνθήκες από πλευράς σχετικής υγρασίας, στην ατμόσφαιρα είναι τέτοιες, που πρακτικά οδηγούν στο σχηματισμό γύψου.

- Στην περίπτωση που έχουμε προηγουμένως οξειδωση του SO_2 , από τα δύο στάδια της γυψοποίησης το δεύτερο στάδιο είναι πολύ βραδύτερο.

Υγρή απόθεση - Όξινη προσβολή

Είναι η περίπτωση, όπου ατμοσφαιρικοί ρύποι μεταφέρονται στην πέτρα διαλυμένοι στο νερό, μέσω των μετεωρικών κατακρήμνισμα των και τη συμπύκνωση που συμβαίνει στην επιφάνεια των μνημείων.

Το νερό της βροχής διαλύει τα όξινα συστατικά της ατμόσφαιρας. Ακόμα και σε περιοχές χωρίς ανθρώπινη δραστηριότητα, διαλύει ένα μέρος CO_2 , (που αποτελεί κανονικό συστατικό της ατμόσφαιρας) και αποκτά ιδιότητες ασθενούς οξέος, PH 5,65.

Σε ρυπασμένη ατμόσφαιρα οι σταγόνες διαλύουν SO_2 , SO_3 , σταγονίδια H_2SO_4 , στερεά σωματίδια θειικής σύστασης, NO_x και CO_2 .

Συγκεκριμένα η απομάκρυνση ενός ρύπου από τη βροχή ελέγχεται από τους εξής παράγοντες:

- i) την ένταση πυκνότητα της βροχής και το φάσμα του μεγέθους των σταγόνων.
- ii) το PH και τη θερμοκρασία των σταγόνων και
- iii) την κατακόρυφη κατανομή της ουσίας στην ατμόσφαιρα. Γενικά, έχει παρατηρηθεί ότι οι σταγόνες μεγέθους 1 mm είναι κορεσμένες με SO_2 , αντίθετα με μεγαλύτερες που δεν φτάνουν στον κορεσμό.

Η "όξινη βροχή", όπως χαρακτηριστικά ονομάζεται το φαινόμενο, έχει σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον και απειλεί αντικείμενα και γλυπτά στο ύπαιθρο.

Επίδραση των θερμοκρασιακών μεταβολών στη διάβρωση της πέτρας από τις πυρκαγιές:

Οι πέτρες αποτελούνται, συνήθως, από περισσότερα του ενός ορυκτά με διαφορετικούς συντελεστές θερμικής διαστολής, θερμική αγωγιμότητας και τιμές της ειδική θερμότητας. Το αποτέλεσμα είναι να διαστέλλονται και να συστέλλονται με διαφορετική ταχύτητα και όχι στον ίδιο βαθμό γεγονός που με τη σειρά του οδηγεί στην ανάπτυξη μηχανικών τάσεων μέσα στην πέτρα, κατά τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας.

Ακόμα, αρκετά ορυκτά είναι ανισότροπα με διαφορετικούς συντελεστές θερμικής διαστολής κατά τους διάφορους κρυσταλλογραφικούς άξονες (ασβεστίτης, χαλαζίας). Τέλος, το χρώμα των ορυκτών παίζει σοβαρό ρόλο στην ποσότητα της απορροφούμενης ακτινοβολίας και ως εκ τούτου στο εύρος των θερμοκρασιακών μεταβολών, που συμβαίνει για κάθε κατηγορία κρυστάλλων, οδηγώντας επίσης σε διαφορεική διαστολή.

Πέτρες με χαμηλό ποσοστό ανθρακικών ορυκτών και χαλαζία διαστέλλονται πολύ λίγο. Είναι σκόπιμο να χρησιμοποιούνται βασικά εκρηξιγενή πετρώματα σε κατασκευές που αναμένεται, ή είναι πιθανό, να εκτεθούν σε υψηλές θερμοκρασίες. Ιδιαίτερα προβλήματα παρουσιάζουν οι χαλαζιακοί ψαμμίτες και τα γρανιτικά πετρώματα με υψηλό ποσοστό

χαλαζία. Εδώ πρέπει να σημειώσουμε ότι, σε περιπτώσεις σχετικά απότομων μεταβολών, όπως οι πυρκαγιές, οι ρηγματώσεις εκδηλώνονται στο όριο μεταξύ θερμού και ψυχρού στρώματος, αντίθετα, οι συχνοί ήπιοι κύκλοι, όπως το ημερήσιο θερμοκρασιακό εύρος, προκαλούν μια χαλάρωση στο εξωτερικό στρώμα της πέτρας, το πάχος, του οποίου κυμαίνεται ανάλογα με τα ορυκτολογικά χαρακτηριστικά της πέτρας και τις κλιματικές συνθήκες.

Βιολογικοί παράγοντες διάβρωσης της πέτρας:

Οι μικροοργανισμοί, τα φυτά και τα ζώα μπορούν να προκαλέσουν στην πέτρα εκτεταμένες φθορές χημικής ή μηχανικής φύσης. Είναι φανερό ότι μόνο τα ανώτερα φυτά και, σε ορισμένες περιπτώσεις τα ζώα μπορούν να προκαλέσουν χημικές και μηχανικές φθορές ταυτόχρονα, σε αντίθεση με τα είδη της κατώτερης ζωής που συμβάλλουν στην διάβρωση μέσω μόνον των βιοχημικών δράσεων.

Οι γνώμες για τη σπουδαιότητα των μικροοργανισμών στη διάβρωση της πέτρας, είναι διχασμένες: οι βιολόγοι θεωρούν το ρόλο τους σημαντικό, έως καθοριστικό, για ορισμένα φαινόμενα, ενώ οι ερευνητές τείνουν να τον υποβαθμίσουν.

Βακτήρια, Βάκιλοι: Διακρίνονται βασικά σε αυτότροφα και ετερότροφα βακτήρια, όπου τα πρώτα παίρνουν ενέργεια από την ηλιακή ακτινοβολία και τις αντιδράσεις οξειδοαναγωγής, ενώ τα δεύτερα από το ήδη υπάρχον οργανικό υλικό που συνήθως παράγουν οι λειχήνες στην επιφάνεια της πέτρας.

Μύκητες, Ακτινομύκητες: Τα περισσότερα είδη εκκρίνουν σημαντικές ποσότητες οργανικών οξέων κυρίως κιτρικό και οξαλικό οξύ. Συναντώνται πολύ λιγότερο πάνω σε τοίχους από ότι στο χώμα. Στα ψηλά μέρη των τοίχων απουσιάζουν τελείως. Η εφαρμογή υδροφόρων τους αφήνει σχεδόν ανεπηρέαστους. Για την καταπολέμηση τους χρειάζεται προηγουμένως να γίνει αντιβιογράφημα και να εντοπιστούν τα κατάλληλα, κατά περίπτωση αντιβιοτικά.

Τα πιο συνηθισμένα είναι οι αμπικιλίνη, το χλωριούχο βενζαλκόνιο και η ιμιδαζολινυλουρία.

Λειχήνες: Εμφανίζονται σαν λεκέδες με χρώμα πορτοκαλί, κίτρινο, καφετί, γκρίζο, ώχρα ή άσπρο.

Είναι οργανισμοί εξαιρετικά ανθεκτικοί σε ακραίες συνθήκες με αποτέλεσμα η καταπολέμηση τους να είναι δύσκολη. Σε ρυπασμένο περιβάλλον οι λειχήνες αναπτύσσονται μόνο πάνω σε υλικά που εξουδετερώνουν το SO₂ (ανθρακικής σύστασης πέτρες).

Μεγάλα φυτά: Η φιλολογία γύρω από τα προβλήματα που δημιουργούν στους αρχαιολογικούς χώρους κοινά άγρια φυτά, όπως ασφόδελοι, αγριόκρinoι, κάπαρη, τσουκνίδες, συκίες κλπ., αφορά στις μηχανικές τάσεις που ασκούν με τις ρίζες τους. Οι πιέσεις αυτές μπορεί να είναι:

α) αξονικές κατά την έννοια της εις βάθος ανάπτυξη της ρίζας και

β) ακτινικές κάθετα προς τον άξονα της ρίζας.

Τα πουλιά στα κτίρια και στα γλυπτά: Τα κτίρια συχνά προσφέρουν στέγη σε διάφορα είδη πουλιών, κυρίως όμως σε περιστέρια - αν μιλάμε για αστικό περιβάλλον. Τα περιπτώματα των πουλιών είναι σημαντικές πηγές φωσφορικού και νιτρικοί οξέος, που αντιδρούν με τις ανθρακικές πέτρες για να δώσουν τα φωσφορικά και νιτρικά άλατα του ασβεστίου.

Ο ρόλος του νερού στη διάβρωση της πέτρας

Το νερό αποτελεί σπουδαιότατο παράγοντα φθοράς της πέτρας στις κατασκευές, καθώς συμμετέχει με άμεσο ή έμμεσο τρόπο σε χαρακτηριστικά φαινόμενα, συγκεκριμένα:

- i. Ελέγχει τη μεταφορά, κρυστάλλωση, ανακρυστάλλωση και ενυδάτωση των αλτών στην πέτρα ενώ παράλληλα ευθύνεται και για την ανάπτυξη ισχυρών οσμωτικών πιέσεων, όταν υπάρχουν οι κατάλληλες προϋποθέσεις.
- ii. Η αέριοι ρύποι περνούν στο νερό με τη, βροχή, ή με συμπύκνωση για να σχηματίσουν όξινα διαλύματα, ιδιαίτερα επικίνδυνα για τις πέτρες ανθρακικής σύστασης.
- iii. Πολλές αντιδράσεις στην επιφάνεια και στο εσωτερικό της πέτρας μπορούν να συμβούν μόνο παρουσία του νερού (π.χ. ιονεναλλακτική εξαλλοίωση ορυκτών, υδρόλυση, πέψη αργίλων κ.λ.π.). Η δράσεις αυτές είναι κρίσιμες για τη διάβρωση των πυριτικών πετρωμάτων.
- iv. Μια μεγάλη κατηγορία διαβρωτικών φαινομένων ερμηνεύεται μέσω των κυκλικών μεταβολών της ατμοσφαιρικής υγρασίας, ιδίως παρουσία διαλυτών αλάτων. Ανεξάρτητα πάντως από την παρουσία διαλυτών αλάτων (περίπτωση(ii)), η θιξοτροπία και η διόγκωση του πλέγματος ορισμένων αργίλων (σημηκίτες) είναι φαινόμενα που σχετίζονται με τις αλλαγές της ατμοσφαιρικής υγρασίας.
- v. Το νερό προκαλεί μηχανική φθορά στις πέτρες όταν η θερμοκρασία πέφτει κάτω από τους 0°, ένα φαινόμενο αρκετά πολύπλοκο και ιδιαίτερα σοβαρό όσο η συχνότητα των κύκλων αυξάνει.
- vi. Τέλος φθορά μπορεί ακόμα να προκληθεί και από ισχυρές καταιγίδες και χαλαζοπτώσεις.

Το νερό της βροχής

Η χημική σύνδεση του βρόχινου νερού συνδέεται στενά με την ποιότητα της ατμόσφαιρας.

Η διαβρωτική, κυρίως διαλυτική, δράση του, οφείλεται στα διάφορα ιόντα που αφομοιώνει, καθώς οι σταγόνες απορροφούν, αποπλύνοντας τα σωματίδια των αερολυμάτων κατά την πτώση τους.

Ο ρυθμός απόπλυσης των αερολυμάτων εξαρτάται από το μέσο μέγεθος των σταγόνων, την ταχύτητα πτώσης τους και την απόσταση, που διανύουν μέχρι να φτάσουν στην επιφάνεια της γης.

Οι βροχές με μικρό μέγεθος σταγόνων, με μεγάλη δηλαδή ειδική επιφάνεια, και χαμηλή ταχύτητα πτώσης, απορροφούν μεγαλύτερες ποσότητες αερολυμάτων και κατά συνέπεια φέρουν σημαντικό φορτίο ιόντων.

Το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας διαλύεται στο νερό της βροχής για να σχηματίσει στην αρχή CO₂ και H₂O.

Το νερό της θάλασσας

Το παραθαλάσσιο περιβάλλον είναι έντονα διαβρωτικό για κάθε υλικό και κατασκευή, και απ' τον κανόνα δεν εξαιρούνται ούτε τα ιστορικά αρχιτεκτονικά μνημεία, συνήθως χτισμένα από διάφορα είδη πέτρας.

Το πιο σπουδαίο χαρακτηριστικό του θαλασσινού νερού είναι η υψηλή περιεκτικότητα του σε άλατα, και κυμαίνεται - στην ανοιχτή θάλασσα - μεταξύ 33 – 38 gr αλάτων στο 1Kg θαλασσινού νερού. Η συνήθης μέση τιμή που χρησιμοποιείται είναι 35 gr / Kg θαλασσινού νερού.

Η θερμοκρασία του νερού στην επιφάνεια της θάλασσας ποικίλει ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος (από – 2 °C στους πόλους μέχρι 35 °C στον Ισημερινό).

Ακόμα σε μία συγκεκριμένη γεωγραφική θέση η θερμοκρασία υπόκειται σε εποχιακές μεταβολές και εξαρτάται από τους ανέμους και τα ρεύματα της θάλασσας.

Από την άποψη των συνθηκών, μπορούμε να διακρίνουμε 2 χαρακτηριστικά είδη θαλάσσιου περιβάλλοντος για ένα μνημείο :

- i. Θέσεις όπου τα σταγονίδια αλλά και το ίδιο το κύμα, σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορεί να φτάσει άμεσα στα διάφορα στοιχεία του κτιρίου και
- ii. Θέσεις όπου τα σταγονίδια της θάλασσας μπορούν να φτάσουν μόνο με τη βοήθεια του ανέμου, γεγονός που σχετίζεται με τη διεύθυνση και ένταση των επικρατούντων ανέμων και την τοπογραφία της περιοχής.

Τριχοειδής αναρρίχηση της υγρασίας από το έδαφος

Η τριχοειδής αναρρίχηση της υγρασίας εκθέτει τις πέτρες της τοιχοποιίας και τα απροστάτευτα μνημεία στην υγρασία του εδάφους και συχνά στον εμπότισμό από διαλυτά άλατα, που είναι βραδεία αλλά σωρευτική διαδικασία.

Το μέγιστο ύψος της τριχοειδούς αναρρίχησης σημειώνεται συνήθως από μια άσπρη στεφάνη εξάνθησης ή από ένα σκούρο υγρό ίχνος που παραμένει υγρό, καθώς η συγκέντρωση του αλατιού σε αυτό το επίπεδο τείνει να συγκρατήσει την υγρασία για μακρές χρονικές περιόδους, ιδιαίτερα σε λεπτόκοκκη πορώδη πέτρα, τσιμέντο ή γωνία.

Τα υπολογιστικά και πειραματικά αποτελέσματα δεν συγκρίνονται, δεδομένου ότι δεν μπορούν να συγκριθούν μεγέθη κόκκων και διαστάσεις χώρων. Ταχείες βαρομετρικές μεταβολές, πιέσεις ανέμων, ηλιακή ακτινοβολία και ξηροί άνεμοι ενισχύουν Το φαινόμενο της εξάτμισης, ενώ η επιφανειακή παρουσία οργανικών (λειχήνες κ.α) συγκρατεί την υγρασία.

Η τριχοειδής υγρασία ούτε εγκαταλείπει τα τριχοειδή με ελεύθερη ροή, ούτε και φτάνει γενικά στο εφικτό μέγιστο της αναρρίχησης, που σημειώνει η εξάνθηση.

Η κατανομή της κατακόρυφης υγρασίας συγκρίνεται με την κατανομή της υγρασίας στο έδαφος, από την υδάτινη επιφάνεια προς την εδαφική, κατά τη ζώνη αερισμού.

Η τριχοειδής αναρρίχηση είναι ένα αυθόρμητο φαινόμενο που οφείλεται στην έλξη του νερού προς ορισμένες επιφάνειες.

Αν τα θεμέλια ενός κτίσματος δεν είναι απομονωμένα από το υγρό έδαφος, το νερό ανέρχεται μέσα στην κατασκευή μέσω του συστήματος των τριχοειδών πόρων. Το μέγιστο ύψος που μπορεί να φτάσει καθορίζεται κυρίως από την ισορροπία ανάμεσα στο νερό που εξατμίζεται από τις επιφάνειες των τοίχων και αυτό που ανέρχεται. Όταν αποκατασταθεί η ισορροπία μεταξύ τροφοδοσίας - εξάτμισης, η άνοδος σταματά.

Καθώς, η τροφοδοσία εξαρτάται από το πάχος του τοίχου, το ύψος ανόδου είναι μεγαλύτερο για παχύτερους τοίχους όταν τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά παραμένουν ίδια. Η αρνητική επίδραση της βαρύτητας είναι αμελητέα σε σύγκριση με αυτήν της εξάτμισης. Η κυκλοφορία του αέρα κοντά στις επιφάνειες επιταχύνει την εξάτμιση και προκαλεί υποβιβασμό της στάθμης της υγρασίας.

Σοβαρό ρόλο σε τριχοειδή αναρρίχηση παίζουν επίσης, τα διαλυτά έλατα, καθώς αυτά συγκεντρώνονται σε επιφάνειες εξάτμισης των τοίχων.

Εκτός από την καταστροφή που προκαλούν με την κρυστάλλωση τους, δημιουργούν τις προϋποθέσεις για την εκδήλωση του φαινομένου της όσμωσης, που ενισχύει την αναρρίχηση.

Επειδή η συσσώρευση αλάτων δεν διακόπτεται ποτέ, γίνεται φανερό ότι δεν αποκαθιστάται και μία σταθερή ισορροπία, επομένως αν οι υπόλοιπες συνθήκες διατηρηθούν σταθερές, το ύψος της αναρρίχησης είναι συνάρτηση ανάλογη της ηλικίας του τοίχου.

Συμπύκνωση της ατμοσφαιρικής υγρασίας

Κατά τη συμπύκνωση της υγρασίας που συμβαίνει με απότομες θερμοκρασιακές μεταβολές, είναι δυνατόν να αποτεθούν αξιόλογες ποσότητες νερού στην επιφάνεια και το εσωτερικό των τοίχων, εφόσον η ατμόσφαιρα έχει σχετικά μεγάλη υγρασία.

Συμπύκνωση λοιπών, εκδηλώνεται. όταν η θερμοκρασία της επιφάνειας της πέτρας πέφτει κάτω από το σημείο δρόσου των ατμών στον αέρα κοντά στην επιφάνεια.

Όμως, συμπύκνωση μπορεί να συμβεί, εκτός από την επιφάνεια και στο εσωτερικό μίας τοιχοποιίας, αρκεί η θερμοκρασία να φτάσει το σημείο δρόσου στο βάθος εκείνο.

Η διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στον εσωτερικό και εξωτερικό χώρο προκαλεί μία (θερμοκρασιακή) βάθμωση κατά το πάχος του τοίχου. Συνήθως θερμότερος και πλούσιος σε υδρατμούς αέρας από το εσωτερικό διαχέεται μέσα στον τοίχο και όταν φτάσει σε θέσεις όπου η θερμοκρασία είναι κάτω από το σημείο δρόσου, εκδηλώνεται συμπύκνωση.

Για να εκτιμήσουμε την πιθανότητα να εμφανιστεί συμπύκνωση σε ένα βάθος x στο εσωτερικό, χρειάζεται να ελέγξουμε τη θερμοκρασία και τη συγκέντρωση των ατμών στο σημείο αυτό.

Μεταφορά του νερού στην αέρια φάση

α) Συμπύκνωση υδρατμών στην επιφάνεια και στο εσωτερικό της πέτρας.

β) Διάχυση υδρατμών στο εσωτερικό της πέτρας προς περιοχές με σχετικά χαμηλότερη μερική πίεση. Αυτή η διαφορά δυναμικού μπορεί να προκληθεί π.χ. λόγω εξάτμισης ή συμπύκνωσης.

γ) Υγροσκοπικότητα : πρόκειται για την ποσότητα της υγρασίας που απορροφά ένα μέσον όταν βρίσκεται σε περιβάλλον που περιέχει υδρατμούς, χωρίς η θερμοκρασία του να είναι κάτω από το σημείο δρόσου. Για να συμβεί το φαινόμενο αυτό χρειάζεται η σχετική υγρασία του αέρα να υπερβαίνει μια συγκεκριμένη τιμή που είναι συνάρτηση της φύσης του υλικού και της διαμέτρου των τριχοειδών.

Οι μικρότεροι πόροι ευνοούν την απορρόφηση και είναι δυνατόν να πληρωθούν με νερό και σε σχετικές υγρασίες μικρότερες του 100%. Η παρουσία διαλυτών αλάτων που είναι ιδιαίτερα υγροσκοπικά συντελεί ώστε να αυξάνεται σημαντικά η δυνατότητα απορρόφησης υγρασίας σε συνθήκες σχετικής υγρασίας αρκετά κάτω από τον κορεσμό.

δ) Εξάτμιση : Τα περισσότερα επιβλαβή για την πέτρα φαινόμενα εκδηλώνονται κατά τη φάση της ξήρανσης και όχι όταν αυτή απορροφά με τον ένα ή τον άλλο τρόπο υγρασία.

Η εξάτμιση νερού (ξήρανση) από ένα, πορώδες υλικό (όπως είναι λίγο-πολύ όλα τα είδη πέτρας ελέγχεται τόσο από εξωτερικούς παράγοντες που αφορούν στις συνθήκες του μικροκλίματος όσο και από εσωτερικούς που αφορούν τη μετακίνηση του νερού προς την επιφάνεια.

Τις συνθήκες του μικροκλίματος απαρτίζουν η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία και η ταχύτητα του αέρα κοντά στην επιφάνεια που γίνεται η εξάτμιση. Η ιδιαίτερη δομή της πέτρας ελέγχει τη μεταφορά νερού και τροφοδοσία της επιφάνειας της εξάτμισης.

Επί όσο διάστημα εξασφαλίζεται η τροφοδοσία και η εξωτερική επιφάνεια διατηρείται υγρή, η εξάτμιση γίνεται σ' αυτήν ακριβώς την εξωτερική επιφάνεια και με ρυθμό που εξαρτάται μόνο από τις συνθήκες του μικροκλίματος.

Όταν η ποσότητα του νερού που τροφοδοτεί την επιφάνεια εξάτμισης δεν επαρκεί για να την διατηρεί υγρή, τότε το μέτωπο του νερού οπισθοχωρεί στο εσωτερικό της πέτρας (ή του τοίχου) και ο ρυθμός της εξάτμισης αρχίζει να μειώνεται.

Αυτός ο ρυθμός είναι αντιστρόφως ανάλογος της απόστασης του υγρού μετώπου από την εξωτερική επιφάνεια. Η περιεκτικότητα σε υγρασία που αντιστοιχεί σ' αυτή τη συνέχεια και τη μετάβαση από την κατάσταση σταθερής ταχύτητας εξάτμισης προς τη κατάσταση μειωμένης ταχύτητας, ονομάζεται κρίσιμη (περιεκτικότητα).

Κάτω από αυτή την περιεκτικότητα η μεταφορά νερού προς την εξωτερική επιφάνεια δεν είναι πλέον δυνατή και το διάστημα αυτό καλύπτεται με το μηχανισμό διάχυσης υδρατμών.

Η κίνηση του νερού στους τοίχους

Το νερό δεν έρπει ποτέ κατά την εξωτερική επιφάνεια της πέτρας. Αντιθέτως κινείται μέσα στην πέτρα και μάλιστα, όπως αποδεικνύει η ψηλή περιεκτικότητα των εξωτερικών επιφανειών της πέτρας σε διαλυτά άλατα, η κίνηση της υγρασίας συμβαίνει μαζί με τη μεταφορά των υδατοδιαλυτών αλάτων προς την εξωτερική επιφάνεια.

Η προς την εξωτερική επιφάνεια μεταφορά των αλάτων αποτελεί παράγοντα αποσάθρωσης, καθώς μεταφέρεται μαζί και αυτό καθ' αυτό υλικό από το εσωτερικό της πορώδους πέτρας, με αποτέλεσμα αύξηση επιφανειακής πυκνότητας κατά 20% για μαλακά πετρώματα, 5-10% για ημίσκληρα και 1—5% για σκληρά. Τα πιο διαλυτά, θειικά και χλωριόντα, παραμένουν σε διάλυση και μετακινούνται ανάλογα με το κλίμα ή την υγρασία.

Τα λιγότερο διαλυτά κρυσταλλώνονται επί ή κοντά στην επιφάνεια, κυρίως στις επιφάνειες μεγαλύτερης εξάτμισης (γύψος, θειώδης ασβέστιο, δευτερογενής ασβεστίτης κ.α.).

Η χρήση πυκνότερων πετρωμάτων στα σημεία εισόδου του νερού από το έδαφος ή τη βροχή, μπορεί να επιβραδύνει τη φθορά.

Η αποσάθρωτική δράση του καθαρού νερού

Είναι γνωστό το φαινόμενο της αποσάθρωσης της πέτρας που οφείλεται σε κύκλους ύγρυνσης - ξήρανσης σε κανονικές, είτε υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες, πέρα από τον παγετό.

Το φαινόμενο αυτό αποδίδεται συνήθως στην ύπαρξη του λεγόμενου διατεταγμένου νερού.

Πρόκειται για ισχυρά επιφανειακό ροφημένο χρώμα νερού, που συγκρατείται από ηλεκτροστατικές πολικές έλξεις. Τα μόρια του νερού είναι ακινητοποιημένα και οι μηχανικές τους ιδιότητες προσομοιάζουν προς αυτές του στερεού.

Το στρώμα αυτό παίζει καθοριστικό ρόλο και σε συνθήκες όσμωσης ή οσμωτικής πίεσης.

Η μεταφορά των διαλυτών αλάτων στην πέτρα

Τα διαλυτά άλατα, πέρα από αυτά που βρίσκονται εγκλωβισμένα στους πόρους των πρωτογενών ορυκτών, μεταναστεύουν συνήθως στην πέτρα, μετά την κατεργασία - κατασκευή από το ρυπασμένο αέρα, το έδαφος, ή τη βροχή, πάντα σε συνδυασμό με την κίνηση της υγρασίας στον τοίχο.

Η δράση των αλάτων στην πέτρα είναι ποικίλη, ανάλογα με τον τρόπο κίνησης της, τη θερμοκρασία και τη συγκέντρωσή τους:

α) Ιοντική διάχυση των αλάτων συμβαίνει σαν διάχυση σε πλήρως υδροπερατά (κορεσμένα) πετρώματα, από υψηλότερες ιοντικές συγκεντρώσεις προς χαμηλότερες, αντίθετα δηλαδή προς ότι συμβαίνει στην όσμωση, όπου η ημιπερατή μεμβράνη διαπερνάτε από το νερό. Η ταχύτητα διάχυσης είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας, της μοριακής συγκέντρωσης και της βαθμίδας της συγκέντρωσης.

β) Τριχοειδή μεταφορά ή διάχυση των αλάτων συμβαίνει όταν για παράδειγμα στους πορώδεις ψαμμίτες, η υγρασία μεταφέρεται τριχοειδώς παρά με ιοντική διάχυση. Ευνοϊκές συνθήκες δημιουργούνται και στη ζελατινώδη μάζα της πυριτίας σε πυριτικά πετρώματα.³

Τοίχοι

Οι έννοιες «τοίχος», «τοιχοίο», «τοιχοποιία» είναι συνώνυμες και χρησιμοποιούνται καθημερινά στην οικοδομή.

Η παλαιότερη μορφή τοίχου ήταν ένα πλέγμα από κλαδιά και λεπτούς κορμούς δέντρων που έκλεινε αμφίπλευρα με πεταχτή λάσπη. Δεν ήταν απεφερόμενο κατασκεύασμα αλλά συνδυασμός με ξύλινους ορθοστάτες σε συμμετρικά διαστήματα ή αποτελούσε το γέμισμα κατασκευών από κορμούς σε σχήμα Χ. Οι πέτρινοι τοίχοι είναι γνωστοί από τους Έλληνες και Ρωμαίους.

Στην Κεντρική Ευρώπη μέχρι τον 8ο αιώνα σχεδόν κυριαρχούσε ή πλινθοδομή με ξύλινες ενισχύσεις Χ ή άλλης μορφής και η επικράτηση των τούβλων μπατικών, ύπερμπατικών και πέτρινων κατασκευών οφείλεται στην παρουσία καλύτερης ποιότητας κονιαμάτων.

Υπάρχουν βασικές διαφορές τοίχων ανάλογα με τα υλικά, τον τρόπο της κατασκευής τους και την στατική τους λειτουργία (φέροντες και φερόμενοι). Στην συνέχεια θα δούμε τους τοίχους αρχικά σαν φέροντα οικοδομικά στοιχεία και την κατασκευή τους από φυσικές ή τεχνητές πέτρες. Κατόπιν θα δούμε τους τοίχους γενικά σαν τμήματα της οικοδομής, με τις διαφορετικές καταπονήσεις τους και την κατασκευαστική τους σύνθεση.

Κτιστοί τοίχοι

Οι πρώτοι κτιστοί τοίχοι ήταν πέτρινοι από λιθάρια ή σχιστόπλακες της εκάστοτε περιοχής, που τοποθετούνταν τακτοποιημένες σε σειρές. Μεγάλοι τοίχοι από λαξευτές πέτρες, πολλές φορές μήκους τριών και τεσσάρων μέτρων, χωρίς κονίαμα, τούς συναντούμε 3000 χρόνια π.Χ. σε αιγυπτιακές κατασκευές. Οι ονομαζόμενες ξερολιθιές υπάρχουν στο Ευρωπαϊκό χώρο σε μεγάλη κλίμακα. Οι αρμοί τους δεν έχουν κονίαμα, το πολύ να έχουν γεμιστεί με χώμα και κατασκευάζονται από διαλεγμένες εύχρηστες πέτρες ή σχιστόλιθους. Ακόμη και σήμερα έχουμε τέτοιες Κατασκευές στην ύπαιθρο.

Μία σπάνια εξέλιξη δίπλα στην λιθοδομή με αρμούς, παρουσιάζουν τα αιγυπτιακά και αρχαία ελληνικά μνημεία που είναι κατασκευασμένα με απόλυτα ακριβείς αρμούς χωρίς κονίαμα. Η παράδοση της λιθοδομής με αρμολόγηση των ομογενών και ανθεκτικών τοιχίων, άρχισε δηλαδή στην Αίγυπτο.

Από τότε οι φυσικές πέτρες αρμολογημένες ή όχι επικράτησαν στην Ιστορία της αρχιτεκτονικής των δημοσίων κτηρίων μέχρι τις αρχές του 20ού αιώνα. Κτήρια κατοικιών βέβαια από λιθοδομή ήταν πάντα σπάνια, γιατί σε σύγκριση με ξυλοσκελετώματα ή κατασκευές με πλιθιά ήταν πολύ ακριβά. Στους πρώτους οικισμούς των Βαβυλωνίων και Αιγυπτίων, η λάσπη (=πηλός) ήταν το πρωταρχικό οικοδομικό υλικό. Τα κτίσματα από στεγνωμένα λασπότουβλα (πλιθιά) κυριαρχούσαν στην Μ.Ασία, στην Τροία και στην αρχαία Ελλάδα. Τα Πρώτα οικοδομήματα από φουρνιστά ή ψημένα τούβλα (οπτόπλινθοι) εμφανίζονται στη Μεσοποταμία και η εξέλιξη τους στην εποχή των Ρωμαίων με την βοήθεια του πουζολανικού κονιάματος που χρησιμοποιούσαν, έφθασε στα ομοιογενή και ανθεκτικά κατασκευάσματα όπως π.χ. Κολοσσαίο κλπ.

Οι Ρωμαίοι δεν χρησιμοποιούσαν μόνο τούβλα στην τοιχοποιία αλλά έκαναν και συνδυασμούς με σχιστόπλακες ή πελεκητές πέτρες. Η εξέλιξη των μοντέρνων αρμολογημένων τούβλινων τοίχων έχει τις ρίζες της στην εποχή της Αναγεννήσεως. Επειδή το κτίσιμο με ακανόνιστες πέτρες κόστιζε και κοστίζει πολύ περισσότερο, η εξέλιξη των τοίχων από κανονικά τούβλα ήταν ραγδαία. Μόνον όταν επί τόπου του έργου υπήρχαν κατάλληλες πέτρες για κτίσιμο, οι Αρχιτέκτονες τις προτιμούσαν αρμολογημένες αλλά και αυτό διατηρήθηκε μέχρι τον 19ο αιώνα όπου με την χρησιμοποίηση πετράνθρακα και κώκ, το ψησιμο των τούβλων άρχισε να γνωρίζει την υπερπαραγωγή. Το ψημένο τούβλο λοιπόν, έμεινε μέχρι τα μέσα σχεδόν του αιώνα μας το υπ' αριθμόν ένα οικοδομικό υλικό.

Το σκληρό επάγγελμα του κτίστη που εργάζεται με βροχή και κακό καιρό στο ύπαιθρο δεν ήταν καθόλου ελκυστικό για ανάλογο αριθμό νέων μαθητευομένων, ενώ η οικοδομική δραστηριότητα μετά τον 2ο Παγκόσμιο πόλεμο έφθασε στο ζενίθ αρχικά με την χρησιμοποίηση των παλιών υλικών που βρέθηκαν στα ερείπια των βομβαρδισμένων

πόλεων. Παρά την χρησιμοποίηση διάτρητων τούβλων, πού δίνουν μεγαλύτερη διάσταση και μικρότερο βάρος, παρά την κατασκευή λεπτότερων τοίχων με την χρησιμοποίηση θερμομονωτικών υλικών, παρά την προσπάθεια της βιομηχανίας για παραγωγή όλο και καλύτερων διαστάσεων τούβλων, τα εργατικά χέρια τείνουν να εκλείψουν στον γερμανικό χώρο, γεγονός πού προβληματίζει τούς κατασκευαστές αφού δεν υπάρχει άλλο υλικό που ειδικά για το κλίμα των χώρων ενδείκνυται περισσότερο από το ψημένο τούβλο.

Κονίαμα

Κονίαμα ονομάζουμε το εύπλαστο υλικό της λάσπης πού είναι κατάλληλο για να γεμίζει τους οριζόντιους και κάθετους αρμούς κανονικών ή ακανόνιστων υλικών της τοιχοποιίας και μετά το πήξιμο του δημιουργείται ο ανθεκτικός τοίχος. Τα κονιάματα χρησιμοποιούνται και για την εξίσωση ανώμαλων επιφανειών τοίχων και ορόφων αλλά και για την προστασία της οικοδομής από τις καιρικές συνθήκες.

Υλικά κονιάματος

Οι Ρωμαίοι πλούτισαν τις εμπειρίες των Αιγυπτίων και Ελλήνων σε ότι αφορά τα μίγματα και τις αναλογίες των κονιαμάτων. Για τις τοξωτές και λοιπές κατασκευές τους χρησιμοποίησαν επί πλέον ένα αδιάβροχο κονίαμα με απόλυτα αυστηρές αναλογίες. Με τον ψημένο ασβέστη αναμίχθηκαν ηφαιστειογενές χώμα, πουζολανική γη και κεραμικό αλεύρι. Μερικές φορές αρκούσε μίγμα πηλού και ασβέστη για να γίνει το κονίαμα αδιάβροχο. Μεγάλη σημασία είχε επίσης η ποιότητα και ποσότητα της άμμου πού επιλεγόταν εμπειρικά. Με την ανάμιξη κονιάματος και χαλικιών ή κεραμικών θρυμμάτων, κατασκεύασαν σκυρόδεμα (μπετόν) πού αποδεικνύει την αντοχή του μέχρι σήμερα σε πολλά ρωμαϊκά ερείπια.

Τα είδη των κονιαμάτων, ανάλογα με την σύνθεση και τον τρόπο πήξεως, χωρίζουμε σε:

— «Φυσικά κονιάματα» Πού πήζουν ή ξηραίνονται χωρίς χημική επέμβαση όπως το κονίαμα πηλού, το κονίαμα από αλεύρι πυρότουβλου, το ασφαλικό κονίαμα και οι νέες κολλητικές πάστες με βάση το πλαστικό.

— «Χημικά κονιάματα» πού το πήξιμο τους είναι αποτέλεσμα χημικής ενώσεως όπως το ασβεστοκονίαμα, το σιμεντοκονίαμα και το γυψοκονίαμα. Τα είδη των κονιαμάτων αυτών και οι γνωστές αναμίξεις τους π.χ. ασβεστοσιμεντοκονίαμα, υπερτερούν όπως είναι γνωστό στον οικοδομικό τομέα.

Συνδετικά υλικά

Ασβέστης, τσιμέντο και γύψος είναι συνδετικό υλικά. Επειδή τα υλικά αυτά μόνα τους όταν ξεραθούν παθαίνουν ρωγμές, πρέπει να αναμιγνύονται σε ορισμένη αναλογία με άμμο. Με την ανάμιξη αυτή οι κόκκοι της άμμου πού περιτυλίγονται από το συνδετικό υλικό δημιουργούν τον σκελετό για το κονίαμα και την αντοχή του.

Αδρανή υλικά

Για τα κονιάματα κτίστου και επιχρισμάτων πρέπει να χρησιμοποιείται μόνον άμμος θαλάσσης ή από ισχυρά, καθαρά και ανθεκτικά στην παγωνιά πετρώματα.

Άμμος κονιάματος:

Υπάρχουν δύο είδη άμμου αναμίξεως κονιαμάτων:
Η φυσική άμμος (υπόγεια, ποταμίσια, θαλάσσια κλπ.) και η τεχνητή άμμος, δηλαδή εκείνη πού παράγεται από θρυμματισμένα πετρώματα λατομείων.
Το μέγεθος των κόκκων από 0,2 έως 1 mm χαρακτηρίζεται ψιλή και από 1 έως 3 mm χοντρή άμμος.

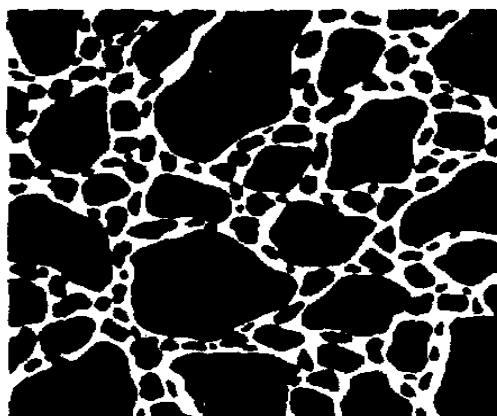
Άμμος προσμίξεως:

Η πρόσμιξη γίνεται με άμμο πετρωμάτων που παρουσιάζει ανάμικτους κόκκους και δεν περιέχει επιζήμια στοιχεία όπως λάσπη, πηλό ή οργανικά και φυτικά υπολείμματα ή χώματα. Σαν επιζήμια υλικά χαρακτηρίζονται τα στοιχεία με κοκκοδιάμετρο κάτω από 0,063 mm. Η σύνθεση των κόκκων και η μορφή τους επηρεάζουν σημαντικά τις ιδιότητες του κονιάματος.

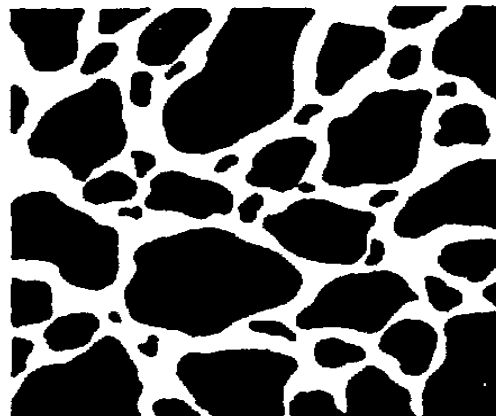
Η άμμος με ανακατεμένα κοκκομεγέθη είναι η καταλληλότερη. Η μάζα των συνδετικών υλικών γεμίζει τα διάκενα μεταξύ των κόκκων και δεν χρειάζεται μεγάλη ποσότητα τσιμέντου κλπ. Όταν όμως λείπει η ψιλή άμμος, τότε χρειάζεται μεγαλύτερη ποσότητα συνδετικών υλικών.

Επίσης ακατάλληλη ή δυσμενής είναι η άμμος με κόκκους επιμήκους μορφής γιατί απαιτεί πολύ τσιμέντο. Η καλύτερη άμμος είναι εκείνη που έχει κόκκους κυβοειδούς μορφής.

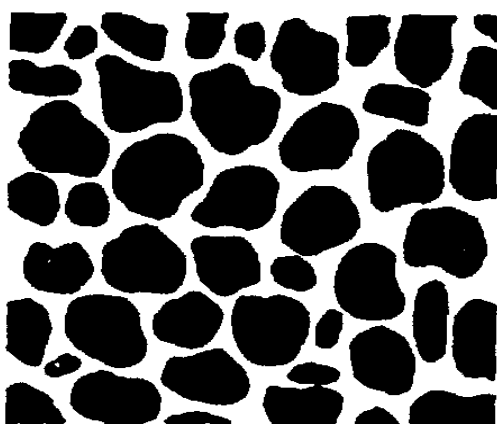
Στις παρακάτω εικόνες απεικονίζονται διάφορες συνθέσεις κόκκων και μορφών της άμμου.



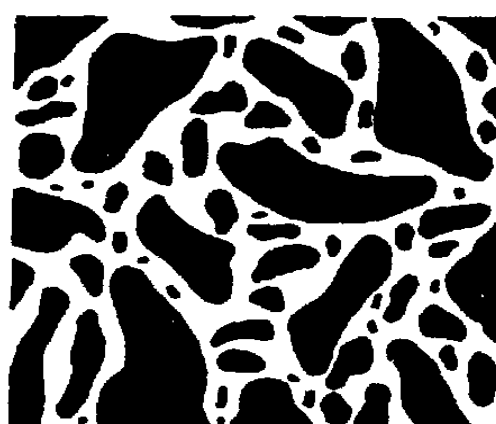
ἀνάμικτα μεγέθη κόκκων



λείπουν οἱ λεπτοὶ κόκκοι



κόκκοι ἑνὸς μεγέθους
(μεγάλα διαστήματα κενῶν)



ἄμμος με δυσμενῆ
μορφή κόκκων

Νερό

Το νερό αναμίξεως είναι η αφετηρία της ενώσεως του μίγματος ενός κονιάματος και το υλικό που δημιουργεί την απαιτούμενη πλαστικότητα. Όταν υπάρχει νερό παροχής δεν έχουμε προβλήματα. Στις περιπτώσεις που χρησιμοποιείται το νερό ποταμού, λίμνης, πηγής, θαλάσσης κλπ. πρέπει προηγουμένως να γίνει εξέταση του περιεχομένου του, ιδιαίτερα όταν υπάρχουν τυχόν βιομηχανικές αποχετεύσεις. Δεν σημαίνει όμως τότε ότι τα λερωμένα νερά είναι οπωσδήποτε και επιζήμια για το κονίαμα και γενικά μικρό ποσοστό θειούχου ή θειικού περιεχομένου στο νερό, δεν ενεργεί ανασταλτικά για την πήξη.

Πρόσθετα υλικά

Τα πρόσθετα υλικά επηρεάζουν σημαντικά τις ιδιότητες του κονιάματος και σε αντίθεση με τα υλικά προσμίξεως χρησιμοποιούνται σε μεγαλύτερες ποσότητες. Τα υλικά αυτά δεν

πρέπει να επηρεάσουν την πήξη και την αντοχή τού κονιάματος και του σιδηρού σπλισμού του.

Υπάρχουν επίσης χημικά υλικά που αλλοιώνουν τις ιδιότητες του κονιάματος και χρησιμοποιούνται σε μικρές ποσότητες. Τα υλικά αυτά έχουν σαν αποστολή τους τη δημιουργία πόρων, την πλαστικότητα, την στεγανότητα, την ταχεία πήξη και ακόμη την συγκόλληση του κονιάματος πάνω σε πέτρα ή σίδηρο. Επειδή πολλές φορές έχουμε και αρνητικά αποτελέσματα χημικών παρασκευασμάτων, ενδείκνυται η κατασκευή δοκιμών πριν από τη διάστρωση.

Είδη κονιαμάτων

Ανάλογα με τα συνδετικά υλικά που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή του κονιάματος, διαχωρίζουμε σε:

- ασβεστοκονίαμα
- τσιμεντοκονίαμα
- ασβεστοτσιμεντοκονίαμα
- πηλοκονίαμα
- πυροκονίαμα (από πυρόχωμα)
- γυψοκονίαμα

Για την κατασκευή των τοίχων χρησιμοποιούμε κυρίως άσβεστο - ασβεστοτσιμέντο - ή τσιμεντοκονίαμα.

Η αντίληψη να κρίνουμε την ποιότητα ενός κονιάματος μόνο σύμφωνα με την αντοχή του σε πίεση, θα ήταν λανθασμένη γιατί όσο ανθεκτικότερο είναι το κονίαμα τόσο μειωμένη είναι και η πλαστικότητά του. Ένας τοίχος που κατασκευάζεται με λιγότερο ανθεκτικό αλλά πλαστικό - ελαστικό κονίαμα είναι σαν σύνολο μεγαλύτερης αντοχής, γιατί το κονίαμα ενεργεί στην περίπτωση αυτή σαν λαστιχένιο μαξιλάρι στις διάφορες κινήσεις, τους κραδασμούς και τις καθιζήσεις του κτηρίου. Εκτός αυτού, τα κονιάματα μεγάλης αντοχής είναι δύσκολα στην παρασκευή τους, διότι δεν γεμίζουν πλήρως τους αρμούς και η συγκολλητικότητα τους είναι μικρή.

Για να πετύχουμε καλά αποτελέσματα, πρέπει να αποφεύγουμε το γρήγορο στέγνωμα του κονιάματος και πρέπει να αναφέρουμε το πόσο σημαντικό είναι το κατάβρεγμα. Τα τούβλα, οι πέτρες ή άλλα υλικά του κτίστου, πρέπει ανάλογα με την απορροφητικότητα τους και την θερμοκρασία της ημέρας, να καταβρέχονται προηγουμένως ώστε να προκύψει απόλυτη πρόσφυση με το κονίαμα.

Τα κονιάματα επιχρισμάτων έχουν τις ίδιες απαιτήσεις. Μία σωστή εξωτερική προστασία αποκτά η οικοδομή, όταν το επίχρισμα δεν παρουσιάζει τριχοειδείς ρωγμές και έχει σωστή πρόσφυση με τα τούβλα ή το μπετόν. Επειδή οι τοίχοι λόγω των αρμών είναι αρκετά ελαστικοί, πρέπει και το επίχρισμα να έχει την απαιτούμενη ελαστικότητα ώστε να παρακολουθεί τις ενδεχόμενες μικροκινήσεις του τοίχου χωρίς να αποκολλάται ή να αποκτά ρωγμές.

Για επιχρίσματα ενδείκνυνται κυρίως ασβεστοκονιάματα ή άσβεστοσιμεντοκονιάματα. Αυτά τα είδη των κονιαμάτων επιτρέπουν και τη διέλευση (αναπνοή) της υγρασίας και του αέρα διά μέσου του τοίχου. Γεγονός μεγάλης σημασίας για χώρους διαμονής ανθρώπων και ζώων.

Μόνον εκεί όπου απαιτείται στεγανό επίχρισμα π.χ. σε υπόγειους χώρους κλπ., χρησιμοποιούμε καθαρή σιμεντοκονία που δημιουργεί μία πυκνή κρούστα που εμποδίζει την αναπνοή του τοίχου. Όταν το κτίσιμο γίνεται με τούβλα ή πέτρες που έχουν καταβραχεί από την τυχόν συνεχιζόμενη βροχή, τότε το κονίαμα πρέπει να είναι στεγανό και πυκνό και όταν υπάρχει παγωνιά πρέπει να διακόπτεται κάθε σχετική εργασία.

- Ασβεστοκονίαμα:

Παρασκευάζεται από ασβέστη, λεπτή άμμο και νερό με την ανάμιξή τους σε μηχανήμα ή στο χέρι. Το ασβεστοκονίαμα χρησιμοποιείται για το κτίσιμο ή για επίχρισμα τοίχων που έχουν κανονικές φορτίσεις. Με κανονικές συνθήκες υγρασίας χρησιμοποιείται συνήθως ο υγρός ασβέστης και μόνον όταν υπάρχουν ειδικές απαιτήσεις χρησιμοποιείται μίγμα ασβεστοσιμέντου. Το κονίαμα που περιέχει κοινό ασβέστη παρουσιάζει τα εξής χαρακτηριστικά : μετά το κτίσιμο, είναι φυσικό ότι απορροφάται ένα μέρος της υγρασίας του από τα τούβλα και αρχίζει να «τραβάει». Ακολουθεί το πήξιμο και η σκλήρυνση του κονιάματος με τη βοήθεια του ανθρακικού οξέος που δημιουργείται από το διοξείδιο άνθρακα του αέρα, του νερού και την υγρασία της ατμόσφαιρας.

Στα κονιάματα που παρασκευάζονται με υδραυλικό ασβέστη δημιουργείται τις πρώτες μέρες ανθρακικό ασβέστιο και ο υπόλοιπος ασβέστης ενώνεται με το περιεχόμενο διοξείδιο του πυριτίου και το νερό, κάτω από συνθήκες αναπτυσσόμενης θερμότητας και δημιουργεί το υδραυλικό ασβεστοκονίαμα (calziumhydrosilikat) με την γνωστή σκληρότητα και αντοχή του. Το κονίαμα αυτού του είδους πρέπει να προστατεύεται από το απότομο στέγνωμα και να διατηρείται μερικές μέρες μετά το πήξιμο του υγρού.

- Ασβεστοκονίαμα τριχωτό:

Είναι το κονίαμα στο οποίο κατά την παρασκευή του αναμιγνύονται τρίχες αγελάδας, κουνελιού, γουρουνιού, ίνες φοινικόδεντρου, ινδικής καρυδιάς κλπ. και του προσδίδουν

ιδιαίτερη συνοχή. Για 1 m³ απαιτούνται 370 kg ασβεστοπολτός, 890 kg άμμος, 100 kg νερό και 5 kg τρίχες ή ίνες. Το κονίαμα αυτού του είδους χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις όπου για διάφορους λόγους αναμένονται τριχοειδείς ρωγμές του επιχρίσματος από όπου θα περνούσε η υγρασία π.χ. στις συναρμογές καμινάδας με την κεραμοσκεπή, η εξωτερικών τοίχων με τα κουφώματα υαλοστασίων.

- Σιμεντοκονίαμα:

Το κονίαμα αυτό χρησιμοποιείται σε τοίχους με ιδιαίτερες στατικές απαιτήσεις και εκεί όπου αναμένονται επιδράσεις της εξωτερικής υγρασίας. Σαν επίχρισμα η σιμεντοκονία χρησιμοποιείται μόνο για την στεγάνωση τοίχων υπογείων χώρων κλπ.

Κατά την παρασκευή του σιμεντοκονιάματος αναμιγνύονται σε περιστρεφόμενο μηχάνημα τσιμέντο, άμμος και νερό. Όταν περιέχεται πολύ τσιμέντο η πήξη είναι σύντομη, δημιουργούνται όμως σκασίματα. Όταν το περιεχόμενο σε τσιμέντο είναι κανονικό, η πήξη είναι αργή, το κονίαμα αντέχει στον καιρό και με σωστή μεταχείριση δεν εμφανίζει σκασίματα. Το πήξιμο και η σκλήρυνση του τσιμέντου είναι ένα χημικό - φυσικό φαινόμενο που μέχρι σήμερα δεν βρήκε πλήρη ερμηνεία. Με την εξάτμιση της υγρασίας και την χημική μετάσταση που επέρχεται, πήζει το κονίαμα ή «τραβάει» κατά το λεξιλόγιο της οικοδομής.

Όταν χρησιμοποιούνται κανονικά συνδετικά υλικά η διαδικασία αυτή έχει διάρκεια μιας ώρας. Με τα υλικά ταχείας πήξεως η έναρξη γίνεται μετά από 15 λεπτά και τελειώνει ήδη σε δύο ώρες. Λεπτόκοκκα μίγματα, ζεστό τσιμέντο, άμμος και νερό, αλάτι, συπτηρία, αλκάλι και μερικά από τα αντιψυκτικά υγρά, επιταχύνουν την πήξη. Αντίθετα η ανάμιξη τράσσης (πέτρωμα ηφαιστειογενές) και το κρύο, την επιβραδύνουν. Μετά από την πήξη ακολουθεί η σκλήρυνση της σιμεντοκονίας. Τα πυριτικά άλατα του ασβεστίου που περιέχει το τσιμέντο τεμαχίζονται με το νερό, δημιουργούν ένα πολτό και κρυσταλλοποιούνται. Ο πολτός αυτός (αριάνι) περιτυλίγει τούς κόκκους της άμμου και η χημική μετάσταση που ακολουθεί με την εξάτμιση της υγρασίας δημιουργούν το συμπαγές και ανθεκτικό σιμεντοκονίαμα.

- Ασβεστοσιμεντοκονίαμα:

Είναι μίγμα από ασβέστη, τσιμέντο, άμμο και νερό. Το κυριότερο συνδετικό υλικό είναι ο ασβέστης. Με την αντοχή του σε πίεση και στις διάφορες καιρικές συνθήκες το ασβεστοσιμεντοκονίαμα υπερτερεί του ασβεστοκονιάματος, δεν φθάνει όμως ποτέ την αντοχή του σιμεντοκονιάματος. Το άσβεστοσιμεντοκονίαμα χρησιμοποιείται στο κτίσιμο και το επίχρισμα τοίχων.

Γενικά

Τα κονιάματα είναι μίγματα από συνδετικά υλικά, αδρανή και νερό, πολλές φορές με πρόσθετα υλικά. Τα κονιάματα που χρησιμοποιούνται για το κτίσιμο των τοίχων υποδιαιρούνται στις Κατηγορίες I, II, IIa και III.

Σύνθεση κονιαμάτων, αναλογίες αναμίξεως σε μέρη όγκου

	1	2	3	4	5	6	7
	Κατηγορία κονιάματος	Κοινός ασβέστης ασβεστοπολτός		σβησμένος ασβέστης	Υδραυλικός ασβέστης	Υδραυλ. ασβέ- στης, ύψηλης άντοχής συν- θετικά υλικά	Σιμέντο
1	I	1	1				4
2				1			3
3					1		3
4						1	4,5
5	II	1,5	2			1	8
6						1	8
7					1		3
8	IIa		1			1	6
9					2	1	8
10	III ^{α)}					1	4

α) Οι συντελεστές της άμμου αναφέρονται σε ύγρη κατάσταση
 β) Η περιεκτικότητα σε σιμέντο δεν πρέπει να μειώνεται όταν χρησιμοποιούνται πρόσθετα για καλύτευση της πλαστικότητας σύμφωνα με § 4.4.

Απαιτήσεις για αντοχή σε πίεση

	1	2*	3*
	Κατηγορία κονιάματος	Επί μέρους συντελεστής	Μέσος συντελεστής
1	I	-	-
2	II	≥20 (2)	≥25 (2.5)
3	IIa	≥40 (4)	≥50 (5)
4	III	≥80 (8)	≥100 (10)

*Στήλες:2,3 {Αντοχή κονιάματος σε πίεση kp/cm^2 (MN/m^2) μετά από 28 μέρες }

Ποσότητες υλικών

Οι ακριβείς ποσότητες για την κατασκευή κονιάματος πρέπει να υπολογιστούν ανεξάρτητα, επειδή όχι μόνον η αποφασισθείσα αναλογία αλλά και η κατά τόπους διαφορετική μορφή των κόκκων και η σύνθεση των αδρανών παίζουν σημαντικό ρόλο. Στην πράξη οι ανθολογίες του μίγματος αναφέρονται σε μέρη όγκου. Κατά τον υπολογισμό των απαιτούμενων ποσοτήτων των υλικών πρέπει να ληφθούν υπόψη και οι απώλειες και φθορές που για κάθε είδος υλικού είναι διαφορετικές. Η υγρή άμμος περιέχει περίπου 60% του όγκου της συμπαγείς κόκκους, το υπόλοιπο 40% καταλαμβάνεται από τους ενδιάμεσους πόρους. Με την προσθήκη του νερού μειώνεται ο συμπαγής όγκος της κατά 5% και οι πόροι με την συμπύκνωση που επέρχεται αντιστοιχούν στο 35%. Πρέπει λοιπόν αυτά τα διάκενα των πόρων να γεμίσουν με 35% αριάνι, μίγμα δηλαδή από συνδετικά υλικά και νερό, ώστε να παρασκευαστούν 0,95% κονιάματος που βέβαια δεν είναι ούτε πυκνό ούτε πολύ ανθεκτικό. Η δοσολογία σε μέρη βάρους είναι πολύ ακριβέστερη αλλά η παρασκευή του κονιάματος επί τόπου του έργου δυσχερέστερη. Στην περίπτωση αυτή το ολικό βάρος του κονιάματος είναι ίσα με το άθροισμα του βάρους των συνδετικών υλικών, αδρανών πρόσθετων και νερού.

Παρασκευή στην οικοδομή

Κατά την παρασκευή των κονιαμάτων στην οικοδομή (στο γιαπί) πρέπει να λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα για την ξηρή και προστατευμένη από τον καιρό αποθήκευση των συνδετικών υλικών και των πρόσθετων, αλλά και για την καθαρότητα των αδρανών. Για την μέτρηση των συνδετικών υλικών, αδρανών και προσθηκών, χρησιμοποιούνται για τις κατηγορίες κονιαμάτων II, IIa και III καρότσια ή κάδοι. Τα υλικά αναμιγνύονται σε περιστρεφόμενα μηχανήματα μέχρις ότου προκύψει το συμμετρικό μίγμα. Οι οδηγίες αναμίξεως υπάρχουν επικολλημένες στο μηχάνημα.

Παρασκευή στο εργοστάσιο

Για τα κονιάματα που παρασκευάζονται στα εργοστάσια διενεργούνται συστηματικά ειδικοί έλεγχοι. Όταν προμηθευόμεθα κονίαμα παρασκευασμένο στο εργοστάσιο, πρέπει να προσέχουμε τα ακόλουθα:

α) Να υπάρχει πάντα το ειδικό σημείωμα παραδόσεως όπου αναγράφεται η κατηγορία κονιάματος, οι αναλογίες αναμίξεως, το είδος του χρησιμοποιηθέντος συνδετικού υλικού και η ποιότητα και ποσότητα των πρόσθετων υλικών.

β) Να υπάρχει η οδηγία χρησιμοποίησεως του παραλαμβανόμενου κονιάματος π.χ. οδηγίες για την ποσότητα τσιμέντου που πρέπει να προστεθεί ενδεχομένως στην οικοδομή.

Κατά την χρησιμοποίηση του εργοστασιακά παρασκευασμένου κονιάματος, δεν επιτρέπεται να προστεθούν εκτός από το τυχόν απαιτούμενο νερό και τσιμέντο αλλά πρόσθετα υλικά.

Κατεργασία και χρησιμοποίηση

Το κονίαμα πρέπει να επεξεργαστεί πριν αρχίσει να πήζει. Κατά την κατεργασία και χρησιμοποίηση του κονιάματος πρέπει να εξασφαλίσουμε ότι χωρίς δυσχέρειες θα γεμιστούν απόλυτα οι αρμοί των τοίχων. Αυτό ισχύει ειδικότερα για κονιάματα της κατηγορίας III και για τον λόγο αυτό επιτρέπεται κατά την χρησιμοποίηση κονιαμάτων της κατηγορίας αυτής να προστεθούν υλικά για την καλύτερευση της πλαστικότητας ή διατηρήσεως της υγρασίας του.

Στις περιπτώσεις ακατάλληλων καιρικών συνθηκών (υγρασία, βροχή, παγωνιά) πρέπει να χρησιμοποιούνται κονιάματα τουλάχιστο της κατηγορίας II. Κατά την χρησιμοποίηση των κατηγοριών κονιαμάτων πρέπει να προσέχουμε τις ακόλουθες δεσμεύσεις:

Κατηγορία κονιάματος I :

α) δεν επιτρέπεται σε κατασκευές θόλων, αψίδων, οπλισμένων τοίχων και τοίχων υπογείων χώρων.

β) επιτρέπεται σε διώροφες το πολύ οικοδομές, και για πάχη τοίχων $d \geq 24$ cm, όπου όμως χρησιμοποιούνται διπλότοιχοι με κενό αέρος ή όχι, σαν πάχος τοίχου ισχύει το πάχος του εσωτερικού τοιχίου.

Κατηγορίες κονιάματος II και IIα :

Οι κατηγορίες αυτές δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται μαζί στην ίδια οικοδομή και δεν επιτρέπονται σε κατασκευές θόλων, αψίδων και οπλισμένων τοιχίων.

Κατηγορία κονιάματος III :

Καμιά επιφύλαξη.

Άλλα είδη κονιαμάτων

- Πηλοκονίαμα

Αποτελείται από κατάλληλο πηλό (άργιλος) και νερό και σκληραίνει με την εξάτμιση. Η ανάμιξη με τρίχες από μοσχάρια ή γουρούνια, με άχυρα, χόρτα και ακαθαρσίες αγελάδων μειώνει τον κίνδυνο σκασίματος.

Το πηλοκονίαμα χρησιμοποιείται:

α) για την αρμολόγηση κατασκευών από πλιθιά, τούβλα ή συνδυασμό ξυλοσκελετωμάτων και τουβλότοιχου

β) για το αμφίπλευρο γέμισμα κατασκευών από πλέγματα κλαδιών, καλαμωτές κλπ.

γ) για επίχριση τζακιών, λεβήτων, θερμοστρών κλπ.

Το πηλοκονίαμα δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιείται:

α) σε οικοδομικά στοιχεία που βρίσκονται λιγότερο από 50 cm πάνω από το έδαφος

β) σε τοίχους που φέρουν φορτία άνω των δύο πλήρων ορόφων

γ) σε τοίχους με πάχος $\leq 11,5$ cm όταν δεν γίνεται προσθήκη τσιμέντου, σε επιχρίσματα εξωτερικών τοίχων στην βορεινή όψη και στις υπόλοιπες όψεις με εξαίρεση ισόγειων κτισμάτων όπου όμως είναι απαραίτητη μια βαφή κατά της υγρασίας, σε τοίχους και οροφές χώρων με μεγάλη υγρασία και δημιουργία υδρατμών όπως π.χ. πλυντήρια, τροφεία ζώων, και σε τοίχους που είναι φτιαγμένοι από ασβεστόλιθους.

- Πυροκονίαμα

Είναι ένα πηλοκονίαμα που παρασκευάζεται από συνδετικό πηλό με πολύ υψηλό βαθμό μαλακότητας και πολύ λεπτό πυρόχωμα. Αντέχει σε υψηλές θερμοκρασίες και για τον λόγο αυτό χρησιμοποιείται για την αρμολόγηση καμινάδων, τζακιών, λεβήτων κλπ.

- Γυψοκονίαμα

Κατά την παρασκευή του γυψοκονιάματος πρέπει βασικά να ληφθούν υπόψη οι ιδιότητες του γύψου που πρέπει να βυθιστεί στο νερό πριν αναμιχθεί με τα αδρανή υλικά. Έχουμε τις ακόλουθες συνθέσεις:

1.Καθαρό γυψοκονίαμα:

Αποτελείται από γύψο και νερό. Το χρησιμοποιούμε για στοκάρισμα, για αγκυρώσεις και τοποθέτηση των ούπατ σε τοίχους που παραμένουν στεγνοί, για την κατασκευή γυψοσανίδων και διακοσμητικών στοιχείων κλπ. Αναμιγνύεται σε αναλογία 10 kg γύψου προς 6 - 7 λίτρα νερό και για να γίνει εύπλαστος μπορεί να προστεθεί λίγος ασβέστης.

2.Γυψοαμμοκονίαμα:

Αποτελείται από γύψο, άμμο και νερό, πήζει πιο αργά από το καθαρό γυψοκονίαμα και πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε διάστημα 15-20 λεπτών της ώρας. Για επιχρίσματα ορόφων χρησιμοποιούμε 1 σάκο γύψο, 1 σάκο άμμο με 1 λίτρο ασβέστη, για επιχρίσματα τοίχων 1 σάκο γύψο, 1 $\frac{1}{2}$ σάκο άμμο με 1 $\frac{1}{2}$ λίτρο λευκό ασβέστη.

Για επιχρίση ψευδοροφών και λοιπών επιφανειών με υποδομή από νευρομετάλλ ενδείκνυται το ασβεστοκονίαμα περισσότερο από το γυψοκονίαμα, αλλά το δεύτερο αποκτά μετά την σκλήρυνση μεγαλύτερη αντοχή, γι' αυτό έχει προτεραιότητα σε επιχρίσματα τοίχων και οροφών.

3.Ασβεστογυψοκονίαμα:

Αποτελείται από ασβεστοκονίαμα με προσθήκη γυψοπολτού που παρασκευάσαμε προηγουμένως. Για το ασβεστογυψοκονίαμα ενδείκνυται ο γύψος διακοσμήσεων που χρησιμοποιείται σε αναλογίες 1 μέρους γύψου, 1 μέρους ασβέστη και 3 μερών άμμου ή 1 μέρους γύψου, 2 μερών ασβέστη και 4 μερών άμμου. Το ασβεστογυψοκονίαμα ενδείκνυται για επιχρίσματα τοίχων και οροφών οποιασδήποτε συνθέσεως και υλικών.

4.Τριχωτό ασβεστοκονίαμα:

Παρασκευάζεται με αναλογίες 1 μέρους γύψου, 1 μέρους ασβέστη, 3 μερών άμμου, 3 χεριών (παλάμες) τριχών, 2 μυστριών κόλλας και 2 κουβάδων νερού. Με την προσθήκη των τριχών αποκτά ειδική αντοχή σαν επιχρίσματα ψευδοροφών.

5.Διακοσμητικό κονίαμα:

Παρασκευάζεται σε αναλογίες 4,8 μερών λευκού ασβεστοπολτού, 4,8 μερών διακοσμητικού γύψου και 2,8 μερών νερού. Χρησιμοποιείται συνήθως για την κατασκευή γυψοβεργών, γυψοσανίδων και το στοκάρισμα τοίχων και οροφών.

Τα πλεονεκτήματα των γύψινων επιχρισμάτων ή των επιχρισμάτων που περιέχουν και γύψο για τούς εσωτερικούς τοίχους είναι τα ακόλουθα:

Καλή πρόσφυση σε διαφορετικής μορφής και ποιότητας υποδομές π.χ. λιθοδομή, ξύλο, νευρομετάλλ, μέταλλο, τούβλο, πονοραν κλπ.

Γρήγορη πήξη και κατά συνέπεια σύντομη προώθηση των εργασιών, αποφυγή ρωγμών και σκασίματος, παρά την πυκνότητα παραμένει πορώδης υλικό που επιτρέπει την εξάτμιση της υγρασίας προς τα έξω, έχει καλή ηχώ - θερμομονωτικότητα και αντοχή σε κτυπήματα και φωτιά.

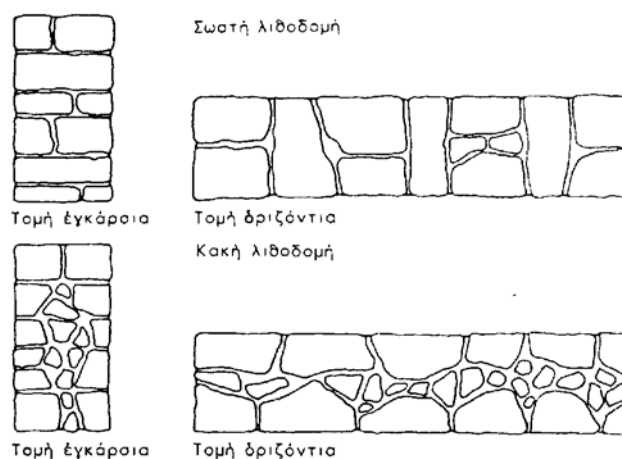
Τα μεταλλικά στοιχεία που περιτυλίγονται ή έρχονται σ' επαφή με τον γύψο (γωνιές, νευρομετάλλ, σωληνώσεις) σκουριάζουν γρήγορα όταν αυτός υγρανθεί ή όταν μετά την επίχριση διατηρηθεί η γενική υγρασία του χώρου, γι' αυτό είναι απαραίτητη η αντισκωριακή βαφή τους.

ΛΙΘΟΔΟΜΗ ΑΠΟ ΦΥΣΙΚΕΣ ΠΕΤΡΕΣ

Κατεργασία τής πέτρας

Για κάθε λιθοδομή πού είναι εκτεθειμένη στις καιρικές συνθήκες, ειδικά όταν πρόκειται να μείνει ανεπίχριστη, πρέπει να χρησιμοποιούνται υγιείς και ανθεκτικές πέτρες. Οι πέτρες πού έχουν νερά πρέπει να τοποθετούνται κατά το κτίσιμο οριζόντια ώστε ή φόρτιση από το βάρος των επομένων να είναι κάθετη. Στην κατεύθυνση των νερών οι πέτρες είναι λιγότερο ανθεκτικές σε πίεση και σχίζονται ευκολότερα, όταν δε τα νερά είναι παράλληλα προς την εξωτερική επιφάνεια του τοίχου στον οποίο ανήκουν, υπάρχει ο κίνδυνος να ξεφλουδίζονται στην παγωνιά.

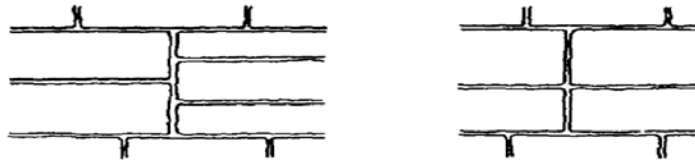
Όταν ή εξωτερική θερμοκρασία είναι περί το 0°C πρέπει να ληφθεί πρόνοια για αντιψυκτικά υγρά στο κονίαμα ή καλύτερα να διακοπούν οι εργασίες. Παγωμένα υλικά δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται. Σε παγωμένο τοίχο απαγορεύεται η συνέχιση τής λιθοδομής. Φρέσκο κτίσιμο πρέπει σε κακοκαιρία να σκεπάζεται με πλαστικό σκέπασμα. Η λιθοδομή πού έπαθε ζημιές από παγωνιά πρέπει να κατεδαφιστεί πριν συνεχιστούν οι εργασίες.



Το μήκος της κάθε πέτρας πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο με το ύψος και σε αμμίτη να μην υπερβαίνει το 4 - 5- πλάσιο του ύψους, γιατί οι λεπτές και επιμήκεις πέτρες σπάζουν εύκολα. Οι πέτρες πρέπει να αρμολογούνται κατά τέτοιον τρόπο, ώστε να μην υπάρχουν ούτε στο εξωτερικό ούτε στον πυρήνα τής λιθοδομής συνεχείς αρμοί. Στις όψεις τής λιθοδομής δεν πρέπει να συμπίπτουν πουθενά περισσότεροι από τρεις αρμοί. Το πλάτος των αρμών πρέπει να είναι ανάλογο με την αδρότητα τής πέτρας και να μην υπερβαίνει τα 3 cm.

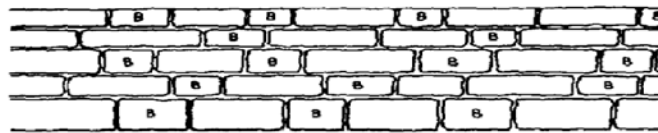
Οι φωλιές στο κονίαμα (τρύπες) πρέπει να αποφεύγονται και όταν αναγκαστικά προκύπτουν πρέπει να γεμίζονται με μικρά κατάλληλα κομμάτια πέτρας και κονίαμα (τσιβίκια).

Κακή εκτέλεση



άρμοι πολλών στοώσεων και σταυρώματα να αποφεύγονται

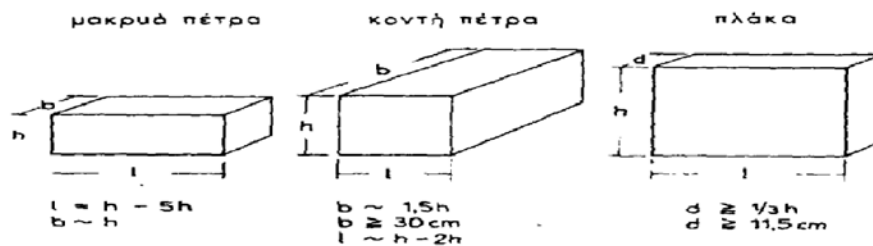
Ἡ σωστή λιθοδομή με φυσικές πέτρες απαιτεί ἐκτὸς αὐτοῦ



σὲ δύο μακρυές νὰ ἀντιστοιχεῖ τουλάχιστο μία κοντὴ (B) πέτρα ἢ νὰ ἐναλλάσσονται μακρυές καὶ κοντές μεταξύ τους.

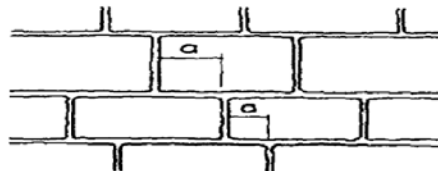


Τὸ πάχος τῶν κοντῶν πρέπει νὰ εἶναι περίπου τὸ 1 1/2 τοῦ ὕψους, τουλάχιστο ὅμως τῆς τάξεως τῶν 30 cm,



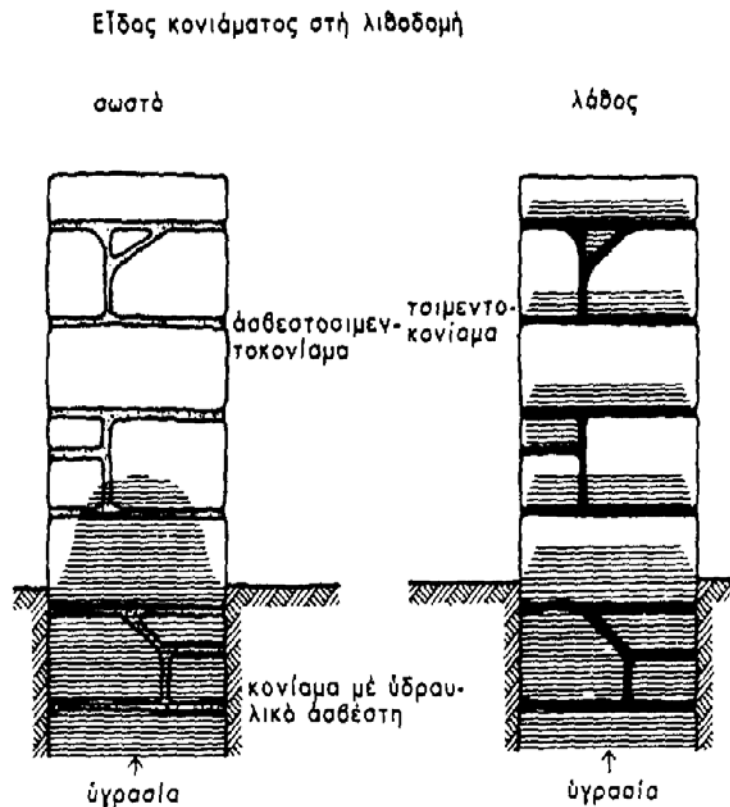
καὶ τὸ πάχος (βάθος) τῶν μακρυῶν, περίπου ἴσο μὲ τὸ ὕψος τους.

Μετάσταση (ὑπερκάλυψη) τοῦ κατακόρυφου ἄρμου



σὲ κανονικὴ ἐμφανὴ τοιχοποιία $a = 10 cm$
σὲ λαξευτὴ τοιχοποιία $a = 15 cm$

Η υπερκάλυψη των κάθετων αρμών πρέπει να είναι σε λιθοδομή με κανονικές πέτρες τουλάχιστο 10 cm, σε λιθοδομή με λαξευτές - ακανόνιστες πέτρες τουλάχιστο 15 cm και στις γωνιές να τελειώνει με τις μεγαλύτερες (αγκωνάρια). Σε ελεύθερα τοιχεία (μάντρες) πρέπει και οι δύο πλευρές να είναι επιμελημένα αρμολογημένες.



Ξηρολιθοδομή

Για το μέρος της λιθοδομής κάτω του εδάφους χρησιμοποιούμε υδραυλικό ασβεστοκονίαμα. Πάνω από το έδαφος για αμμίτη και ασβεστόλιθο πρέπει να χρησιμοποιούμε ασβεστοσιμεντοκονίαμα. Το καθαρό τσιμεντοκονίαμα δεν ενδείκνυται για αμμίτη, ιδιαίτερα όταν η πέτρα προέρχεται από διαφορετικές περιοχές, γιατί βασικά είναι πολύ σκληρό και μπορεί να οδηγήσει σε σπάσιμο μερικών λίθων αλλά και λερώνει τις πέτρες πέραν των αρμών σε σημείο που η γενική εικόνα της όψεως να επηρεάζεται δυσμενώς. Ανάλογα με τον τρόπο της τοποθέτησεως των λίθων δημιουργούνται αφενός μεν διαφορετικής αντοχής λιθοδομές και αφετέρου διαφορετικές όψεις.

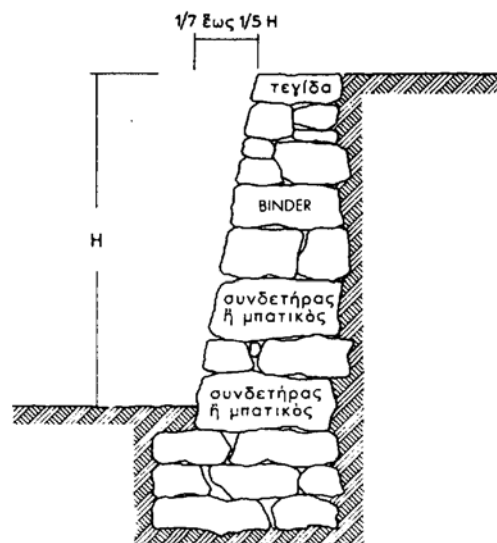
Η αρχαιότερη μέθοδος λιθοδομής είναι ξηρολιθοδομή(ξηρολιθιά) που κατασκευάζεται χωρίς την χρησιμοποίηση κονιάματος (μόνο με ξερό χώμα) με σχετικά μικρή κατεργασία σε

σωστή συνδεσμολογία των λίθων. Οι πέτρες τοποθετούνται κατά τέτοιον τρόπο, ώστε να προκύψουν οι λεπτότεροι αρμοί και τα μικρότερα κενά. Οι ξερολιθιές δεν πρέπει να φορτίζονται. Με το βάρος τους μπορούν να εμποδίσουν την μετακίνηση γαιών της μίας πλευράς, γι' αυτό ονομάζονται συχνά και τοίχοι βαρέων βαρών.

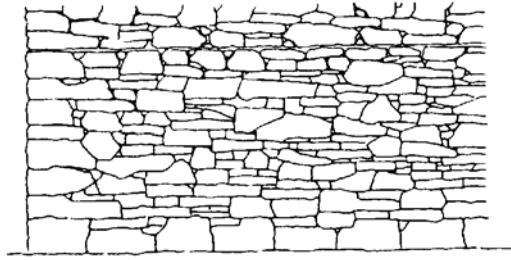
Για να είναι έναντι της πίεσεως του εδάφους ανθεκτικότερες τις κατασκευάζουμε με κλίση $1/7$ έως $1/5$ του 0 ύψους τους ενάντια στο αντιστηριζόμενο έδαφος. Το μέσο πάχος της ξερολιθιάς είναι περίπου ίσο με το $1/3$ του ύψους και επειδή το χώμα ξεπλένεται με τις βροχές ανάμεσα από τούς αρμούς και τις τρύπες, πρέπει ο τοίχος να κατασκευάζεται με μεγάλη επιμέλεια και τα κενά να γεμίζονται με τα τσιβίδια (μικρές κατάλληλα πελεκημένες πέτρες) και τούς συνδετήρες, ώστε να δημιουργείται αδράνεια και να παραμένει ανθεκτικός, διατηρώντας την αρχική μορφή.

Σε τοίχους αντιστηρίξεως, επίπεδη και επιμελημένη όψη είναι μόνον η εξωτερική πλευρά της ξερολιθιάς, ενώ η εσωτερική της πλευρά ανάλογα με τις ακανόνιστες πέτρες παραμένει ανεπίπεδη. Για τους τοίχους αυτούς επικρατεί η ονομασία «μονόπλευρες ξερολιθιές».

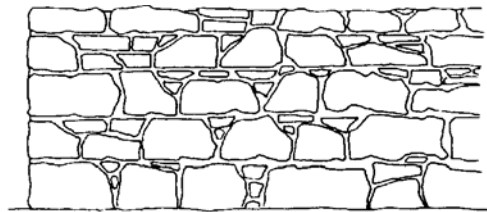
Ξερολιθιά



Σαν μέσο βάρος της ξερολιθιάς πρέπει να υπολογίζεται το ήμισυ τού βάρους των χρησιμοποιηθέντων λίθων.

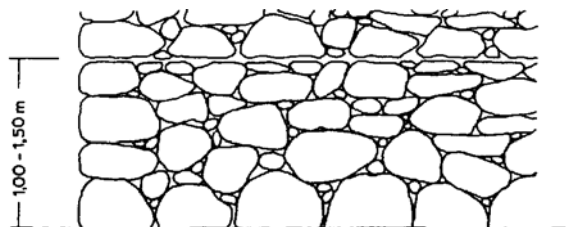


Λιθοδομή με τσιμπτημένες πέτρες



Στο είδος αυτό τής λιθοδομής δεν υπάρχουν συνεχείς στρώσεις τής πέτρας η οποία χρησιμοποιείται όπως έρχεται από τον κτίστη και ανάλογα με τις ικανότητές του δημιουργείται μία πολύ ζωντανή εικόνα όψεως. Τα κενά γεμίζονται με κομματάκια (τσιμπτημένης) πέτρας πού ενσωματώνονται με την βοήθεια του κονιάματος. Με την αύξηση του αριθμού και του ακανόνιστου των αρμών μειώνεται βέβαια η αντοχή του τοίχου, που έχει την τάση τού καταρακυλίσματος, γι' αυτό πρέπει ανά 1 έως 1,50 m ύψους να γίνεται εξισωτική στρώση σ' όλο το πάχος και το μήκος του. Για τις γωνίες και τα τελειώματα χρησιμοποιούνται οι μεγαλύτερες και πιο φορμαρισμένες πέτρες πού τοποθετούνται εναλλάξ σαν μπατικές ή μακρινάρια.

Λιθοδομή με πέτρες της περιοχής

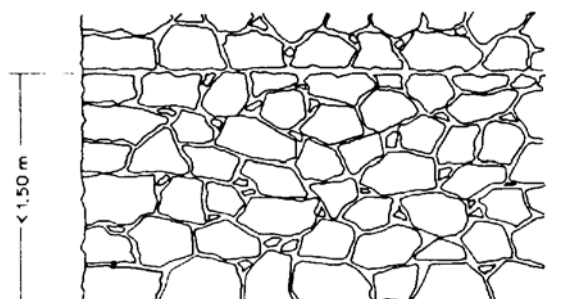


Σε περιοχές όπου υπάρχουν οι γνωστές σε όλους μας στρογγυλές κοτρόνες χρησιμοποιούνται και αυτές από επιτηδευμένους κτίστες για την κατασκευή τοίχων με μικρότερη θλιπτική αντοχή. Επειδή οι στρογγυλές αυτές πέτρες είναι δύσκολο να πελεκήθουν, κτίζει κανείς τις μικρότερες όπως, έρχονται και τεμαχίζει ή πελεκάει τις μεγάλες

πού έτσι δημιουργούν κατάλληλες επιφάνειες προσαρμογής. Τα πολλά κενά που δημιουργούνται γεμίζονται με ταιριαστές μικρές πέτρες. Οι μακριές και μπατικές συνδέσεις της λιθοδομής παραμένουν φυσικά προβληματικές και για να αποφύγουμε το κατρακύλισμα εξισώνουμε ανά 1 έως 1,50 m ύψους τον κατασκευαζόμενο τοίχο, αρχίζοντας πάλι με τις μεγάλες και πιο κατάλληλες πέτρες.

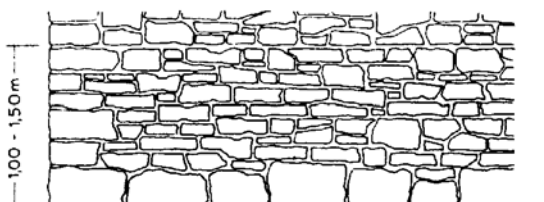
Παρά τα γεμίσματα ή λιθοδομή αυτή απαιτεί μεγάλη ποσότητα κονιάματος, το οποίο λόγω της στρογγυλής μορφής των λίθων πρέπει να απλώνεται έντεχνα γύρω από τους αρμούς με το μυστρί. Το κτίσιμο πρέπει να γίνεται αργά γιατί οι σκληρές κοτρώνες απορροφούν λίγη υγρασία από το κονίαμα.

Κυκλώπεια λιθοδομή



Στο είδος αυτό της λιθοδομής οι ημιλάξευτες και συνήθως ακανόνιστες πέτρες τοποθετούνται χωρίς οριζόντιες στρώσεις σε παχύ στρώμα κονιάματος. Η διαρρύθμιση της όψεως της κυκλώπειας λιθοδομής είναι αντίθετη με την βασική αίσθηση της στατικής, έχει την τάση της κατολίσθησης και ο τοίχος παρά τις μεγάλες πέτρες που περιέχει δεν παρουσιάζει ιδιαίτερη θλιπτική αντοχή. Για τούς λόγους αυτούς δεν χρησιμοποιείται - ευτυχώς - από τούς Αρχιτέκτονες, παρά το γεγονός ότι στα τέλη του 19ου αιώνα ήταν πολύ της μόδας.

Ημιλάξευτη λιθοδομή

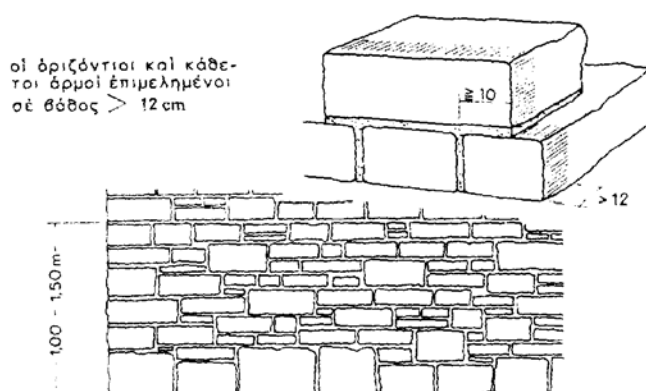


Η απλούστερη και φθηνότερη λιθοδομή με φυσικές πέτρες είναι η ημιλάξευτη. Συνήθως κατασκευάζεται σε τοίχους αντιστηρίξεως, σε κήπους, σε περιβόλια και σε τοίχους υπογείων. Σε τοίχους πέραν της στάθμης τού ισογείου ή ημιλάξευτη λιθοδομή έπαψε να κατασκευάζεται

για λόγους θερμομονώσεως (ή θερμομονωτικότητά της είναι το 1/2 της αντίστοιχης ενός τούβλινου τοίχου). Οι πέτρες χρησιμοποιούνται με μικρά λαξεύματα όπως έρχονται από το νταμάρι και συνήθως είναι αμμίτης και σπανιότερα ασβεστόλιθος, γρανίτης κλπ. Επειδή η κάθε πέτρα πρέπει να πάει στη σωστή της θέση από το χέρι του κτίστη, το βάρος της δεν πρέπει να την κάνει δύσχρηστη.

Η μορφή της κάθε πέτρας είναι ανάλογη με το πέτρωμα από το οποίο προέρχεται. Μερικές τελεκιοούνται σε αναλογία βάρους - μήκους 1:1, ο αμμίτης περίπου σε αναλογία 1:5 και άλλες σε 1:10. Το είδος της πέτρας λοιπόν και τα μεγέθη της θα δώσουν και τον χαρακτήρα της έτοιμης όψεως. Οι πέτρες τοποθετούνται στην κανονική μορφή τους με πολύ μικρές διορθώσεις (λαξεύματα) - αυτό ισχύει και για την πλευρά της όψεως - και ο τοίχος σε όλο το πάχος του και το πολύ κάθε 1,50 m πρέπει να ορθογωνίζεται με συνέπεια.

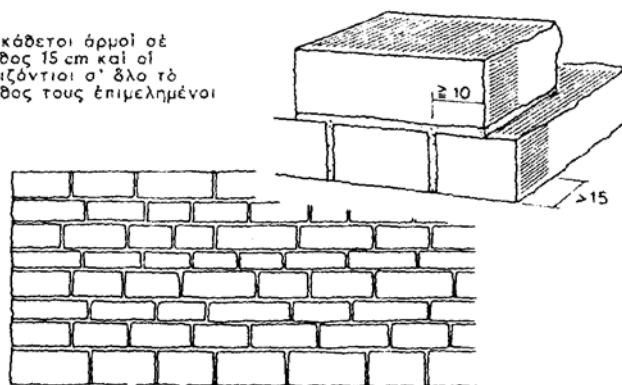
Λαξευτή τοιχοποιία



Το μικρότερο δυνατό πάχος της λαξευτής τοιχοποιίας με δύο εμφανείς όψεις, δεν πρέπει να είναι μικρότερο των 50 cm. Οι οριζόντιοι και κάθετοι αρμοί σε βάθος τουλάχιστο 12 cm πρέπει να είναι επιμελημένοι και υπό ορθή γωνία. Οι στρώσεις και τα πάχη των στρώσεων μπορούν να, έχουν διαφοροποιήσεις. Ο τοίχος πρέπει να εξισώνεται τουλάχιστο ανά 1,50 m ύψος και το αισθητικό αποτέλεσμα είναι ανάλλαγο με τα μεγέθη της πέτρας και την σύνθεση των μεταξύ τους στρώσεων.

Κανονική λιθοδομή

οι κάθετοι αρμοί σε βάθος 15 cm και οι οριζόντιοι σ' όλο το βάθος τους επιμελημένοι

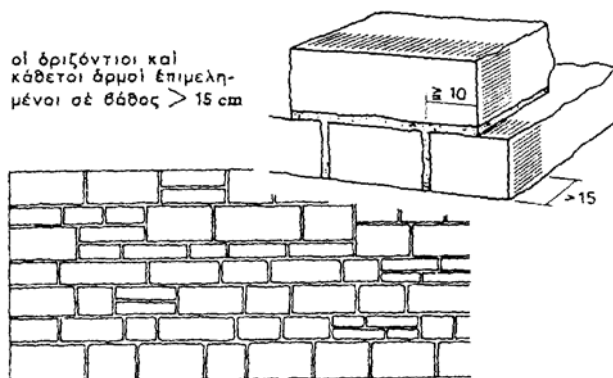


Οι κάθετοι και οριζόντιοι αρμοί που πρέπει να είναι κάθετοι μεταξύ τους και προς την επιφάνεια του τοίχου, είναι επιμελημένοι σε βάθος τουλάχιστο 15 cm. Οι εμφανείς αρμοί της όψεως δεν πρέπει να είναι μεγαλύτεροι των 3 cm.

Οι στρώσεις της πέτρας πρέπει να εναλλάσσονται σε κανονικές διαστάσεις μεταξύ τους και σε όλο το βάθος του τοίχου. Η λιθοδομή πρέπει να εξισώνεται ανά 1,50 m ύψος.

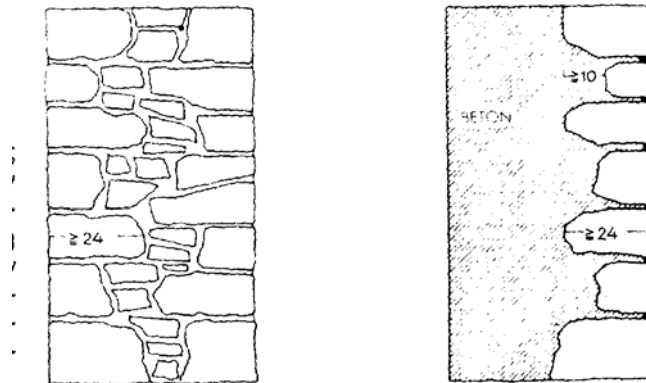
Ακανόνιστη λιθοδομή

οι οριζόντιοι και κάθετοι αρμοί επιμελημένοι σε βάθος > 15 cm



Οι οριζόντιοι και κάθετοι αρμοί είναι υπό ορθή γωνία μεταξύ τους και προς την επιφάνεια, και επιμελημένοι σε βάθος τουλάχιστο 15 cm. Το ύψος της πέτρας σε κάθε στρώση δεν επιτρέπεται να ποικίλλει, και κάθε στρώση πρέπει να εξισώνεται με φροντίδα.

Μικτή τοιχοποιία



Στον μεσαίωνα κατασκεύαζαν την εξωτερική πλευρά των τοίχων με μεγάλες και διαλεγμένες πέτρες και χρησιμοποιούσαν τις μικρές και τα ρετάλια στο εσωτερικό. Ο πυρήνας λοιπόν του τοίχου, ήταν κατά κάποιον τρόπο σαν ένα είδος μπετόν.

Σήμερα γνωρίζουμε ότι το λιθόκτιστο τμήμα τού τοίχου πρέπει να περιέχει τουλάχιστο 30% μακριές πέτρες. Οι πέτρες αυτές (συνδετήρες ή μπατικές) πρέπει να έχουν πάχος (βάθος) τουλάχιστο 24 cm και να εισχωρούν στο μπετόν ≥ 10 cm. Η μικτή τοιχοποιία κατασκευάζεται συνήθως σε συνδυασμό με κανονική λιθοδομή και κοπανιστό σκυρόδεμα σε στρώσεις, με πάχος αρμού της τάξεως των 3 cm. Μετά το κτίσιμο οι αρμοί γεμίζονται με ασβεστοσιμεντοκονίαμα. Παρά την φροντίδα και την κατά στρώσεις κατασκευή των τοίχων του είδους αυτού, έχει παρατηρηθεί μετά από αρκετό διάστημα αποκόλληση τμήματος της λιθοδομής. Για να αποφύγουμε το φαινόμενο αυτό, πρέπει να ρυθμίζουμε εκ των προτέρων την συμμετρική (ομοιόμορφη) στατική συμπεριφορά τού μπετόν στο σύνολό του.

Όταν γίνεται συνδυασμός πέτρας και εμφανών-αρμολογημένων τουβλόκτιστων τοίχων, πρέπει σε κάθε τρίτη σειρά πέτρας να χρησιμοποιούμε μόνο μακρινάρια και μπατικές. Οι μπατικές (συνδετήρες) πρέπει και στην περίπτωση αυτή να έχουν πάχος ≥ 24 cm και να εισχωρούν ≥ 10 cm στον τούβλινο τοίχο. Στο ασθενέστερο αυτό σημείο ο τούβλινος τοίχος (εσωτερικός) πρέπει να έχει πάχος 25 cm για να αποφύγουμε την υγρασία της πέτρας και τα νερά που αλλιώς θα δημιουργηθούν στο επίχρισμα.

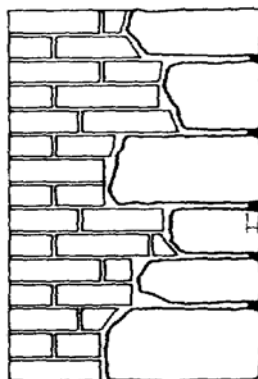
Οι οριζόντιοι αρμοί του πέτρινου και εκείνοι του τούβλινου τμήματος του τοίχου, πρέπει ανά πέτρινη στρώση να εξισώνονται, ώστε να έχουμε συμμετρικό κάθισμα του όλου οργανισμού.

Επίχριση και αρμολόγηση της λιθοδομής

Μέχρι τα μέσα του 19ου αιώνα, οι πέτρινοι τοίχοι των ορόφων στις κατοικίες είχαν εσωτερικό επίχρισμα, και αυτό δικαιολογημένα, γιατί ειδικότερα από τον αμμίτη περνάει η υγρασία και η κακή θερμομονωτικότητά του γίνεται ακόμη χειρότερη. Σήμερα πολύ δύσκολα

αποφασίζουμε να αρμολογήσουμε την ζωντανή όψη μιας λιθοδομής, όταν όμως για ειδικούς λόγους πρέπει αυτό να γίνει, τότε χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στο γέμισμα των αρμών ώστε να αφήνουν απόλυτα εμφανή την όψη της πέτρας. Το γέμισμα των αρμών πρέπει να γίνεται με ξύλινο εργαλείο ώστε το κονίαμα να μην αποκτά γυαλιστερό χαρακτήρα και το πάχος του γεμίσματος να είναι ίσο με το πάχος των αρμών της πέτρας.

* Αρμολόγηση

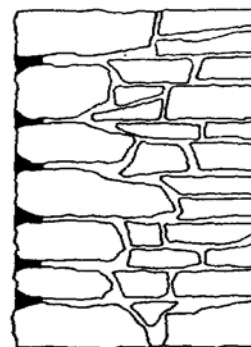


πάχος άρμού
βάθος άρμού

* Ημιεπίχρισμα (μυστρίσμα)



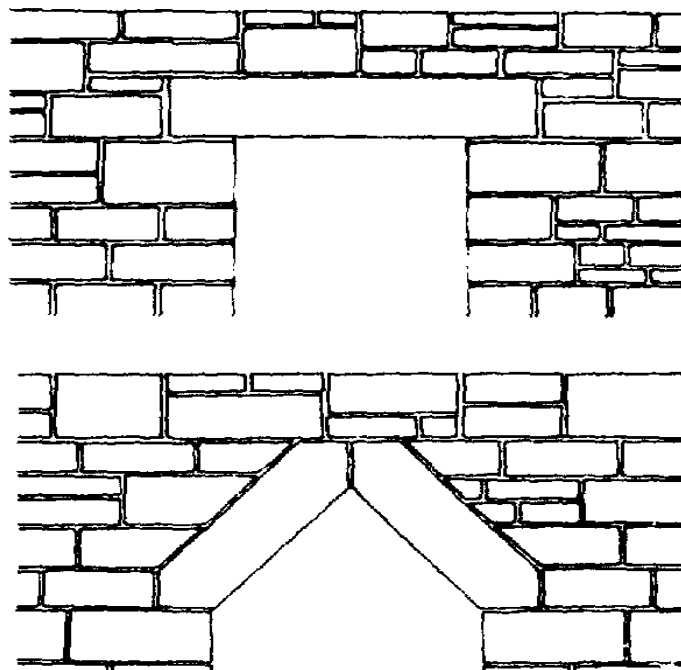
* Όψη



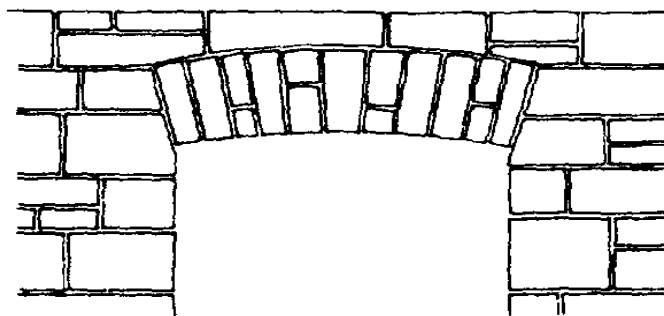
Τομή

Όταν οι πέτρες είναι πολύ ανώμαλες και σκούρες ενδείκνυται πολλές φορές η λύση του «ημιεπίχρισματος» όπου με το μυστρί το κονίαμα γεμίζει σε πλάτος την περιοχή μπροστά από τούς αρμούς αλλά και τα κενά ανάμεσα στις πέτρες, με αποτέλεσμα να έχουμε μια όψη λιθοδομής με ημιεπίχριστες (μυστρισμένες) πέτρες που είναι αρκετά ενδιαφέρουσα όταν το κονίαμα είναι της ίδιας αποχρώσεως.

Μόρφωση πρεκιών στη λιθοδομή

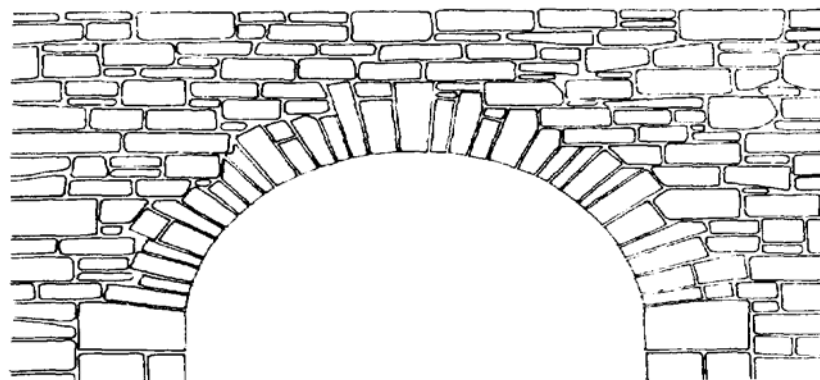
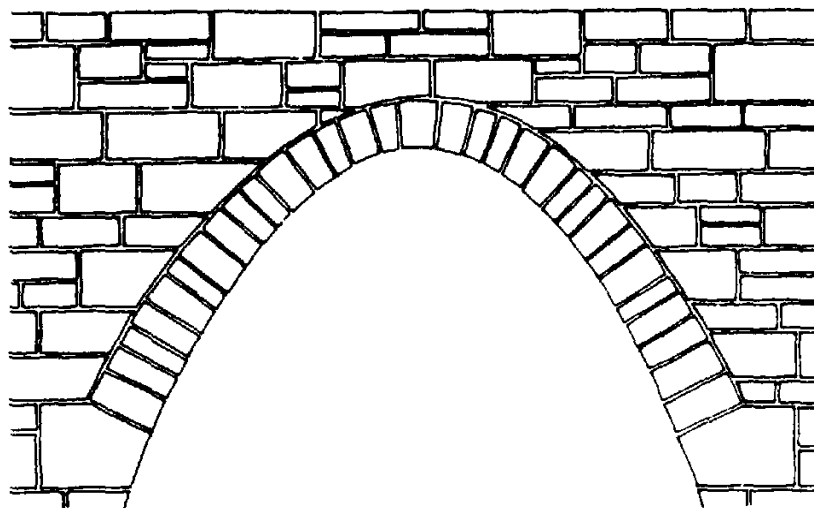
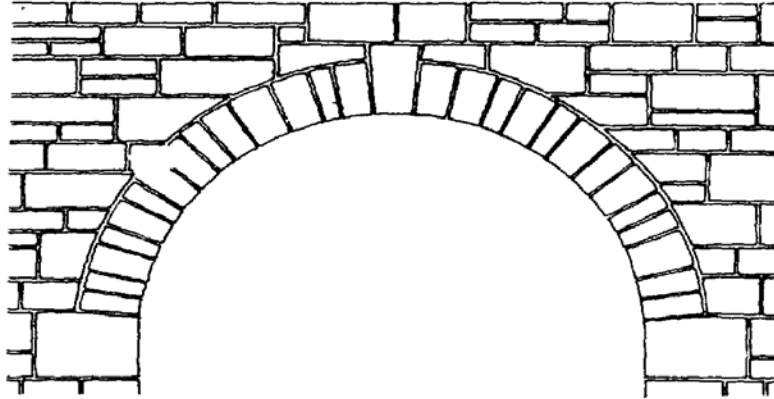


Πάνω από μικρά ανοίγματα της τάξεως του 1,0 m αρκεί συνήθως η τοποθέτηση ενός δυνατού πέτρινου δοκαριού σαν πρέκι. Όταν το πέτρινο δοκάρι δεν αρκεί για την συγκεκριμένη φόρτιση, δημιουργούμε με δύο μακρινάρια πέτρινο πρέκι σε μορφή Λ.

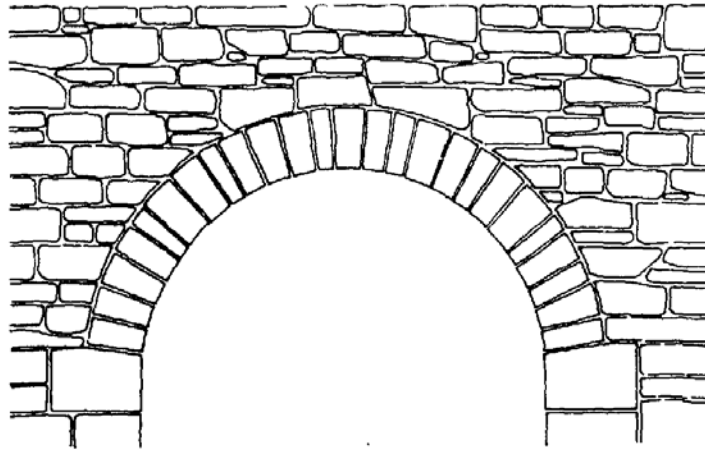


Σε μεγαλύτερα όμως ανοίγματα και φορτία πρέπει να κατασκευάσουμε ανοικτό ή κλειστό τόξο (παραβολικό ή ημικυκλικό). Οι πέτρες του τοξωτού αυτού πρεκιού διαλέγονται μία προς μία και έχουν πλάτος μικρότερο πάντα από το ύψος τους, ώστε με την πληθώρα των αρμών να δημιουργηθεί η απαιτούμενη ελαστικότητα και παράλληλα μια ωραιότερη μόρφωση συγκριτικά με μονολιθικά πρέκια ή συνδυασμούς με σπλισμένο σκυρόδεμα. Οι αρμοί της πέτρας στα τόξα πρέπει να είναι επιμελημένη σ' όλο το βάθος τους για ομοιόμορφη μεταβίβαση των φορτίων και η αμφίπλευρη αρμολόγηση να γίνεται με ειδική σιδερόβεργα

που έχει καμπυλωτό άκρο, πλάτους περί το εκατοστό ώστε να δημιουργείται ημικυκλικός αρμός γύρω από κάθε πέτρα. Οι πέτρες εδράσεως (γενέσεις) των τόξων πρέπει να είναι μεγάλες, δυνατές και διαλεγμένες για να αντέξουν στις πλάγιες πιέσεις.

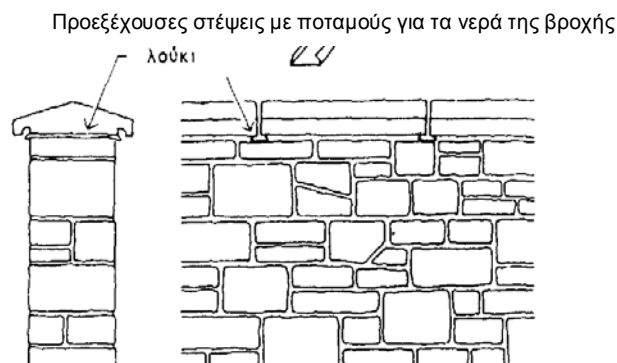


Στην ημιλαξευτή και κανονική ή ακανόνιστη λιθοδομή, μπορεί κανείς σε μεγάλα θολωτά πρέκια, να χρησιμοποιήσει διαφορετικού μήκους θολίτες (λαξευμένες πέτρες που σχηματίζουν τόξο), που αρμολογούνται κανονικά με τον υπόλοιπο τοίχο. Η ιδιομορφία αυτή είναι ταιριαστή σε θόλους γεφυριών κλπ., όπου το φορτίο είναι σημαντικό και η αντίθεση των λαξευμένων θολιτών με την υπόλοιπη λιθοδομή δημιουργεί μια ιδιαίτερη γραφικότητα.

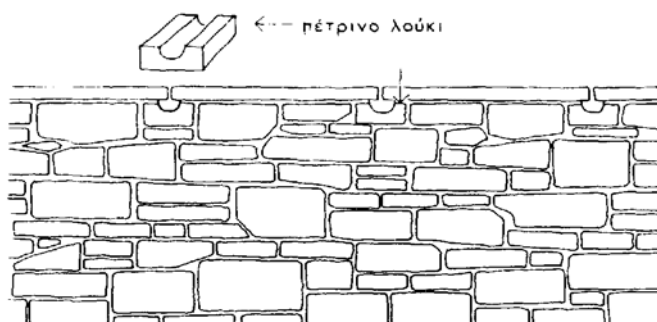


Στέψεις μανδρότοιχων

Οι μανδρότοιχοι από λιθοδομή χρειάζονται ανάλογα με την χρησιμοποιούμενη πέτρα και την αντοχή της στην υγρασία, ειδικά μορφωμένες στέψεις (σαμάρια). Οι στέψεις αυτές πελεκιούνται από μεγάλες πλατιές και ανθεκτικές στην υγρασία πέτρες, συνήθως της ίδιας προελεύσεως με τον υπόλοιπο τοίχο. Το μήκος τους πρέπει να είναι σχετικά μεγάλο για να αποφύγουμε τούς πολλούς αρμούς.

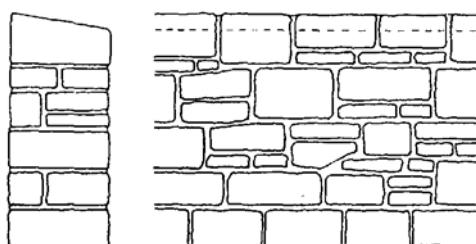


Όταν οι πέτρες της λιθοδομής κινδυνεύουν από τη βροχή και τον πάγο, τότε οι πελεκημένες στέψεις πρέπει να προεξέχουν και να έχουν ποταμό 15 cm. Για να μην μπαίνει η βροχή από τούς αρμούς της ράχης στο κονίαμα του τοίχου, τοποθετούνται λούκια από γαλβανισμένη λαμαρίνα σε σχήμα Π που οδηγούν το νερό πάλι προς τα έξω.

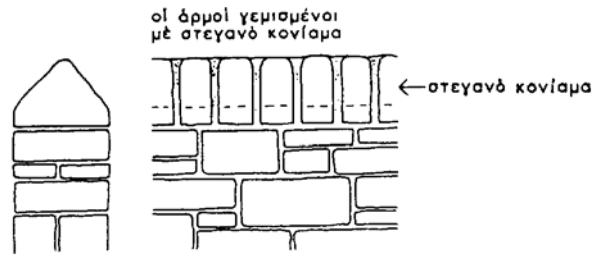


Αντί για λούκια από λαμαρίνα, πολλές φορές χρησιμοποιούνται σε κανονικές αποστάσεις λαξευμένα κομμάτια πέτρας, που δίνουν και ένα ιδιαίτερο χρώμα στην όλη λιθοδομή. Οι στέψεις (σαμάρια) λαξεύονται από την ίδια πέτρα. Οι τοίχοι που κατασκευάζονται από ανθεκτικές στις καιρικές συνθήκες πέτρες δεν χρειάζονται προεξέχουσες στέψεις. Εκεί χρησιμοποιούνται λαξευμένες πέτρες σε τριγωνική ή ορθογώνια επικλινή διατομή.

Λιθοδομή από πέτρα ανθεκτική στην παγωνιά



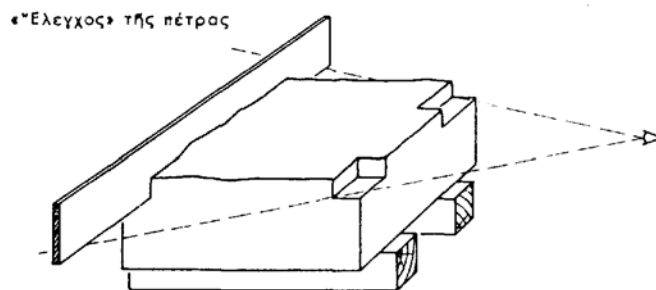
Πολλές φορές οι πέτρες της στέψης λαξεύονται καμπύλες, τριγωνικά στρογγυλεμένες με καρφιά κλπ. Οι πέτρες αυτές τοποθετούνται με κανονικό αρμό ή ορθώνονται με την υπόλοιπη λιθοδομή.



Όταν η λιθοδομή κτίζεται από πολύ σκληρές και άμορφες πέτρες. Κατασκευάζουμε πολλές φορές ένα στεγανό σαμάρι από το ίδιο υλικό, και προσέχουμε ώστε οι αρμοί να γεμίσουν και να μυστριστούν εξωτερικά με πυκνό στεγανό κονίαμα (πατητή σιμεντοκονία) για να μην περάσει το νερό.

Λαξευτοί τοίχοι

Για την κατασκευή λαξευτών τοίχων χρησιμοποιούμε πέτρες που οι πλευρές όψεως, πλάγιες και εδράσεως τους είναι μία προς μία κατεργασμένες και οι γωνιές τους απόλυτα ορθογωνισμένες και αλφαδιασμένες (λαξευμένες σε πολλές φάσεις). Οι κορμοί των πετρωμάτων που προορίζονται για λαξευμένη λιθοδομή, κόβονται από το νταμάρι είτε με εκρηκτικά, είτε με πριόνια, και αφού τεμαχιστούν σε κατάλληλα μεγέθη, κατεργάζονται μέχρι να αποκτήσουν μία σχεδόν ορθογωνική μορφή (χοντρολάξευση) που είναι σε όλες τις κατευθύνσεις κατά 3 cm (πάχος εργασίας) μεγαλύτερη από την τελική. Οι προετοιμασμένες αυτές πέτρες μεταφέρονται στην οικοδομή ή μπαίνουν στην επόμενη φάση κατεργασίας κοντά στο νταμάρι. Αφού μετά την εξώρυξη, και ευκολότερη είναι η λάξευση αλλά και μικρότερο θα είναι το τελικό φορτίο που πρόκειται να φθάσει στο γιαπί.



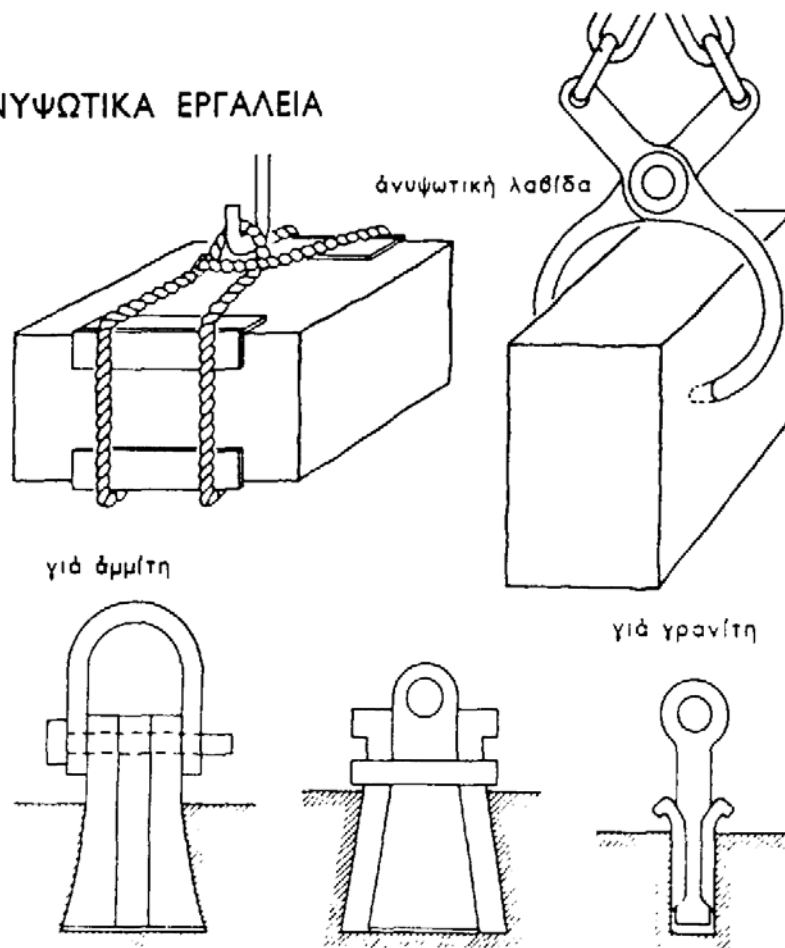
Η ακατέργαστη πέτρα τοποθετείται αρχικά στον υπερυψωμένο πάγκο (από καδρόνια) και ο έμπειρος τεχνίτης αφού την εκτιμήσει με το μάτι, την λαξεύει περιμετρικά κατά 2 - 3 cm, και

αφού δημιουργήσει την επιφάνεια εδράσεως αρχίζει με τα γνωστά του όργανα να την κατεργάζεται από όλες τις πλευρές. Όταν η φάση αυτής της εργασίας τελειώσει, γίνεται η κατεργασία της «όψεως» της πέτρας ανάλογα με την μελέτη του Αρχιτέκτονα.

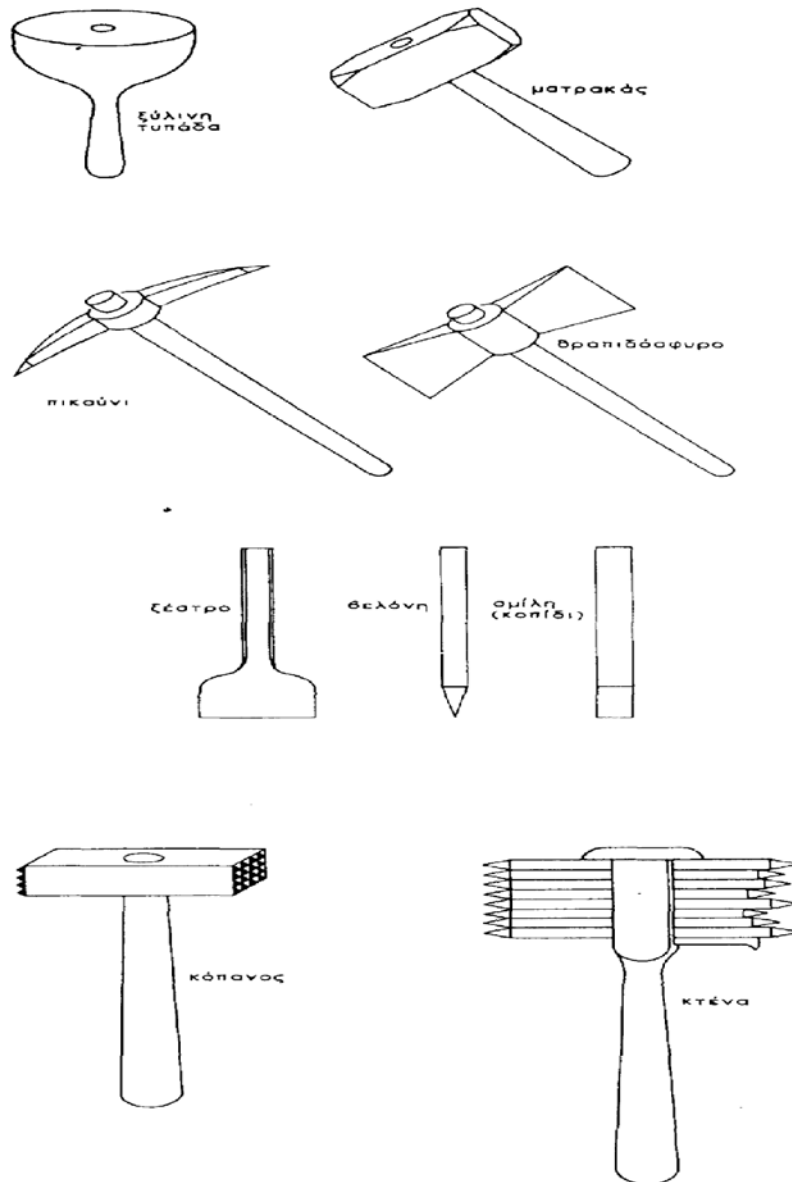
Ο αμμίτης μπορεί νατσιμπηθεί, νακοπανιστεί, ναορθογωνιστεί, ναξυθεί και νατριφτεί, οι σκληρές όμως πέτρες χρειάζονται πολλά χέρια για λάξευση, λείανση και στίλβωση. Μαλακές και λεπτές πέτρες κατεργάζονται μόνον πάνω σε στρώμα άμμου. Όταν πρόκειται για μικτή τοιχοποιία, αφήνουμε την πίσω πλευρά της πέτρας ακατέργαστη.

Στις εικόνες που ακολουθούν θα παρατηρήσουμε μερικά από τα εργαλεία λαξεύσεως και τα ανυψωτικά εργαλεία που χρησιμοποιούμε για το καλύτερο και αποδοτικότερο αποτέλεσμα.

ΑΝΥΨΩΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ



ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΛΑΞΕΥΣΕΩΣ



Τοποθέτηση της λαξευμένης πέτρας

Οι γωνίες της λαξευμένης πέτρας πρέπει να προστατευτούν κατά την μεταφορά στην οικοδομή με παχιές τριχιές (παλαμάρια), που τοποθετούνται ανάμεσα. Τις μικρότερες πέτρες τοποθετούμε με την ανυψωτική λαβίδα, για τις βαριές όμως πέτρες είναι απαραίτητα τα εξαρτήματα της εικόνας, που τοποθετούνται ανάλογα με το είδος της πέτρας σε κατάλληλες τρύπες που ανοίγονται στο Κέντρο βάρους της. Για να υπάρχει ακρίβεια στο άνοιγμα της τρύπας δίνουμε ένα δείγμα του εξαρτήματος στον τεχνίτη του νταμαριού. Οι τρύπες αυτές πρέπει να φαρδαινούν προς τα κάτω στις πέτρες από αμμίτη.

Πριν από την ανύψωση και εφόσον το εξάρτημα είναι ακόμη ελεύθερο, ρίχνουμε στην τρύπα υγρή άμμο. Οι τρύπες στον γρανίτη είναι στρογγυλές και ανοίγονται με τρυπάνι. Κατά την τοποθέτηση οι πέτρες τοποθετούνται πρώτα δοκιμαστικά πάνω σε πονοραη πάχους ίσου με τον αρμό, μετά ανυψώνονται και τοποθετούνται τελειωτικά αφού διαστρωθεί το κονίαμα. Το πάχος των αρμών είναι 4 έως 6 mm.

Δαπάνη και οικονομία τής κατασκευής

Το κόστος της λαξευτής λιθοδομής εξαρτάται από την σκληρότητα της πέτρας, τον αριθμό των φάσεων εργασίας (λείες ή αδρές) και το μέγεθος της πέτρας. Για να εκμεταλλευτεί κανείς το γεγονός ότι κατά τον τεμαχισμό στο νταμάρι δημιουργούνται διάφορα μεγέθη, πρέπει να εξαρτήσει την σύνθεση από τα συγκεκριμένα αυτά μεγέθη. Όταν είναι δυνατή ή λάξευση σχετικά μεγάλου μεγέθους πέτρας, μπορεί κανείς να κάνει οικονομία όταν ζητήσει συγκεκριμένο και ομοιόμορφο ύψος πέτρας, αλλά αφήνει τα μήκη όπως προκύψουν στην κατεργασία και τα υπόλοιπα να ρυθμιστούν στην οικοδομή.

Η φυσική πέτρα και η αισθητική πλευρά της

Όταν σήμερα χρησιμοποιούμε την λιθοδομή οποιασδήποτε μορφής, δεν επιτρέπεται σε καμιά περίπτωση να δημιουργούμε κατασκευαστικά προβλήματα που ανήκουν στην Ιστορία. Την στιγμή μάλιστα που γνωρίζουμε ότι οι ωραιότερες πέτρες κάθε περιοχής συνδυάζονται θαυμάσια με πολλά υλικά, όπως είναι το εμφανές μπετόν, το μέταλλο, το κρύσταλλο κλπ., πρέπει να επιδιώκουμε κατασκευαστικά εύκολες λύσεις.

Υπάρχουν πέτρες όπως ο γρανίτης, ο κογχυλασβεστίτης, ο τραβερτίτης και μερικά είδη αμμίτη που έχουν ομοιόμορφο και συνεχή χρωματισμό, και για να δημιουργήσουμε μεγαλύτερο ενδιαφέρον είναι σωστό να αναμίξουμε το ίδιο είδος από διαφορετικά νταμάρια. Οι ακριβότερες και πιο σπάνιες σήμερα πέτρες χρησιμοποιούνται σε φέτες (πλάκες), που δημιουργούν την εξωτερική επένδυση και δεν έχουν καμιά στατική αρμοδιότητα. Οι τεχνίτες λαξεύσεως σπανίζουν και είναι φυσικό οι επενδύσεις αυτού του είδους να ανήκουν στις μαρμαρικές εργασίες. Ο κορμός του πετρώματος κόβεται σε φέτες, η χειρωνακτική εργασία μειώθηκε και το υλικό αξιοποιείται καλύτερα χωρίς μεγάλες φθορές.⁵

ΠΕΤΡΙΝΑ ΓΕΦΥΡΙΑ

Το ιστορικό – γεωγραφικό πλαίσιο

Η Μακεδονία, το βορειότερο και μεγαλύτερο Ελληνικό διαμέρισμα, είναι η χώρα των μεγάλων βουνών, των μεγάλων πεδιάδων και των μεγάλων ποταμών. Οι μεγάλοι ποταμοί, που πηγάζουν από την Πίνδο ή τη Ροδόπη, ή που προέρχονται από τις βορειότερες γειτονικές χώρες, σχηματίζουν με το πλήθος των παραποτάμων τους και με μικρότερους ποταμούς και χειμάρρους, ένα υδάτινο δίκτυο που αποτελεί πηγή ζωής για τις μεγάλες Μακεδονικές πεδιάδες και κοιλάδες. Το υδάτινο αυτό δίκτυο, αποτελούσε, από τους αρχαίους ακόμη χρόνους, εμπόδιο στις συγκοινωνίες, αλλά και, διαμέσου των ποτάμιων κοιλάδων, φυσική διέξοδο, κυρίως για την επικοινωνία της Μακεδονίας με την Κεντρική Βαλκανική.

Από την προϊστορική, ακόμα, περίοδο, ο γεωγραφικός χώρος της Μακεδονίας αποτέλεσε πεδίο μετακινήσεων και προσωρινών εγκαταστάσεων των Ελληνικών φύλων, που κατέβαιναν προς νότο, ή των Θρακικών που μετακινούνταν, αργότερα, προς ανατολάς. Κατά τη Ρωμαϊκή περίοδο, η Μακεδονία απέκτησε σημαντική γεωγραφική σημασία, γιατί από' κει περνούσαν οι μεγάλοι Ρωμαϊκοί δρόμοι που συνέδεαν τη Δύση με την Ανατολή (Εγνατία οδός, Βασιλική Στράτα του Τραϊανού από Δυτ. Μακεδονία προς Ήπειρο, παράλιοι και εγκάρσιοι δρόμοι ανάμεσα στις μεγάλες πόλεις της εποχής, όπως οι Φίλιπποι, η Πύδνα, η Θεσσαλονίκη). Την ίδια σημασία εξακολούθησε να έχει ο Μακεδονικός χώρος κατά τη Βυζαντινή περίοδο, αλλά και κατά την Τουρκοκρατία, κατέχοντας το κεντρικότερο και νευραλγικότερο τμήμα της Βαλκανικής Χερσονήσου.

Οι ανάγκες της διάβασης των ποταμών, των χειμάρρων και των ρεμάτων για τις επικοινωνίες κατέστησαν, από την αρχαιότητα ακόμα, απαραίτητο το χτίσιμο γεφυριών. Τα γεφύρια ήταν πέτρινα και ξύλινα· τα πρώτα πιο στερεά και ανθεκτικά στο χρόνο, τα δεύτερα πρόχειρα και προσωρινά, λιγότερο ασφαλή, αλλά αρκετά πρακτικά, όταν στηρίζονταν σε λίθινα «ποδαρικά» και γεφύρωναν μεγάλα ποτάμια. Στα τελευταία, χρησιμοποιούνταν μέχρι τα μέσα του 20^{ου} αιώνα και ο τρόπος διέλευσης με σχεδίες.

Τα Μακεδονικά ποτάμια είναι λιγότερα σε αριθμό, αναλογικά με την έκταση του χώρου, από τα Ηπειρώτικα, που είναι και πολυυδρότερα, εξαιτίας της διαφοράς του βροχομετρικού ύψους, που στην Ήπειρο είναι, σχεδόν, διπλάσιο από τη Μακεδονία. Επιπλέον το ανάγλυφο του εδάφους είναι ομαλότερο στη Μακεδονία, σε αντίθεση με το ορεινό, διακεκομμένο έδαφος της Ηπείρου. Έτσι, τα πέτρινα γεφύρια στην Ήπειρο ήταν περισσότερα και μεγαλύτερα. Από τα Μακεδονικά γεφύρια, τα οποία επιβιώνουν μέχρι σήμερα, μόνο το μισογκρεμισμένο γεφύρι του Πασά στη Δυτική Μακεδονία μπορεί να συγκριθεί σε μήκος με τα μεγάλα Ηπειρώτικα γεφύρια, όπως της Άρτας, ή με τα ακόμα μεγαλύτερα Αλβανικά, όπως

τα γεφύρια του Γενούσου και του Δρίνου. Στο παρελθόν και, πάντως, πριν από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα, θα πρέπει να υπήρχαν και σε μεγάλα Μακεδονικά ποτάμια, όπως ο Αξιός, ο Στρυμόνας και ο Νέστος μεγάλα σε μήκος πέτρινα γεφύρια, αλλά φαίνεται πως δεν διασώθηκε μέχρι σήμερα κανένα ίχνος τους.

Τα μεγαλύτερα όμως, γεφύρια στη Νότια Βαλκανική, ήταν τα γεφύρια της Ανατολικής Θράκης, όπως τα γεφύρια της Αδριανούπολης και της Μακράς Γέφυρας (Ουζούν Κιοπρού). Το τελευταίο, γεφύρωνε τον ποταμό Εργίνη και ήταν το μεγαλύτερο πέτρινο γεφύρι των Βαλκανίων, με 1300 μέτρα μήκος και 174 τόξα. Σήμερα, τον τίτλο του μακρότερου γεφυριού έχει η καινούργια γέφυρα των Σερβίων, πάνω στην τεχνητή λίμνη του Αλιάκμονα ποταμού, με μήκος 1372 μέτρα και ύψος 55 μέτρα από την επιφάνεια του νερού. Από τα πέτρινα γεφύρια, μεγαλύτερο σε μήκος είναι το γεφύρι της Άρτας, εάν εξαιρέσουμε το χαμηλό σε ύψος (1-2 μ.) αλλά πολύ μεγάλο σε μήκος πέτρινο γεφύρι του Κουτάβου στην ομώνυμη λιμνοθάλασσα του Αργοστολίου Κεφαλλονιάς, το οποίο, αν και τοξωτό και μάλιστα πολύτοξο δεν μπορεί να ενταχθεί στα τοξωτά πέτρινα γεφύρια με μεγάλο άνοιγμα και μήκος τόξου.

Πολλά από τα μικρά (συνήθως μονότοξα) πέτρινα γεφύρια, κυρίως της Ανατολικής Μακεδονίας γεφυρώνουν μικρούς «λάκκους», οι οποίοι ούτε ως χειμάρροι δεν μπορούν να θεωρηθούν σήμερα, αφού απο δεκαετίες δεν περνάει πια νερό από τις κοίτες τους. Η ύπαρξη γεφυριών σε τέτοιες θέσεις πιστοποιεί ότι τα νερά ήταν κάποτε περισσότερα κι αυτό επιβεβαιώνουν οι παλαιότεροι κάτοικοι των οικισμών, οι οποίοι διηγούνται ότι προπολεμικά τα νερά των χειμάρρων και ρεμάτων ήταν πολύ περισσότερα. Επισημαίνουν προοδευτική μείωση των νερών, υπόγειων ή ομβρίων, μετά το 1950 και, ιδίως μετά το 1970. Σ' όλα τα χωριά που έχουν γεφύρια ακούσαμε την ίδια επωδό, με την οποία καταλήγει κάθε διήγηση σχετική με τα γεφύρια: «Κάποτε αυτό το ρέμα είχε πολύ νερό, χειμώνα-καλοκαίρι. Τι έγιναν αυτά τα νερά;». Το κτίσιμο γεφυριών σε τοποθεσίες που δε δικαιολογούν σήμερα την ύπαρξη τους, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως στοιχείο για την έρευνα για τυχόν αλλαγή του κλίματος στην Ελλάδα τα τελευταία 50 χρόνια.

Τα γεφύρια κτίζονταν πάντα πάνω σε δρόμους και τα σωζόμενα πέτρινα γεφύρια της Μακεδονίας αποτελούν αποδείξεις για την πορεία παλιών δρόμων που έχουν σήμερα εξαφανιστεί. Οι δρόμοι αυτοί στις ορεινές περιοχές στένευαν, γίνονταν σε πολλές περιπτώσεις στενά μονοπάτια, που ελίσσονταν σε απότομα πρηνή, όταν η εδαφική διαμόρφωση το επέβαλλε. Κατά την περίοδο της Τουρκοκρατίας, παρατηρήθηκαν μετακινήσεις των Ελληνικών πληθυσμών από τα εύφορα πεδινά, αλλά και ευπρόσβλητα από τον κατακτητή, εδάφη, στα ορεινά κι απομονωμένα, κυρίως στη Δυτική Μακεδονία. Οι επικοινωνίες ανάμεσα στους ορεινούς οικισμούς βελτιώθηκαν με την κατασκευή πέτρινων γεφυριών, τα οποία αυξήθηκαν αριθμητικά κατά την περίοδο της Τουρκοκρατίας σ' όλα τα ορεινά εδάφη της Μακεδονίας. Σε πολλές, όμως, από τις θέσεις των πέτρινων γεφυριών που χτίστηκαν την εποχή της δουλείας, προϋπήρχαν άλλα παλιότερα γεφύρια, ιδίως στις ορεινές

διαβάσεις, οι οποίες χρησιμοποιούνταν από τα αρχαία χρόνια για την επικοινωνία ανάμεσα στη Δυτική Μακεδονία και την Ήπειρο, ή ανάμεσα στις Μακεδονικές πεδιάδες και κοιλάδες, που χωρίζονται απο βουνά.

Οι δρόμοι αυτοί, που σε πολλές περιπτώσεις συμπίπτουν με τους σημερινούς, χρησιμοποιήθηκαν, εκτός από τις ανάγκες για τοπική επικοινωνία των γειτονικών οικισμών και το διαμετακομιστικό εμπόριο, και για άλλες μετακινήσεις όπως: Οι πορείες των Μακεδονικών και Ηπειρώτικων караβανιών των εμπόρων και ξενιτεμένων προς τη Σερβία κι από κει προς τις χώρες της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης. Οι μετακινήσεις αυτές, από τα μέσα του 19^{ου} αιώνα, κατευθύνθηκαν προς την Κωνσταντινούπολη και τη Νότια (Ελευθέρη) Ελλάδα. Οι εξαμηνιαίες μετακινήσεις των κτηνοτρόφων προς τα χειμαδιά της Θεσσαλίας και Χαλκιδικής. Οι πορείες των Δυτικομακεδόνων μαστόρων και εποχιακών εργατών προς όλες τις, εκτός Μακεδονίας, διευθύνσεις, πλην της δυτικής και οι αντίστοιχες των Αλβανών εργατών αλλά και των πολυάριθμων Αλβανικών ληστοσυμμοριών. (Γ. Τσότσος «Ορεινοί δρόμοι στη Βόρεια Πίνδο κατά το 18ο και 19ο αιώνα», Δρόμοι και κόμβοι της Βαλκανικής, 1995).

Με βάση τη γεωγραφική θέση και τις ανάγκες της επικοινωνίας που εξυπηρετούσαν, τα υπάρχοντα σήμερα πέτρινα, παραδοσιακά γεφύρια της Μακεδονίας, μπορούν να ενταχθούν σε τρεις κατηγορίες:

α) Τα μεγάλα γεφύρια που βρίσκονται σε πεδιάδες, γεφυρώνουν μεγάλα ποτάμια και βρίσκονται πάνω σε μεγάλους οδικούς άξονες, που δεν άλλαξαν από την αρχαιότητα. Τα σωζόμενα γεφύρια αυτού του είδους είναι ελάχιστα, επειδή καταστράφηκαν, σε διάφορες χρονικές περιόδους, για να κατασκευαστούν σύγχρονα. Παραδείγματα τέτοιων γεφυριών είναι το γεφύρι του Πασά στη Δυτική Μακεδονία και της Αγγίστας στην Ανατολική.

β) Τα μικρά γεφύρια που βρίσκονται μέσα σε οικισμούς, ή γύρω απο αυτούς, γεφυρώνουν συνήθως χειμάρρους και χρησιμεύουν, ακόμα και σήμερα στην τοπική επικοινωνία. Πολλά από τα γεφύρια αυτά έχουν υποστεί επισκευές οι οποίες αλλοίωσαν την παραδοσιακή φυσιογνωμία τους.

γ) Τα γεφύρια που βρίσκονται σε ορεινές διαβάσεις οι οποίες δεν χρησιμοποιούνται σήμερα, αλλά στο παρελθόν αποτελούσαν τμήματα βασικών ορεινών οδών επικοινωνίας. Τέτοια γεφύρια είναι το γεφύρι της Κορομηλιάς ή το γεφύρι του Αζίζ Αγά στη Δυτική Μακεδονία. Το μοναδικό, ίσως, δείγμα γεφυριού αυτής της κατηγορίας στην Κεντρική και Ανατολική Μακεδονία, είναι το γεφύρι της Μόρνας στην Πιερία.

Εάν εξαιρέσει κανείς τα μικρά γεφύρια που βρίσκονται μέσα σε οικισμούς, τα υπόλοιπα και πιο μεγάλα έχουν προ πολλού χάσει κάθε χρησιμότητα. Αρκετά από αυτά είναι χαμένα σε δυσπρόσιτες ρεματιές και μοιάζουν ξεχασμένα κι αφημένα στο έλεος του Θεού και στη φθορά του χρόνου. Ορισμένα συνδέονται με θρύλους που ανάγονται στην αρχαιότητα, όπως το γεφύρι Μεγαλέξαντρου Αλμωπίας ή το κατεστραμμένο σήμερα γεφύρι Ελευθεροχωρίου

Γρεβενών (του οποίου ο θρύλος αναφέρεται στον Μ. Αλέξανδρο), ακόμα και το γεφύρι του Κάστρου Εορδαίας που ονομάζεται και γεφύρι «του Αλεξάνδρου μας». Παρόμοιες ονομασίες είχε επισημάνει ο Γερ. Καψάλης («Λαογραφικά εκ Μακεδονίας», Λαογραφία τ. ΣΤ'), ήδη απο το 1918, όταν έγραφε (σ. 465): «*Εν Μακεδονία ου μόνον πάσα σχεδόν δημώδης παράδοσις, αλλά και παν κτήριον αρχαίον είναι συνδεδεμένον με το όνομα του Μ. Αλεξάνδρου, σπανιώτερον δε με το τον Φιλίππου και το του γενάρχου της Μακεδονικής Δυναστείας Ηρακλέους*». Οπωσδήποτε όλα τα σωζόμενα πέτρινα γεφύρια αποτελούν ιστορικά μνημεία και χαρακτηρίζουν με την τεχνοτροπία τους τις ανάλογες εποχές στην ιστορία της αρχιτεκτονικής, γι αυτό και τους αρμόζει ο τίτλος «ιστορικά γεφύρια». Πολλά έχουν κηρυχθεί από τις αρμόδιες υπηρεσίες ως διατηρητέα ιστορικά μνημεία. Αυτή η ανακήρυξη πρέπει ν' αποτελεί ένα πρώτο βήμα του ενδιαφέροντος της πολιτείας για προστασία και ανάδειξη (με αναστηλωτικές επισκευές και διαμόρφωση χώρων) των μνημείων αυτών της Ελληνικής Παραδοσιακής Αρχιτεκτονικής, αλλά και της Ελληνικής Ιστορίας γενικότερα, αφού πολλά από τα γεφύρια συνδέονται με θρύλους και ιστορίες αξιομνημόνευτες, που συμβάλλουν στην ολοκλήρωση της τοπικής ιστορικής παράδοσης κάθε επιμέρους περιοχής.

Ιστορική εξέλιξη των γεφυριών

Γεφύρια είναι τα τεχνικά έργα τα οποία αποκαθιστούν τη συνέχεια οδών, οποιασδήποτε φύσεως, που διακόπτονται από φυσικά εμπόδια, (συνήθως ποταμούς, χειμάρρους, χαράδρες, κοιλάδες, έλη κ.λπ.) και καθιστούν δυνατή τη διάβαση σε ανθρώπους, οχήματα, υλικά κ.λπ.

Η εξέλιξη των γεφυριών παρακολούθησε την εξέλιξη των οδών και κατ' επέκταση των συγκοινωνιών. Παρά δε το γεγονός ότι η εξέλιξη των γεφυριών ήταν συνεχής θα μπορούσαμε να διακρίνουμε τρεις περιόδους. Η πρώτη περίοδος αρχίζει τους προϊστορικούς χρόνους και λήγει τους πρώτους ρωμαϊκούς χρόνους. Η δεύτερη περίοδος λήγει στις αρχές του δεκάτου ενάτου αιώνα και η τρίτη περίοδος διαρκεί μέχρι σήμερα.

Πρώτη περίοδος (4000 π.Χ. - 2ος αιώνας π.Χ.)

Η πρώτη γέφυρα που κατασκεύασε ο άνθρωπος θα ήταν επακόλουθο του πρώτου μονοπατιού, που στην κατασκευή της θα οδηγήθηκε απο την ίδια τη φύση.

Είναι λοιπόν φυσικό τα πρώτα γεφύρια να αποτελούνταν από υλικά που παρείχε η φύση με ελάχιστη ανθρώπινη επεξεργασία. Οι πρώτες γενιές των ανθρώπων για τη διάβαση των ποταμών κατασκεύασαν γεφύρια χρησιμοποιώντας κορμούς δένδρων και μεγάλες πέτρινες πλάκες. Και ενώ για τη γεφύρωση ρυακιών τοποθετούσαν απευθείας τους κορμούς των δένδρων και τις πέτρινες πλάκες επί των οχθών, για τη γεφύρωση ποταμών χρησιμοποίησαν λιθόρριπτα βάθρα πάνω στα οποία στήριζαν τους προαναφερθέντες φορείς.

Απο διασωζόμενα ερείπια εικάζεται ότι τα πρώτα γεφύρια κατασκευάστηκαν στην Ασσυρία και την Αίγυπτο αν και δεν αναφέρεται ιστορικά. Ενδεχομένως να κατασκευάστηκαν και στην Κίνα και στις Ινδίες.

Η οικοδομική χρήση των θόλων στην Ασσυρία είναι πολύ παλαιά. Από τις ανασκαφές της Βαβυλώνας και της Νινεβί (που καταστράφηκαν μεταξύ του 600 - 700 π.Χ.) ήλθαν στο φως υπολείμματα υπονόμων καλυμμένων με θόλους από σφηνοειδείς πλίνθους, των οποίων η κατασκευή ανάγεται στο 2000 - 4000 π.Χ.

Οι Κινέζοι περί το 2000 π.Χ. κατασκεύασαν πλωτές γέφυρες.

Στην Ελλάδα οι πρώτες γέφυρες φέρεται ότι κατασκευάστηκαν κατά την προϊστορική εποχή στην Κρήτη και αποτελούνταν από πέτρινα βάρθρα συνδεδεμένα με ξύλινους δοκούς ή με πέτρινες πλάκες. Τέτοια γεφύρια κατά τον Όμηρο χρησιμοποίησε ο Αχιλλεύς για τη διάβαση του Ξάνθου.

Τον 15ο π.Χ.αίωνα κατασκευάστηκαν από πέτρα «ψευδοθόλοι» με οριζόντιους αρμούς έδρασης όπως ο τάφος του θησαυρού των Μυκηνών. Στις κατασκευές αυτές η επικάλυψη των ανοιμάτων επιτυγχάνετο από λιθοδομή με οριζόντιους αρμούς έδρασης, όπου κάθε ανώτερη στρώση προεξείχε της κατώτερης δημιουργώντας πρόβολο.

Τον 7ο - 6ο π.Χ. αιώνα κατασκευάστηκαν ξύλινες γέφυρες. Τέτοιες γέφυρες κατά τον Ηρόδοτο κατασκεύασαν οι πρώτοι βασιλείς της Αιγύπτου σε ένα βραχίονα του Νείλου καθώς και στον Ευφράτη, των οποίων οι φορείς ήταν ξύλινοι και τα βάρθρα πέτρινα. Αναφέρεται δε χαρακτηριστικά ότι οι πέτρες των βάρθρων συνδέονταν μεταξύ τους με χρησιμοποίηση μολύβδου και σιδήρου.

Κατά τους ιστορικούς χρόνους κατασκευάζονται πλωτές στρατιωτικές γέφυρες. Το 515 π.Χ. ο σάμιος αρχιτέκτων Μανδροκλής κατασκευάζει πλωτή γέφυρα επί του Βοσπόρου που χρησιμοποιήθηκε από τον Μεγάλο Βασιλέα Δαρείο κατά την εκστρατεία του εναντίον των Σκυθών. Παρόμοια γέφυρα κατασκευάστηκε και στον ποταμό Ίστρο (Δούναβη) για τον ίδιο σκοπό. Ήταν τόσο σπουδαίας σημασίας η γέφυρα αυτή ώστε η καταστροφή της, κατά τον άρχοντα της Θρακικής χερσονήσου Μιλτιάδη, θα σήμαινε και την καταστροφή του Πέρση Βασιλιά η οποία είχε στόχο την απελευθέρωση των ελληνικών πόλεων της Μικράς Ασίας.

Κατά το τέλος του 481 π.Χ. ο Ξέρξης έζηυξε τον Ελλήσποντο με Γέφυρα «επί κάλων εκ λίνου και παπύρου» αλλά καταστράφηκε. Την επόμενη χρονιά κατασκεύασε δύο άλλες που στηρίχθηκαν σε πλοία, τη μία προς τον Εύξεινο Πόντο επί 360 πλοίων, την άλλη προς τον Ελλήσποντο επί 314 πλοίων. Πάνω απο τα πλοία διέταξαν έξι (6) σχοινιά τα οποία προσέδεσαν στις δύο όχθες και τοποθέτησαν επ' αυτών κορμούς δένδρων, πάνω από τους οποίους διέταξαν δεύτερη σειρά σχοινιών. Επί της δεύτερης σειράς των σχοινιών τοποθέτησαν ξύλα και στη συνέχεια χώμα, δημιουργώντας μ' αυτό τον τρόπο το κατάστρωμα της γέφυρας.

Ο Μέγας Αλέξανδρος το 329 π.Χ. διήλθε τον ποταμό Όξο πάνω από γέφυρα με πλωτά μεσόβαθρα. Τα μεσόβαθρα αυτά αποτελούνταν από δερμάτινους σάκκους γεμισμένους με ξερά χόρτα, άχυρα κλπ. και από ασκούς φουσκωμένους. Ανάλογη μέθοδο χρησιμοποίησε μεταγενέστερα ο Αννίβας για τη διάβαση του Ροδανού.

Την ίδια περίπου εποχή οι Κινέζοι κατασκεύασαν γεφύρια από bamboo και σίδηρο.

Δεύτερη περίοδος (2ος αιώνας π.Χ. - αρχές 10ου αιώνα)

Η περίοδος αυτή αρχίζει με την κατασκευή τοξωτών φορέων από τους Ρωμαίους, οι οποίοι κατασκευάζοντας το οδικό δίκτυο που συνέδεε τη Ρώμη με τις επαρχίες της Αυτοκρατορίας τους, αναγκάστηκαν να κατασκευάσουν γέφυρες.

Οι ρωμαϊκές γέφυρες κατασκευάστηκαν με περίσσεια αντοχή και για το λόγο αυτό πολλές απ' αυτές σώζονται μέχρι σήμερα. Είναι αξιοσημείωτη η λεπτότητα κατασκευής των τόξων καθώς και η προσαρμογή των τόξων πάνω στα βάθρα, χωρίς χρησιμοποίηση κονιάματος, έτσι ώστε οι αρμοί μόλις που διακρίνονται.

Οι Ρωμαίοι τον δεύτερο π.Χ. αιώνα κατασκευάζουν τη μονότοξη γέφυρα Rotto και το 110 π.Χ. τη γέφυρα Milvins.

Το 62 π.Χ. κατασκευάζεται η δίτοξη γέφυρα Fabricius στη Ρώμη με ελεύθερα ανοίγματα των 27,40 μέτρων το καθένα.

Το 55 π.Χ. ο Ιούλιος Καίσαρ κατασκευάζει ξύλινη γέφυρα στο Ρήνο μήκους 485 μέτρων επί πασσάλων μέσα σε 10 ημέρες.

Το 14 μ.Χ. επί Αγρίππα κατασκευάζεται η υδατογέφυρα του Gard κοντά στο Nim της Γαλλίας μήκους 262 μ. και ύψους 49 μέτρων και το 100 μ.Χ. η υδατογέφυρα κοντά στο Segovia της κεντρικής Ισπανίας.

Το 100 μ.Χ. επί Τραϊανού, κατασκευάζεται η εξάτοξη γέφυρα στον ποταμό Alcantara της Ισπανίας μήκους 180 μ. με μέγιστο άνοιγμα τόξου 30 μ. Το 134 μ.Χ. στον Τίβερη κατασκευάζεται η περίφημη γέφυρα Aelius.

Οι Ρωμαίοι, μεταχειριζόμενοι το πλήρες ημικυκλικό τόξο, κατασκεύασαν ανοίγματα μέχρι 36 μέτρα. Τα πάχη των βάθρων ήταν υπερβολικά, δεδομένου ότι ο λόγος πάχους του βάθρου προς μήκος του ανοίγματος του τόξου είναι 1:3. Για το λόγο αυτό σώζονται και κυκλοφορούνται ακόμα και σήμερα ρωμαϊκές γέφυρες. Βέβαια τα αυξημένα πάχη των βάθρων εμπόδιζαν την ομαλή ροή των ποταμών στις θέσεις γεφύρωσης αλλά φαίνεται, ότι διαθέτοντες οι κατασκευαστές των γεφυρών σημαντικές υδραυλικές γνώσεις διαπλάτυναν στις θέσεις γεφυρώσεως τους ποταμούς ώστε το συνολικό πλάτος τους, μαζί με τα ογκώδη βάθρα, να είναι ικανό να δέχεται χωρίς προβλήματα τις πλημμυρικές παροχές.

Συνεχιστής του ρωμαϊκού δικτύου εμφανίζεται ο αυτοκράτορας του Βυζαντίου Ιουστινιανός (527 - 565 μ.Χ.), ο οποίος, παράλληλα με το σημαντικό πολεοδομικό και οικοδομικό του πρόγραμμα, πραγματοποίησε σημαντικά δημόσια έργα. Την εποχή του Ιουστινιανού

κατασκευάστηκαν την Ανατολή αρκετές γέφυρες, με σημαντικότερη την υδατογέφυρα του υδραγωγείου της Κων/πολης, κοντά στο σημερινό Βουργάς μήκους 240 μ. και ύψους 33 μέτρων πάνω από την κοιλάδα.

Από το 550 μέχρι το 1100 μ.Χ. ελάχιστες γέφυρες κατασκευάστηκαν με εξαίρεση τη γέφυρα An Ji που κατασκευάστηκε το 605 στην Κίνα.

Σημαντική ώθηση στην ανάπτυξη της γεφυροποιίας έδωσαν πολλά τάγματα μοναχών, κατά τον 13ο αιώνα στη Γαλλία, αποκαλούμενα «αδελφοί γεφυροποιοί» για εξυπηρέτηση των οδοιπόρων. Σ' αυτούς αποδίδεται η εισαγωγή στη γεφυροποιία των καταβιβασμένων θόλων, τους οποίους απέφευγαν οι παλαιότεροι για τους γνωστούς λόγους των αυξημένων οριζοντίων ωθήσεων στα βάθρα.

Κατά τη διάρκεια της Αναγέννησης στη Δύση, 1500 -1700 μ.Χ. η ίδρυση πανεπιστημίων και τεχνικών σχολών καθώς και οι πλασμένες, αρχικώς από το Γαλιλαίο, αρχές της Στατικής και της ελαστικότητας, άνοιξαν νέα περίοδο στη γεφυροποιία.

Η βαθύτερη κατανόηση της αντοχής των υλικών επέτρεψε τη συστηματικότερη έρευνα για οικονομική χρήση των υλικών και τόλμη στις αισθητικές λύσεις.

Από τα έργα της περιόδου αυτής αξιομνημόνευτη είναι η γέφυρα του Neuilly στον ποταμό Σηκουάνα, που κατασκευάστηκε από τον Perronet και αποτελούνταν από 5 ανοίγματα των 39 μέτρων. Ο Perronet διέγινωσε ότι σε μία σειρά ίσων τόξων οι οριζόντιες ωθήσεις στα μεσόβαθρα εξισορροπούνται από το ίδιο βάρος της γέφυρας. (1708 μ.Χ.).

Έτσι υιοθετήθηκε το λεπτό πάχος των μεσοβάθρων με ταυτόχρονη αύξηση των ανοιγμάτων.

Με τη μείωση του πάχους των βάθρων διευκολύνεται η ροή του ποταμού, δεδομένου ότι μειώνονται οι στροβιλισμοί του νερού και προκύπτει οικονομική κατασκευή αφενός μεν λόγω της μείωσης του πάχους των βάθρων και αφετέρου επειδή δεν απαιτείται σημαντική διαπλάτυνση της κοίτης του ποταμού στη θέση της γεφύρωσης.

Οι γέφυρες που χτίστηκαν μέχρι το 1700, είτε συνεχίζουν τη ρωμαϊκή παράδοση με τα ημικυκλικά τόξα είτε χαρακτηρίζονται από την επιρροή του ανατολικού ρυθμού με την οξυγώνια θλάση του τόξου (περσική ψαλίσ ή ψαλιδωτό τόξο).

Με την εισαγωγή των επιστημονικών μεθόδων στην ανάλυση της κατασκευής, οι πέτρινες γέφυρες του 18ου αιώνα, κατασκευάζονται με σημαντική οικονομία υλικού.

Κατά τον 19ο αιώνα, οι πέτρινες γέφυρες φτάνουν στα όρια τους. Νεώτερα υλικά, όπως ο χυτοσίδηρος και το σκυρόδεμα, εμφανίζονται και εκτοπίζουν τις πέτρες από τις κατασκευές.

Με τα νέα υλικά, μεγαλύτερα ανοίγματα καλύπτονται με οικονομικότερο τρόπο αλλά εκείνο που πρέπει να τονισθεί ιδιαίτερος είναι το γεγονός ιστορικά αποδειγμένο, ότι οι πέτρινες γέφυρες είναι αξεπέραστες από την άποψη της αντοχής στο χρόνο και από αισθητική άποψη.

Ταξίδι στο χρόνο

Όταν ο γνωστός μας Βρετάκος Λικ(William Martin Leake,1777-1860) στις 6 και 55' το απόγευμα στις 10 Ιουνίου 1809 περνάει τη γέφυρα πάνω από τον Βοϊδομάτη (παραπόταμο του Αώου), κοντά στην Κλειδονιάβιστα, περιοχή Κόνιτσας, σημειώνει ότι αυτή είναι της συνηθισμένης αλβανικής κατασκευής, δηλαδή πολύ ψηλή και στενή. Η γέφυρα ήταν μονότοξη, προφανώς με ημικυκλικό τόξο. Ο Λικ, αξιωματικός του πυροβολικού (σπουδαγμένος και μηχανική) είναι εν γένει αξιόπιστος και κατατοπισμένος. Αλλά πώς να δεχτεί κανείς αυτήν την πληροφορία όταν γνωρίζουμε ότι υπήρχαν ξακουστοί και γι' αυτό από μακριά μετακαλούμενοι Αρβανίτες πρωτομαστόροι.

Επίσης, όταν ο εξισλαμισμένος Γαλλοεβραίος Μανζούρ (Ibrahim Manzour Effedi, 1777-1828) συνομήλικος του Λικ και αρχιμηχανικός του Αλή Πασά Τεπελενλή (1816-1819), υποστηρίζει την ακραία άποψη ότι ουσιαστικά: υπήρχε έλλειψη γεφυρωτών στην Αλβανία, και, κυρίως, όταν σε ολόκληρη την Ελλάδα επιβίωνε παράδοση γεφυροποιίας, εξελισσόμενης μέσα στους αιώνες: μιας εξέλιξης που οδήγησε από τα γεφύρια των οποίων το κενό καλυπτόταν από οριζόντιους δοκούς, ή κατά το εκφορικό σύστημα, στα γεφύρια που κατασκευάζονταν με τόξα.

Η μόνιμη ζεύξη ποταμών υπήρξε μια μακρά και περιπετειώδης διαδικασία. Εξ αιτίας αυτού του γεγονότος ο αρχαίος κόσμος αναγνώριζε στους ποταμούς μαγικές και ιερές ιδιότητες και απαιτούσε εκδήλωση σεβασμού πριν από τη διάβαση τους.

Οι Έλληνες δεν κατέργησαν στη χάραξη των δρόμων τους τα φυσικά εμπόδια με τεχνικά έργα. Απλώς εκμεταλλεύθηκαν ευνοϊκές διαμορφώσεις για να αποφύγουν επιχωματώσεις ή εκσκαφές μεγάλης κλίμακας. Μέχρι την ελληνιστική εποχή μικρές γέφυρες και τεχνητές αρματροχιές - δηλαδή ζεύγη τεχνητών αυλάκων βάθους 0,07 - 0,10 μ., πλάτους 0,20 - 0,22 μ. σε απόσταση 1,38 -1,80 μ. μεταξύ τους - χαραγμένες είτε στις βραχώδεις κοίτες των δρόμων είτε στο κατάστρωμα γεφυρών είναι οι αψευδέστερες ενδείξεις για την ύπαρξη ενός δρόμου.

Οι οδομηχανικοί της ρωμαϊκής εποχής, με μεγαλύτερη εμπειρία στο τεχνικό πεδίο, κατέφυγαν στη χρήση γεφυρών τόσες φορές, όσες απαιτούσε η επιθυμία τους για την χάραξη σύντομων και ευθειών κατά το δυνατόν οδικών αρτηριών για τη διακίνηση στρατευμάτων, ταχυδρομείου και πολιτών. Η σχετική τεχνολογία είχε - πέραν της γεφυρωτικής - ευρύτερη εφαρμογή στο χώρο της αρχιτεκτονικής. Οι ίδιες στατικές αρχές και τεχνικές κατασκευής αναγνωρίζονται στις κυκλώπειες οχυρώσεις και του μνημειώδεις τάφους της μυκηναϊκής εποχής αφ' ενός και στους ναούς, τα θέατρα και τα τείχη των κλασικών και ελληνιστικών πόλεων, καθώς και στους κατάγειους καμαροσκεπείς τάφους «μακεδονικού τύπου» ελληνιστικής εποχής αφετέρου.

Τα τοπογραφικά και υδρογραφικά δεδομένα, η πολιτική οργάνωση του ελλαδικού χώρου και το επίπεδο των τεχνικών γνώσεων επηρέασαν τον αριθμό, το μέγεθος και τη μορφή των γεφυρών αυτών.

Η σπάνις των μεγάλων ποταμών και η διαβατότητα των υπαρχόντων είχαν ως αποτέλεσμα τη μη μόνιμη γεφύρωση, των περισσότερων ρευμάτων και την ανέγερση όχι ιδιαίτερα επιβλητικών γεφυρών στις περιπτώσεις διαρκούς, δηλ, «διηνεκούς» ζεύξης.

Προϊστορικοί χρόνοι

Τα λείψανα είκοσι περίπου προϊστορικών γεφυρών γύρω από την ακρόπολη Μυκηνών, στην πεδιάδα της Ναυπλίας και στη ΒΑ γωνία του Θριασίου πεδίου, αποτελούν πολύτιμες μαρτυρίες για την υψηλή τεχνογνωσία και δεινότητα των Μυκηναίων γεφυροποιών. Οι κατασκευές αυτές είναι αδιαφιλονίκητη ένδειξη ενός αξιόλογου συστήματος δρόμων στην υπηρεσία μιας κεντρικής εξουσίας με αυξημένες απαιτήσεις χερσαίας επικοινωνίας.

Αποτελούν στην ουσία φραγματοειδείς κατασκευές από αδρομερώς επεξεργασμένους μεγάλιθους συναρμοσμένους κατά το πολυγωνικό σύστημα τοιχοδομίας με μια μόνο στενή - πλάτους 0.73 έως 3.83 μ. - δίοδο παροχέτευσης του νερού των χειμάρρων, τους οποίους διέσχιζαν. Η δίοδος έχει μορφή είτε τραπεζιοειδή - με οριζόντια πλάκα να καλύπτει το κενό μεταξύ των αντωπών εκφορικών τοιχωμάτων (π.χ. η γέφυρα στη Δρακονέρα, ΒΔ της ακρόπολης των Μυκηνών) - είτε τριγωνική - με συγκλίνοντα ακρόβαθρα να συναντώνται στην οξεία κορυφή σε κατακόρυφο αρμό (π.χ. η γέφυρα στο Λυκοτρούπι Αργολίδος) ή να κλειδώνονται με σφηνοειδές έμβολο (π.χ. οι γέφυρες στο Αρκαδικό και το θριάσιο Πεδίο).

Οι γέφυρες στο Αρκαδικό και στο Θριάσιο πεδίο είναι τα αρχαιότερα λίθινα ζεύγματα, στα οποία έχει διαπιστωθεί η χρήση οργανικής κλείδας. Αυτή η ανακάλυψη δεν εξελίχθηκε περαιτέρω. Οι τεράστιες δυνατότητες αυτού του συστήματος κάλυψης είτε δεν εκτιμήθηκαν επαρκώς είτε τα μεγάλα ανοίγματα κρίθηκαν ασυμβίβαστα προ την μυκηναϊκή αντίληψη περί αντοχής, εγγύηση της οποίας θεωρήθηκε η κυκλώπεια τοιχοδομία με την εμμονή της στον όγκο και το βάρος. Έτσι φαίνεται ότι η κατασκευή γεφυρών με εκφορικά τόξα και κορυφαίο σφηνόλιθο ήταν ένα δειλό εγχείρημα, περιορισμένο τοπικά και χρονικά, και ότι λησμονήθηκε στους ιστορικούς χρόνους.

Κλασική – Ελληνιστική εποχή

Στη σωζόμενη από τις δίδυμες γέφυρες στη Ελεύθερνα της Κρήτης (του α' μισού του 4ου αι. π.Χ.) η μάζα οργανώνεται εκατέρωθεν ορθογώνιου περάσματος πλάτους 3,83 μ., καλυπτόμενου με τριγωνικό εκφορικό θόλο ύψους 1,85 μ. Τα συμμετρικά ακρόβαθρα ενώνονται σε κατακόρυφο αρμό υπεράνω της οξείας κορυφής του θόλου, ο οποίος έχει λαξευτεί στο κατώτερο ήμισυ του ίδιου ζεύγους λίθων. Πρόκειται δηλ. για αρχιτεκτονική εκλέπτυνση μια μυκηναϊκής ιδέας.

Οι λοιπές διασωθείσες γέφυρες της περιόδου αυτής έχουν απλούστερη μορφή. Έχουν κατασκευασθεί από οριζόντιες επαπτόμενες πλακοδοκούς είτε σε παράλληλες σειρές υποστηριγμάτων, όπως εκείνη στην είσοδο του ιερού της Αρτέμιδος στη Βραυρώνα (του β' τετάρτου του 5ου αι. π.Χ) ή σε σύλους, όπως η γέφυρα εμπρός από τη δυτική πύλη της ευβοϊκής πόλεως Ερέτριας (του β' μισού του 5ου αι. π.Χ.). Αναμφισβήτητα τέτοιες απλές διαμορφώσεις χρησιμοποιήθηκαν ήδη από τον προϊστορικό άνθρωπο, ο οποίο άρχισε τις γεφυρωτικές παρεμβάσεις με φθαρτά υλικά (ξύλινες δοκούς, πλωτά ζεύγματα, ή λίθο, όταν διαπίστωσε την ωφέλεια από ένα πεσμένο κορμό δένδρου επάνω από υδάτινο ρεύμα.

Φαίνεται ότι ένας καθοριστικός παράγοντας για την περιορισμένη χρήση γεφυρών κατά τους κλασικούς - ελληνιστικούς χρόνους υπήρξε ο πολιτικός κατακερματισμός της νοτιότατης άκρης της Βαλκανικής σε πόλεις - κράτη, των οποίων η μέριμνα για την απρόσκοπτη οδική κυκλοφορία εξαντλείτο στα όρια της δικαιοδοσίας τους. Ιδιαίτερη όμως φροντίδα αποτελούσε για τις πόλεις ή τα ιερατεία η ασφαλής διακίνηση των προσκυνητών στις Ιερές Οδούς, οι οποίες κατέληγαν σε Ιερά.

Οι επιγραφικές μαρτυρίες αυτής της εποχής διαφωτίζουν ζητήματα σχετικά με την κατασκευή και συντήρηση των αρχαίων γεφυρών. Η απόφαση για τη μόνιμη γεφύρωση ενός ρεύματος καθώς και οι τεχνικές προδιαγραφές ήταν έργο της βουλής και του δήμου κατά την Κλασική - ελληνιστική εποχή. Στηριζόταν σε προτάσεις τις οποίες υπέβαλε αρχιτέκτων - όπως ο Δημομελής για τη γέφυρα των Ρειτών το έτος 421/20 π.Χ. Σκλάβοι ή ελεύθεροι χειρώνακτες εκτελούσαν τα σχέδια, τα οποία είχαν εγκριθεί. Σε αθηναϊκό αντίγραφο δελφικού νόμου του 380/79 π.Χ. οι Αμφικτύονες επιφορτίσθηκαν με την φροντίδα γεφυρών και δρόμου. Εύποροι πολίτες ή ομάδες εύρωστων οικονομικά μελών της τοπικής κοινωνίας επιβαρύνονταν με το κόστος της κατασκευής ή της επισκευής, όταν η πόλη δεν κάλυπτε τη δαπάνη. Σύμφωνα με τιμητικό ψήφισμα αλλά και ένα επίγραμμα της Παλατινής Ανθολογίας ο Ξενοκλής ο Σφήττιος, επιμελητής των Ελευσίνιων Μυστηρίων το 321/20 ή 318/17 π.Χ., υπήρξε χορηγός γέφυρας στην Ιερά Οδό. Ως ανταμοιβή έλαβε ένα στέφανο. Έχει υποστηριχθεί ότι η χρήση του γνήσιου κλειδωτού τόξου, συνιστώμενου από τραπεζιόσχημους θολίτες λίθου σε ημικυκλική διάταξη είναι γνώρισμα της ρωμαϊκής γεφυροποιίας και ότι οι ειδικοί της ελληνιστικής εποχής, παρά την προσφυγή στη νέα τεχνική

για την κάλυψη χώρων (κυρίως πυλών και καμαροσκεπών τάφων), επέδειξαν δισταγμό στη χρησιμοποίησή του σε έργα μηχανικής όπως οι γέφυρες.

Το λίθινο κάλυμμα κτιστού αγωγού στην πόλη της Ρόδου, ο οποίος κατασκευάστηκε μετά την φοβερή πλημμύρα του 316 π.Χ., και μια σύνθετη «γεφυροειδής» κατασκευή στη βάση του Προπύλου του Πτολεμαίου Β' στη Σαμοθράκη (285-280 π.Χ.) αποδεικνύουν ότι η ημικυκλική, κλειδωτή τοξοδομία τέθηκε στην υπηρεσία της ελληνικής γεφυροποιίας. Η τρίκεντρη καμάρα της Ρόδου, μήκους 8 μ. και πλάτους 2,80 μ., είναι σφηνωμένη στο χείλος των τοιχωμάτων, τα οποία απορροφούν τις πλάγιες ωθήσεις από τους θολίτες λίθους. Η δίοδος στο παχύτερο πόδιο του Προπύλου είναι ένα τέλεια αναπτυγμένο κλειδωτό τόξο, 15,50 μ. μήκους και 1,90 μ. πλάτους. Προορισμένη για την προχέτευση του σκοπίμως μετατοπιθέντος ρεύματος, είναι μορφολογικά συγγενής προ τις φραγματοειδείς προϊστορικές οδογέφυρες με τα μικρά ανοίγματα για τη διέλευση του νερού. Οι δύο αυτές κατασκευές μαρτυρούν για την αυτοπεποίθηση των Ελλήνων αρχιτεκτόνων για υπόγειες ή κρυπτές ημικυκλικές τοξωτές γέφυρες.



Τετράτοξη γέφυρα Ελευσινιακού Κηφισού – πιθανώς δωρεά του αυτοκράτορα Αδριανού μετά τη μύηση του στα Ελευσίνια Μυστήρια, το φθινόπωρο του 124 μ.Χ. – και το σημείο των «γεφυρισμών»

Ρωμαϊκοί χρόνοι

Οι ρωμαϊκοί χρόνοι συμπίπτουν με την κορύφωση των επιδόσεων της αρχαίας γεφυρωτικής. Οι περισσότερες ρωμαϊκές γέφυρες στο βορειοελλαδικό χώρο επέτρεψαν την διέλευση της Εγνατίας και διακλαδώσεως της επάνω από ποτάμια ρεύματα. Άλλες όμως γέφυρες αυτής της εποχής, όπως εκείνες της Ιεράς Οδού Α. του Τελεστηρίου της Ελευσίνας

και στις εισόδους της Σπάρτης και της Πάτρας, αποκαλύπτουν το ενδιαφέρον των αρχών για την άψογη λειτουργία των ιερών και αστικών οδών.

Η χυτή τοιχοδομία, ένα είδος πρώιμουτσιμέντου στον πυρήνα των κατασκευών, με τις μονολιθικές ιδιότητες της επέτρεψε την ανάπτυξη ελευθέρων τάξεων και μεγάλων ανοιγμάτων κατά την ρωμαϊκή εποχή. Ορθογωνισμένοι λιθόπλινθοι (π.χ. στις γέφυρες στον Ιλισό και τη ρόδο) ή οπτόπλινθοι (π.χ. στη δίτοξη γέφυρα της Πάτρας) χρησιμοποιήθηκαν για την επένδυση της.

Αν και έχουν διασωθεί γέφυρες με περισσότερα του ενός τόξα (2: Ρόδο, Πάτρα, 3: Ιλισού, 4: Ελευσινιακού Κηφισού, κ.λ.π.) οι περισσότερες ρωμαϊκές γέφυρες του ελλαδικού χώρου, όπως και οι προρωμαϊκές, ζεύγνυαν το ρεύμα με ένα άνοιγμα. Το γεγονός αυτό - πέρα από το μικρό μέγεθος των ποταμών - οφείλεται στην τεχνική δυσκολία θεμελίωσης πεσσών στην ποτάμια κοίτη, ικανών να υπομείνουν τις πιέσεις και τη διαβρωτική ενέργεια του νερού. Έτσι οι κατάλληλες διαστάσεις (ύψος, πάχος) των βάθρων αναδεικνύονταν σε βασικό ρυθμιστή της σταθερότητας των γεφυρών. Λείψανα αγνώστου ύψους στηθαίου αναγνωρίζονται στο κατάστρωμα της μονότοξης γέφυρας στο Ξηροκάμπι Λακωνίας.

Δεν ήταν πάντως η έλλειψη στηθαίου, η οποία έκανε τις γέφυρες τόπους εκτέλεσης ή αναζήτησης του θανάτου, αλλά η αποτελεσματικότητα αυτού του τρόπου περάτωσης της ζωής. Ο Διογένης ο Σινωπεύς στα πρόθυρα του θανάτου σύρθηκε μέχρι ένα γεφύριο στην Ιλισό στο ύψος του Γυμνασίου και διέταξε τον παλαιοστροφύλακα να ρίξει το πτώμα του στον ποταμό, μόλις θα διαπίστωνε τον θάνατο του φιλοσόφου.

Τίποτε δεν έχει σωθεί από αυτή την κατασκευή. Προβληματική είναι επίσης και η ταύτιση της γέφυρας η οποία χρησίμευε για τους «γεφυρισμούς», την εκτόξευση δηλ. σκωμμάτων προς τους μύστες στην πορεία τους για το Τελεστήριο της Ελευσίνας. Ο Στράβων συνδέει το έθιμο με τη γέφυρα του αθηναϊκού Κηφισού, ενώ ο Ησύχιος με την γέφυρα του ομώνυμου ποταμού στην Ελευσίνα.

Αλλά η φιλοξενία της παραφοράς ή της σκωπτικής διάθεσης ήταν επεισοδιακή δραστηριότητα στη λειτουργία των διηνεκών γεφυρών, οι οποίες μετέφεραν δόμους των ανθρώπων, των αγαθών και των ιδεών επάνω από ποτάμια και ρεματιές και, σαν έργα κοινής ωφελείας, εξυπηρετούσαν την πολιτική προπαγάνδα των χορηγών τους και τις τεχνικές και αισθητικές αναζητήσεις των κατασκευών τους.

Αρχαία και βυζαντινά

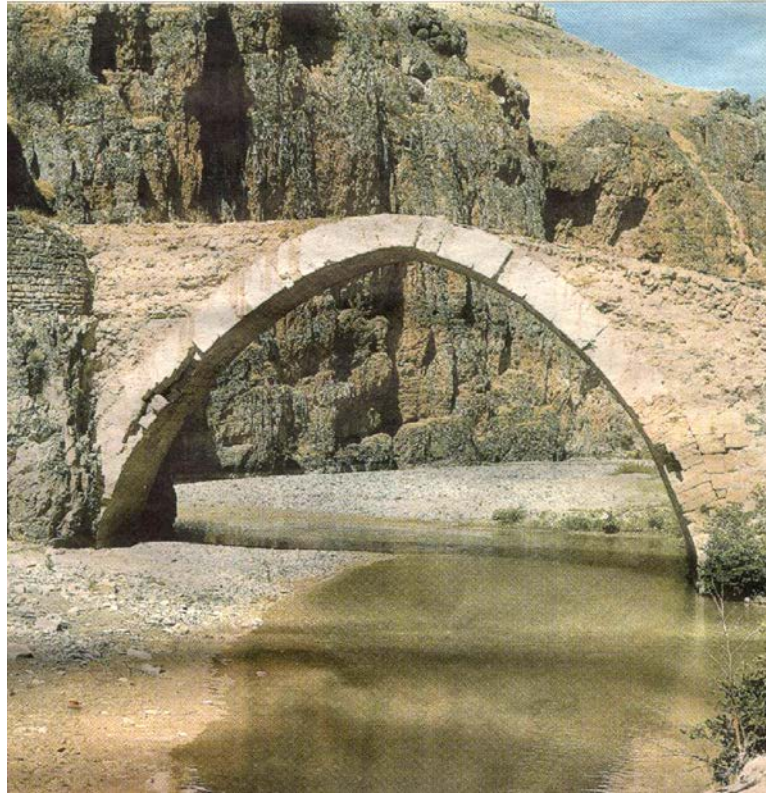
Ήδη κατά τον 2η Χιλιετία π.Χ. στη μινωική Κρήτη και στην μυκηναϊκή Πελοπόννησο κατασκευάστηκαν και έως σήμερα σώζονται γέφυρες δημιουργημένες κατά εκφορά των καλυπτόντων λίθων (θυμηθείτε τον αντίστοιχο τρόπο κατασκευής «ανακουφιστικών

τριγώνων» σε πύλες των Μυκηνών). Από τις αρχαίες πηγές ακούμε για μεγάλο αριθμό γεφυρών, χωρίς να γνωρίζουμε τη δομή τους. Στην Ελλάδα υπάρχει σήμερα σειρά χρησιμοποιούμενων ή όχι γεφυριών, των οποίων η πρώτη οικοδομική φάση ανάγεται στην ελληνική ή συχνότερα στη ρωμαϊκή αρχαιότητα: στη Μακεδονία στην κοιλάδα των Φιλίππων η γέφυρα του Αγγίτη (Kadim Köprü), στη Θεσσαλία επί του Πηνειού μεταξύ Ομολίου και Πυργετού το «Πετρογκέφυρο», τώρα κατερειπωμένο, στην Ήπειρο το αντιπροσωπευτικό της μοίρας των γεφυριών, γεφύρι της Άρτας επί του Αράχθου, στην Πελοπόννησο η «τριπλή γέφυρα» της «Μαυροζούμενας» κοντά στον Μελιγαλά.

Τα αρχαία γεφύρια, όσα σώζονταν, χρησιμοποιήσαν και οι Βυζαντινοί, παράλληλα με νεόκτιστα δικά τους. Οι Οθωμανοί αρχικά επεκτεινόμενοι προς τον Κεντρική Ευρώπη αρκούσαν στα βυζαντινά. Από τον 16ο και 17ο αι. άρχισαν να κατασκευάζουν νέα, συντηρώντας και τα παλιά. Τα γεφύρια στα χρόνια της τουρκοκρατίας κατασκευάζονταν με οζυκόρυφα ισλαμίζοντα τόξα, όχι όμως πάντοτε.

Για την ύπαρξη συνέχειας μορφών και δομών εντυπωσιακά συνηγορεί η γέφυρα Karamagara κοντά στο Elazig στην Ανατολία, πέρα από τον Ευφράτη. Πρόκειται για γέφυρα καμπουρωτή, μονότοξη, ανοίγματος 17μ. και ύψους περ. 10μ. Το σημαντικότερο είναι τούτο: το καλολαξευμένο τόξο της είναι ελαφρά αιχμηρό, έτσι ώστε θυμίζει γεφύρι στην Τουρκία και στα Βαλκάνια στη μακρά διάρκεια της Οθωμανικής Αυτοκρατορίας αλλά η γέφυρα είναι Βυζαντινή, όπως αποδεικνύει η ελληνική περιγραφή της, η οποία δεν τη χρονολογεί αργότερα από τον 6^ο μ.Χ. αι. Της ίδιας μορφολογίας, λίγο πιο «προωθημένης», είναι και η «Καμάρα», λείψανο αδημοσίευτης παλαιοχριστιανικής γέφυρας (μάλλον του 5^{ου} μ.Χ. αι.) στην Πυλαία Θεσσαλονίκης. Αυτά, λοιπόν, τα δύο τόσο απομακρυσμένα μεταξύ τους μνημεία δείχνουν ν' αποκλίνουν δραστικά από τη ρωμαϊκή παράδοση του ημικυκλικού τόξου, τείνοντας να δημιουργήσουν νέα οικοδομική σχολή.

Με την αιώνια χρησιμότητα αυτού του είδους των κτισμάτων και την από μια περίοδο διαχρονικότητα της μορφής τους, είναι εντυπωσιακό ότι επιβίωσε και η αρχαϊκή ονομασία τους «γέφυρα»



Πρωτοβυζαντινή γέφυρα KARAMAGARA στην Καππαδοκία, με το καλολαξευμένο «Ισλαμίζον» τόξο της

Κατασκευή γεφυριών

Γενικά

Τρεις είναι οι μεγάλες δυσκολίες στην κατασκευή γεφυριών:

- α) Η κατασκευή του τόξου τους
- β) Η θεμελίωση του ιδίως στα πεδινά.
- γ) Η επιλογή της εποχής που θα γίνει το έργο.

Η τελευταία είναι πολύ σημαντική, καθώς σχετίζεται με την στάθμη και την ορμή των νερών του ποταμιού. Η ορμητική δε πλημμύρα του είναι ο μεγάλος αστάθμητος (ως προς το πότε θα συμβεί) παράγοντας. Το «Πετρογκέφυρο» του Ομολίου καταποντίστηκε κατακαλόκαιρα, ανήμερα της Αγια-Σωτήρας (6 Αυγούστου) στα 1811.

Η πλημμυρά είναι ο μεγάλος κίνδυνος, όταν κατασκευάζεται του γεφυριού το τόξο (ή σειρά των τόξων) πάνω στα ξύλινα καλούπια. Τα τελευταία φροντίζουν οι μαστόροι να στηρίζονται με αγκυρώσεις κατ' ευθείαν πάνω στα λίθινα βάθρα, κατά κανόνα στις γενέσεις του τόξου (όπου συχνά στο εσωράχιο κατασκευασμένων γεφυριών βλέπουμε ανοικτές «σκαλότρουπες» (=δοκοθήκες) αφημένες). Μερικές φορές όμως κάποια υποστηρίγματα

καλουπιών πατάνε στην κοίτη του ποταμού, εκτεθειμένα στα βίτσια και στα ρεύματά του. Ας προστεθούν και τα αρχικά προβλήματα θεμελίωσης και οικοδομής ιδίως των μεσοβάθρων.

Διαλέγανε λοιπόν να σηκώσουν το γεφύρι - όσο πιο γρήγορα μπορούσαν - του καλοκαιρινούς μήνες, ξεκινώντας όταν χαμήλωναν τα νερά του ποταμού και τελειώνοντας πριν αρχίσουν το φθινόπωρο οι βροχές. Κατά κανόνα, στον ευρύτερο ηπειρομακεδονικό χώρο διαλεγόταν η περίοδος πριν από τον Ιούλιο έως και τον Σεπτέμβριο. Αλλά σε ολόκληρο το διάστημα της κατασκευής ενός γεφυριού και έως ότου το ξεκαλουπώσουν και το παραδώσουν, η καρδιά των μαστόρων έτρεμε από την αγωνία.

Μήπως κι όταν η προηγούμενη της σημερινής γέφυρας του Αράχθου ποταμού, στη θέση «Πλάκα», όταν στα 1863 την τελείωσαν και αφαίρεσαν τις σκαλωσιές και τα καλούπια της, έχοντας στρώσει εκεί δίπλα να φάνε το «ζιαφέτι» (Το εορταστικό τραπέζι) για τους μαστόρους, αφού ακούστηκε τρομακτικός πάταγος, δεν σωριάστηκε το γεφύρι στα εξων συνετέθη; Τριακόσιες τριάντα τρεις είναι στον ευρύτερο ελληνικό χώρο οι παραλλαγές του τραγουδιού του γεφυριού της Άρτας, που μοιρολογούν τα βάσανα του θεμελιώματος και του φτιαξίματος μιας γέφυρας, της τραγικής μοίρας των μαστόρων και των δικών τους.⁷

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά

Όλα τα πέτρινα γεφύρια αποτελούνται από τόξα, δεδομένου ότι το τόξο είναι η μοναδική μορφή πέτρινου φορέα που μπορεί να γεφυρώσει κάποιο άνοιγμα. Αναλόγως του αριθμού των τόξων τους, τα πέτρινα γεφύρια διακρίνονται σε μονότοξα και πολύτοξα.⁸

Μονότοξα :

Τα περισσότερα γεφύρια που κατασκευάστηκαν σε ορεινές περιοχές αποτελούνται, συνήθως, από ένα τόξο, επειδή το πλάτος της κοίτης των ποταμών, κατά κανόνα, είναι μικρό. Υπάρχουν βέβαια και εξαιρέσεις.

Το ελεύθερο άνοιγμά τους υπερβαίνει, πολλές φορές, τα 30 μέτρα. Το ύψος του τόξου τους, σε αρκετές περιπτώσεις, κυμαίνεται γύρω στα 20 μέτρα. Το πλάτος του φορέα τους κυμαίνεται, συνήθως, από 2,5 έως 3,5 μέτρα. Τα ορεινά, κυρίως, γεφύρια έχουν το σημαντικό πλεονέκτημα της θεμελίωσής τους σε βράχο και για το λόγο αυτό, σε συνδυασμό, βεβαίως, με την αρτιότητα της κατασκευής, τα περισσότερα διασωθέντα βρίσκονται σε ορεινές περιοχές. Και επειδή το βραχώδες έδαφος της θεμελίωσης των ορεινών γεφυριών βρίσκεται σε στενώσεις των χειμάρρων - ποταμών, επιτεύχθηκε και οικονομία στην κατασκευή λόγω του μειωμένου ανοίγματός τους.

Το παρατηρούμενο μεγάλο ύψος των γεφυριών δεν οφείλεται στο ύψος της πλημμυρικής στάθμης του ποταμού αλλά σε καθαρά στατικούς λόγους, καθώς προκαλείται μικρότερη οριζόντια ώθηση στις στηρίξεις (ακρόβαθρα) όσο αυξάνεται το ύψος του τόξου.

Είναι, λοιπόν, αξιοθαύμαστο το γεγονός ότι οι ομάδες των μαστόρων της εποχής εκείνης απέδειξαν ότι διέθεταν στατικές γνώσεις από ένστικτο, μάλλον, και από εμπειρία που ανέπτυξαν σε διάστημα πολλών γενιών, ύστερα από πολλές προσπάθειες, άλλοτε επιτυχημένες και άλλοτε όχι.

Πολύτοξα :

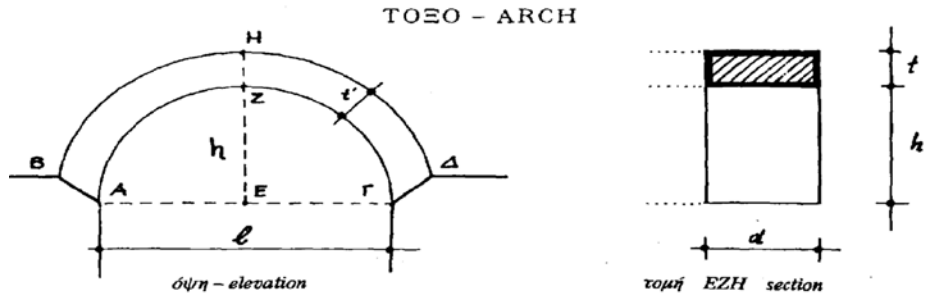
Τα περισσότερα γεφύρια που χτίστηκαν σε πεδινές, ημιορεινές η ορισμένες φορές και σε ορεινές περιοχές, με σημαντικό πλάτος της κοίτης του ποταμού, γεγονός που το επέβαλαν τοπικές, διοικητικές ή στρατιωτικές ανάγκες, είναι, δίτοξα, τρίτοξα, κ.λπ.

Τα πολύτοξα γεφύρια παρουσιάζουν, συνήθως, τα κύρια ανοίγματα (2 ή το πολύ 3) συγκριτικά μεγαλύτερα από τα άλλα, δεδομένου ότι τα ανοίγματα αυτά γεφυρώνουν τη βαθιά κοίτη του ποταμού. Τα υπόλοιπα ανοίγματα καθώς και τα ανακουφιστικά ανοίγματα πάνω από τα μεσόβαθρα παραλαμβάνουν τις πλημμυρικές παροχές του ποταμού. Για παράδειγμα, στη γέφυρα του Ενιπέα των Φαρσάλων η βαθιά κοίτη του ποταμού βρίσκεται κάτω από τα δύο πρώτα ανοίγματα, από όπου διέρχεται η συνήθης παροχή του.

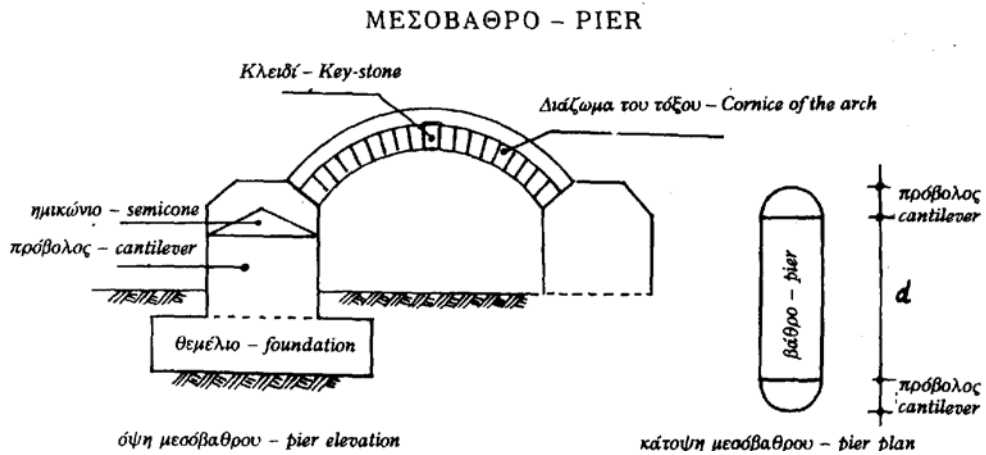
Πιο κάτω παραθέτουμε ορολογία των χαρακτηριστικών στοιχείων των γεφυριών για ευχερέστερη ανάγνωση του πονήματός μας.

- Θολίτες ονομάζονται οι πέτρες από τις οποίες αποτελείται το τόξο.
- Κλειδί (κλείς) του τόξου ονομάζεται ο υψηλότερα τοποθετημένος θολίτης στον άξονά του.
- Τύμπανα ονομάζονται τα διαμήκη πέτρινα τοιχεία που εδράζονται στα άκρα του τόξου.
- Εσωρράχιο ονομάζεται η κάτω (ορατή) επιφάνεια του τόξου.
- Εξωρράχιο ονομάζεται η επάνω επιφάνεια του τόξου, η οποία καλύπτεται από το μεταξύ των τυμπάνων γέμισμα. (Ράχη του τόξου).
- Βάθρα είναι οι ορθοστάτες επί των οποίων στηρίζεται το τόξο.
- Πρόβολοι είναι οι κατασκευές πριν και μετά τα βάθρα που τα προστατεύουν από τα φερτά υλικά και ομαλοποιούν τη ροή του ποταμού.
- Γενέσεις ονομάζονται οι επιφάνειες έδρασης των τόξων επί των βάθρων.
- Βέλος του τόξου είναι η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ γένεσης και κλειδιού της θολωτής κάτω επιφάνειας του τόξου.
- Διαζώματα (ή Αρχιθόλοι) είναι οι ορατές (εξωτερικές) επιφάνειες του τόξου στις όψεις των γεφυρών.
- Καταβιβασμένο λέγεται το τόξο, όταν το βέλος είναι μικρότερο από το ήμισυ του ανοίγματός του.

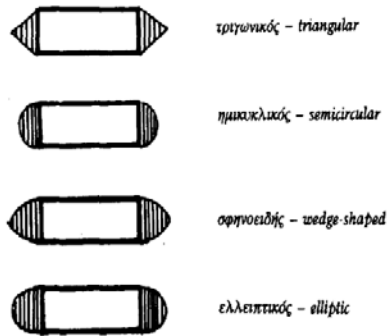
- Αναβιβασμένο λέγεται το τόξο, όταν το βέλος είναι μεγαλύτερο από το ήμισυ του ανοίγματος του.



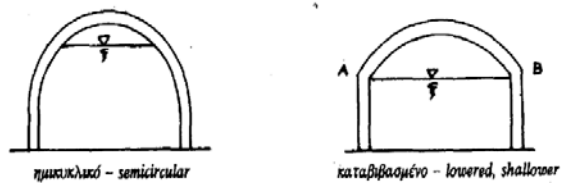
Γενέσεις	: Είναι οι επιφάνειες έδρασης AB.d & ΓΔ.d
Εσωράχιο (αντιξ.)	: Είναι η επιφάνεια AZΓ.d
Εξωράχιο	: Είναι η επιφάνεια BHΔ.d
Κλειδί (κλεις)	: Είναι η επιφάνεια HZ.d
Ελεύθερο άνοιγμα (l)	: Είναι το μήκος ΑΓ
Βέλος	: Είναι το μήκος EZ
Καταβασμός τόξου	: Είναι η σχέση h/l , $EZ/ΑΓ$
Πάχος κλειδιού	: t, HZ
Πάχος τόξου	: t'
Ύψος τόξου	: h
Πλάτος φορέα	: d



ΕΙΔΗ ΠΡΟΒΟΛΩΝ - KINDS OF CANTILEVERS



ΕΙΔΗ ΤΟΞΩΝ - KINDS OF ARCHES

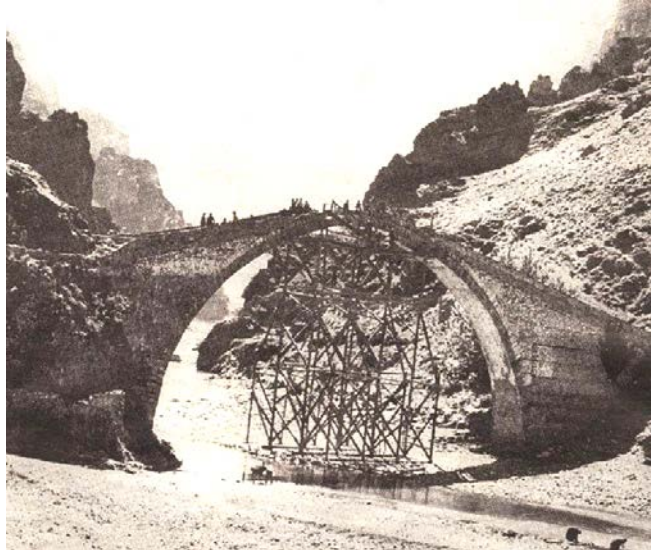


8

Τεχνουργήματα

Η κατασκευή αυτή καθ' εαυτή είναι δύσκολο και απρόβλεπτο έργο ακόμη και για τους πιο έμπειρους πρωτομαστόρους. Αλήθεια, είναι να θαυμάζεις την τέχνη των μαστόρων που ταιριάζοντας (οπωσδήποτε μικρών διαστάσεων) πέτρες τεχνουργούσαν έναν ολόλιθο, και όχι σπάνια τεράστιο γεφύρι.

Η κατασκευή του ξεκινούσε και από τις δύο άκρες της καμάρας του με δύο συνεργεία (ή δύο συγκροτήματα συνεργείων στα μεγάλα έργα· στο γεφύρι της Κόνιτσας – λέει - δούλεψανε κοντά 80 μαστόροι). Τα δύο συνεργεία δούλευανε παράλληλα και σύγχρονα, λέγεται μάλιστα ότι συναλλάζονταν μεταξύ τους, ώστε του καθενός τα συνήθεια κτισίματος (δηλ. ακόμα και τα αρνητικά) να ισομοιράζονται. Και άντε άντε φτάνανε και ανταμώνανε στην κορυφή ακριβώς, και εκεί στον άξονα σφηνώνανε τον τελευταίο και κορυφαίο θολίτη, τον λεγόμενο «κλειδί». Πραγματικά τούτη η καλολαξευμένη σφηνωτή πέτρα «κλειδωνε», δηλαδή εξασφάλιζε την καμάρα και το γεφύρι. Εδώ έγκειται το θαύμα της επιπόησης των πανάρχαιων Μεσοποταμίων.



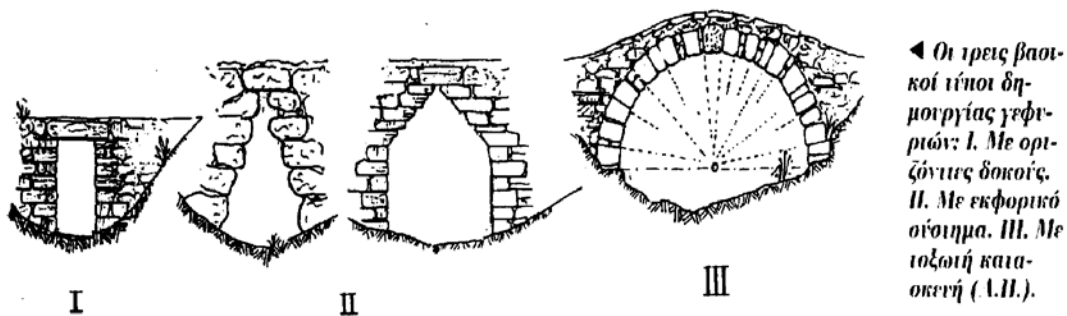
Το γεφύρι της Κόνιτσας στον Αίωο. Έργο του Πυρσογιαννίτη πρωτομάστορα Ζιώγα Φρόνιζου. (1870-71)

Το κονίαμα που χρησιμοποιούσαν ήταν ισχυρό ασβεστοκονίαμα. Για την θεμελίωση το μετατρέπανε σε υδραυλικό εμπλουτίζοντάς το με τριμμένο κεραμίδι: είναι το περίφημο «κουρασάνι». Αναφέρεται ενίοτε και η ενίσχυση του κονιάματος με ασπράδι αυγού.

Στα μεγάλου ανοίγματος γεφύρια, πάνω στο εξωράχιο της καμάρας τους οι μαστόροι κατασκεύαζαν και δεύτερο πλήρες τόξο για στερεότερη κατασκευή· οι θολίτες του τελευταίου εξείχαν προς τα έξω από αυτούς της κύριας καμάρας, τονίζοντας έτσι την παρουσία του και την λυγεράδα όλης της γέφυρας με τη λεπτή γραμμικά σκιά που δημιουργούσαν. Τα δύο μέτωπα της κύριας καμάρας συνδέαν με ενσωματωμένους σιδερένιους ελκυστήρες, στων οποίων τις άκρες (σαν από τρύπα βελόνας) πέρναγαν κάθετες ράβδους αγκύρωσης (τις «άρπεζες» ή «άλπεζες»). Έτσι εξασφάλιζαν το ολόσωμο του φορέα, ιδιαίτερα από σεισμό. (Στο γεφύρι της Κόνιτσας επί του Αίωου και στο «Γκιουφύρ του Πασιά» στον Αλιάκμονα, κοντά στη Σιάτιστα, είχαν κρεμάσει από το εσωράχιο των «κλειδιών» ένα καμπανάκι, που ηχούσε όταν φύσαγε δυνατός αέρας και προειδοποιούσε του διαβάτες για τον κίνδυνο να παρασυρθούν).

Μερικούς θολίτες στη ράχη του τόξου λαξεύανε από μεγάλο μήκους πέτρες, ώστε τοποθετημένοι να προεξέχουν προς τα πάνω σαν στυλίσκοι (αντί θωρακίων)· ονομάζονταν «Αρκάδες» (λέξη που, παρά την τόσο «ελληνοαρκαδική» μορφή της, προέρχεται από την τουρκική «arka», που σημαίνει «ράχη» και «πίσω μέρος», στα δε νεοελληνικά «βοηθός» και «προστάτης»). Εντυπωσιακοί αναδεικνύονται οι ακτινωτοί «Αρκάδες» στο γεφύρι του Πλακίδα ή Καλογερίκο, στο κεντρικό Ζαγόρι της Ηπείρου. Πάνω στις άκρες του εξωράχιου, προς τα χαμηλότερα μέρη της καμάρας, κτίζονταν δύο πλευρικοί τοίχοι, τα «τύμπανα» (σύμφωνα με τους σπουδαγμένους γεφυροποιοούς μηχανικούς). Ο εκεί ενδιάμεσος χώρος «μπαζωνόταν» (ενώ στα ρωμαϊκά και παλιοκριστιανικά γεφύρια κατασκευαζόταν συμπαγής

και ενιαίος με τα τύμπανα). Πάνω στο «μπάζωμα» και στο όσο εξωράχιο της καμάρας εξείχε, στρωνόταν λιθόστρωτο «καληντερύμι», με εγκάρσιες αναβαθμιδώσεις, τις «ούβιες» (=ούγιες) στην Ήπειρο ή «καρτέρια» στην Πελοπόννησο.⁷



Τα υλικά και η κατασκευή

Η πέτρα που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή των γεφυριών, προέρχεται από ντόπια πετρώματα. Στο θεσσαλικό χώρο ήταν πελεκητή (λαξευτή, ξεστή ή ορθογωνική) σε αντίθεση με τα ηπειρώτικα γεφύρια στα οποία χρησιμοποιήθηκε ο σχιστόλιθος. Ο σχιστόλιθος έχει το πλεονέκτημα της λήψης πλακοειδών πετρών με μικρή επεξεργασία και εύκολη και φτηνή μεταφορά.

Είναι χαρακτηριστικό ότι σε θέσεις γεφύρωσης όπου η πηγή λήψης των υλικών ήταν σχετικώς μακριά, χρησιμοποιήθηκαν πολλά είδη πέτρας. Τα βάθρα και οι πρόβολοι των γεφυριών δεχόμενα δυνάμεις τριβής από τη στερεοπαροχή των ποταμών, κατασκευάστηκαν από συμπαγή ασβεστόλιθο, ενώ για την ανωδομή χρησιμοποιήθηκαν ελαφρότερα ή και ευκολότερα επεξεργάσιμα υλικά (π.χ. το διάζωμα της γέφυρας των Φαρσάλων κατασκευάστηκε από πωρόλιθο).

Γενικά το πέτρωμα, από το οποίο προήλθαν οι πέτρες της κατασκευής των γεφυριών, ήταν ομογενές, συμπαγές και ανθεκτικό, χωρίς να περιέχει μεγάλους κρυστάλλους και χωρίς ρωγμές και δεν παρουσίασε φαινόμενα αποσάθρωσης κατά την επαφή του με το νερό ή με τον αέρα.

Το κονίαμα (κουρασάνι) παρουσιάζει πολλές παραλλαγές, κατά γεφύρι και περιοχή. Τα κύρια συστατικά του είναι η άμμος (πολλές φορές χώμα), ο ασβέστης και το κεραμίδι. Πολλές

φορές το κονίαμα αποτελείται από ελαφρόπετρα, ξερά χόρτα, ασπράδια αβγών, ακόμα και μαλλιά ζώων, που λειτουργούν σαν ενισχυτικές ίνες.

Η κατασκευή των γεφυριών ξεκίνησε συμμετρικά με το χτίσιμο των βάθρων. Στη συνέχεια κατασκευάζονταν οι σκαλωσιές και οι ξυλότυποι με τέτοιο τρόπο ώστε να σημειώνονται ελάχιστες παραμορφώσεις του τόξου και να απαιτείται ταυτοχρόνως ελάχιστος χρόνος κατασκευής και ο ελάχιστος απαιτούμενος όγκος ξυλείας.

Η κατασκευή του τόξου ξεκινούσε συμμετρικά από τις γενέσεις με χρήση πεπλατυσμένων πετρών προς το κλειδί (κλειδα) του τόξου. Με την τοποθέτηση του κλειδιού έκλεινε η κατασκευή του τόξου και για το λόγο αυτό στην «κορυφή» του τόξου συναντάται πάντοτε λίθος και όχι αρμός.

Η εργασία κατασκευής των τόξων έπρεπε να έχει ομοιομορφία έτσι ώστε το τόξο, στο σύνολό του, να έχει τα ίδια δομικά χαρακτηριστικά έστω ακόμα και δυσμενή. Για το λόγο αυτό, κατά τη διάρκεια της δόμησης γινόταν σύμμετρη αντιμετάθεση των κτιστών στις διάφορες θέσεις του έργου.

Οι αρμοί των πετρών κατασκευάζονταν κάθετα προς τη γραμμή των πιέσεων (συνισταμένη των πιέσεων) προσαρμοσμένοι στη βασική προϋπόθεση της ευνοϊκότερης σε θλίψη καταπόνησης των στοιχείων.

Μετά την περαίωση των εργασιών κατασκευής του τόξου ακολουθούσε, όχι πάντοτε, εμποτισμός των αρμών από τη ράχη (εξωρράχιο) του τόξου με ισχυρό κονίαμα.

Τέλος η κατασκευή διατηρούνταν σε ήρεμη κατάσταση μέχρι τη μερική πήξη των κονιαμάτων, όχι πλήρη, δεδομένου ότι τα κονιάματα ήταν βραδύπηκτα.

Η φάση κατασκευής των τόξων ήταν η σημαντικότερη και δυσχερέστερη για το κτίσιμο του γεφυριού. Η Κακή τοποθέτηση των σκαλωσιών, η αιφνίδια κακοκαιρία και οι πλημμύρες αποτελούσαν, κυρίως, τα αίτια κατάρρευσης των γεφυριών.

Στη συνέχεια χτίζονταν πάνω στο τόξο τα τύμπανα και γινόταν το γέμισμα της γέφυρας με ξερολιθιά μέχρι την επιφάνεια του καταστρώματος.

Όταν τελείωνε η κατασκευή του γεφυριού ακολουθούσε η καθαίρεση (το λύσιμο) της σκαλωσιάς. Αρκετοί «πρωτομάστοροι» δεν άντεχαν τη φάση αυτή, τους έτρωγε η αγωνία να δουν αν θα «σταθεί» το γεφύρι.⁸

Το έδαφος θεμελίωσης

Στα ορεινά τα γεφύρια “πατάνε” σίγουρα σε βραχώδες έδαφος, ενώ στη πεδιάδα στήθηκαν πατώντας σε επισφαλή προσχωσιγενή εδάφη. Για τον λόγο αυτό σε αρκετές περιπτώσεις παρουσιάστηκαν διαφορικές καθιζήσεις θεμελίωσης με συνέπεια την κατάρρευσή τους. π.χ. Το γεφύρι της συνοικίας Κουτσομηλιών στα Τρίκαλα.



Τρίκαλα το γεφύρι του Λιθαίου της συνοικίας των Κουτσομηλίων. Χαρακτηριστική περίπτωση διαφορεικής καθίζησης της θεμελίωσης των βάθρων γύρω στο 1915. Επίσης χαρακτηριστική είναι η χρησιμοποίηση μιας ψευτοκαμάρας.

Όσοι πρωτομάστορες δεν χρησιμοποίησαν κάποια τεχνολογία σταθεροποίησης του εδάφους θεμελίωσης των πεδινών γεφυριών ατύχησαν...

Ο θρύλος του γεφυριού της Άρτας - πέραν των συμβολισμών του - “[...] ολημερίς το χτίζανε, το βράδυ εγκρεμιζόταν [...]” μπορεί να εξηγηθεί αν θεωρηθεί ότι ο πρωτομάστορας αγνοούσε τον τρόπο θεμελίωσης σε χαλαρά - προσχλωσιγενή εδάφη. Το χτίσιμο στα θεμέλια της γυναίκας του ίσως ήταν η ξυλοπασσάλωση των θεμελίων των βάθρων του γεφυριού, και γι’ αυτό τότε στέριωσε.

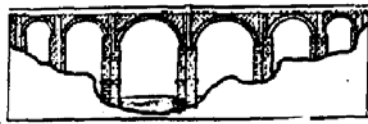
Οι Ρωμαίοι θεμελίωσαν σε χαλαρά εδάφη με διάφορους τρόπους καταλήγοντας στον ελληνικό τρόπο σταθεροποίησης εδάφους με χρησιμοποίηση ξυλοπασσάλων.

Ο Βιτρούβιος στο έργο του “Περί Αρχιτεκτονικής” (βιβλίο 3ο) αναφέρει την τεχνολογία σταθεροποίησης εδαφών των αρχαίων προγόνων μας με χρησιμοποίηση ξυλοπασσάλων από δρυ, καστανιά ή ελιά.

Η σταθεροποίηση του εδάφους θεμελίωσης γινόταν κάτω από τις θέσεις των βάθρων.

Η πασσαλόμπηξη γινόταν με αυτοσχέδιους πασσαλομπήχτες ή στον ευρύτερο ευρωπαϊκό χώρο, με πιο σύνθετες κατασκευές που ήταν χρονοβόρα και δυσχερέστατη, αφού στις περισσότερες περιπτώσεις απαιτητό και ταυτόχρονη άντληση νερού.

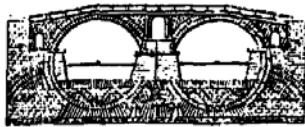
Μετά την έμπηξη των ξυλοπασσάλων ακολουθούσε η κατασκευή κεφαλοδέσμων με διάταξη οριζόντιας εσχάρας διασταυρουμένων ξυλοδοκών, πάνω στην οποία χτιζόταν το θεμέλιο του βάθρου. Τόσο οι ξυλοπάσσαλοι όσο και οι ξυλοδοκοί απανθρακώνονταν επιφανειακά ώστε να μη σαπίζουν.



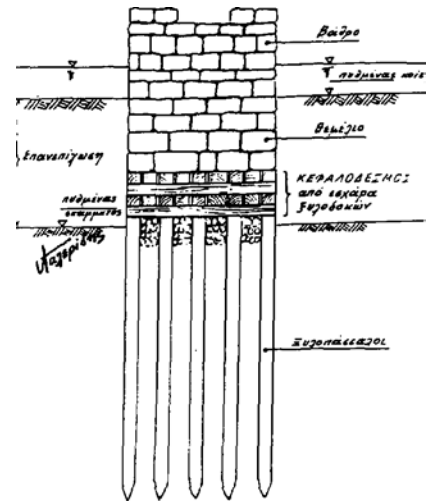
Απευθείας κατασκευή των βάθρων σε βραχώδες έδαφος



Ολόσωμα θεμέλια βάθρων (χωρίς σταθεροποίηση εδάφους)



Γενική κοπήστρωση από λιθοδομή. (σταθεροποίηση εδάφους)



Σταθεροποίηση εδάφους με ξυλοδοκούς

Θεμελιώσεις Ρωμαϊκών Γεφυρών

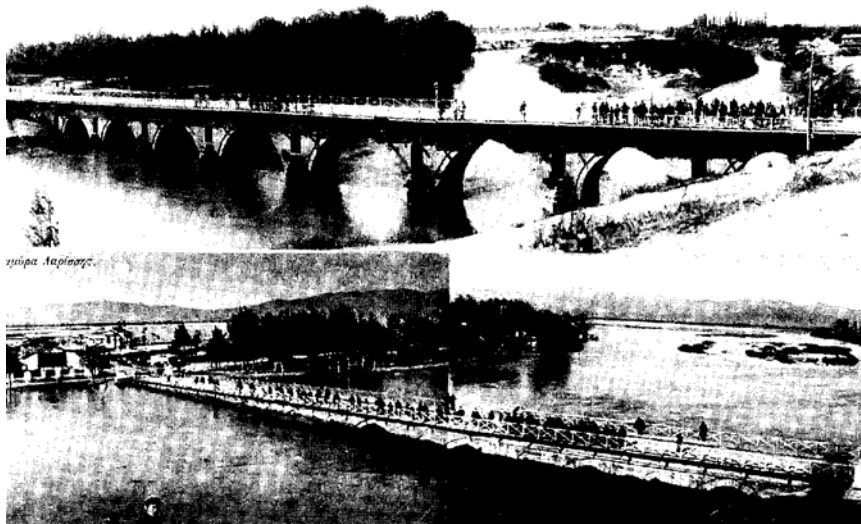
Η αντοχή στην πίεση του νερού

Τα βάθρα των πεδινών γεφυριών (όπως και των πολύτοξων ορεινών) δέχονται σημαντική πίεση τόσο από τη ροή του νερού όσο και από τα φερτά υλικά και κυρίως κλαδιά δένδρων (ακόμη και ολόκληρα δένδρα) που μεταφέρει το νερό κατά τη ροή του. Λύσεις για την αντιμετώπιση της αυξημένης πίεσης του νερού κυρίως κατά την διάρκεια πλημμυρικών παροχών, δόθηκαν με τα ακόλουθα μέτρα προστασίας των γεφυριών:

- α) Την προσθήκη προεξοχών, “προβόλων” ή “εμβόλων” στα μεσόβαθρα, “προρρίνιον” από τα ανάντη “μεταρρίνιον” από τα κατάντη.
- β) Την διάνοιξη ανακουφιστικών ανοιγμάτων (παραθυρίδες) στα βάθρα.
- γ) Με κατασκευή ογκωδών βάθρων που σε αρκετές περιπτώσεις ήσαν ενσωματωμένοι πρόβολοι.
- δ) Με την αύξηση του πλάτους των πεδινών γεφυριών σε σχέση με τα ορεινά.
- ε) Με συνδυασμό των πιο πάνω αναφερθέντων.

α. Οι πρόβολοι

Η προσθήκη προβόλων στα βάθρα, ομαλοποιεί τη ροή του ποταμού κάτω από το γεφύρι, μειώνοντας τους στροβιλισμούς του νερού και έτσι το προστατεύει από τα επιπλέοντα φερτά υλικά. Στα ελληνικά γεφύρια οι πρόβολοι φτάνουν μέχρι την στάθμη της ποδιάς των ανακουφιστικών ανοιγμάτων, ενώ στα γεφύρια της κεντρικής Ευρώπης μέχρι την ανώτατη πλημμυρική στάθμη. Η μορφή τους κυρίως είναι “βαθμιδωτά” τριγωνική στα ελληνικά γεφύρια, ενώ στα ευρωπαϊκά ημικυκλική, σφηνοειδής και ελλειπτική.



- A) Το εννεάτοξο γεφύρι της Λαρίσας με τη συνήθη ροή του Πηνειού περί το 1900. Τα μεγάλα τόξα ξεκινούν από την δεξιά όχθη μειούμενα προς την αριστερή. Περίπτωση συνδυασμού ψαλιδωτών τόξων με ημικυκλικές παραθυρίδες. Τα προρρίνια όπως και τα μεταρρίνια είναι τριγωνικά – βαθμιδωτά.
- B) Η πλημμύρα του 1901. Τα πέντε μικρότερα ανοίγματα καλύπτονται από τα πλημμυρικά νερά και λειτουργούν σαν κλειστοί αγωγοί υπό πίεση. Μέχρι το 1944 όπου ανατινάχτηκε από τους Γερμανούς άντεξε τέτοιες και μεγαλύτερες πλημμύρες.

Σε αρκετά γεφύρια κατασκευάστηκαν μόνο “προρρίνια” όπως στο γεφύρι των Τεμπών, ενώ σε άλλα πολύτοξα υπάρχουν τόσο προρρίνια όσο και μεταρρίνια μόνον στα βάθρα των μεγάλου ανοίγματος τόξων, με χαρακτηριστικό παράδειγμα στο γεφύρι των Φαρσάλων.

Από τα ανωτέρω συμπεραίνεται ότι οι πρόβολοι κατασκευάστηκαν στα ανοίγματα που γεφυρώνουν την βαθιά κοίτη του ποταμού, δηλαδή εκεί όπου αναπτύσσονται υψηλές ταχύτητες ροής κατά την διάρκεια των πλημμυρών.

Φαίνεται ότι στα βάθρα της βαθιάς κοίτης, χωρίς αυτό να είναι απόλυτο, οι πρόβολοι κατασκευάστηκαν ταυτόχρονα με τα βάθρα, ενώ σε άλλες περιπτώσεις συμπληρωματικά, με χαρακτηριστικό παράδειγμα το γεφύρι των Φαρσάλων όπου οι πρόβολοι του πρώτου μεσοβάθρου από τα ανάντη είναι ενσωματωμένοι σ’ αυτό, ενώ



Καταβιβασμένα τόξα για επίτευξη ευθύγραμμων ή ελαφρώς επίκλινων καταστροφμάτων

του δευτέρου και του τρίτου αποτελούν συμπληρωματικές κατασκευές. Ίσως η αναγκαιότητά τους διαπιστώθηκε μεταγενέστερα γεγονός που αποδεικνύεται και από την διαφορετική δομή των λίθων των προβόλων.

Οι Ρωμαίοι στην Pont'Angelo της Ρώμης, φαίνεται να χρησιμοποιούν προβόλους που παρουσιάζουν διαφορετική μορφή στο προρρίνιο από το μεταρρίνιο, όπως πολύ μεταγενέστερα παρατηρείται στο γεφύρι του Μοσχολουρίου Καρδίτσας και σε πολλά άλλα.

β. Τα ανακονιστικά ανοίγματα

Η διάνοιξη ανακουφιστικών για τα βάθρα ανοιγμάτων, (παραθυρίδων) αποφορτίζει σημαντικά το γεφύρι από την πίεση του νερού κατά την διάρκεια των πλημμυρών. Η ποδιά των παραθυρίδων ξεκινά από την συνήθη στάθμη του ποταμού. Σε πολλά γεφύρια υπάρχουν δύο ή και τρία ανακουφιστικά ανοίγματα ανά βάθρο και θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν κύρια και δευτερεύοντα.



Το γεφύρι της Σαρακήνας Καλαμπάκας. Τμήμα των δύο πρώτων ανοιγμάτων. Συνδυασμός ημικυκλικών τόξων με ψαλιδωτές κύριες παραθυρίδες και τεταρτοκυκλικές δευτερεύουσες.

Τα δευτερεύοντα είναι τοποθετημένα περί την ανώτατη στάθμη πλημμύρας του ποταμού και εκτιμάται ότι στοχεύουν αφ' ενός μεν να ανακουφίσουν τα τύμπανα από την πίεση του πλημμυρικού νερού, αφ' ετέρου να “ελαφρώνουν” το κλειδώμα των τόξων από το ίδιο βάρος του γεφυριού, το οποίο υποφέρει από τις θλιπτικές δυνάμεις των εκατέρωθεν τυμπάνων και των γεμισμάτων του.

Στα νεότερα γεφύρια κατασκευάστηκαν κενά ώστε να ανακουφίζουν τα κλειδώματα των τόξων από θλιπτικές δυνάμεις του ίδιου βάρους τους.

Μειονέκτημα των ανακουφιστικών ανοιγμάτων αποτελεί το γεγονός ότι λόγω των μικρών διαστάσεων τους εμφράζονται με κλαδιά δένδρων κατά την διάρκεια των πλημμυρών. Στο γεφύρι του Καταφυλλίου π.χ. την έμφραξη των ανακουφιστικών ανοιγμάτων αντιμετώπισαν κάτοικοι της περιοχής βάζοντας φωτιές στα κλαδιά που σκάλωσαν στις παραθυρίδες με κίνδυνο “ασβεστοποίησης” των θολιτών του γεφυριού.

Εν πάση περιπτώσει αποδείχθηκε ότι τα ανακουφιστικά ανοίγματα εκπληρώνουν στις περισσότερες περιπτώσεις τον σκοπό τους.

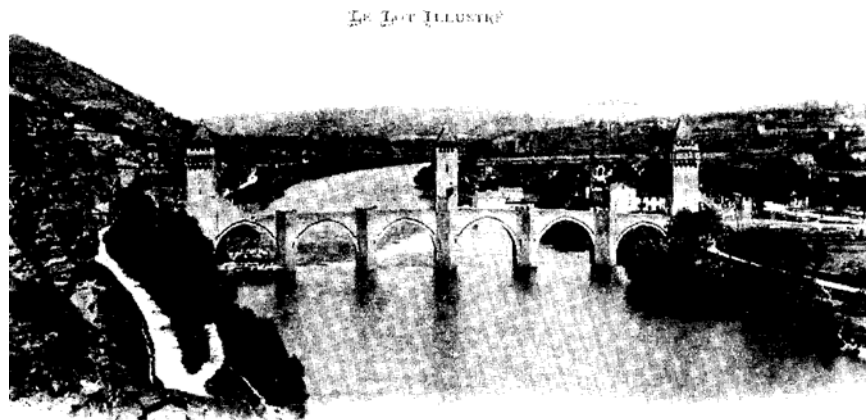
Από όσα γνωρίζουμε φαίνεται ότι οι Ρωμαίοι πρωτοχρησιμοποίησαν τόσο την διάταξη των ανακουφιστικών ανοιγμάτων, όσο και τα ογκώδη και άκαμπτα βάθρα και ακολούθησαν οι βυζαντινοί, για να συνεχιστεί η παράδοση επί τουρκοκρατίας με χαρακτηριστικά παραδείγματα το γεφύρι των Φαρσάλων, της Άρτας, της Λάρισας, της Σαρακήνας και του Βεζίρη, του Berat, του Scutari στην Αλβανία, της Αδριανούπολης, και της Μακράς Γέφυρας στην ανατολική Θράκη.

γ. Τα ογκώδη βάρθρα

Φαίνεται ότι και στην κατασκευή ογκωδών βάρθρων πρωτοστατούν οι Ρωμαίοι όπως μαρτυρούν: το τεράστιο τεχνικό επίτευγμα επί Ιουλίου Καίσαρα Puente de Alcantara στην Ισπανία, ύψους βάρθρων περί τα 50 μέτρα και κεντρικών ανοιγμάτων 30 μέτρων και το Sant' Angelo στον Τίβερη.

Την τεχνοτροπία των ογκωδέστατων βάρθρων ενίσχυναν ενσωματωμένα σ' αυτά πρόβολοι που έφταναν πάνω από τη στάθμη της μέγιστης πλημμύρας του ποταμού, δημιουργώντας ισχυρά στοιχεία ακαμψίας - άμυνας του γεφυριού κατά την διάρκεια των πλημμυρών.

Αυτή την τεχνοτροπία υιοθέτησαν πλήρως οι Ευρωπαίοι στα μεγάλα ποτάμια όπως του Καρόλου στη Πράγα, το Pont Valente στο Cahors της Γαλλίας, το Ponte Vecchio στη Φλωρεντία, τα γεφύρια του Παρισιού, το γεφύρι Westminster στο Λονδίνο κ.α.



CAHORS. - Pont Valentré 25. 2. 04 =
Abentot d'autre nouvelles. J'ai été
meine = J'ai été dementi - 300000
ors - Lib.-Phototypie tirage 20
Το γεφύρι Βαλαντρέ στο Καόρ της Γαλλίας με τα ογκώδη βάρθρα – προβόλους.

Στην Ελλάδα φαίνεται ότι εισήχθη περί τα μέσα με τέλη του 18ου αιώνα, όταν πλέον η γεφυροποιία άρχισε να διδάσκεται στη στρατιωτική σχολή Ευελπίδων και στο Μετσόβιο Πολυτεχνείο με καθηγητές (όπως Ο Δ. Γονατάς Αντισυνταγματάρχης Μηχανικού και μετέπειτα καθηγητής του Ε.Μ.Π.) που εισήγαγαν τα ευρωπαϊκά πρότυπα.

Χαρακτηριστικά παραδείγματα το γεφύρι στο Ασμάκι Λάρισας, το γεφύρι της Αγιάς αλλά και του Καταφυλλίου, Τέμπλας κ.α.



Πράγα, το γεφύρι του Καρόλου με τα ισχυρότατα βάθρα – προβόλους και πρόσθετες ξυλοκατασκευές πριν απ' αυτά, ίσως για προστασία τους από τους πάγους.

Το πλάτος των γεφυριών

Όπως προαναφέρθηκε παρατηρείται αυξημένο το πλάτος του καταστρώματος των πεδινών γεφυριών σε σχέση με τα ορεινά. Είναι προφανές ότι κυκλοφοριακοί κυρίως λόγοι επέβαλαν το αυξημένο πλάτος (συνήθως άνω των 5μ), διότι σε αντίθετη περίπτωση θα υπήρχε κυκλοφοριακή συμφόρηση στην περιοχή του γεφυριού, δεδομένου ότι για την διέλευση των κυκλοφοριακών μέσων της εποχής (τροχοφόρα συρόμενα από ζώα) θα απαιτείτε σημαντικό χρονικό διάστημα λόγω του μεγάλου μήκους των γεφυριών. Το πλάτος τους όφειλε να είναι επαρκές για την ταυτόχρονη κυκλοφορία αμαξών κινουμένων από αντίθετες κατευθύνσεις.

Ίσως όμως να υπήρξε και η παράμετρος της ικανότητας του γεφυριού να αντισταθεί στην αυξημένη πίεση από τις πλημμύρες του ποταμού ή εν πάση περιπτώσει οι κυκλοφοριακές ανάγκες ενίσχυαν την αντοχή του γεφυριού στις πιέσεις του νερού.⁴

Κατασκευαστική συμπεριφορά - Αντοχή

Τα τοξωτά γεφύρια αποτελούν στατικά αόριστες κατασκευές. Χαρακτηριστικό της στατικής λειτουργίας του τόξου, είναι το γεγονός οι δε γίνεται αποδεκτή καμία παραδοχή αντοχής τους σε εφελκυσμό, όπως άλλωστε και όλες οι τοιχοποιίες.

Οι επιτρεπόμενες τάσεις της τοιχοποιίας εξαρτώνται από την αντοχή της M 28, η οποία είναι η αντοχή κύβου από τοιχοποιία κατασκευασμένου με το ίδιο είδος λίθων και το ίδιο κονίαμα, όπως του έργου, ύστερα από σκλήρυνση 28 ημερών.

Η Μ 28 πρέπει να είναι τουλάχιστον :

α)Τοιχοποιία από ξεστούς λίθους 200 Kg / cm²

β)Κοινή λιθοδομή από πλακοειδείς λίθους 125 Kg / cm²

Τα είδη της τοιχοποιίας που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή γεφυριών είναι:

- Λαξευτή λιθοδομή (συνήθως κλείδα, κορωνίς και σπάνια τόξο).
- Ξεστή λιθοδομή (συνήθως το τόξο αλλά και άλλα στοιχεία).
- Ισόδομη λιθοδομή (συνήθως τόξο).
- Λιθοδομή εκ πλακοειδών λίθων (συνήθως γενέσεις τόξου αλλά και αλλού).
- Λιθοδομή από λίθους με έδραση (συνήθως τα τύμπανα).
- Λιθοδομή τύπου μωσαϊκού (συνήθως τα τύμπανα).
- Λιθοδομή από αργούς λίθους (συνήθως τα τύμπανα).

Συμπεράσματα για τις αντοχές των λιθοδομών

1. Η αντοχή της λιθοδομής με καλό κονίαμα και έντεχνο σύνδεσμο των λίθων μεταξύ τους, εξαρτάται, κυρίως, από την αντοχή των λίθων και όχι του κονιάματος.
2. Μία μέτρια λιθοδομή θλιβόμενη υπερέχει σε αντοχή από ένα καλό άοπλο σκυρόδεμα.
3. Με καλό κονίαμα και καλό σύνδεσμο λίθων, μπορεί η αντοχή του πρίσματος της λιθοδομής να φθάσει τα 2/3 της αντοχής του πετρώματος σε θλίψη.
4. Υπερβολικά λεπτοί ή παχείς αρμοί επενεργούν δυσμενώς.
5. Η συμπίεση του κονιάματος των αρμών βελτιώνει την αντοχή των λίθων.
6. Η τραχύτητα των επιφανειών των αρμών βελτιώνει το σύνδεσμο κονιάματος – λίθων.⁸

Τόξο – διαμόρφωσή του

Το τόξο στη γεφυροποιία είναι το σώμα από λιθοδομή ή σκυρόδεμα, περιοριζόμενο από δύο κυλινδρικές επιφάνειες, το οποίο καλύπτει ελεύθερο χώρο και ασκεί ώθηση στις επιφάνειες έδρασης αυτού.

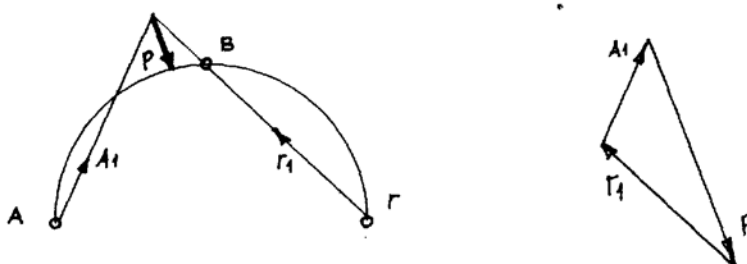
Από το σχήμα του εσωρραχίου (άντυγος) διακρίνουμε κυλινδρικά, ελλειπτικά, παραβολικά τόξα.

Συμπεράσματα για την ευστάθεια τόξου

Η διαμόρφωση των τόξων πρέπει να είναι τέτοια ώστε, η μέση του γραμμή να συμπίπτει με τη γραμμή πιέσεων με φόρτιση του ίδιου βάρους.

Το πάχος αυξανόμενο αυξάνει την αντοχή του τόξου. Η αύξηση του πάχους του τόξου από την κλειδα προς τις γενέσεις, αυξάνει την αντοχή του τόξου.

Το αμφίπακτο τόξο είναι τρεις φορές στατικώς αόριστο. Τα μικρά τόξα (μέχρι 8μ. άνοιγμα) θεωρούνται τριαρθρωτά τόξα με αρθρώσεις το μέσο της κλειδός και τα μέσα των αρμών διαρρήξεως.



Οι καμπύλες των πιέσεων του τόξου πρέπει να παραμένουν μέσα στον πυρήνα της διατομής του.

Οι πιέσεις πάνω στους αρμούς, πρέπει να σχηματίζουν με την κάθετο επ' αυτών, γωνία μικρότερη των 22° .

Τα μεγάλα ύψους τόξα είναι ισχυρότερα καθώς προκαλούν μικρότερες οριζόντιες ωθήσεις στα βάθρα.

Η καμπύλη των πιέσεων του βάθρου χαρασσόμενη μέχρι του θεμελίου, πρέπει να παραμένει μέσα στον πυρήνα του ακρόβαθρου.

Η ακριβής εκτίμηση της αντοχής των πέτρινων τόξων, είναι δυσχερέστατη.

Πρακτικά το πέτρινο τόξο καθίσταται ανθεκτικό, όταν το ύψος του είναι μεγαλύτερο από το $1/4$ του ανοίγματός του.

Τέλος πρέπει να αναφερθεί ότι η ασφάλεια του τόξου εξαρτάται από το έδαφος όπου θεμελιώνονται τα βάθρα.

Δυνάμεις επί των γεφυριών

ΜΟΝΙΜΑ ΦΟΡΤΙΑ : βάρος οδοστρώματος, καταστρώματος, τόξου

ΛΟΙΠΑ ΦΟΡΤΙΑ : πίεση νερού

ώθηση γαιών

ανεμοπίεση

τάσεις από θερμοκρασία
τάσεις εκ καθιζήσεως βάρων⁸

Η μορφή – αισθητική των πεδινών γεφυριών

Τα πεδινά γεφύρια των μεγάλων ποταμών αποτελούν σημαντικά τεχνικά επιτεύγματα όχι μόνο για την εποχή τους αλλά και σήμερα.

Η ιδιαιτερότητα τους σε σχέση με τα ορεινά, οφείλεται στο μήκος και πλάτος του καταστρώματος τους, στο έδαφος που θεμελιωθήκαν, και στην απαίτηση αυξημένης αντοχής τους στην πίεση του νερού και των φερτών υλών που δέχονται κατά την διάρκεια των πλημμυρών.

Το μήκος και πλάτος του καταστρώματος

Το μήκος των γεφυριών κατά κανόνα είναι μεγάλο διότι καλύπτει τα μεγάλα πλάτη της κοίτης των πεδινών τμημάτων των ποταμών.

Η ανάγκη του μεγάλου μήκους γεφύρωσης οδηγεί στην κατασκευή πολύτοξου έργου με πολλά βάθρα εδραζόμενα στην κοίτη του ποταμού.

Ο πρωτομάστορας διέταξε τα τόξα επί της κοίτης λαμβάνοντας σοβαρά υπόψη τον χειμαρρικό χαρακτήρα των ελληνικών ποταμών, καθώς το πλάτος της κοίτης τους και η στάθμη του νερού μεταβάλλεται σημαντικά αναλόγως της εποχής. (Μεγάλο πλάτος και υψηλή στάθμη νερού την χειμερινή περίοδο – μικρό πλάτος και χαμηλή στάθμη την θερινή περίοδο).

Το πλάτος του καταστρώματος τους είναι επίσης μεγάλο, σημαντικά μεγαλύτερο από το αντίστοιχο των ορεινών. Στο γεφύρι την Λάρισας διασταυρώνονται άμαξες.

Ίσως οι πρωτομάστοροι να έχτιζαν «φαρδύτερα» τα πεδινά γεφύρια, όχι μόνον για να καλύπτονται οι κυκλοφοριακές ανάγκες, αλλά και για να αισθάνονται με επιτυχία στις πιέσεις του νερού κατά την διάρκεια των πλημμυρών.

Την εποχή που κτίστηκαν τα περισσότερα γεφύρια, τα τεχνικά μέσα δεν ήσαν ικανά να αλλοιώσουν τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του φυσικού περιβάλλοντος στις θέσεις γεφύρωσης. Για τον λόγω αυτό ο πρωτομάστορας αναγκαστικά προσαρμόστηκε στο περιβάλλον συμπληρώνοντας και επεκτείνοντας το με υλικά που παρείχε η φύση.

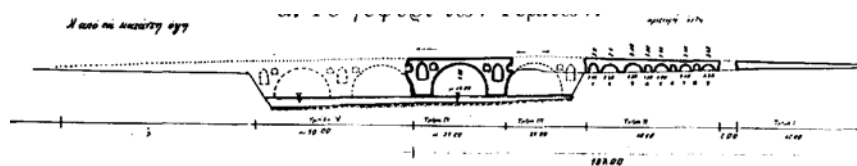
Η μορφή λοιπόν του γεφυριού προέκυπτε ως προϊόν προσαρμογής στο φυσικό περιβάλλον, με κριτήρια την στατική συμπεριφορά της θεμελίωσης και ανωδομής, την υδραυλική συμπεριφορά στις πιέσεις του νερού και των επιπλεόντων φερτών, σε συνδυασμό με την οικονομικότητα της κατασκευής.

Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά που έπαιξαν σημαντικό ρόλο στη μορφή του γεφυριού ήσαν:

- Η θέση της βαθιάς κοίτης σε σχέση με την ευρεία κοίτη του ποταμού.
- Το βάθος της κοίτης σε σχέση με το πλάτος της.
- Η υψομετρική διαφορά των οχθών

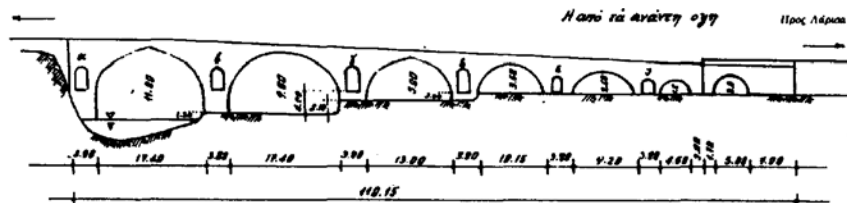
Η θέση της βαθιάς κοίτης του ποταμού επί της αντίστοιχης ευρείας καθόριζε την ενδεχομένη συμμετρία ως προς το άξονα του ποταμού.

Όπου η βαθιά κοίτη ευρίσκεται κεντρικά περί τον άξονα του ποταμού, προκύπτει συμμετρική κατασκευή με αμφικλινές κατάστρωμα, αφού τα μεγάλα τόξα διατάσσονται πάνω απ' αυτή μειούμενα σταδιακά προς τις όχθες.



Το γεφύρι των Τεμπών

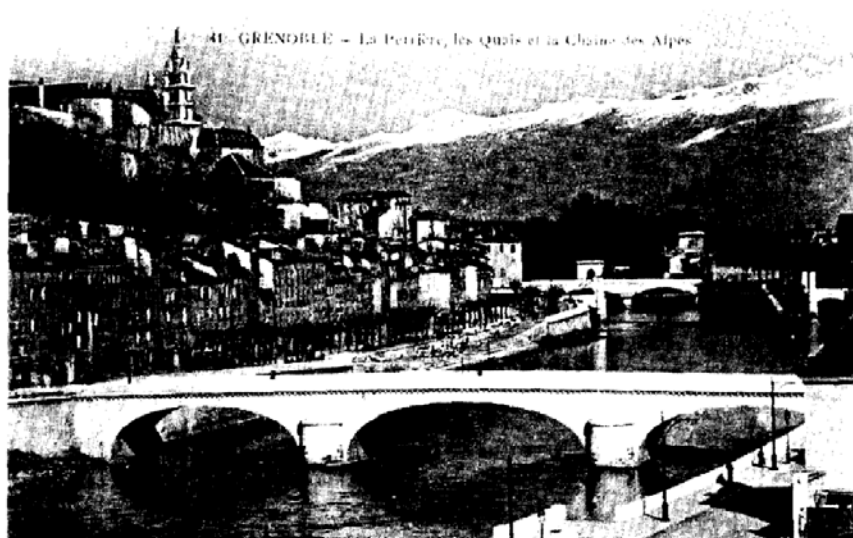
Στη θέση προς γεφύρωση, όπου η βαθιά κοίτη ευρίσκονταν κοντά στην μια όχθη του ποταμού προέκυψε μονοκλινές κατάστρωμα, αφού τα μεγάλα τόξα διατάχθηκαν πάνω σ' αυτή μειούμενα σταδιακά προς την άλλη όχθη.



Η Γέφυρα Ενιπέα Φαρσάλων

Όπου το βάθος της κοίτης του ποταμού σε σχέση με το πλάτος της είναι μεγάλο, χρησιμοποιήθηκε το πλήρως ημικυκλικό τόξο, ή περσική ψαλίσ και το υπερυψωμένο (τόξο μεγαλύτερο του ημικυκλίου).

Όπου το βάθος της κοίτης του ποταμού σε σχέση με το πλάτος της είναι μικρό (στα πολύ μεγάλα ποτάμια) χρησιμοποιήθηκε το καταβιβασμένο τόξο (τόξο μικρότερο του ημικυκλίου) κυρίως στην Ευρώπη, προκειμένου να εξυπηρετήσει τα εξελιγμένα μεταφορικά μέσα (ανέπτυσσαν μεγάλες ταχύτητες) που απαιτούσαν ευθύγραμμα ή ελαφρώς αμφικλινή καταστρώματα.



Καταβιβασμένα τόξα για επίτευξη ευθυγράμμων ή ελαφρώς επικλινών καταστρώματων

Η υψομετρική διαφορά των οχθών επέβαλε μονοκλινή καταστρώματα γεφυριών, με τα μεγαλύτερα τόξα διατεταγμένα προς την όχθη με το μεγαλύτερο υψόμετρο. π.χ. το γεφύρι της Λάρισας.

Τα κυκλοφοριακά μέσα της εποχής έπαιξαν σημαντικό ρόλο στη μορφή και κατ' επέκταση την αισθητική των γεφυριών.

Στα Βαλκάνια την εποχή της τουρκοκρατίας που χτίστηκαν τα περισσότερα γεφύρια, τα κυκλοφοριακά μέσα ήσαν λιγότερο εξελιγμένα από τα αντίστοιχα της λοιπής Ευρώπης. Οι αραμπάδες, οι άμαξες και τα κάρα εσύροντο από μικρότερο αριθμό ζώων.

Για τον λόγω κυρίως αυτό, παρατηρείται ότι η μηκοτομή του καταστρώματος των γεφυριών περιβάλλοντας τα τόξα, προκύπτει με πολλές αντίρροπες κλίσεις κυματοειδής.

Η κυματοειδής μορφή της παράλληλης με το κατάστρωμα όψης των πέτρινων στηθαίων (Αρκάδων) περιβάλλοντα τα τόξα προδίδει “Κίνηση” στον επιμήκη όγκο του γεφυριού.

Παράδειγμα το Καλογέρικο γεφύρι.

Το έδαφος θεμελίωσης όπως προαναφέρθηκε, στα πεδινά είναι χαλαρό αλλά όπου ο πρωτομάστορας (επί της διατομής γεφύρωσης) βρήκε σταθερό, δεν έχασε την ευκαιρία να διατάξει πάνω του μεγάλα ανοίγματα για να “γλυτώσει” τις πασσαλομπήξεις. Παράδειγμα το γεφύρι του Βεζύρη και Messi στην Αλβανία.

Η ύπαρξη ή όχι ανακουφιστικών ανοιγμάτων είναι καθοριστικό στοιχείο της μορφής των γεφυριών, αφού οι παραθυρίδες παρέχουν εκτός της υδραυλικής και αισθητική ανακούφιση. Τα γεφύρια χωρίς παραθυρίδες επειδή έχουν ογκώδη βάθρα για την άμυνά τους στις πλημμύρες, δείχνουν βαριές και άκαμπτες κατασκευές π.χ. Το γεφύρι της Αμίδης, Το γεφύρι των Σκοπίων.



Το βυζαντινό γεφύρι της Αμίδης χτισμένο από μαύροβασάλτη. Η έλλειψη ανακουφιστικών ανοιγμάτων το καθιστά βαρύ, παρά τα ψαλιδωτά του τόξα.

Η μορφή των τόξων αποτέλεσε βασικό στοιχείο στην αισθητική των γεφυριών. Στον ελληνικό και βαλκανικό χώρο χρησιμοποιήθηκαν τα ημικυκλικά τόξα και τα οξυκόρυφα, ενώ οι λοιποί Ευρωπαίοι έκαναν ευρεία χρήση των καταβισασμένων για τους γνωστούς λόγους.

Τα οξυκόρυφα τόξα (Περσικό τόξο ή Ψαλίσ περσική κατά Δ. Γονατά), χρησιμοποιήθηκαν αρχικώς από του Πέρσες επί Σασανιδών και φαίνεται ότι μέσω των βυζαντινών, τελικοί αποδέκτες ήσαν οι Τούρκοι και οι Άραβες, οι οποίοι το καθιέρωσαν στις κατασκευές τους. Συχνά αναφέρεται σαν Ισλαμίζον τόξο. Κατά το σχολικό έτος 1890- 91 στη Σχολή Ευελπίδων ο Δ. Γονατάς δίδαξε την γραφική χάραξη της περσικής ψαλίδος στα Μαθήματα Γεφυρωτικής του.

Οι λοιποί ευρωπαίοι στα ανοίγματα των γεφυριών τους χρησιμοποιούν ελλειπτικά και μορφής λαβής κανίστρου τόξα. Προσπαθώντας δε να αυξήσουν την αισθητική των καταβισασμένων τους τόξων μορφής λαβής κανίστρου χρησιμοποιούν πολλά κέντρα.

Στον ελληνικό, βαλκανικό και μικρασιατικό χώρο οι πρωτομάστορες χρησιμοποιώντας συνδυασμούς ημικυκλικών με ψαλιδωτά τόξα δημιουργούν έξοχες αισθητικά συνθέσεις π.χ. το γεφύρι στο Κεραμίδι Τρικάλων, στο Μοσχολούρι Καρδίτσας, του Βεζύρη στην Αλβανία, της Σαρακήνας Καλαμπάκας.

Τελικώς αποδεικνύεται ότι όσο εκσυγχρονίζονται τα μέσα κυκλοφορίας τόσο το αισθητικό αποτέλεσμα με λίθινο υλικό μειώνεται. Η αισθητική υποτάχθηκε στην ταχύτητα.

Όμως ο συνδυασμός του κυματοειδούς μορφής καταστρώματος, με τα ασυμμέτρως διατεταγμένα τόξα στη κοίτη του ποταμού, προσδίδει πλαστικότητα και “κίνηση” στον επιμήκη όγκο του γεφυριού με θαυμαστό αισθητικό αποτέλεσμα που αποκτά ακόμη μεγαλύτερη φινέτσα από το παιχνίδισμα των οξυκορύφων τόξων με τα ημικυκλικά.⁴



No. 11. Pont de Messi près de Scutari (Albanie)



Τα αλβανικά γεφύρια του Βεζύρη (πάνω) και Messi (κάτω) αποτελούν χαρακτηριστικές περιπτώσεις

Η αισθητική

Τα ελληνικά γεφύρια με κύριο εκπρόσωπό τους τα ηπειρώτικα, είναι απλά και απέριπτα, χωρίς να έχουν ίχνος διακόσμησης.

Παρατηρώντας τα ηπειρώτικα γεφύρια, αισθάνεται κανείς ότι αποτελούν προέκταση και συμπλήρωση της φύσης. Οι μάστορες του τα έκτισαν ακολουθώντας την τεχνική που τους επέβαλλε η πέτρα και το σχήμα και η μορφή ερχόταν σαν φυσική συνέπεια.

Οι κατασκευαστές των γεφυριών

Οι άνθρωποι που αναλάμβαναν την κατασκευή των γεφυριών ήταν οργανωμένοι σε μικρές ομάδες, τα λεγόμενα μπουλούκια και όργανα, κυριολεκτικώς, τη βαλκανική χτίζοντας αρχοντικά, βρύσες, εκκλησίες, τζάμια, καμπαναριά και γέφυρες. Ο Τούρκος κατακτητής έτρεφε μεγάλη συμπάθεια σ' αυτούς και τους παραχωρούσε προνόμια.

Ο επικεφαλής - ο εργοταξιάρχης της εποχής εκείνης - ήταν ο πρωτομάστορας, που κατεύθυνε όλη την ομάδα.

Η ομάδα περιελάμβανε πολλές ειδικότητες: Χτίστες, νταμαρτζήδες, λασπιτζήδες, πελεκάνους, ξυλογλύπτες, ζωγράφους πολλά μικρά παιδιά, τα τσιράκια, με μεταφορικά μέσα τα ζώα. Με την πάροδο του χρόνου δημιουργήθηκαν ειδικευμένες ομάδες τεχνιτών με που απασχολούνταν αποκλειστικά με την κατασκευή γεφυριών. Ήταν οι περίφημη Κιοπρουλήδες που προέρχεται από την τουρκική λέξη KÖPRÜ (κιοπριού) που σημαίνει γεφύρι.

Οι ομάδες ξεκινούσαν από τα χωριά τους στις αρχές της άνοιξης και επέστρεφαν στο τέλος του φθινοπώρου (απ' τ' 'Αι - Γιωργιού - τ' 'Αι - Δημήτρη). Εκεί, στα ξένα γι' αυτούς μέρη, «έχτισαν» και τη δική τους μυστική γλώσσα λέξη-λέξη, τα «Κουδαρίτκα» ή «Μαστόρκα» όπως τη βάφτισαν, μέσο προφύλαξης της τέχνης τους αλλά και των συμφερόντων τους.

Παρακάτω παραθέτουμε ένα μικρό δείγμα τέτοιων λέξεων και φράσεων από την περιοχή της Κόνιτσας και των Τζουμέρκων.

Τα «Κουδαρίτκα» ή «Μαστόρκα», πρέπει να πρωτάρχισαν να σκαρώνονται, στην Πυρσόγιαννη και τη Βούρμπιανη, τα δύο σημαντικότερα μαστοροχώρια της Ηπείρου. Ο χρόνος όμως που έγινε αυτό, παραμένει άγνωστος. Αποτέλεσαν κράμα παραφθαρμένων ελληνικών λέξεων, με αντίστοιχες σλαβικές, αρβανίτικες, βλάχικες, τούρκικες, τσιγκάνικες και εβραϊκές.

Εκφράσεις

- Πόσου γκαντένου τράβ'σις σήμερα; = πόσο τοίχο έχτισες σήμερα;
 - Τι κρεμμύδω φορείς; = Τι ώρα είναι;
 - ο γκαλιούρης καψάλισε = ο ήλιος έφυγε (ώρα για σχολαίσημα)
 - αυτός φουρεί αλφειάς δε = αυτός δεν είναι καλαντζής,
φουρεί κούδαρ'ς δέν είναι μάστορας (κοροϊδευτικά)
 - Άραξι μια φουντιάρα = δώσε μου ένα τσιγάρο
- ανθίζουν οι κρανιές μη ξιφλιάζιτι = μας καταλαβαίνουν μη μιλάτε
- ταμπακίζει και δε φοράμε ράπτο = βρέχει και δεν έχουμε δουλειά

Για τα υλικά και τα εργαλεία

η ασπρούδιο	= ο ασβέστης
η μπιλιόκου	= ο ασβέστης
βότα ή βόντα	= το νερό
το καλούδι	= το χώμα για λάσπη
η κάλω	= η λάσπη
το κοκκινάδι	= το κεραμίδι
το μανούρ'	= το λιθάρι
η μανούρα	= η πλάκα, η πέτρα
τα ραφινάδια	= οι μικρές πλάκες
η σουφλιέρω	= το αγκωνάρι
το φουράδ'	= το ξύλο
ο τσάρους	= το χώμα
η αψιά ή αψιά	= η φωτιά
η λαίμερη	= η φωτιά
η τζίγνω	= η φωτιά
τα μπραχάλια	= τα εργαλεία του χτίστη
τα χαλάτια	= τα εργαλεία
το αριδ'	= το σφυρί
το τσόκι	= το σφυρί
ο μαλάσ'	= το μυστρί
η ματσούκα	= ο πήχυς
τα άγανα	= τα καρφιά
η τραφή	= η οκά
η πατούσω	= η σκάλα
το λάζος	= το μαχαίρι
ο ντριάνους	= το σακκούλι
τα ζ'νάρια	= οι ξυλοδεσιές
ο γκαντένους	= ο τοίχος
ο στήσος	= ο τοίχος

Του μπουλουκιού και της δουλειάς

ο κούδαρης	= ο μάστορας
το καυδαρόπουλο	= το μαστοροπαίδι
ο κούδας	= ο χτίστης
ο γκουβερήσιος	= ο χτίστης του μπουλουκιού
ο φουραδιάρ'ς	= ο μαραγκός
ο πελεκάν'ς	= ο μαρμαράς
ο ταλιαδούρ'ς	= ο ξυλογλύπτης
ο γκολέμος	= ο μηχανικός
ο γκράς	= ο μηχανικός
ο μανλιχέρης	= ο υπομηχανικός
ο κουραμανήσιος	= ο ατζαμής χτίστης
το μπαγμάδ	= το γαϊδούρι
το ντισέρ	= το μούλαρι
το τζέρι	= το μούλαρι
το τσιπέλαβο	= ο σκύλος
γκαντινεύου	= χτίζω
καβιάζω	= σκάβω
χαστακίζω	= τσακίζω
ραμποτίζω	= δουλεύω
η πραχάλα	= η δουλειά
το κράνιασμα	= η πληρωμή
το ντενιάντ'κου	= το μεροκάματο
ο τσέπους	= τα χρήματα
το στρογγυλό	= το γρόσι

8

Μαστόροι

Κατασκευαστές των γεφυριών ήταν οργανωμένα συνεργεία, ντόπια και ξένα, με έμπειρους πρωτομαστόρους. Στις ανατολικές επαρχίες χαρακτηρίζονταν «κιουπρουλήδες» (= γεφυράδες, από τουρκική λέξη), ονομασία πάντως άγνωστα στην Ήπειρο και Δυτική Μακεδονία, με τα σπουδαία και πολλά γεφύρια. Ανάλογα όμως προς τα τελευταία γνωρίζουμε πολύ μικρό αριθμό πρωτομαστόρων τους.

Περίφημος είναι ο πρωτομάστορας Μανώλης, που, με τον πρωτομάστορα Δημήτριο έκτισε το ομώνυμο του γεφύρι στα 1659 στον Αγραφιώτη. Πρέπει να περάσουμε στον 19^ο αι. για να μάθουμε περισσότερα: στα πρώτα χρόνια του αιώνα (ή στα τελευταία του προηγούμενου) ο αρχιτέκτονας του Αλή Πασά Τεπελενλή, ο κυρ Πέτρος («Έλλην μηχανικός» κατά τον Λικ Αρβανίτης» σύμφωνα με το Πουκεβίλ) κτίζει το πολύτοξο γεφύρι επί του Αώου στο Τεπελένι.

Γκρεμίστηκε σύντομα από το ατίθασο ποτάμι, όπως πάλι και πάλι, όπως το ξαναχτίζουν, έως ότου, στα 1809, ο γεφυροποιός Σελίμ Αγάς (ο εξισλαμισμένος Άγγλος Bailey.) αποφάνθηκε ότι είναι αδύνατο να στερεωθεί εκεί το γεφύρι (Η αλήθεια είναι ότι εκεί ακόμη σήμερα υπάρχει σειρά βάθρων απορφανισμένων από τα τόξα τους...). Στην Πυρσόγιαννη της Κόνιτσας ξακουστός ήταν ο πρωτομάστορας Ζιώγας (=Γεώργιος) Φρόντζος έλεγαν γι' αυτόν: «Το είπε ο Ζιώγα - Φρόντζος· το είπε ο Θεός». Αυτός είναι που έκτισε στα 1870-1871

το ατράνταχτο γεφύρι της Κόνιτσας επί του Αώου. Στα 1881, αναφέρεται ο ομότεχνός του Μολιστινός πρωτομάστορας Ευάγγελος. Τελευταία γνωρίσαμε τον Πυρσογιαννίτη γεφυρά Πασχάλη Ζούνη (1898-1988), γιο, εγγονό, δισέγγονο μαστόρων.

Στα μέσα του 19^{ου} αιώνα πρωτομάστοροι γεφυροποιοί ακούγονται και στα μαστοροχώρια (προς τα Τζούμερκα), Πράμαντα. Ραφταναίοι, Σκλούντου κ.α. Γνωστότερος είναι ο Πρωμαντιώτης Κώστας Μπέκας, που έκτισε από τον Ιούλιο έως τον Σεπτέμβριο του 1866 το γεφύρι της Πλάκας στον Άραχθο. Το έκτισε αυτός, αφού μόλις λίγο πριν είχε αποτύχει ένας «Μαστρογιώργης Κονιτζιώτης»⁷

Η διαδικασία ανάθεσης

Όταν συγκέντρωναν χρήματα για κατασκευή γεφυριού είτε υπήρχε χορηγός ή πολλά άτομα, καλούσαν μαστόρους που διέθεταν μπουλούκια και τους ανακοίνωναν τις προθέσεις τους (είδος διακήρυξης δημοπρασίας).

Οι πρωτομάστοροι (εργολάβοι) υπέβαλαν την προσφορά τους που περιείχε συγκεκριμένο σχέδιο με τη μορφή του γεφυριού, καθώς και τη χρηματική απαίτησή τους (προϋπολογισμός προσφοράς).

Μετά την έγκριση των σχεδίων γινόταν η ανάθεση του έργου από τους χορηγούς.⁴

Χρηματοδότες

Χορηγοί κατασκευής των γεφυριών ήταν κατά κανόνα πλούσια άτομα ή ιδρύματα. Ιδιαίτερα καλά κατατοπισμένοι είμαστε για την Ήπειρο, όπου γνωρίζουμε σειρά ονομάτων ιδιωτών. Τα περισσότερα ήταν έργα εκκλησιαστικών ανδρών. Από τα παλαιότερα γνωστά είναι τρία γεφύρια που χρηματοδότησε ο Βησσαρίων, μητροπολίτης Λαρίσης (1489-1540): «Παλιοκαμάρα» Αργιθέας, γέφυρα «Κοράκου» Αχελώου, Πόρτας (Πύλης) Τρικάλων, όλα στη δεύτερη δεκαετία του 16ου αι. Στην Ήπειρο ήταν συνήθως ηγούμενοι οι χρηματοδότες, εκεί αναφέρεται και «Γέφυρα του Πατριάρχη» (πραγματικά έργο του Οικουμενικού Πατριάρχη Ιωάσαφ Β', στα 1568, δώρο στο χωριό του Κράψι) στον Άραχθο.

Πολλοί ήταν και οι Οθωμανοί αξιωματούχοι της Ηπείρου και της Αλβανίας που καταβάλανε τη δαπάνη κατασκευής ή επισκευής γεφυριών, προνοώντας παράλληλα για τα δημιουργία πόρων χάριν της συντηρήσεως τους: 1650 Μαχμούτ Πασάς, γέφυρα Αλιάκμονος, 1726 Οσμάν Πασάς, επισκευή «Πετρογκέφυρου» Ομολίου, 1750 Αληζότ Πασάς, γέφυρα Αργυρόκαστρο, πριν από το 1805 Αλή Πασάς Τεπελένι, γέφυρα στο Τεπελένι κ.ά.

Σημειώνεται ότι σε κατάλογο 230 ηπειρωτικών κ.ά. γεφυριών, μεταξύ των τελευταίων συγκαταλέγονται 16 γυναίκες, από τις οποίες οι επτά ήταν Οθωμανές και οι εννιά Έλληνιδες.

Στις Οθωμανές περιλαμβάνονται η «Κυρά» που αναφέραμε και γυναίκες της ίδιας τάξης με αυτόν, χορηγοί επίσης στην Ήπειρο γεφυριών που ο λαός τα ονόμασε της «Πάσαινας» ή της «Πασίνας». Ας προστεθεί και τούτο στη μνήμη μιας άλλης Ελληνίδας χορηγού γέφυρας στο δρόμο Κόκκινου Νερού - Καρίτσας, στη Θεσσαλία: «Ετούτο το γεοφήρι το υκοδόμησεν η Παπαρίζινα δηα ψηχυκήν σωτιρήαν έτος 1719» (Για τον αυτόν σκοπόν και την ίδια ελπίδα πολλοί κατέχοντες έφτιαξαν γέφυρες στη μεσαιωνική Ευρώπη, αλλά και για την αγάπη του πλησίον).⁷

Το κόστος κατασκευής

Για να υπάρξει ορθή εκτίμηση του κατασκευαστικού κόστους των γεφυριών, απαιτείται γνώση των διαστάσεων του γεφυριού, η δαπάνη κατασκευής του και η αντίστοιχη αγοραστική δύναμη του χρήματος τη συγκεκριμένη χρονολογία κατασκευής. Κάτι τέτοιο ελλείπει στοιχείων είναι αδύνατο.

Θα επιχειρήσουμε κάνοντας απλουστευμένες παραδοχές, να υπολογίσουμε με κάποια τόλμη την τάξη μεγέθους του κόστους κατασκευής των παλιών γεφυριών.

Στα «ηπειρώτικα γεφύρια» ο Σπ. Μαντάς αναφέρει ότι για την κατασκευή του γεφυριού της Κόνιτσας το έτος 1870 δαπανήθηκαν 120.000 γρόσια. Το γεφύρι της Κόνιτσας έχει ελεύθερο άνοιγμα 40 μ. γεφυρώνοντας συνολικό μήκος 60 μ. περίπου.

Την εποχή εκείνη το «μεργιάτικο» (μεροκάματο) ήταν 30 παράδες δηλαδή 0,75 γρόσια, για δουλειά από το πρωί μέχρι τη δύση του ηλίου. Το κόστος των υλικών ήταν μικρό, δεδομένου ότι τα υλικά ελαμβάνοντο «δωρεάν» από τα παρακείμενα πετρώματα, καθώς και τα μεταφορικά μέσα της εποχής ήταν τα ζώα, με ελάχιστες δαπάνες συντήρησης.

— Εάν αναγάγουμε το κόστος κατασκευής σε ημερομίσθια, τα 120.000 γρόσια αντιστοιχούν σε 160.000 ημερομίσθια.

— Σε σημερινές τιμές τα 160.000 ημερομίσθια, με μέσο εργατικό ημερομίσθιο (μαζί με τις επιβαρύνσεις ΙΚΑ κ.λπ.) 13.000 δρχ. αντιστοιχούν σε ποσό 2.080.000.000 δρχ...

Δηλαδή προκύπτει ότι τα ποσά που απαιτούσαν τα πέτρινα γεφύρια των προγόνων μας, ήσαν τεράστια, δεδομένου ότι σήμερα μια γέφυρα 60 μέτρων συνολικού μήκους, δεν υπερβαίνει τη δαπάνη των 150.000.000 δρχ

- Το γεφύρι του Μανώλη στον Αγραφιώτη που κατακλύζεται το χειμώνα από τα νερά της λίμνης Των Κρεμαστών.

- Τα γεφύρια του Κοκόρου στο Βίκο, του Παπαστάθη στον Άραχθο, της Τσίπιανης στον ποταμό Βάρδα, της Βωβούσας στον ποταμό Αώο, του Καλόγερου κ.ά.

Τα ηπειρώτικα γεφύρια είναι έργα ντόπιων μαστόρων από την Πυρσόγιαννη, Βούρμπιανη κ.λπ. που ονομάζονται και τα «μαστοροχώρια» της Ηπείρου.⁸

Συμβόλαιο της εποχής στο οποίο παρουσιάζεται πως γινόταν η συμφωνία για την κατασκευή ενός γεφυριού.

ΣΥΜΒΟΛΑΙΟΝ

Δια του παρόντος εγγράφου δηλούται ότι μεταξύ των υποσημειουένων αντιπροσώπων της κοινότητας Μαέρης και του εκ Σουπανίου εργολάβου κ. Νικολάου Μπαμπαλή και κ. Πούλιου Μούρτζιου, συνεβάλοντο τα ακόλουθα:

Αον. Οι εν λόγω κύριοι αναλαμβάνουσι την οικοδομήν λιθίνης γεφύρας ασβεστοκίστου επί του μεταξύ των κοινοτήτων Μαέρης και λουντζίου διερχομένου παραποτάμου του Αλιάκμονος, υποχρεούμενοι να εργασθώσιν ευσυνειδήτως μέχρι τελείας αποπερατώσεως του έργου, ούτινος το σχεδιάγραμμα εχάραξαν ο εκ λιβοχόβου κ. Γεώργιος Ζούφας, εις ον και η περί την ακριβή αυτού εφαρμογήν εποπτεία ανατίθεται.

Βον. Υποχρεούνται προσέτι να κατασκευάσωσι και τοποθετήσωσι το εκ ξύλων πρόστυπον της γεφύρας (καλούπια) άτινα η κοινότης θέλει μετακομίσει εις το ωρισμένον της οικοδομής μέρος, κατά την μετακόμισιν δε των μεγάλων ξύλων θέλουσι βοηθήσει την κοινότητα και οι εν λόγω εργολάβοι μετά των κτιστών.

Γον. Πρωτίστως οφείλουσι να εύρωσι κατάλληλον λατομείον εκ του οποίου θέλουσι προμηθευθή λίθους όσον οίοντε στερεούς, ους υποχρεούνται οι κ. εργολάβοι να μετακομίσωσιν εις το ωρισμένον μέρος της οικοδομής. Την αναγκαιούσαν δε δια την εξαγωγήν των λίθων πυρίτιδα υποχρεούται να παράσχη αυτοίς η κοινότης προς δε και να επιδιορθώνη τα αναγκαιούντα αυτοίς εργαλεία.

Δον. Συμφώνως τω σχεδιαγράμματι του κ. Γ. Ζούφα το έργον δέον να έχη μήκος μεν μέτρα δέκα και οκτώ (αριθμ. 18) πλάτος δε τρία (αριθμ. 3) και ύψος επτά κι ήμισυ (αριθμ. 7 1/2) το δε μεταξύ του τόξου και των βάσεων διάστημα θα έχη μέτρα ένδεκα (αριθμ. 11) εκατέρωθεν δε της βάσεως το τείχος θα έχη μήκος τρία και ήμισυ μέτρα (αριθμ. 3 1/2).

Εον. Οι λίθοι της βάσεως και του τόξου δέον να ώσι καλώς επεξεργασμένοι και εφηρμοσμένοι καθώς και άπασα η οικοδομή, τα δε καμαρολίθια της βάσεως και του τόξου δέον να έχωσι πάχος 0,16 του μέτρου μέχρι 0,20 το δε ύψος 0,80 του μέτρου.

Στον. Η κοινότης Μαέρης υποχρεούται να πληρώσει τοις εν λόγω κ. εργολάβοις λίρας οθωμανικάς εβδομήκοντα και τρεις (αριθμ. 73) ας θα λαμβάνωσι παρά του ταμίου της αντιπροσωπείας αιδ. Παπανικολάου εις τρεις αναλόγους δόσεις, ων η τελευταία θέλει μετρηθή μετά είκοσι τουλάχιστον ημέρας μετά την αποπεράτωσιν του έργου. Εν περιπτώσει δε καθ'ην θέλει αναφανή κατά το διάστημα τούτο βλάβη τις η έλλειψις του έργου, υποχρεούνται οι κύριοι εργολάβοι μετά την επιδιόρθωσιν της βλάβης και την συμπλήρωσιν της ελλείψεως να λάβωσι το υπόλοιπον της τελευταίας δόσεως. Συν τω επιδόματι τούτω η κοινότης θέλει παράσχη αυτοίς και δύο φορτία οίνου, τρία σφάγια και δέκα οκάδες ρακήν.

Ζον. Ως προκαταβολή εμετρήθησαν αυτοίς σήμερον παρά του ταμίου λίραι τουρκ. πέντε (αριθ. 5) μετά δε την έναρξιν του έργου θέλει συμπληρωθή ολόκληρος η πρώτη δόσις.

Όθεν εγένετο το παρόν εις διπλούν δι' ασφάλειαν των συμβαλλομένων μερών και υπεγράφη. Ο

Επόπτης Γεώργιος Ζούφας

Οι Εργολάβοι Παύλος Μούρτζιους Νικόλαος Μπαμπαλής (χαρτόσημο του ενός πιάστρου)

Εν Μαέρη τη 4η Ιουλίου 1910

Ελάβαμη ένα κτίστη λίρας ηκοσιπέντε αριθμός (25) Ιουλίου 26 1910

Ελάβαμη δέκα λίρας αριθμός 10 Αυγούστου 15 1910.

Ελάβαμη δεκαπέντε λίρας αριθμός 15 Αυγούστου 29 1910.

Ελαβον ο(;) εις δύο δόσεις και άλλας είκοσι και μία λιρ. οθ. αριθ. 21.

Σήμερον την 26ην Σεπτεμβρίου εμετρήθησαν, ως υπόλοιπον της ωρισμένης συμφωνίας και ως δώρον ευχαριστήσεως λίρας Τουρκίας τέσσαρας (αριθμ. 4) ήτοι εν όλω λίρας Τουρκίας

εβδομήκοντα πέντε (αριθμ. 75) και εξωφλήθη το παρόν συμβόλαιο. Διό και υποσημειούνται παρά του κ. Εργολάβου.

Εν Μαγέρη τη 26η Σεπτεμβρίου 1910

Οι Εργολάβοι".

Το στοίχειωμα

Οι άγνωστες αιτίες καταστροφής, ο φόβος και η αγωνία εμπρός στις δυσκολίες και τα απρόοπτα γεγονότα στη θεμελίωση και στο κτίσιμο ιδίως μεγάλων έργων, η πίστη για την ύπαρξη δαιμονικού στοιχείου και εχθρικού δράκοντα του κτισίματος που ζηταγε ικανοποίηση, έκαναν τους μαστόρους και τον κόσμο προληπτικούς.

Κύριο μέσο πρόληψης και προφύλαξης ήταν το στοίχειωμα του έργου με θυσίες εξιλέωσης εκείνης της άγνωστης δύναμης καταστροφής. Την παλαιότητα και διαχρονικότητα της αιματηρής πρόληψης βεβαιώνει σειρά πηγών.

Σε συναξάρι του 9^{ου} στηριζόμενο σε προηγούμενο του 2ου μ.Χ. αι. αναφέρεται σχετικά ότι σε λουτρόνα της Εφέσου «ενώκει δε και τω λουτρώ τούτω δαίμων τις άγριος...ήνικα γαρ εκτίζετο διορυττομέντων των θεμελίων νεανίσκον και νεανίδα τούτω ενέβαλον».

Σχετικό με την ανθρωποθυσία είναι και το χωρίον του λεξικού του 10ου αι. Σούδα «εν τω αγίω Μάμαντι γέφυρα ην μεγάλη, ιβ' καμάρας έχουσα... ένθα και πολλαί παρθένοι ετύθησαν (=εθυσιάστηκαν)».

Στην ίδια συνήθεια ανάγονται και πολλοί αρχαίοι ελληνικοί μύθοι. Επίσης πυκνή και μεγάλη είναι η σειρά περιστατικών οικοδομήσεων με ανθρωποθυσίες και στην Ευρώπη κατά το μεσαίωνα και τα νεότερα χρόνια, συχνά δε οικοδόμησης γεφυριών, με μία από τις τελευταίες αναφορές προερχόμενη από την Αγγλία το έτος 1871.

Οι αρχαίοι Έλληνες όταν και τα τόσο χρηστικά και ζωτικά αμυντικά τείχη τους ορθώνανε «και προς κόσμον (= διά-κό-σμον) έχει τη πόλει» (Αριστοτέλης, Πολιτικά, Η1, 1331α, 10-13), δεν ήταν δυνατόν να μένουν αδιάφοροι για την ομορφιά των γεφυρών. Γράφοντας για το μεγάλο αιολικό νησί, υπογράμμιζαν σχετικά, «Πόλις εστί της Λέσβου Μυτιλήνη μεγάλη και καλή...κεκόσμηται γεφύραις ξεστού και λευκού λίθου».

Διαφορετική στάση κρατούσαν οι απόγονοι τους. Οι ραγιάδες Έλληνες είχαν άλλα προβλήματα· μάλλον λίγο τους απασχολούσε η αισθητική των γεφυριών. Σε μια περίπτωση που ξέρω, μόνο ένα τραγουδι από ηπειρωτικό μαστοροχώρι παραβάλλει το γυναικείο μάτι με το κτιστό τόξο: «Πόχει το μάτι σαν ελιά, το φρύδι σαν γαϊτάνι, το πάνω ματοτσίνоро σα ελληνικό δοξάρι». Το γεφύρι πάνω από όλα είναι σημαντικό για το λαό, γιατί ήταν χρήσιμο («Φκιάξε μου ψηλό γιοφύρι, να περάσω τζοβαίρι»), και ακόμα σύμβολο αφοσίωσης («να γένω γης να με πατάς, γιοφύρι να διαβαίνεις»). Κυρίως είπε ζωτική σημασία, καθώς έσωζε τον κοσμάκη από πνιγμό στις ορμητικές κατεβασίες. Κάθε χρόνο θρηνούσαν θύματα, θρηνούσαν και μοιρολογούσαν:

«Δεν στό-είπα Νικολάκη μου, [σένα] γραμματικέ μου: Στην ποταμιά μην κατεβείς και μέσα μην περάσεις; Τι το ποτάμι είναι θολό, πολύ αγριεμένο;...». Το είπαν για μοιραίο περιστατικό γύρω στα 1800 στην επικίνδυνη, με το χαρακτηριστικό όνομα θέση «Ντέρτι» του Σαραντάπορου κοντά στο χωριό Στράτσανη (σημ. Πύργος) της Κόνιτσας (Εντυπωσιακό για

την προσωποποίηση ήταν πάλι το πετροβόλισμα του ποταμιού, που δεν άφηνε να περάσεις αντίπερα). Έτσι, το φτιάξιμο του γεφυριού ήταν μια από τις πιο μεγάλες προσφορές στην κοινότητα («...ο κόσμος φκιάνουν εκκλησιές, φκιάνουν και μοναστήρια, φκιάνουν και πετρογέφυρα για να περνάει ο κόσμος»), με κίνητρο, παράλληλα, τον εξιλασμό και την ψυχική σωτηρία του χορηγού.⁷

ΤΑ ΓΕΦΥΡΙΑ ΣΤΗΝ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟ

Στην Πελοπόννησο έδρασαν Κυρίως οι Λαγκαδιανοί «μαστόροι» από τα Λαγκάδια της Γορτυνίας, οι τεχνίτες από τα Κλουκινοχώρια των Καλαβρύτων και την Τσακωνιά (Κυνουρία). Κατέβηκαν και Ηπειρώτες που περιορίστηκαν όμως στις πεδιάδες της Β.Δ. Πελοποννήσου. Αντιπροσωπευτικά γεφύρια της Πελοποννήσου είναι:

- Της «Κυράς» στον ποταμό Λάδωνα, ανάμεσα στη Μυγδαλιά και τη Δάφνη των Καλαβρύτων.
- Του Βαλαβάνη στον ποταμό Αλφειό, κάτω από το χωριό Βλαχόραφτη.
- Στο Ξηροκάμπι Λακωνίας, που θεμελιώθηκε το 100 έως 200 π.Χ.
- Το γεφύρι του Ίρη στον Ευρώτα.
- Το γεφύρι των Παραλογγών στον Ερύμανθο.
- Τα γεφύρια της Αρκαδίας, του Ρωμιού, της Καρύταινας.



Το γεφύρι του Ίρη στον Ευρώτα



Το γεφύρι της Καρύταινας στην πίσω όψη του παλαιού πεντοχίλιάρου⁸

Η Πελοπόννησος δεν παρουσιάζει τον πλούτο γεφυριών άλλων περιοχών, αφού δεν διαθέτει ευρεία ενδοχώρα ούτε μεγάλα ποτάμια. Εξάλλου καθώς περιβρέχεται από το υγρό στοιχείο, κύριο ρόλο έπαιζαν άλλοτε οι θαλάσσιες μεταφορές και το οδικό δίκτυο με τις γέφυρες του δεν αναπτυσσόταν. Όχι, όμως, ότι ήταν ανύπαρκτα τα γεφύρια, όπως γράφτηκε, και για τα οποία δεν υπάρχει συστηματική καταγραφή. Ένα είδος απογραφής μπορεί να στηριχτεί στο οδοιπορικό του Τζελ (Sir William Gell, 1777 - 1836), Άγγλου περιηγητή στην Πελοπόννησο από το 1805. Στην Αχαΐα επί 48 ρευμάτων βρήκε 11 γέφυρες (στα Καλάβρυτα μια δτοξη), στην Ηλεία επί 39 είδε 8 (μεταξύ του μια 5τοξη πριν από την Κυπαρισσία), στη Μεσσηνία επί 81 σημειώνει 17 (ανάμεσά τους και αυτή της «Μαυροζούμενας»), στη Λακωνία στα 47 μόλις 6, στην πολύυδρη Αρκαδία επί 115 τις περισσότερες, ήτοι 22, και στην Αργολίδα και Κορινθία σε 101 ρεύματα συνάντησε 12. Συνολικά στο Μοριά τότε από τα 431 περίπου ρεύματα γεφυρώνονταν 76.

Αρχαίες γέφυρες

Η Αργολίδα έχει το προνόμιο να διαθέτει τα περισσότερα από τα προϊστορικά γεφύρια της Πελοποννήσου (μαζί δε με την Κρήτη τα πιο πολλά στην Ελλάδα): πρόκειται δηλαδή για μυκηναϊκά γεφύρια κατασκευασμένα με το «εκφορικό σύστημα». Τη λαμπρή εκείνη εποχή διαδέχονται σκοτεινοί αιώνες.

Για την κλασική και ελληνιστική περίοδο διαθέτουμε περισσότερα στοιχεία και λίγα αλλά πολύτιμα λείψανα γεφυρών που διασώθηκαν. Αναφέρουμε τις τρεις γέφυρες επί του Οφεως της Μαντινείας, που καταγράφηκαν στα 1805, κατάλοιπα που διασώζονται στην Ήλιδα, και

την αδημοσίευτη (3τοξη) γέφυρα του Αρκαδικού Ορχομενού στον κάμπο του Λεβιδιού. Στη Μεσσηνία, στο δρόμο από Μελιγαλά προς το Νιχώρι Ιθώμης, βρίσκεται το πιο ιδιόμορφο αρχαίο γεφύρι της Ελλάδας, που έστω με συμπληρώματα χρησιμοποιείται ακόμα. Πρόκειται για ένα τριγέφυρο σε κανονικό σχήμα Υ, τόσο ασυνήθιστο που οι Άγγλοι το συγκρίνουν με το ομόλογο στην Crowland του Lincolnshire. Το γεφύρι, γνωστό παλαιά ως «δυωφίρι της Μαυροζούμενας», κτίστηκε τοξωτό και θεωρείται το αρχαιότερο δείγμα γέφυρας τέτοιας δομής στην Ελλάδα, χρονολογούμενο από τον προχωρημένο 4ο έως τον 2ο π.Χ. αι. Εξυπηρετούσε κύριο οδικό άξονα της Μεσσηνίας που άρχισε να κτίζεται μετά το 371 π.Χ.

Τότε ιδρύθηκε και η αρκαδική πρωτεύουσα Μεγάλη Πόλις (= η Μεγαλόπολη): ο πολιτισμός της έγινε προγραμματικά ώστε να τη διχάζει ο Ελισσών, τα δε εκατέρωθεν τμήματά της συνδέθηκαν με λίθινες γέφυρες. Αναφέρονται ακόμα λείψανα γέφυρας από πλησίον ποταμάκι Βάθυλλος, και κατάλοιπα άλλης στην πομπική οδό Μεγάλης Πόλεως – Λυκοσούρας, επί του Αλφειού στη θέση «Κομμένο Γεφύρι». Για να μην επανερχόμαστε, κάνουμε μνεία και μεταγενέστερης επιγραφικής μαρτυρίας (IG V2 456) για οικοδόμηση γέφυρας επί του Ελισσόντος, προσφορά του Ιταλού Ταυρίσκου στα χρόνια του Αυγούστου (61π.χ. – 14μ.χ.).

Υπάρχουν επιγραφικά και οικοδομικά τεκμήρια για μεταγενέστερες γέφυρες ρωμαϊκών και μεσαιωνικών χρόνων στον Ευρώτα. Επιγραφή κάνει μνεία γέφυρας του μοναχού Νικόδημου το 1027. Βυζαντινές πρέπει να είναι άλλες δύο, η γέφυρα της Μαγούλας και η γέφυρα της Νικόβας. Τη σειρά του Ευρώτα κλείνει το «Γεφύρι του Κόπανου» που είναι νεότερο. Είχε ένα μεγάλο κεντρικό τόξο και δύο αρκετά μεγάλα πλευρικά, τα οποία όμως δεν ανοίγονται έως κάτω στο φυσικό έδαφος, λειτουργώντας ως ανακουφιστικά τόξα. Στις παλαιές απεικονίσεις (π.χ. του H.Belle ή του O.M. von Strackelberg) εμφανίζεται σαν τρίτοξη, καθώς τα ακραία τόξα της καλύπτονται χαμηλά από πράσινο. Οι «ποδιές» αυτές των δύο ακραίων τόξων της την κάνουν να μοιάζει με την τρίτοξη γέφυρα του βενετικού μάλλον υδραγωγείου των «Κήπων» έξω από την Τριπολιτσά, ενώ σε μερικούς θυμίζει την Ponte della Maddelena στα λουτρά Lucca στην Ιταλία.

Επανερχόμαστε στα ρωμαϊκά γεφύρια: 15 χλμ. νότια της Σπάρτης, στο Ξηροκάμπι, σώζεται καλά μονότοξη ρωμαϊκή γέφυρα (1ου π.Χ. - 1ου μ.Χ. αι.). Βορειότερα στην Αρκαδία στον Ελισσόντα ποταμό, στη θέση «Καρτερόλια» του κάμπου της Ντάβιας, κοντά σε άλλα δύο γεφύρια, όταν «στύβει» (στραγγίζει) από νερό, αποκαλύπτονται λείψανα τρίτου γεφυριού, πιθανώς ρωμαϊκού. Στην Αχαΐα, στην πόλη των Πατρών διασώθηκαν δύο έργα ρωμαϊκής γεφυροποιίας ένα μονότοξο και ένα δίτοξο.

Βυζαντινές

Στο εξής οι πληροφορίες σπανίζουν· σπανίζουν και τα έργα. Ιδιόμορφη κατασκευή, μια «θαλασσογέφυρα», πρέπει να χτίστηκε με την ίδρυση της Μονεμβασίας το 582/3 (ή 587/8) μ.Χ. Φωτογραφία του 1895 εμφανίζει σειρά τόξων, ίσως βυζαντινών. Στα βυζαντινά χρόνια η χρήση και συντήρηση προϋπαρχόντων γεφυριών είναι γνωστά. Παραδείγματα: το γεφύρι στο Ξηροκάμπι Λακωνίας και η γέφυρα της Μαυροζούμενας στη Μεσσηνία.

Ερχόμαστε στην υστεροβυζαντινή εποχή για να συναντήσουμε μέγα αξιόλογο έργο: είναι η γέφυρα της Καρύταινας επί του Αλφειού, μήκους περ. 50 μ., ύψους πλέον των 12 μ., αρχικά με πέντε άνισα τόξα (το μεγαλύτερο 8,75μ.). Σε δύο μεσόβαθρα διανοίγεται από ένα ανόμοιο ανακουφιστικό άνοιγμα. Σημειώνεται εδώ μια πρώτης τάξεως υδρο-δυναμική εφαρμογή της (ύστερο-) βυζαντινής γεφυροποιίας. Η γέφυρα σε κάτοψη δεν είναι ευθύγραμμη, αλλά κατασκευάστηκε με ελαφρά κύρτωση προς τα ανάντη, προς το ρεύμα του ποταμού, ώστε να αντιμετωπίζει αποτελεσματικότερα την ορμή του. Στην προς τα κατάντη (δυτική) πλευρά ενός μεσόβαθρου βρίσκεται προσκτισμένο θολωτό εκκλησάκι. Αφιερωμένο τώρα εις το Γενέσιον της Θεοτόκου, εορταζόταν πριν από 300 χρόνια (μνεία της 9 Ιανουαρίου 1699) «Των Αγίων Θεοφανείων». Ελληνική επιγραφή ονομάζει τον Ραούλ Μανουήλ Μελίκη ως «Νέον δομήτορα της γέφυρας» στα 1439-1440. Αναγνωρίζεται προηγούμενη δομική φάση του 13ου αι. (τα βάθρα), εποχή Φραγκοκρατίας (που με παρέσυρε παλαιότερα να χαρακτηρίσω «Φράγκικη» τη γέφυρα), καθώς και μεταγενέστερη του 19ου αι. (το οριζοντιωμένο κατάστρωμα και η σειρά των ορθογώνιων θυρίδων).

Νεότερα Χρόνια

Ο Αλφειός, το μεγαλύτερο ρείθρο της Χερσονήσου, διέθετε και διαθέτει τα λιγότερα γεφύρια. Έπρεπε να περάσουν 440 χρόνια για να προστεθεί ένα γεφύρι ακόμα, αυτό του Βλαχόρραφτη, όπως θα δούμε. Για χρόνια δεν κτίστηκε νέο. Ακόμα ούτε και στις εκβολές του στη ζωτικά δυτική ζώνη ώστε να ισχύσει εκεί για χιλιάδες έτη το αρχαίων (του Στράβωνος C 349 «Αλφειού δε πόρον φησίν ότι πεζή περατός είναι δοκεί κατά τούτον τον τόπον». Γύρω στα 1890 κατασκευάστηκε η σιδηροδρομική γέφυρα των ΣΠΑΠ και μόλις μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο μια σειρά από 3 - 4 άλλες.

Ονομαστό «της Κυράς το γεφύρι», βρίσκεται ακριβώς πάνω στο Λάδωνα (στην ντοπιολαλιά «Ρουφιάς»), πέρασμα στην «Πέρα Μεριά», από τη Γλανιτζιά (τώρα Μυγδαλιά) προς την Ποδογορά (σήμερα Πουρναριά) και τη Στρέβοζα (Δάφνη). Πρόκειται για πεντάτοξο γεφύρι μήκους περ. 55μ. και πλάτους 3,10μ. (καθαρού 2,10 ανάμεσα στα στηθαία, όσο να περνάει σήμερα και αυτοκίνητο μεσαίου μεγέθους). Φαίνεται ότι αρχικά στη Φραγκοκρατία κτίστηκε η γέφυρα με δυο μόνο τόξα και προστέθηκαν άλλα δύο στην Τουρκοκρατία. «Της

Κυράς το Γεφύρι» λένε το χτίσανε Τσάκωνες μαστόροι. Εκεί στο 1890 τετράτοξο το πέρασε ο Πατρινός γιατρός Χρ.Κορύλλος (1843 - 1930). Μεταγενέστερα ίσως το 1908, συμπληρώθηκε με το πέμπτο τόξο από Λαγκαδιανούς τεχνίτες. Όταν τώρα το νερό της τεχνητής λίμνης του Λάδωνα ανεβαίνει, σκεπάζει τη γέφυρα της Κύρας. Ο μύθος της όμως μένει ακοίμητος στους αιώνες. Ποια ήταν η «Κυρά»; Ο λαός τη θέλει ίδια με τη «Μονοβύζα της Ακοβας». Θα μπορούσε άραγε να είναι μία από τις τρεις Κυράδες της ομώνυμης βαρωνείας (τις δυο Μαργαρίτες ή την Ισαβέλλα) ή πιθανότερο πρόκειται για μεταγενέστερη Γαλλίδα ηγεμονίδα;

Πιο πάνω από της «Κυράς το γεφύρι» υπάρχουν 2 – 3 γεφύρια στο λάδωνα σώα ή ερειπωμένα ή παρατημένα από το ποτάμι, με χαρακτηριστικά ονόματα, όπως «γέφυρα Τσορωτά – Μπέη», «Κομμένο γιοφύρι», «Ξερογέφυρο». Πιο κάτω δε από το «γεφύρι της Κυράς», αμέσως μετά το φράγμα της τεχνητής λίμνης του Λάδωνα, περνάμε το γεφύρι του δρόμου Τροπαίων-Βάχλιας στη θέση παλαιού γεφυριού στο «Φραγκαπήδημα», άραγε φράγκικου; Ένα γεφύρι χαμηλότερο πάντοτε στο Λάδωνα, που συχνά αναφέρουν περιηγητές είναι η «γέφυρα [κοντά] στο [χωριό] Σπαθάρι»: μονότοξη με χαρακτηριστικά ισλαμίζον τόξο, τώρα ερειπωμένη. Υπάρχουν και άλλα.

Στο Λούσιο / Γορτύνιο καταμετρούν 11 παλιά και νέα γεφύρια. Δύο απ' αυτά, από παλαιότερα γνωστά και σχεδιασμένα, συναντούμε στον κάτω ρου του Λουσίου, που ονομάζεται Γορτύνιος (ή στην ντοπιολαλιά «Ατσιχωλίτικο ποτάμι»). Το πρώτο, το μονότοξο ισλαμίζον «γεφύρι του Κόκκορη» βρίσκεται ακριβώς στην αρχαία Γόρτυνα δίπλα στον Αγι-Αντρέα (στη θέση άλλου γκρεμισμένου). Εκεί το τρουλωτό εκκλησάκι, το δυναμικό τόξο της γέφυρας, το ορμητικό ποτάμι, το ήρεμο και άφθονο πράσινο, και πάνω ψηλά τα άγρια πετροπελέκητα βουνά δημιουργούν μια θαυμαστή εικόνα κλασικής αρκαδικής ομορφιάς. Το δεύτερο γεφύρι υψώνεται παρακάτω, πλησιέστερα στα μοναστηράκια Παλαιό και Νέο Καλάμι, στη διαδρομή (της αρχαίας μάλλον και μεσαιωνικής οδού, καθώς και) του τωρινού δρόμου από Καρύταινα στα χωριά Ατσίχωλο, Βλαχόρραφτη κ.ά. και προς την Ηραία. Στην ίδια περιοχή (στο Παλιό και Νέο Καλάμι) ακούμε και για άλλο «ξερογέφυρο». Ένα ακόμα εγκαταλειμμένο είναι ανάμεσα στα χωριά Βούτσι και Ράχες της Γορτυνίας.

Τα περισσότερα γεφύρια που σώζονται ανήκουν στην περίοδο της Τουρκοκρατίας και της Παλιγγενεσίας. Τα γεφύρια της Τουρκοκρατίας αναγνωρίζονται κατ' αρχήν από το οξυκόρυφο τόξο τους. Αλλά αυτό δεν σημαίνει ότι και γεφύρια με ημικυκλικό τόξο δεν κτίστηκαν τότε. Παράδειγμα το γεφύρι Κόπανου του 1730. Εξάλλου με ημικυκλική καμάρα γεφύρια μπορεί να ανήκουν στην Βενετοκρατία: όπως το τρίτοξο γεφύρι του υδραγωγείου των «Κήπων» έξω από την Τριπολιτσά. Γέφυρα μονότοξη με ισλαμίζον τόξο, γνωστή στους περιηγητές, σώζεται κοντά στου Ντάρρα Μαντινείας επί του Τράγου, παραπόταμου του Λάδωνα. Επίσης στον Ελισσόντα («ποτάμι της Νταβιάς») στη θέση «Καρτερόλι(α)», που αναφέραμε, υπάρχουν δύο γεφύρια, «το παλιό», όπως λένε και «το καινούργιο». Το παλαιό

παρουσιάζει ισλαμίζον τόξο, τώρα δε είναι κι αυτό «ξερογέφυρο». Σειρά γεφυριών γνωρίζουμε και στον Ερύμανθο (κοινώς (η) «Ντο(υ)άνα»). Μακρύς είναι ο κατάλογος σωζόμενων γεφυριών, στενός όμως ο χώρος να αναφερθούν όλα. Σχολιάζουμε μερικές χαρακτηριστικές ονομασίες τους:

Πρωτοαναφέρουμε το «Αμαξογιόφυρο» (κοντά στον Άγιον Λέντη και το «Τεσσαρόστρατο») Διακοφτού, γνωστό από μνεία περί το 1572, ονομασία αποδεικτική της τότε ή πριν πρόσφατης χρήσης του από άμαξες. Το «Πετρογέφυρο» στο ποτάμι «Σουλτίνα» (ο αρχαίος Νους;) νότια της Θεισόας (Λάβδα), όνομα ενδεικτικό της εντύπωσης που έκανε κάποια εποχή (17ος/18ος αι.) η ανέγερση νέων πέτρινων γεφυριών αντί ξύλινων προφανώς. Την ύπαρξη των τελευταίων βεβαιώνουν τοπωνύμια, όπως «Ξυλογέφυρο» ΒΑ της Αγίας Αναστασίας του Άστρους Κυνουρίας. «Θεογέφυρο» στον ποταμό Κράθι της Ακράτας Αιγιαλείας ή «Θεόχτιστο» κοντά στην Τοπόριστα (που τώρα έχει το όνομά του), Χωριό της Γορτυνίας: πρόκειται για φυσικά γεφύρια («από το Θεό» φκιαγμένα). Αλλά και «Διαβολογέφυρο» στο Δαμαλά (σημ. Τροιζήνα) Τροιζηνίας, γεφύρι φυσικό μετεωριζόμενο σε μέγα ύψος - πάνω από το χείμαρρο «Χρυσορρόα» των αρχαίων, τώρα «Κρεμαστό». Επίσης «Διαβολογιόφυρο», η στενή γέφυρα σε χαράδρα κοντά στη Δίβρη Ηλείας: γεφύρια αποδιδόμενα από τη λαϊκή πίστη στη συνέργεια του Σατανά.

Καμαρωτά υδραγωγεία

Δεν θα γίνει συστηματικός λόγος για ένα άλλο είδος τοξοποιίας: τα καμαρωτά υδραγωγεία. Στις αρχές του 19ου αι. περιηγητές αναφέρονται σε αρκετά απ' αυτά στην περιοχή Σπάρτης. Σώζεται εντυπωσιακά στην Πύλο της Μεσσηνίας το πολύτοξο υδραγωγείο για το Νιόκαστρο, φρούριο που άρχισαν οι Οθωμανοί να κατασκευάζουν στα 1573, σύγχρονα δε ή αμέσως μετά και το υδραγωγείο. Λίγο γνωστή είναι μια γέφυρα του υδραγωγείου που έφερνε νερό από τους «Κήπους» Βαλτετισιού στην Τριπολιτσά, στη θέση «Μάννα του Νερού»: πρόκειται για τρίτοξη ρωμαλέα κατασκευή πιθανότατα της Β' Βενετοκρατίας (1685 - 1715). Ιδιόμορφη, γιατί τα δύο ακραία τόξα της δεν ανοίγονται έως κάτω στο φυσικό έδαφος, αλλά παρουσιάζουν μια ψηλή «ποδιά». Το δεξιό από τα δύο αυτά τόξα έχει καταρρεύσει μετά το 1972. Χρειάζεται φροντίδα το σπουδαίο αυτό μνημείο, όπως και άλλα.

Δωρητές - μαστόροι

Χορηγοί δαπάνης κατασκευής γεφυριών είναι γνωστοί λίγοι. Αναφέραμε μερικούς. Οθωμανοί και Έλληνες προύχοντες, ιδίως κληρικοί, Χρηματοδότησαν κατασκευή γεφυριών: Ο Σεϊτ—Αγάς γεφύρι στον Ερύμανθο κάτω από τη Νεμούτα, το γεφύρι Μπίμπαρα στον Αροάνιο του χωριού Πλανητέρου, ο Χριστιανός Γεώργιος Τσορωτάμπης (ή Τσερνωτά -

Μπέης), που ακούγεται στα 1512 - 1517, πρέπει να έφκιαξε το ομώνυμο γεφύρι στο Λάδωνα. Ο Γερμανός Παλαιών Πατρών (1771 - 1826) κατέβαλε τα έξοδα για το γεφύρι στο Λούσιο του δρόμου Δημητσάνας - Ζάτουνας. Ο Φιλόθεος Γόρτυνος και Μεγάλης Πόλεως «ιδία δαπάνη κατεσκεύασεν μίαν μεγάλην γέφυραν» το 1855 στη Μεγαλοπολίτιδα. Ο βουλευτής Αθαν.Ν. Βαλαβάνης μερίμνησε να κατασκευαστεί από το Κράτος στα 1879 - 1880 «του Κούκου το γεφύρι», δαπάνης 17.254 δρχ.

Η αναφορά στους μαστόρους της Πελοποννήσου θα ήταν ελκυστικά, αλλά υποχρεωτικά μεγάλη. Περιγράφεται μόνο μια ασυνήθιστη περίπτωση, το πώς κτίστηκε «του Κούκου το γεφύρι». Όταν στα 1879 διάλεξαν σωστά να γεφυρώσουν τον Αλφειό στο πιο στενό του πέρασμα ανάμεσα στα χωριά Βλαχόρραφτη και Θεισόα, λέγεται ότι οι επιστήμονες μηχανικοί βρέθηκαν σε αδυναμία να στηρίξουν τα ικριώματα και τον ξυλότυπο (= καλούπι) της γέφυρας· αυτό εξαιτίας των κατακόρυφων πλευρών του ποταμού, του εκεί μεγάλου βάθους και της ορμή του. Το έργο όμως κατόρθωσε ένας πρωτομάστορας από τα Λαγκάδια, τολμώντας μια σπάνια λύση: ζήτησε – λένε - απερίοριστο μήκος «τριχιάς» (=σχοινοιού), με την οποία δένοντας σφικτά δέντρα και βράχια στις δυο παρυφές του χάσματος, δημιούργησε ένα οριζόντιο σταθερό επίπεδο, όπου – λένε - «πάτησε» (=όρθωσε) την σκαλωσιά, ή μήπως χρησιμοποίησε το σκοινένιο πάτωμα ως δάπεδο μόνο εργασίας αγκυρώνοντας τον ξυλότυπο κατ' ευθείαν στο σταθερό έδαφος; Το μονότοξο αυτό γεφύρι σώζεται έχοντας άνοιγμα 20 μ., ύψος 34 μ. Μια σκαλισμένη επιγραφή διαιωνίζει το όνομα του πρωτομάστορα Αντώνη Κάτσαινου και το έτος κατασκευής 1880.

Έχει και η Πελοπόννησος τις παραδόσεις και τα τραγούδια της για θεμελίωση κτισμάτων και γεφυριών. Φαίνεται δε ότι το μερίδιό της είναι αξιόλογο, κρίνοντας τουλάχιστον από της εκεί παραλλαγές του τραγουδιού του γεφυριού της Άρτας. Ανατρέχοντας στις 333 παραλλαγές στο σύνολο του ευρύτερου ποτέ ελληνικού χώρου, βρίσκουμε ότι στην Πελοπόννησο ακούγονται 41. Δηλαδή έρχεται δεύτερη (με πρώτη την ομάδα Εύβοιας και Βορείων Σποράδων με 45) επί των 17 γεωγραφικών ενοτήτων από την Ήπειρο έως την Καππαδοκία. Στις πελοποννησιακές παραλλαγές αναφέρονται γεφύρια μακρινά, αλλά και ντόπια της Χερσονήσου. Η στοίχειωση με ανθρωποθυσία, κατά την ντόπια παράδοση, ξεκινάει από «της Τσυράς (=Κυράς) το γεφύρι», όπου οι μαστόροι «επιάσανε και καρφώσανε έναν αράπη και μια γυναίκα» για πάντα. Κατέληξε δε σε «κάρφωμα» μόνο της σκιάς της γυναίκας του πρωτομάστορα κατά τη θεμελίωση των λίθινων βάθρων της μεγάλης κάτω από το Μουχλί σιδηροδρομικής κοιλαδογέφυρας του Αχλαδόκαμπου γύρω στα 1890.

Για την διάσωση των γεφυριών

Τα πέτρινα γεφύρια, μονότοξα σαν λίθινες τροχιές που ζητούν, θαρρείς, να ενώσουν το άπειρο, ή πολύτοξα, φτιαγμένα πέτρα - πέτρα σαν εντυπωσιακοί ολόλιθοι εναρμονισμένοι με

το τοπίο, σε λίγο θα 'χουν χώρο μονάχα στα μνήμη μας. Η νέα τεχνολογία, τα νέα υλικά, τα νέα μεταφορικά μέσα και οι διαρκώς αυξανόμενες ανάγκες των χερσαίων μεταφορών οδήγησαν σε νέες χαράξεις δρόμων, θέτοντας στο περιθώριο τα πέτρινα γεφύρια. Πολλά από αυτά, απομακρυσμένα από το άμεσο περιβάλλον μας, καταρρέουν ξεχασμένα μέσα σε ρεματιές και φαράγγια.

Μεγάλος είναι και ο αριθμός των πετρογέφυρων που έχουν ήδη καταστραφεί· πολλά παρασύρθηκαν από τα ποτάμια, αιώνιο αντίπαλο και υπονομευτή τους, ορισμένα ανατινάχθηκαν στον τελευταίο παγκόσμιο πόλεμο και αρκετά βούλιαξαν, όπως θα βουλιάξουν και άλλα, σε πυθμένες ταμιευτήρων φραγμάτων. Δεν λείπουν οι περιπτώσεις πετρογέφυρων που εγκιβωτίστηκαν από τσιμέντο για να διαπλατυνθεί το κατάστρωμά τους, ώστε να καλύψει τις σημερινές κυκλοφοριακές ανάγκες.

Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερα γεφύρια ανακηρύσσονται διατηρητέα μνημεία από τις αρμόδιες εφορείες αρχαίων, βυζαντινών και νεωτέρων μνημείων. Η μελέτη, όμως, των πετρογέφυρων βρίσκεται ακόμα στην αρχή και μεμονωμένες είναι οι περιπτώσεις στις οποίες έχουν ληφθεί ουσιαστικά μέτρα διάσωσης και συντήρησης.

Οι ζημιές που συνήθως παρατηρούνται στα γεφύρια που ακόμα σώζονται είναι:

- Υποσκαφή της θεμελίωσης των βάθρων λόγω ταπείνωσης της στάθμης του πυθμένα της κοίτης των ποταμών στα πεδινά κυρίως γεφύρια, ή λόγω διάβρωσης του βραχώδους εδάφους θεμελίωσης στα ορεινά.
- Παραμορφώσεις των τόξων, λόγω σχετικής μετακίνησης των βάθρων λόγω διέλευσης μεγάλων φορτίων, αλλά και λόγω διαπερατότητας του σώματος του τόξου από τα όμβρια και τον παγετό (στο εσωράχιο ορισμένων γεφυριών εμφανίζονται σταλακτίτες).
- Αποκόλληση λίθων από το τόξο, το μέτωπο, το κατάστρωμα, τα βάθρα, τα στηθαία.
- Έλλειψη κονιάματος στους αρμούς.
- Καταρρεύσεις στηθαίων.
- Απόκλιση από την κατακόρυφο τυμπάνων, στηθαίων.
- Διάβρωση της θεμελίωσης προκαλούμενη από τις ρίζες θάμνων και δένδρων γύρω ή και ακόμα στο σώμα του γεφυριού.

Ας σημειωθεί εδώ ότι σημαντικές καταστροφές προκαλούν οι λαθροερευνητές υποτιθέμενων κρυμμένων θησαυρών, οι οποίοι αφαιρούν συχνά ολόκληρες πέτρες από τα σώματα των γεφυριών.

Η λήψη μέτρων προστασίας στις περιπτώσεις ζημιών της θεμελίωσης οφείλει να είναι άμεσα, διότι περαιτέρω διάβρωση θα σημάνει την κατάρρευση του γεφυριού. Άμεσα μέτρα αποτροπής της κατάρρευσης είναι η υποστύλωση του τόξου και η επισκευή - ενίσχυση της

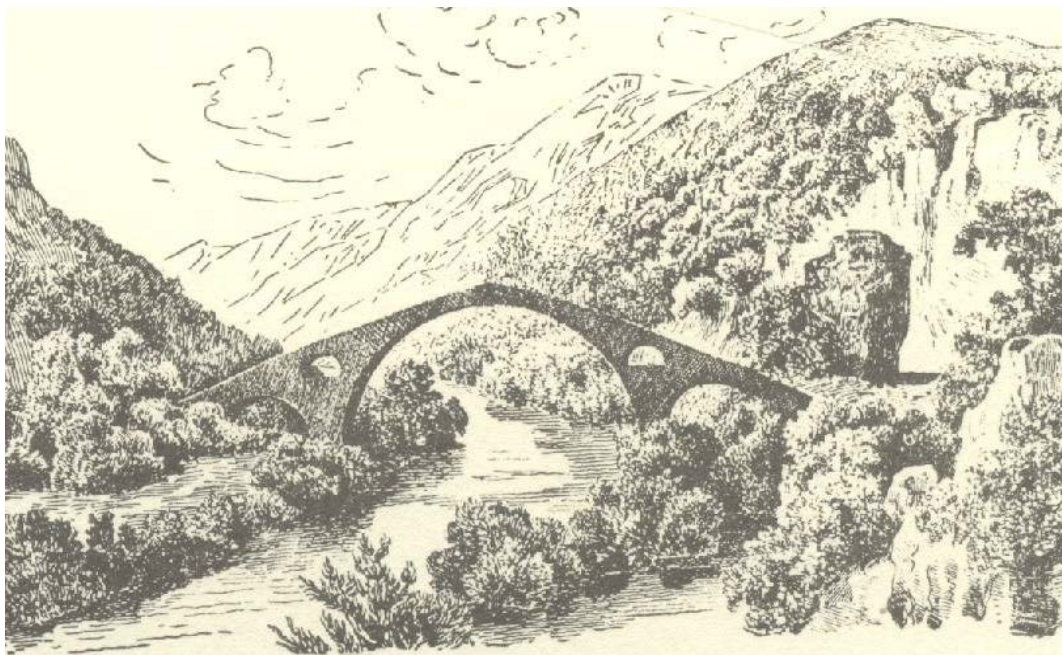
θεμελίωσης. Όλα τα απαιτούμενα μέτρα προστασίας-συντήρησης προϋποθέτουν λεπτομερείς μελέτες - αντιπλημμυρικές, περιβαλλοντικές, στατικές και αρχιτεκτονικές.

Συνήθως, στις απλές περιπτώσεις ταπείνωσης της στάθμης της κοίτης, οι απαιτούμενες αντιπλημμυρικές μελέτες μπορούν να εκπονηθούν σε σύντομο χρονικό διάστημα και να εφαρμοσθούν άμεσα τα μέτρα προστασίας που προτείνουν. Τα μέτρα προστασίας προβλέπουν κατασκευή κοιτόστρωσης κατάλληλα αγκυρωμένης στην κοίτη του ποταμού για να περιορίζεται η επί πλέον υποσκαφή των θεμελίων, ώστε, σε συνδυασμό με την υποσύλωση του τόξου, να αποτρέπεται ο κίνδυνος κατάρρευσης.⁷

ΤΑ ΠΕΤΡΙΝΑ ΓΕΦΥΡΙΑ ΤΗΣ ΛΑΚΩΝΙΑΣ



Φωτογραφία του Μυστρά το 1687. Απεικονίζεται το πρώτο πέτρινο γεφύρι της περιοχής, που γεφύρωνε τις δύο όχθες του ποταμού του Μυστρά, το οποίο δεν έχει διασωθεί.



Φωτογραφία του πέτρινου γεφυριού του Ευρώτα στην Σπάρτη το 1865.

Σήμερα το γεφύρι αυτό δεν υπάρχει και το 1900 χτίστηκε σιδερένια γέφυρα πάνω από τον ποταμό του Ευρώτα.



Σιδερένια γέφυρα του Ευρώτα. Φωτογραφία του 1930

ΜΟΝΟΤΟΞΑ

ΞΗΡΟΚΑΜΠΙ

«Μετά δέ τό Δέρειον σταδίους προελθόντι ώς είκοσιν έστιν Άρπελα καθήκοντα άχρι του πεδίου» (παυσ. Γ,20,7)

«Είκοσι στάδια μετά το Δέρειο είναι τα Άρπειλα, που εκτείνονται μέχρι την πεδιάδα».

Η τοπωνυμία Άρπειλα δεν είναι γνωστό σε τι αναφέρεται. Τα Άρπιλα θεωρήθηκαν υψώματα του Ταύγετου από την περιοχή του Παρορίου ως το Ξηροκάμπι. Όσοι τα αναγνωρίζουν στην περιοχή του ξεροκαμπίου προσελκύστηκαν στη θέση, εξαιτίας του λιθόκτιστου τοξωτού γεφυριού που βρίσκεται στην κοίτη της Ρασίνας,. Το γεφύρι θεωρείται ελληνιστικό και πάνω από αυτό περνάει χωματόδρομος. Ο δρόμος αυτός ήταν πάντοτε σε χρήση, ιδίως όταν οι Σπαρτιάτες χρησιμοποιούσαν ως επίνειό τους την Καρδαμύλη.¹²



Γεφύρι Ξηροκαμπίου

Σήμερα το γεφύρι του Ξηροκαμπίου δεν βρίσκεται και στη καλύτερη δυνατή κατάσταση. Αν και στην αρχή ο Δήμος το αξιοποίησε φωτογραφίζοντας το και διαφημίζοντας το αρκετά ως αξιοθέατο της περιοχής, με σκοπό την ανάδειξη του και την περισσότερο δυνατή προσέλκυση τουρισμού, σήμερα το γεφύρι του Ξηροκαμπίου βρίσκεται σε κακή κατάσταση.

Ύστερα από την προσωπική μας παρουσία για την λήψη των φωτογραφιών που θα ακολουθήσουν, το γεφύρι δεν έχει πλέον νερό και δυστυχώς κάποιοι ασυνείδητοι το έχουν μετατρέψει σε σκουπιδοτόπο. Εκτός από την παρουσία σκουπιδιών το χειρότερο ήταν ότι είχαν σκοτώσει ένα ζώο - το οποίο προφανώς δεν τους χρησίμευε πλέον - και το είχαν παρατήσει ακριβώς κάτω από την καμάρα του γεφυριού. Κάτι που αποτελεί πηγή μόλυνσης και έντονης δυσοσμίας.

Βέβαια το κακό δεν τελειώνει εδώ διότι όπως διαπιστώνουμε και στις φωτογραφίες, το γεφύρι δεν έχει καθαριστεί από τα φυτά (ξερά χορτάρια, θάμνοι, κλαδιά δέντρων κλπ.), τα οποία το έχουν περικυκλώσει. Επίσης ο δρόμος για να πλησιάσεις το γεφύρι είναι σχεδόν ανύπαρκτος. Χωματόδρομος, απότομος και επικίνδυνος από άποψη ολίσθησης των επισκεπτών.



Γεφύρι Ξηροκαμπίου σήμερα



Καμάρα γεφυριού



Λεπτομέρεια καμάρας γεφυριού.

Η μαγεία των γεφυριών όταν τα επισκέπτεσαι από κοντά, βρίσκεται στην ανακάλυψη βασικών στοιχείων λειτουργίας τους, που δεν είναι ορατά από μία μακρινή φωτογραφία. Στην περίπτωση του γεφυριού αυτού διαπιστώσαμε ότι κάτω από την καμάρα έχει φτιαχτεί ένα πέτρινο άνοιγμα το οποίο ύστερα από πληροφορίες των παλαιότερων κατοίκων της περιοχής, χρησίμευε στην αποθήκευση αντικειμένων από τις γυναίκες που έπλεναν τα ρούχα τους στο τρεχούμενο νερό του γεφυριού. Αυτά τα αντικείμενα θα μπορούσαν να ήταν σαπούνι και ίσως κάποια ξύλα με τα οποία χτυπούσαν οι γυναίκες τα ρούχα για να τα πλύνουν.

Επίσης διαπιστώσαμε την παρουσία αυλακιού, το οποίο χρησιμεύει για την μεταφορά του νερού στα χωράφια του χωριού – όταν αυτό υπάρχει – για το πότισμα και την γενικότερη χρήση από τους κατοίκους . Γιατί όμως το αυλάκι αυτό δεν είναι κατασκευασμένο από πέτρα;

Η απορία αυτή μας λύθηκε αμέσως – διότι όπως είναι φανερό και στην φωτογραφία – ο πέτρινος βράχος που ήταν εκεί και διευκόλυνε την μεταφορά του νερού, ο μισός έχει καταρρεύσει και έτσι η σημερινή κάτοικοι έφτιαξαν ένα καινούριο από τσιμέντο και νερό.



Πέτρινο άνοιγμα για την αποθήκευση αντικειμένων



Αυλάκι γεφυριού για την μεταφορά νερού

Το μονοπάτι του γεφυριού είναι χωματόδρομος και είναι προσπελάσιμο ακόμα και σήμερα.



Μονοπάτι γεφυριού

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του γεφυριού Ξηροκαμπίου ύστερα από μετρήσεις είναι:

- Μήκος γεφυριού : 25 m
- Πλάτος γεφυριού : 3,20 m
- Ύψος γεφυριού : 8,20 m
- Άνοιγμα καμάρας : 7,40 m

ΠΙΚΟΥΛΙΑΝΙΚΑ

Διακόσια μέτρα πιο κάτω από την κεντρική πλατεία του χωριού, εγκαταλελειμένο και δύσβατο, κάτω από τον ασφαλτοστρωμένο δρόμο που αντικατάστησε σήμερα λόγω των σημερινών αναγκών, βρίσκεται το πέτρινο γεφύρι των Πικουλιανίκων. Μη ορατό και εμφανώς ‘ταλαιπωρημένο’ από τον χρόνο, αποτελεί μια κριμένη ομορφιά για το χωριό των Πικουλιανίκων.



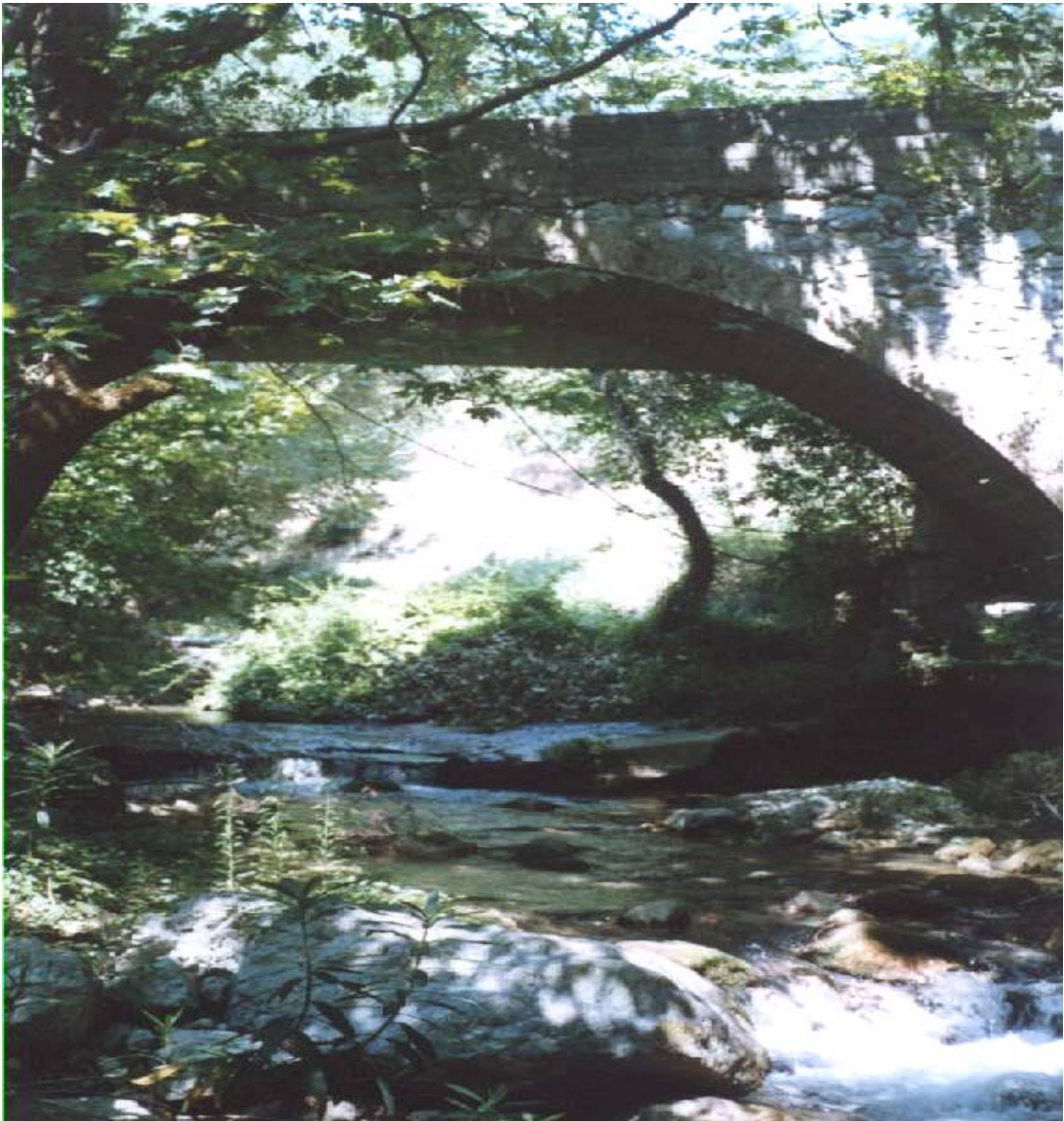
Γεφύρι Πικουλιανίκων

ΤΑ ΤΡΙΑ ΓΕΦΥΡΙΑ ΤΗΣ ΤΡΥΠΗΣ

Πρώτο γεφύρι

Στο χωριό της Τρύπης, βρίσκεται ο ποταμός Κνακίωνας ο οποίος αποτελείται από τρία βυζαντινά γεφύρια. Το πρώτο βρίσκεται σε κεντρικό σημείο του χωριού. Ποιο συγκεκριμένα, αφού μπεις στο χωριό της Τρύπης στο πρώτο στενό που συναντάς στα αριστερά και ύστερα εννιακόσια μέτρα πιο κάτω, συναντάμε το πρώτο σε σειρά πέτρινο γεφύρι του ποταμού Κνακίωνα.

Στο γεφύρι αυτό έχει γίνει προσθήκη τσιμεντένιου τοιχίου, δεξιά και αριστερά από το μονοπάτι, έτσι ώστε να μειωθεί η επικινδυνότητα κάποιου ατυχήματος.



Πρώτη γέφυρα ποταμού Κνακίωνα

Στην φωτογραφία που ακολουθεί βλέπουμε δύο λεπτομέρειες. Πρώτη λεπτομέρεια η καμάρα του γεφυριού και δεύτερη το πέτρινο αυλάκι του γεφυριού για την μεταφορά του νερού (κάτω δεξιά).



Λεπτομαίρια γεφυριού



Μακρινή φωτογραφία γεφυριού



Μονοπάτι γεφυριού

Δεύτερο γεφύρι

Αρκετά μέτρα πιο κάτω από το πρώτο γεφύρι συναντάμε το μεσσιανό γεφύρι του ποταμού Κνακίωνα.



Φωτογραφία από ημερολόγιο με θέμα τον Νομό Λακωνία του έτους 2004.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του μεσσιανού γεφυριού ύστερα από μετρήσεις είναι:

- Μήκος γεφυριού : 19,00m
- Πλάτος γεφυριού : 3,45 m
- Ύψος γεφυριού μέχρι την καμάρα : 3,30 m
- Ύψος γεφυριού μέχρι και την καμάρα : 4,00 m

Η κατάσταση βέβαια του βυζαντινού γεφυριού είναι πολύ διαφορετική σήμερα. Ερημομένο και περικυκλωμένο από κλαδιά δέντρων και ξεχασμένο ακόμα και από τους μόνιμους κατοίκους της Τρύπης. Ο μόνος πιστός του διαβάτης, ο κύριος Κώστας, ο οποίος έχει

δημιουργήσει το δικό του θερμοκύτιο δίπλα από το γεφύρι. Οι παρακάτω εικόνες μιλούν από μόνες τους.



Καμάρα γεφυριού. Μπροστινή όψη



Καμάρα γεφυριού. Πίσω όψη.



Μονοπάτι γεφυριού. Δεξιά πλευρά



Μονοπάτι γεφυριού. Αριστερή πλευρά. Στη φωτογραφία αυτή είναι εμφανές στην πίσω μεριά το θερμοκήπιο.

Τρίτο γεφύρι

Τρίτο στη σειρά και τελευταίο το γεφύρι του ποταμού κνακίωνα αποτελεί το πιο σημαντικό γεφύρι. Κι' αυτό γιατί παλιά αποτελούσε την γεφύρωση των δύο χωριών Μαγούλα – Μυστρά. Από αυτό εδώ το γεφύρι οι τότε κάτοικοι επισκέπτονταν τα δύο αυτά χωριά.



Καμάρα γεφυριού



Πέτρινο μονοπάτι γεφυριού

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του τρίτου γεφυριού ύστερα από μετρήσεις είναι:

- Μήκος γεφυριού : 25,50 m
- Πλάτος γεφυριού : 3,18 m
- Άνοιγμα καμάρας : 5,70 m
- Ύψος γεφυριού μέχρι την καμάρα : 5,10 m
- Ύψος γεφυριού μέχρι και την καμάρα : 5,70 m

ΚΛΑΔΑΣ

Στην περίπτωση του γεφυριού η λέξη «εγκαταλελειμμένο» είναι λίγη. Το γιατί είναι φανερό στην παρακάτω φωτογραφία.



Γεφύρι Κλαδά

Αν και το ίδιο αποτελεί την γεφύρωση του κλαδά με την πόλη της Σπάρτης και αποτελεί και τον μόνο τρόπο για της είσοδο στο χωριό, παρ' όλα αυτά δεν έχει τύχη την εύνοια των κατοίκων. Το μονοπάτι είναι ασφαλτοστωμένο και χρησιμοποιείται επί καθημερινής βάσης από τους κατοίκους και τους επισκέπτες του χωριού.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του γεφυριού στον Κλαδά ύστερα από μετρήσεις είναι:

- Μήκος γεφυριού : 22,40 m
- Πλάτος γεφυριού : 6,10 m
- Άνοιγμα καμάρας : 5,70 m
- Ύψος γεφυριού μέχρι την καμάρα : 3,90m
- Ύψος γεφυριού μέχρι και την καμάρα : 6,05 m



Μονοπάτι γεφυριού –Δρόμος εισόδου στο χωριό

Ο κάθετος δρόμος που φαίνεται στην παραπάνω φωτογραφία είναι η είσοδος στην πόλη της Σπάρτης. Όπως είναι εμφανές με το που μπαίνουμε στο χωριό του Κλαδά το πέτρινο γεφύρι είναι το πρώτο που συναντάμε.

ΜΥΣΤΡΑΣ

Ένα από τα πιο όμορφα βυζαντινά γεφύρια – συγκρότημα - είναι αυτό του Μυστρά. Το συναντάμε στον δρόμο του χωριού προς το κάστρο του Μυστρά, 50 μέτρα πιο κάτω από τον Άι-Γιώργη.

Για να μπορέσουμε να πλησιάσουμε το γεφύρι και να το φωτογραφίσουμε ίσως βρήκαμε ένα από τα πιο χαριτωμένα μονοπάτια μέχρι τώρα. Αρχικά συναντήσαμε μια ταμπέλα η οποία μας πληροφορεί για τα μονοπάτια του Ταΰγετου που μπορούμε να περπατήσουμε. Πέντε μέτρα πιο κάτω από την ταμπέλα αυτή συναντάμε μια ξύλινη γέφυρα, με την βοήθεια της οποίας κατεβαίνουμε στο ποτάμι.

Πριν πλησιάσουμε στην βυζαντινή γέφυρα βλέπουμε ότι εκτός από την γέφυρα είχε κατασκευαστεί και ένα συγκρότημα από πέτρινες βρύσες από το οποίο έπαιρναν νερό.

Όταν πλησιάσαμε το γεφύρι καταλάβαμε ότι δεν είναι ένα τυχαίο γεφύρι. Το γεφύρι αυτό είναι κυριολεκτικά πανέμορφο και η μόνη ζωντανή απόδειξη της αντοχής της πέτρινης κατασκευής στο χρόνο.

Το επάνω μέρος (μονοπάτι) του γεφυριού είναι ασφαλτοστρωμένο για τις ανάγκες της σημερινής εποχής. Το άνοιγμα όμως του γεφυριού δεν ήταν αρκετό για την προσπέλαση των οχημάτων και έτσι έγινε η επέκταση του γεφυριού με σπλισμένο σκυρόδεμα.

Σήμερα αν ζούσε ο πρωτομάστορας και οι μάστοροι του γεφυριού αυτού θα έκλαιγαν από συγκίνηση και γεμάτη περηφάνια θα διαπίστωναν την στατικότητα του γεφυριού αυτού. Το πέτρινο γεφύρι - όμορφο όσο ποτέ - ανταγωνίστηκε με μεγάλη επιτυχία την σύγχρονη κατασκευή του "Μπετόν αρμέ".

Όπως θα παρατηρήσουμε στις φωτογραφίες ο σπλισμός της προέκτασης του γεφυριού από μπετόν αρμέ, έχει ' πεταχτεί ' έξω από το σκυρόδεμα και είναι είδη σε αρκετά άσχημη κατάσταση.



Χάρτης μονοπατιών Ταύγετου



Ξύλινη γέφυρα. Ο μόνος τρόπος για να πλησιάσεις το πέτρινο γεφύρι του Μυστρά



Πέτρινες Βυζαντινές βρύσες



Γεφύρι Μυστρά



Αριστερή πλευρά γεφυριού

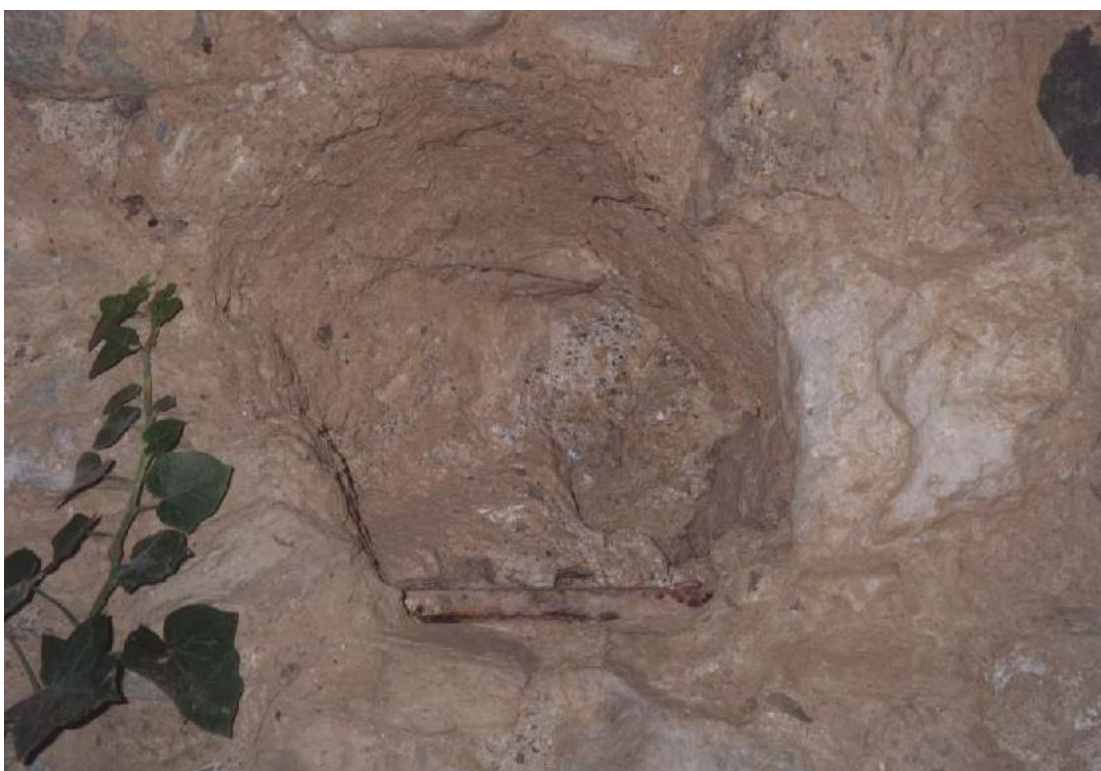


Γεφύρι Μυστρά. Βυζαντινή επιγραφή





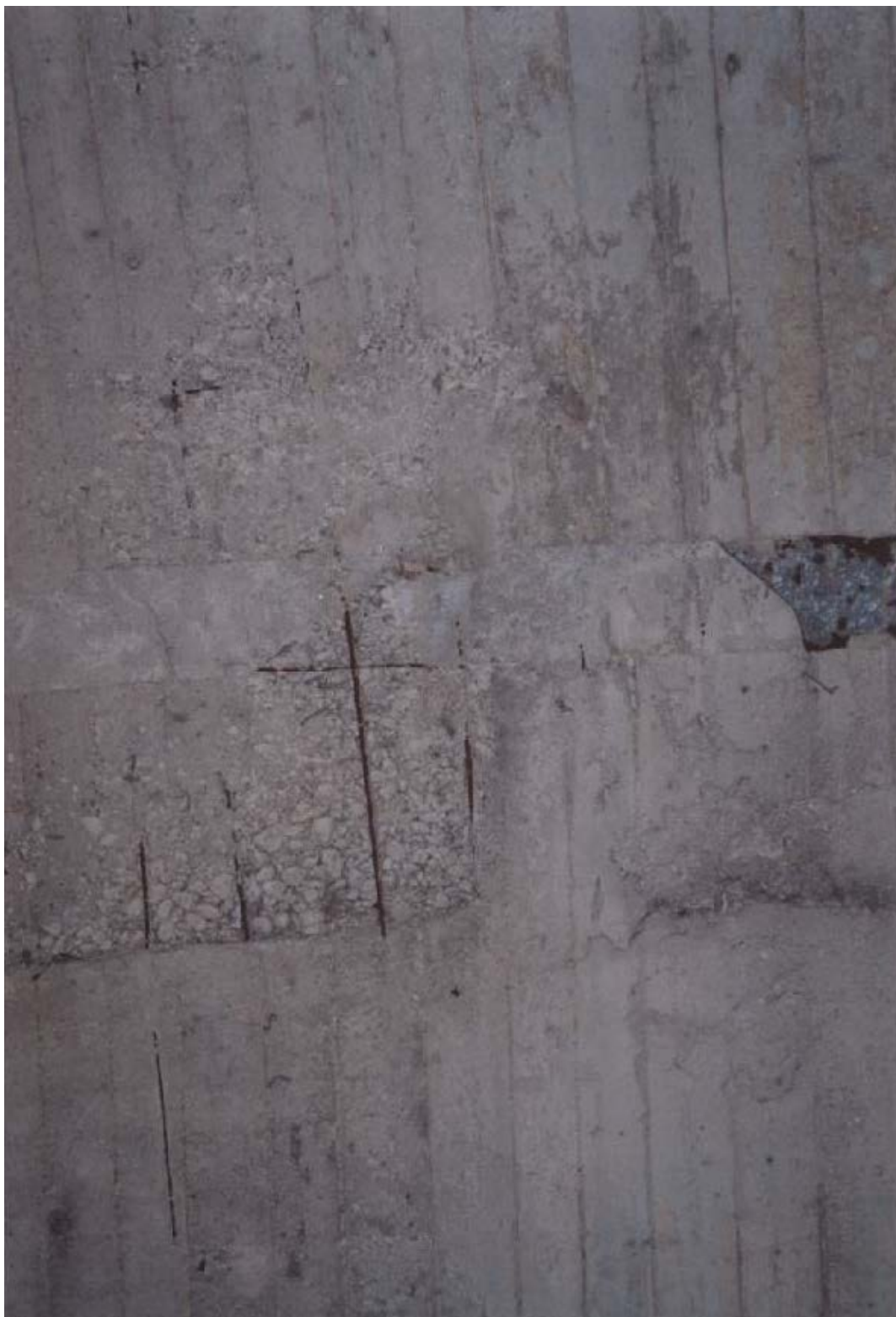
Γεφύρι Μυστρά. Εσωτερική – αριστερή πλευρά καμάρας. Οι τρεις τρύπες αυτές είναι από τα ξύλινα μαδέρια που τοποθετούσαν οι μαστόροι για να στηρίζονται πάνω σε αυτά και να χτίζουν το γεφύρι.



Γεφύρι Μυστρά. Κοντινή φωτογραφία



Γεφύρι Μυστρά. Εσωτερική και πάνω μεριά καμάρας. Εδώ βλέπουμε την ένωση πέτρας – Μπετόν Αρμέ , και είναι εμφανής ο εσωτερικός οπλισμός του σκυροδέματος.



Γεφύρι Μυστρά. Εσωτερική φωτογραφία καμάρας. Ο οπλισμός είναι εμφανές.



Γεφύρι Μυστρά. Δρόμος ασφαλτοστρωμένος που οδηγεί στο κάστρο του Μυστρά.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του Βυζαντινού γεφυριού του Μυστρά ύστερα από μετρήσεις είναι:

- Μήκος γεφυριού : 14,80 m
- Πλάτος γεφυριού : 7,90 m
- Άνοιγμα καμάρας : 10,00 m
- Ύψος γεφυριού : 6,50 m

ΆΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

Ίσως το μόνο γεφύρι στην Λακωνία το οποίο μοιάζει με τα ηπειρώτικα. Ο δήμος προφανώς δεν το έχει αξιοποιήσει και το έχει αφήσει μέσα στα χορτάρια και τα κλαδιά των δέντρων να κρύβουν την ομορφιά του.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του γεφυριού του Αγ. Ιωάννη είναι:

- Μήκος γεφυριού : 12 m
- Πλάτος γεφυριού : 2 m
- Ύψος γεφυριού : 8 m



Γεφύρι Αγ. Ιωάννη



Μονοπάτι γεφυριού Αγ. Ιωάννη



Πάνω από το γεφύρι βλέπουμε το ποτάμι το οποίο δεν έχει νερό.

Μας έκανε εντύπωση ότι πιο πάνω από το γεφύρι και λίγο δεξιότερα βρήκαμε ένα σωρό από πέτρες και αγκωνάρια παρατημένα. Η παρακάτω φωτογραφία δείχνει της πέτρες αυτές.



Πέτρες και αγκωνάρια παρατημένα

ΒΑΜΒΑΚΟΥ



Το γεφύρι αυτό συναντάμε στον δρόμο για την Βαμβακού. Όπως βλέπουμε το άνοιγμα του αποτελείται από σκυρόδεμα.

ΒΑΡΒΙΤΣΑ



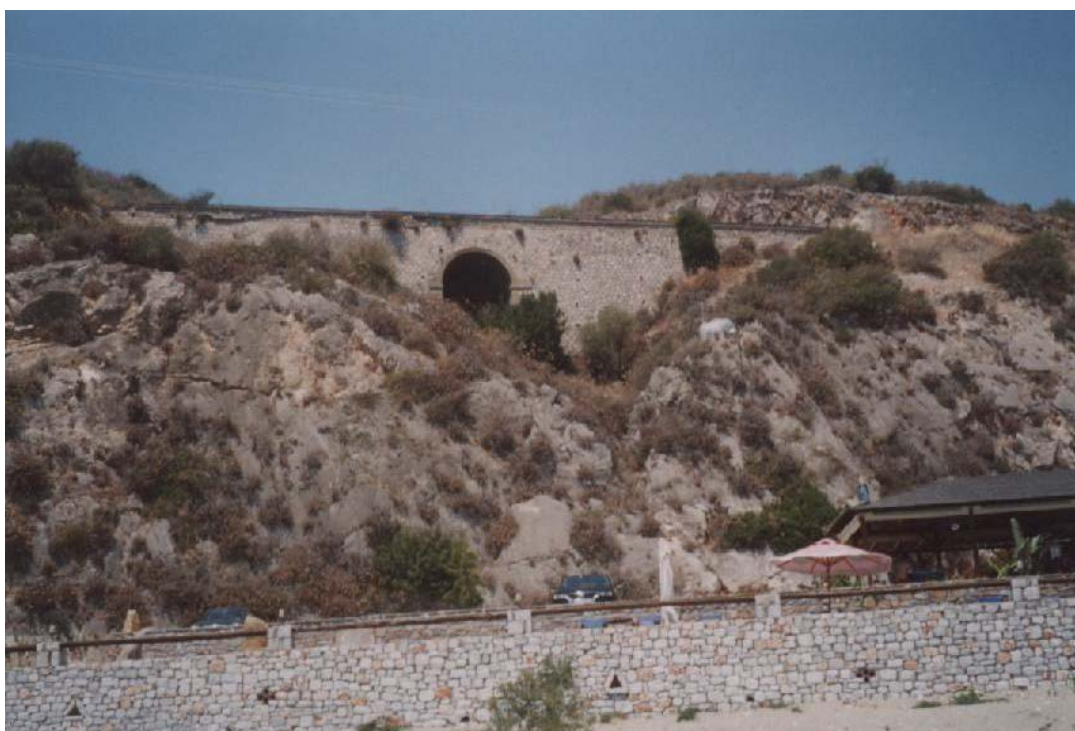
Παρατημένο και με επέμβαση σκυροδέματος βρήκαμε το γεφύρι εκατό μέτρα έξω από το χωριό της Βαρβίτσας.

ΓΥΘΕΙΟ

ΠΑΡΑΛΙΑ ΚΑΡΑΒΙ

Το γεφύρι αυτό βρίσκεται στην παραλία «Καράβι», η οποία ονομάστηκε έτσι διότι στα νερά της βρίσκεται ένα εμπορικό καράβι το οποίο κάηκε λόγο άγνωστης αιτίας πριν από πολλά χρόνια. Το καράβι αυτό βγήκε στην ακτή όπου και βρίσκεται ακόμη και σήμερα καμένο και σκουριασμένο. Όπως βλέπουμε στην παραλία έχει κτιστεί πέτρινη καφετέρια για τους επισκέπτες της παραλίας.

Το γεφύρι αυτό είναι ασφαλτοστρωμένο και διευκολύνει την διέλευση των οχημάτων στην παραλία. Αν κάποιος περάσει από τον δρόμο και δεν κατεβεί στην παραλία δεν μπορεί να καταλάβει ότι περνάει ένα γεφύρι.



Γεφύρι γυθείου. Παραλία «Καράβι». Ιούλιος 2005.

ΒΑΘΥ

Στην περιοχή «Βαθύ» μπροστά ακριβώς από το ' Camping ΚΡΟΝΟΣ ' και επάνω στην παραλία βρίσκεται το επόμενο γεφύρι. Εγκαταλελειμμένο και μη προσπελάσιμο όπως θα δούμε από τις φωτογραφίες.

Χαρακτηριστικό ήταν το γεγονός ότι κατά την διάρκεια φωτογράφησης του οι ιδιοκτήτες του Camping και κάτοικοι Γυθείου χάρηκαν διότι νόμιζαν ότι θα τους ανοίξουμε το γεφύρι. Όπως

λένε χρόνια παραπονιούνται στην πολεοδομία για να ανοίξουν την άλλη πλευρά του γεφυριού κόβοντας τα κλαριά αλλά κανείς δεν ανταποκρίνεται.

Το γεφύρι αυτό χτίστηκε από κόκκινη πέτρα το 1930 – όπως φαίνεται και στις φωτογραφίες – από τον τότε Βουλευτή Γιάννη Γρηγοράκο.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του γεφυριού ύστερα από μετρήσεις είναι:

- Μήκος γεφυριού : 13,50 m
- Πλάτος γεφυριού : 4,10 m
- Άνοιγμα καμάρας : 5,00 m
- Ύψος γεφυριού : 4,50 m



Γεφύρι στην περιοχή ‘ Βαθύ ‘



Πέτρινο μονοπάτι γεφυριού



Είναι εμφανές ότι ο δρόμος έχει κλειστεί και το γεφύρι είναι εγκαταλελειμμένο.

Διακόσια μέτρα στην ίδια παραλία βρήκαμε άλλο ένα γεφύρι το οποίο αποτελεί ίδια ακριβώς κατασκευή με το προηγούμενο.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του γεφυριού ύστερα από μετρήσεις είναι:

- Μήκος γεφυριού : 18,00 m
- Πλάτος γεφυριού : 4,20 m
- Άνοιγμα καμάρας : 6,00 m
- Ύψος γεφυριού : 4,40 m



Το δεύτερο γεφύρι στην παραλία Βαθύ



Χαρακτηριστικό είναι ότι από την μια πλευρά υπάρχει νερό ενώ από την πλευρά της παραλίας όχι. Επίσης στη φωτογραφία παραπάνω φαίνεται πως έχτιζαν κάτω από το γεφύρι μια σειρά λίθους κατά μήκος του ποταμού για να επιτευχθεί η αντιστήριξη του.



Εσωτερική φωτογραφία καμάρας. Κατασκευή από «ρετάλια».



Εσωτερική λεπτομαίρια καμάρας.



Θέα από το πέτρινο μονοπάτι του γεφυριού



Βλέπουμε ότι και αυτό το γεφύρι είναι εγκαταλελειμμένο και μη προσπελάσιμο.



Μόνο από την αριστερή πλευρά μπορείς κανείς να ανεβεί το γεφύρι.



Η παραλία μπροστά ακριβώς από το γεφύρι έχει κάθε καλοκαίρι κόσμο. Αυτό σημαίνει ότι το γεφύρι αυτό είναι ορατό καθημερινά από πολλούς επισκέπτες.

ΜΑΝΗ

ΑΓΕΡΑΝΟΣ



Πρόσοψη πέτρινου γεφύρι στην περιοχή Αγερανός.



Λεπτομαΐρια κατασκευής εσωτερικά της καμάρας.



Εσωτερικά η καμάρα του γεφυριού κατασκευασμένη από ρετάλια.



Μπροστά από το γεφύρι η εικόνα που αντικρίζει κανείς είναι ο δρόμος που σήμερα διέρχονται τα αυτοκίνητα και δίπλα σε αυτόν το νερό που έχει απομείνει σήμερα.



Μονοπάτι γεφυριού.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του γεφυριού ύστερα από μετρήσεις είναι:

- Μήκος γεφυριού : 15,20 m
- Πλάτος γεφυριού : 4,10 m
- Άνοιγμα καμάρας : 6,00 m
- Ύψος γεφυριού : 4,80 m

ΤΑ ΤΡΙΑ ΓΕΦΥΡΙΑ ΣΤΟΝ ΠΥΡΓΟ ΤΟΥ ΔΥΡΟΥ

Όλοι όσοι έχουν επισκεφθεί τη Μάνη έχουν θαυμάσει τα πυργόσπιτα και τις εκκλησίες της. Την αρχιτεκτονική, την τέχνη και το μόχθο των ακούραστων πετρομαστόρων της. Για να γνωρίσεις όμως πραγματικά τη Μάνη, πρέπει να περπατήσεις και να περιπλανηθείς στους οικισμούς, στα έρημα πλακόστρωτα και να χαθείς στους ελαιώνες. Περιπλανώμενος θα συναντήσεις και τα πέτρινα γεφύρια. Λίγοι γνωρίζουν ότι και η Δυτική Μάνη (Αποσκερή) έχει παλιά γεφύρια, γιατί δεν είναι εύκολο να φανταστεί κανείς την χρησιμότητα που θα είχε ένα τέτοιο έργο σ' ένα τόπο που είναι ξερός και χωρίς ξεροπόταμους ή φαράγγια. Το έδαφος της Μάνης λόγω της μορφολογίας του, πετρώδες και χωρίς δέντρα, δεν συγκρατεί τα νερά της βροχής. Με την διάβρωση του εδάφους σχηματίστηκαν μεγάλα ρέματα – λαγκάδια, όπου

τα νερά κυλούν ελεύθερα από τα βουνά και γίνονται ορμητικά και επικίνδυνα μέχρι να καταλήξουν στη θάλασσα.

Η ανάγκη να προσπελαστούν τα ρέματα με ασφάλεια οδήγησε στην κατασκευή των γεφυριών της Μάνης. Στον Πύργο Δυρού υπάρχουν αρκετά γεφύρια, τρία εκ των οποίων παρουσιάζονται σήμερα, αλλά πόσα ακόμα ξεχασμένα γεφύρια υπάρχουν σε όλη τη Δ. Μάνη;

Τα γεφύρια βέβαια στέκουν ακόμα όρθια και περιμένουν τους νέους πετρομάστορες, αφού έχουν ανάγκη από μια σχετική συντήρηση και προστασία. Γιατί δυστυχώς έχουν γίνει και αυτά, όπως και οι πλακόστρωτοι δρόμοι, πηγή έτοιμης πέτρας για το χτίσιμο νέων σπιτιών.

Κοντά στην παραλία του Δυρού, βρίσκονται τα τρία γεφύρια, όπου και τα τρία ένωναν δυο παράλληλους δρόμους, που κατευθύνονταν από τον Πύργο προς την Αρεόπολη. Παλιότερα υπήρχαν τέσσερα, δυο για τον κάθε δρόμο. Υπάρχει και ένα τρίτος δρόμος σχεδόν παράλληλος και αυτός με τους άλλους δυο, που ήταν και η κύρια οδός που ένωνε την Δ. Μάνη (αποσκερή) με τον έξω κόσμο. Βρίσκεται ανατολικότερα από τον σημερινό κεντρικό δρόμο, κοντά στους πρόποδες των βουνών.

Ο πρώτος παλιός δρόμος κατεβαίνει (τώρα είναι μισοκατεστραμμένος) από το χωριό του Πύργου Δυρού προς την παραλία Δυρού. Εκεί συναντάμε το πρώτο γεφυράκι αυτό της Αγίας Παρασκευής, ονομασία που προέρχεται από το ομώνυμο εκκλησάκι. Είναι μικρό και στεφανώνει την κοίτη του χειμάρρου, που κατεβαίνει από τις πλαγιές του βουνού «του Κυριακούλη». Η επιλογή της θέσης που κτίστηκε δεν είναι τυχαία αφού η ρεματιά σε εκείνο το σημείο στενεύει αρκετά.

Αφήνοντας το γεφύρι αμέσως μετά και αριστερά συναντάμε το εκκλησάκι της Αγίας Παρασκευής, με διπλό στρώμα τοιχογραφιών και διαμορφωμένο εξωτερικό χώρο.

Από την εκκλησία μέχρι το δεύτερο γεφύρι ο νέος με τον παλιό δρόμο συμπίπτουν. Σε απόσταση 500 μέτρων κατευθυνόμενοι πάντα προς Αρεόπολη συναντάμε το όμορφο διπλοκάμαρο γεφύρι «του Κούκου», κοντά στον οικισμό του Κούκου. Είναι σπάνιο να βρεις διπλοκάμαρο γεφύρι στη Μάνη, αφού συνήθως όλα είναι μονοκάμαρα. Το γεφύρι «του Κούκου» είναι σε άριστη κατάσταση, ενώ πρόσφατα η επιφάνειά του απ' όπου διάβαιναν οι πρόγονοί μας, έχει συντηρηθεί και αναπαλαιωθεί.

Από εκεί ο δρόμος συνέχιζε προς τα Κρυαλιάνικα – Αρεόπολη. Το ρέμα που στεφανώνει είναι «το μεγάλο λαγκάδι», αυτό που σχηματίζουν τα βουνά του Προφήτη Ηλία και του Κυριακούλη. Το ίδιο ρέμα στεφανώνει και το τρίτο και μεγαλύτερο γεφύρι, αυτό που βρίσκεται

κοντά στον οικισμό Ξεπαπαδιάνικα και ένωνε το δρόμο που κατέβαινε από την Χαριά για να συνεχίσει προς Ψωϊνιάνικα - Αρεόπολη.

Ποιο νέο στην κατασκευή το γεφύρι στα Ξεπαπαδιάνικα από τ' άλλα δυο, έχει κτιστεί στη θέση κάποιου παλαιότερου και χαμηλότερου όπως φαίνεται και από τον πλακόστρωτο δρόμο. Όπως φαίνεται στη φωτογραφία, υπάρχουν δυο δρόμοι ο ένας κτισμένος ψηλότερα από τον άλλο και ο παλιότερος κατηφορίζει περισσότερο και μάλλον περνούσε μέσα από το ρέμα.

Οι κατευθύνσεις των δρόμων προς και από τα γεφύρια είναι γενικές για λόγους προσανατολισμού. Τα καλντερίμια και οι πετρόστρωτοι δρόμοι (σαλιτζάδες) που οδηγούν στα γεφύρια -και όχι μόνο- ήταν πολλών χιλιομέτρων και ένωναν χωριά και συνοικισμούς, φτάνοντας από τα βουνά ως την θάλασσα.

Το δίκτυο επικοινωνίας των χωριών με τα πετρόκτιστα καλντερίμια και τα μονοπάτια, αποτελούν μέρος της πολιτιστικής μας κληρονομιάς και πριν είναι αργά πρέπει να συντηρηθούν και να αναδειχθούν, μέσα από κάποιο πρόγραμμα της τοπικής Αυτοδιοίκησης, όπως ήδη έχει γίνει από άλλους Δήμους της Μάνης.

1. ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ



Μπροστινή πλευρά γεφυριού.



Πίσω πλευρά γεφυριού.



Εσωτερική εικόνα γεφυριού – καμάρα.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του γεφυριού Αγ .Παρασκευής ύστερα από μετρήσεις είναι:

- Μήκος γεφυριού : 4,90 m
- Πλάτος γεφυριού : 2,90 m
- Ύψος : 1,75 m
- Μήκος καμάρας : 2,25 m
- Ύψος καμάρας : 1,40 m

2. ΚΟΥΚΟΥ



Γεφύρι του Κούκου.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του γεφυριού «Κούκου» ύστερα από μετρήσεις είναι:

- Μήκος γεφυριού : 8,60 m
- Πλάτος γεφυριού : 2,35 m
- Ύψος : 1,20 m – 1,30 m
- Μήκος καμάρας : B - 2,30 m N – 2,75 m

- Ύψος καμάρας : Β – 2,65 m Ν – 2,90 m
- Κεντρικό : 1,50 m



Μονοπάτι γεφυριού του Κούκου

3. ΞΕΠΑΠΑΔΙΑΝΙΚΑ



Το γεφύρι στα Ξεπαπαδιάνικα

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του γεφυριού στα Ξεπαπαδιάνικα ύστερα από μετρήσεις είναι:

- Μήκος γεφυριού : 9,05 m
- Πλάτος γεφυριού : 3,80 m
- Ύψος : 4,25 m
- Μήκος καμάρας : 4,20 m
- Ύψος καμάρας : 3,35 m

ΓΕΡΟΛΥΜΕΝΑΣ



Γεφύρι Γερολυμένα

ΣΩΤΗΡΙΑΝΙΚΑ



Κάμπος το γεφύρι από το φαράγγι.

ΚΑΡΔΑΜΥΛΗ



Παλιά Καρδαμύλη

ΠΟΤΑΜΟΣ ΣΜΗΝΟΣ



Της Στάρας το γεφύρι



Μονοπύλι γεφυριού

ΟΙΤΥΛΟ – ΚΡΙΟΝΕΡΗ



ΜΗΛΙΑ – ΞΑΝΘΙΑΝΙΚΑ



Όψη γεφυριού



Μονοπάτι γεφυριού

ΔΥΤΟΞΑ

ΚΑΡΥΕΣ



Πρόσοψη γεφυριού



Λεπτομέρεια υποστυλώματος

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του γεφυριού στις καρρυές ύστερα από μετρήσεις είναι:

- Μήκος γεφυριού : 25,35 m
- Πλάτος γεφυριού : 6,56 m
- Ύψος έως και την καμάρα : 5,70 m
- Ύψος έως την καμάρα(κέντρο) : 4,00 m
- Άνοιγμα καμάρας αριστερής : 8,05 m
- Άνοιγμα καμάρας δεξιάς : 8,05 m

ΤΡΙΤΟΞΑ

ΚΑΡΑΒΑΣ



Πρόσωση γεφυριού



Μονοπάτι γεφυριού

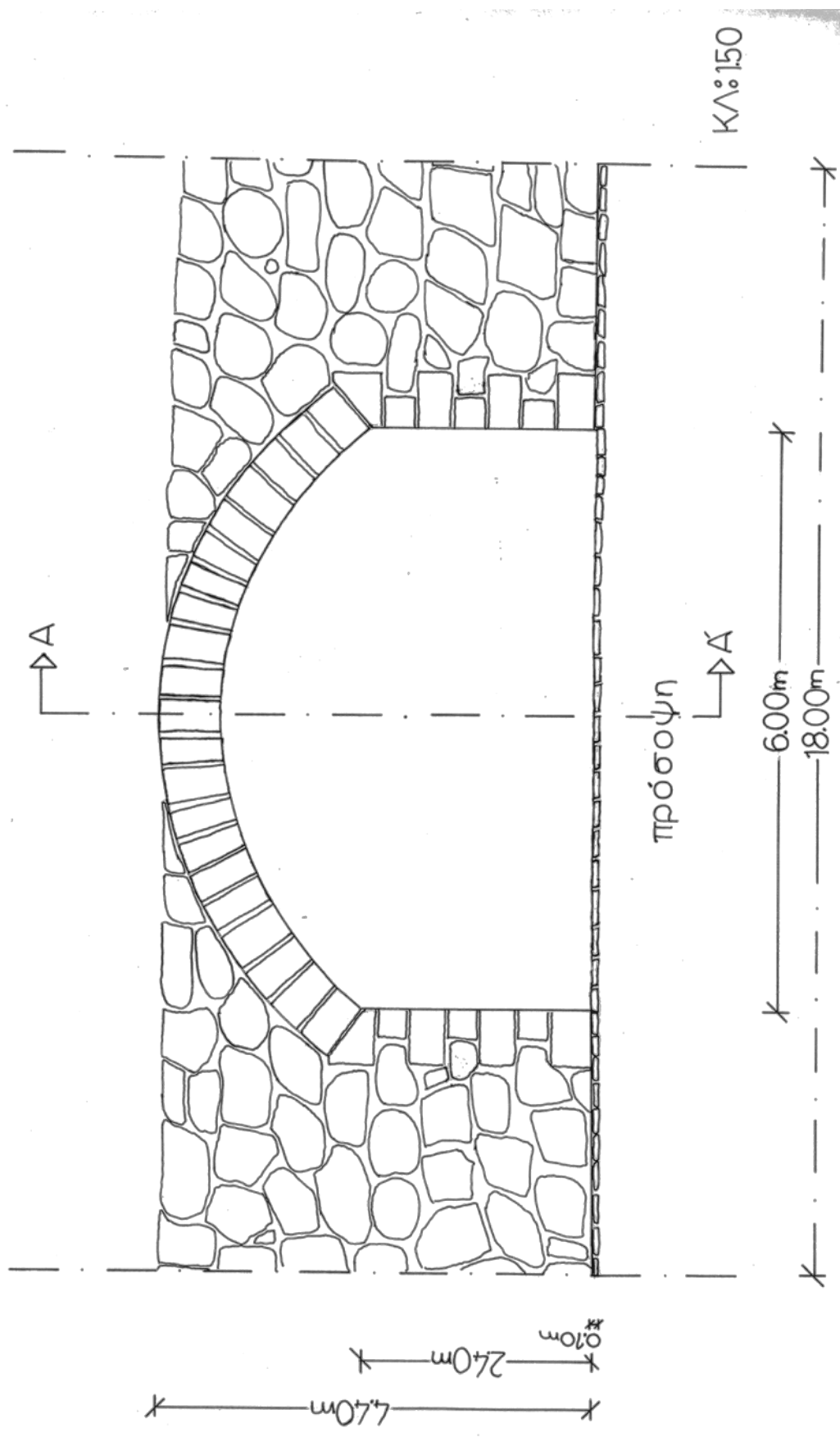
Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του γεφυριού ύστερα από μετρήσεις είναι:

- Μήκος γεφυριού : 25,40 m
- Πλάτος γεφυριού : 4,00 m
- Ύψος έως και την καμάρα : 5.20 m
- Άνοιγμα καμάρας αριστερής : 7,00 m
- Άνοιγμα καμάρας δεξιάς : 7,00 m
- Άνοιγμα καμάρας μεσαίας : 7,00 m

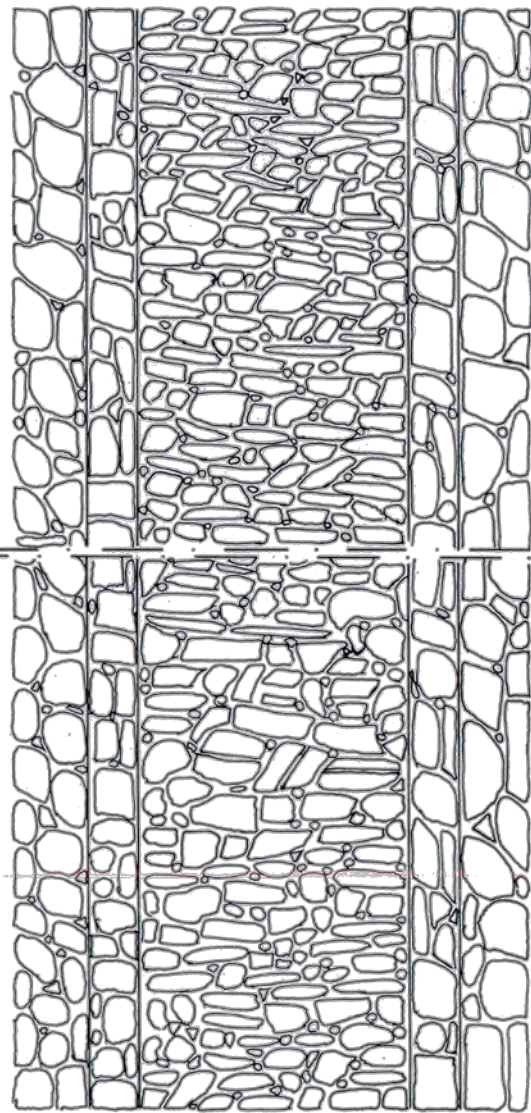
Παρακάτω παραθέτουμε χάρτη του νομού Λακωνίας με τα χωριά στα οποία βρίσκονται τα γεφύρια και σχέδια στα οποία έχουν αποτυπωθεί τα γεφύρια στην παραλία Βαθύ και στον Αγερανό.



ΓΕΦΥΡΙ ΠΑΡΑΛΙΑΣ ΒΑΘΥ - ΓΥΘΕΙΟ



ΓΕΦΥΡΙ ΠΑΡΑΛΙΑΣ ΒΑΘΥ - ΓΥΘΕΙΟ



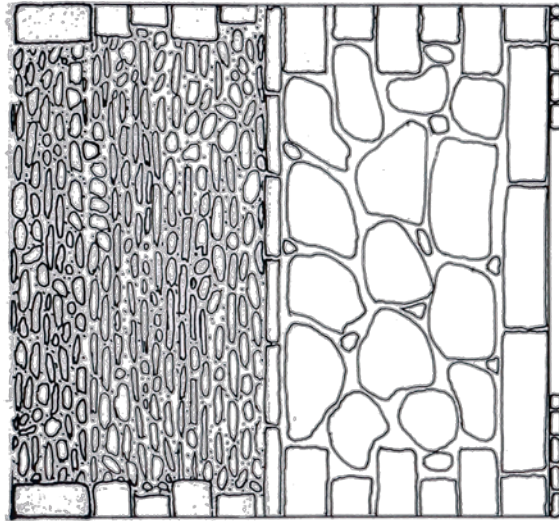
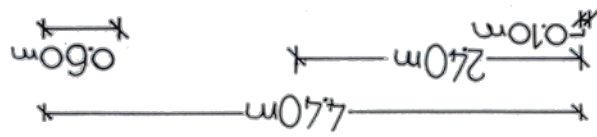
4.20m
1.0m
1.0m
2.20m
0.6-0.4

ΚΛ:1.50

18.00m

ΚΑΤΟΨΗ

ΓΕΦΥΡΙ ΠΑΡΑΛΙΑΣ ΒΑΘΥ - ΓΥΘΕΙΟ

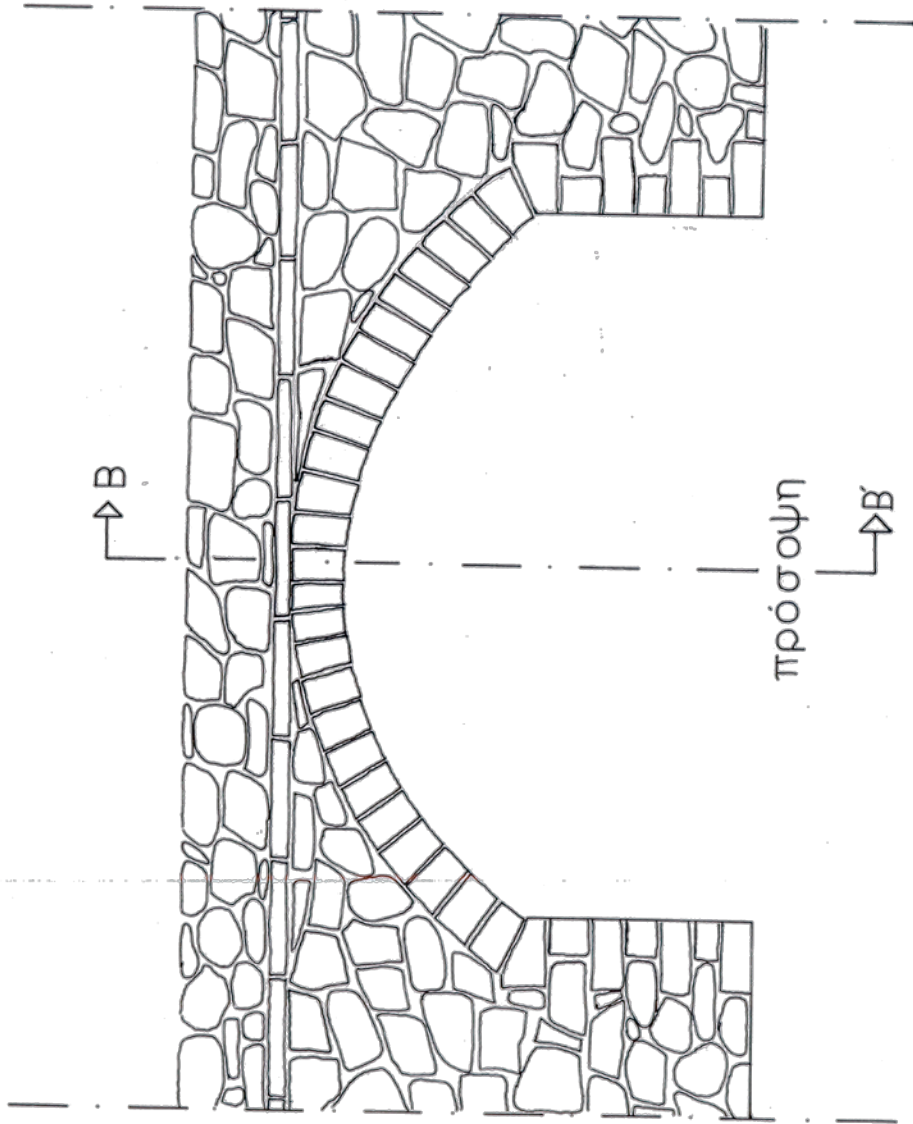


τομή Α-Α

ΚΛ:1:50



ΓΕΦΥΡΙ ΑΓΕΡΑΝΟΥ - ΜΑΝΗ

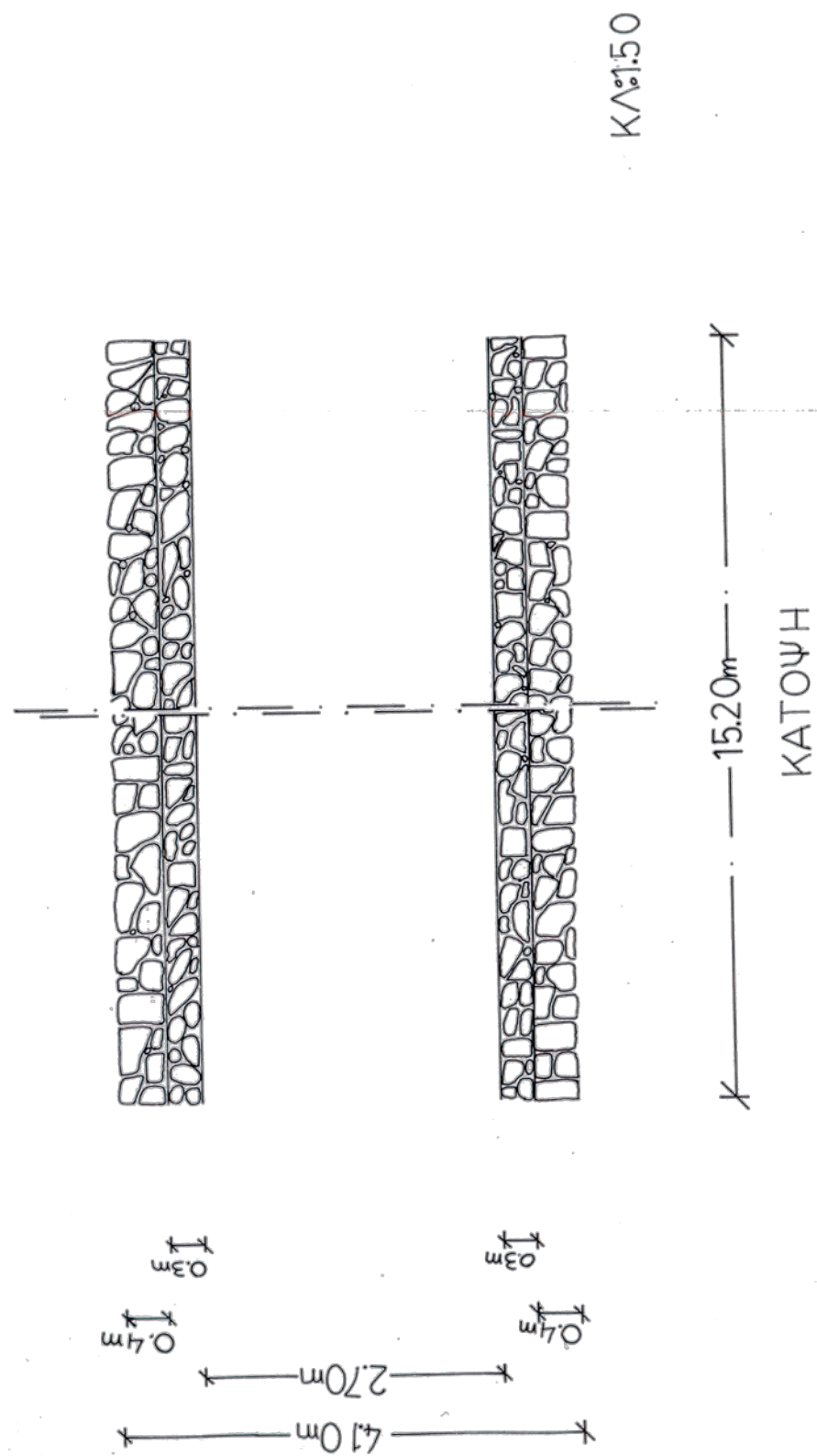


ΚΛ:150

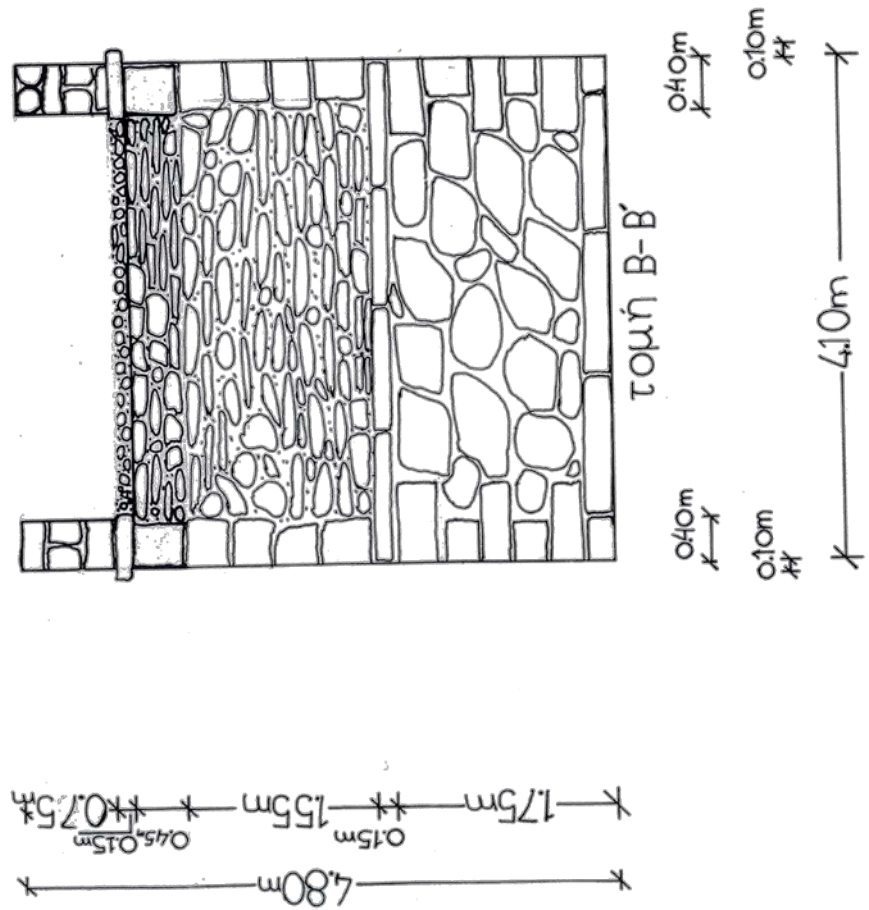
4.80m
1.90m
2.00m
0.15m
0.65m

5.95m
15.20m

ΓΕΦΥΡΙ ΑΓΕΡΑΝΟΥ - ΜΑΝΗ



ΓΕΦΥΡΙ ΑΓΕΡΑΝΟΥ-ΜΑΝΗ



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

σελ

ΦΥΣΙΚΟΙ ΛΙΘΟΙ

Περιγραφή	- 2 -
Προέλευση	- 3 -
Γενικά χαρακτηριστικά	- 3 -
Τεχνικά χαρακτηριστικά	- 4 -
Κατηγορίες	- 5 -
Ιδιότητες των φυσικών λίθων	- 15 -
Εξόρυξη και επεξεργασία	- 21 -
Μορφές και χρήσεις λίθων	- 24 -
Προστασία και συντήρηση των λίθων	- 30 -
Προστατευτικά μέτρα	- 30 -
Διάβρωση της πέτρας σε συνθήκες φυσικού περιβάλλοντος	- 32 -
Ατμοσφαιρική διάβρωση της πέτρας	- 35 -
Τοίχοι	- 45 -
Κτιστοί τοίχοι	- 46 -
Κονίαμα	- 47 -
Συνδετικά υλικά	- 48 -
Αδρανή υλικά	- 48 -
Είδη κονιαμάτων	- 50 -
Γενικά	- 53 -
Ποσότητες υλικών	- 54 -
Παρασκευή στην οικοδομή	- 54 -
Παρασκευή στο εργοστάσιο	- 54 -
Κατεργασία και χρησιμοποίηση	- 55 -
Άλλα είδη κονιαμάτων	- 56 -
ΛΙΘΟΔΟΜΗ ΑΠΟ ΦΥΣΙΚΕΣ ΠΕΤΡΕΣ	
Κατεργασία της πέτρας	- 58 -
Ξηρολιθοδομή	- 60 -
Επίχριση και αρμολόγηση της λιθοδομής	- 66 -
Μόρφωση πρεκιών στη λιθοδομή	- 68 -

Στέψεις μανδρότοιχων	- 70 -
Λαξευτοί τοίχοι	- 72 -
Ανυψωτικά εργαλεία	- 73 -
Τοποθέτηση της λαξευμένης πέτρας	- 74 -
Δαπάνη και οικονομία της κατασκευής	- 75 -
Η φυσική πέτρα και η αισθητική πλευρά της	- 75 -
ΠΕΤΡΙΝΑ ΓΕΦΥΡΙΑ	
Το ιστορικό – γεωγραφικό πλαίσιο	- 76 -
Ιστορική εξέλιξη των γεφυριών	- 79 -
Ταξίδι στον χρόνο	- 83 -
Κατασκευή γεφυριών	
Γενικά	- 89 -
Τα τεχνικά χαρακτηριστικά	- 90 -
Τεχνουργήματα	- 93 -
Τα υλικά κατασκευής	- 95 -
Το έδαφος θεμελίωσης	- 96 -
Η αντοχή στην πίεση του νερού	- 98 -
Το πλάτος των γεφυριών	- 103 -
Κατασκευαστική συμπεριφορά – Αντοχή	- 103 -
Συμπεράσματα για τις αντοχές των λιθοδομών	- 104 -
Τόξο – διαμόρφωσή του	- 104 -
Συμπεράσματα για την ευστάθεια τόξου	- 105 -
Η μορφή – αισθητική των πεδινών γεφυριών	- 106 -
Το μήκος και το πλάτος του καταστρώματος	- 106 -
Η αισθητική	- 111 -
Οι κατασκευαστές των γεφυριών	- 111 -
Εκφράσεις	- 112 -
Για τα υλικά και τα εργαλεία	- 112 -
Του μπουλουκιού και της δουλειάς	- 113 -
Μάστοροι	- 113 -
Η διαδικασία ανάθεσης	- 114 -
Χρηματοδότες	- 114 -
Το κόστος κατασκευής	- 115 -

Συμβόλαιο	- 116 -
Το στοίχειωμα	- 117 -
ΤΑ ΓΕΦΥΡΙΑ ΣΤΗΝ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟ	- 118 -
Αρχαίες γέφυρες	- 119 -
Βυζαντινές	- 121 -
Νεότερα χρόνια	- 121 -
Καμαρωτά υδραγωγεία	- 123 -
Δωρητές – Μάστοροι	- 123 -
Για τη διάσωση των γεφυριών	- 124 -
ΤΑ ΠΕΤΡΙΝΑ ΓΕΦΥΡΙΑ ΤΗΣ ΛΑΚΩΝΙΑΣ	- 127 -
ΜΟΝΟΤΟΞΑ	
ΞΗΡΟΚΑΜΠΙ	- 128 -
ΠΙΚΟΥΛΙΑΝΙΚΑ	- 135 -
ΤΑ ΤΡΙΑ ΓΕΦΥΡΙΑ ΤΗΣ ΤΡΥΠΗΣ	- 136 -
ΚΛΑΔΑΣ	- 143 -
ΜΥΣΤΡΑΣ	- 145 -
ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ	- 153 -
ΒΑΜΒΑΚΟΥ	- 158 -
ΒΑΡΒΙΤΣΑ	- 158 -
ΓΥΘΕΙΟ	
ΠΑΡΑΛΙΑ ΚΑΡΑΒΙ	- 159 -
ΒΑΘΥ	- 159 -
ΜΑΝΗ	
ΑΓΕΡΑΝΟΣ	- 167 -
ΤΑ ΤΡΙΑ ΓΕΦΥΡΙΑ ΣΤΟΝ ΠΥΡΓΟ ΤΟΥ ΔΥΡΟΥ	- 171 -
1. ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	- 173 -
2. ΚΟΥΚΟΥ	- 175 -
3. ΞΕΠΑΠΑΔΙΑΝΙΚΑ	- 177 -
ΓΕΡΟΛΥΜΕΝΑΣ	- 178 -
ΣΩΤΗΡΙΑΝΙΚΑ	- 178 -
ΚΑΡΔΑΜΥΛΗ	- 179 -
ΠΟΤΑΜΟΣ ΣΜΗΝΟΣ	- 179 -
ΟΙΤΙΛΟ – ΚΡΥΟΝΕΡΙ	- 180 -

ΜΗΛΙΑ – ΞΑΝΘΙΑΝΙΚΑ	- 181 -
ΔΥΤΟΞΑ	
ΚΑΡΥΕΣ	- 182 -
ΤΡΙΤΟΞΑ	
ΚΑΡΑΒΑΣ	- 183 -
ΧΑΡΤΗΣ	- 185 -
ΣΧΕΔΙΑ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ	- 186 -
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	- 192-
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	- 196 -
ΠΗΓΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ	- 197 -

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αντωνίου Α. Λεγάκη. Πολιτικού Μηχανικού Ε.Μ.Π. Τεχνολογία δομικών υλικών. Ίδρυμα Ευγενίδου 1954.Ι.Σ.Β.Ν. 960 – 337 – 021- 5. Σελ. 44 – 69.
2. Wendehors. Δομικά υλικά. Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας. Σελ. 169 – 185.
3. Τ. Μορόπουλου – Επίκουρος καθηγητής Ε.Μ.Π. Τομέας επιστήμης και τεχνικής υλικών. Ανάλυση και εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στις ιδιότητες της πέτρας – διεπιστημονική προσέγγιση. Σελ. 1 – 64.
4. Αντώνης Γ. Γαλερίδης. Τα πολύτοξα πεδινά γεφύρια. Από τα πρακτικά της Α΄ επιστημονικής συνάντησης Κ.Ε.Μ.Ε.Π.Ε.Γ. «Περί πετρογεφυρών». Καλλιθέα 23 Νοεμβρίου 2002. Αθήνα 2003. Σελ. 189 – 209.
5. Hrinrich Schmitt. Κτηριακές κατασκευές. Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας. Σελ. 129 – 144.
6. Κυριάκος Μπίρης. Καθηγητής Ε.Μ.Π. «Δομική προκατασκευή». Τεύχος εκ των ομιλιών του διεξαχθέντος υπό του Τ.Ε.Ε. σεμιναρίου. Αθήνα 1973. Σελ. 229 – 253.
7. Ένθετο επτά ημέρες η Καθημερινή «Πέτρινα Γεφύρια». 13 Φεβρουαρίου 2006. Σελ. 1 – 40.
8. Τ.Ε.Ε. τμήμα δυτικής Ελλάδας. Τα πέτρινα γεφύρια της Ελλάδας. Εκδόσεις Adam Editions. Πάτρα 1999. Σελ. 34 – 55.
9. Αργύρης Δημ. Δημητράκης. Τα πέτρινα γεφύρια. 1999 Σελ. 20-33.
10. Μαντάς Σπ. Ηπειρώτικα Γεφύρια. 1984 Σελ. 21 – 23
- 11.Εγκυκλοπαίδεια « Ο σύμβουλος των νέων ». Εκδόσεις Ζουμπουλάκης – 1964. Τόμος 4. Σελ. 241
12. Λακωνικός Περιηγητής , Πausanία «Λακωνικά»-άλκης Ξ.Ξανθάκης , Μεταξία Παπαπροστόλου- εκδόσεις Κοχλίας}

ΠΗΓΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ

1. Βιβλιοθήκη Τεχνικού επιμελητηρίου Ελλάδας
2. Βιβλιοθήκη Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου
3. Κεντρική Βιβλιοθήκη Σπάρτης
4. Προσωπική βιβλιοθήκης κας Κανετάκη Ελένης
5. Προσωπική βιβλιοθήκη του Κοφινά
6. Προσωπική βιβλιοθήκη του Βενιζελέα
7. Προσωπική βιβλιοθήκη του Βαχαβιώλου Παναγιώτη
8. Προσωπική Βιβλιοθήκη του Νικόλαρου Παναγιώτη
9. Προσωπική Βιβλιοθήκη του Γιαξόγλου
10. Προσωπική βιβλιοθήκη Αμπαλακιώτου Ελένης
11. Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο : www.mani.org.gr