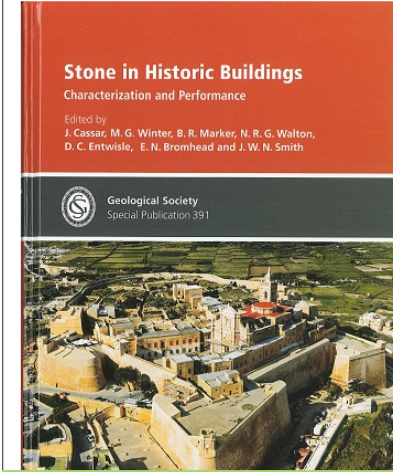


? Cover image
✕



Stone in Historic Buildings: Characterization and Performance

Special Publication 391

There is considerable academic and practical interest in stone and stone buildings, as exemplified by the wide range of high-quality and innovative work being conducted in the pursuit of the effective preservation and restoration of historic buildings. This is reflected in the numerous publications on stone and stone buildings that regularly find their way into the public domain. Not least amongst these are a number of Geological Society Special Publications, which have appeared in recent years. This current volume seeks to bring to the attention of the various professionals in the field (geologists, architects, engineers, conservators and conservation scientists) recent work centred on the characterization and performance of this important resource and its use in historic buildings. The volume has wider relevance, including to those interested in the heritage of stone.

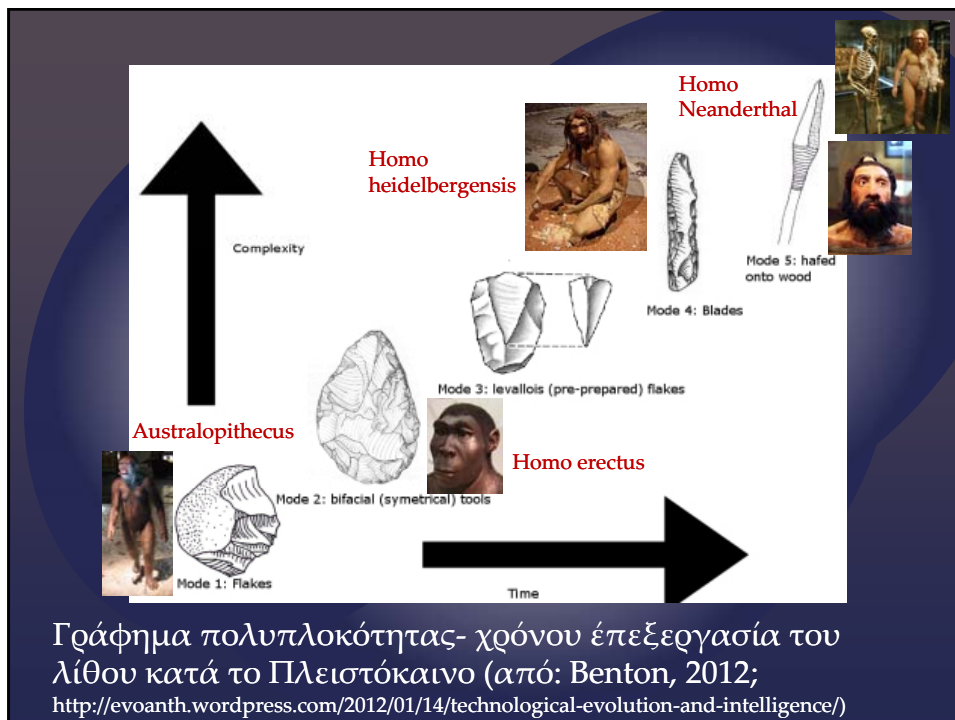
Published online 01/04/2014. Print copy available

Λίθος και πολιτισμός

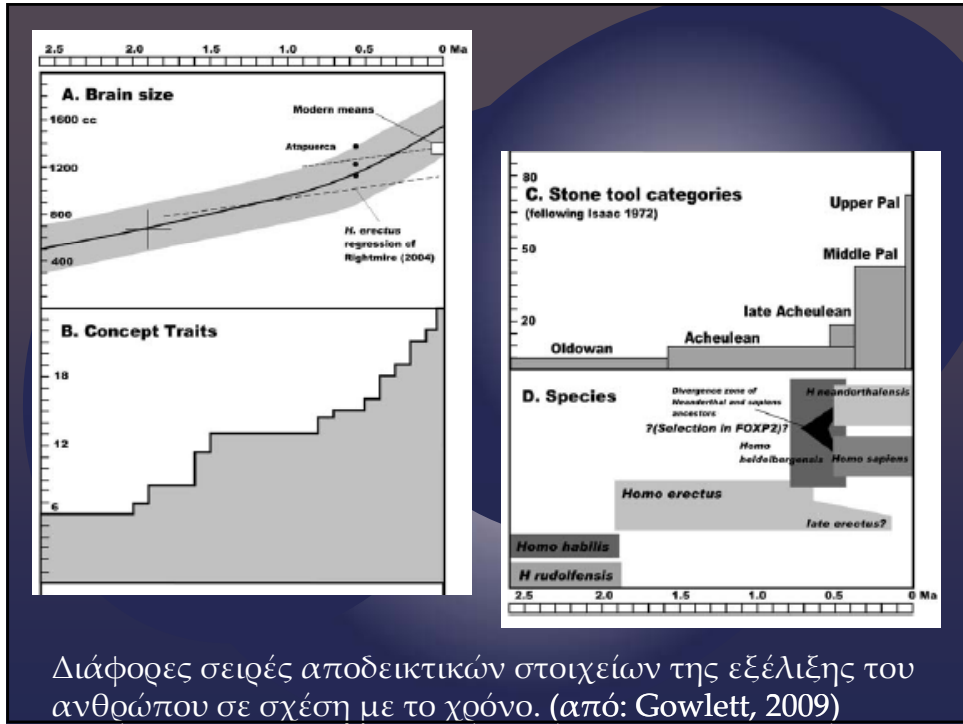
- Κατώτερη Παλαιολιθική → Homo Habilis
- Πρώτη χρήση λίθινων εργαλείων κατά το Κατώτερο Πλειστόκαινο (2,6 Ma).
- Λίθινα τέχνηρα: δείκτης της πολιτισμικής εξέλιξης
- Συμπληρώνει τα ανθρωπολογικά δεδομένα, χάρη στο γεγονός ότι η λιθοτεχνία παρέχει ενδείξεις για τη συγκρότηση της νόησης.
- Η επιλογή της πρώτης ύλης και η λάξευση του λίθου απαιτούν νοητικές ικανότητες που είναι πέραν από αυτές των σημερινών πιθήκων.

Λίθος και πολιτισμός

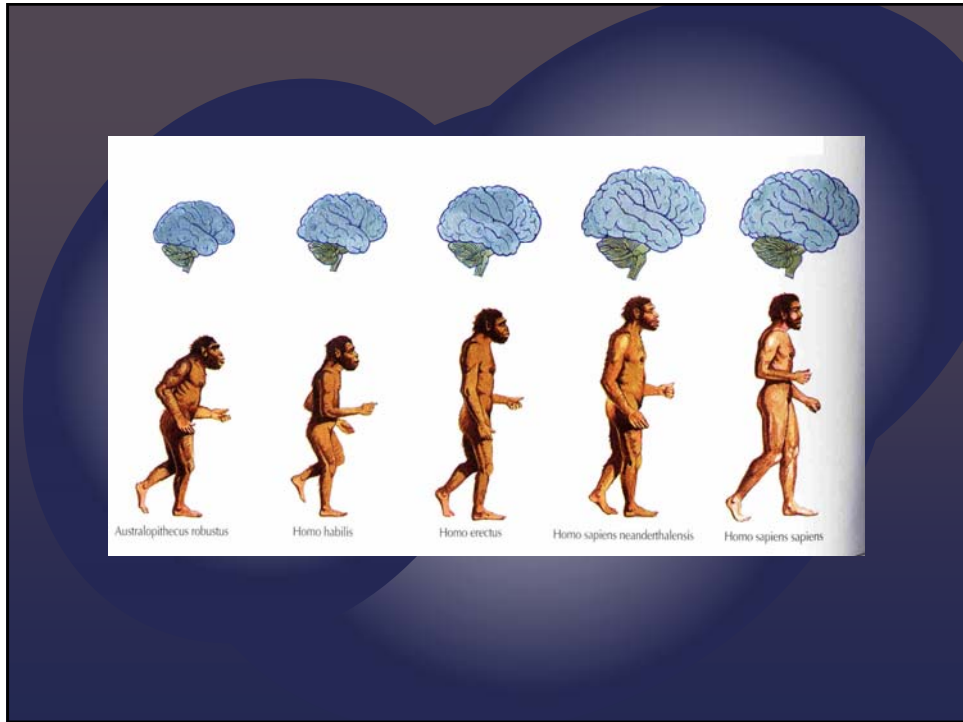
- Η χρήση του λίθου στην παραγωγική διαδικασία συνεχίστηκε αδιάλειπτα μέχρι τα μέσα του περασμένου αιώνα.
- Τυπικό παράδειγμα τις μυλόπετρες και τα ελαιοτριβεία.
- Ο ρόλος του στη γλυπτική και την αρχιτεκτονική είναι κυρίαρχος και σήμερα.
- Η εξέλιξη του πολιτισμού αποτυπώνεται ανάγλυφα στο εκάστοτε επίπεδο αξιοποίησης του λίθου.

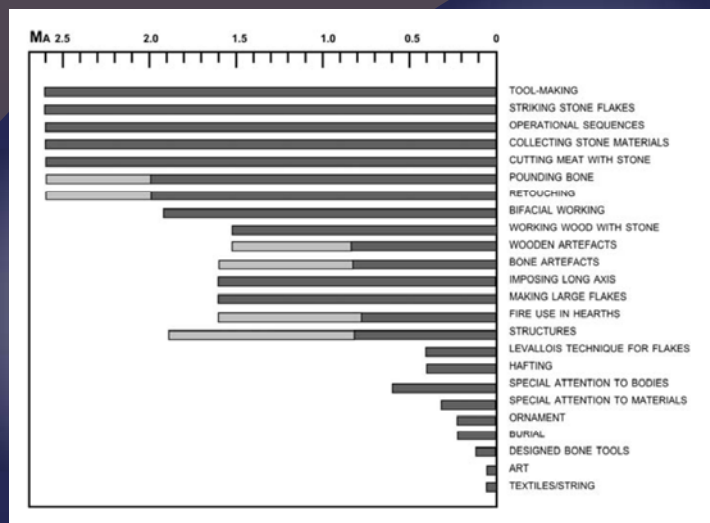


Γράφημα πολυπλοκότητας- χρόνου έπεξεργασία του λίθου κατά το Πλειστόκαινο (από: Benton, 2012; <http://evoanth.wordpress.com/2012/01/14/technological-evolution-and-intelligence/>)



Διάφορες σειρές αποδεικτικών στοιχείων της εξέλιξης του ανθρώπου σε σχέση με το χρόνο. (από: Gowlett, 2009)





Η εισαγωγή νέων αντιλήψεων στα υλικά πολιτισμού (material culture) κατά το Πλειστόκαινο (από: Gowlett, 2009)

Λίθος και πολιτισμός

- Τη σύνθετη και στενή αυτή σχέση λίθου και ανθρώπου αντανακλά η διαίρεση σε Παλαιολιθική, Μεσολιθική και Νεολιθική Εποχή
- Συνολικά καταλαμβάνουν περισσότερο από το 90% της παρουσίας του γένους Homo στη γη.
- Τα **ισοτοπικά στάδια οξυγόνου**, που συνδέονται με τις κλιματικές μεταβολές κατά το Πλειστόκαινο, προσφέρουν ένα αντικειμενικά τεκμηριωμένο χρονικό πλαίσιο αναφοράς, ιδιαίτερα χρήσιμο για την παρακολούθηση της εξέλιξης κατά την Παλαιολιθική Εποχή

Προέλευση του ανθρώπου και κλιματικές μεταβολές

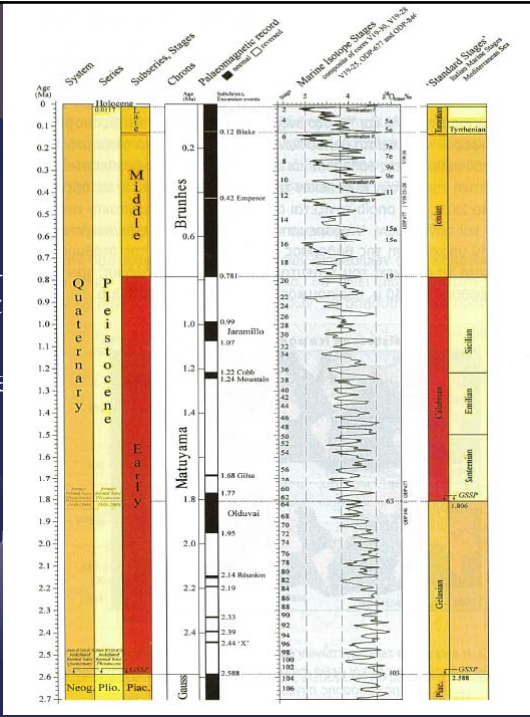
- Η χρονική κλίμακα της Παλαιολιθικής προϊστορίας στηρίζεται στη γεωλογική κλίμακα του χρόνου και σε αλληλένδετα γεωλογικά-κλιματικά φαινόμενα, όπως οι παγετώδεις και οι μεσοπαγετώδεις περιόδους του Τεταρτογενούς.
- Η εξέλιξη του πολιτισμού είναι στενά συνυφασμένη με την εξέλιξη της γης με την ευρύτερη έννοια, γεωλογική, κλιματική και βιολογική.
- Η τήξη των παγετώνων κατά το Ολόκαινο ήταν αυτή που αποδέσμευσε σε μια δημιουργική έκρηξη τις πνευματικές δυνάμεις του ανθρώπου *Homo Sapiens*.

Προέλευση του ανθρώπου και κλιματικές μεταβολές

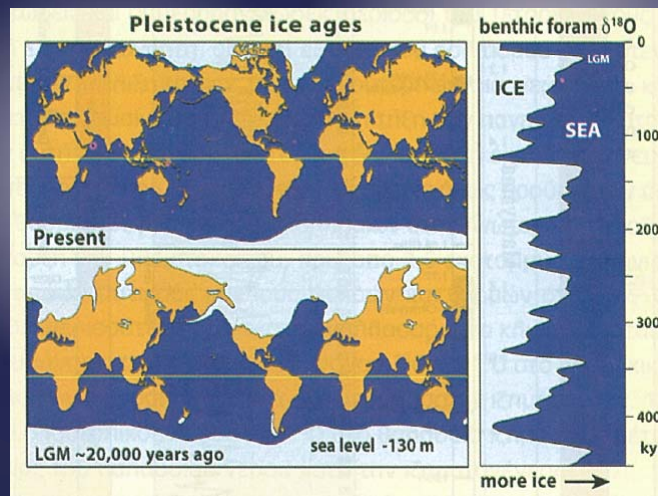
- Η έναρξη του **Πλειστοκαίνου**, (2,6 Ma πριν), χαρακτηρίζεται από κλιματικούς κύκλους ψυχρών και θερμών σταδίων.
- Έχουν αναγνωρισθεί περισσότερα από 100 εναλλασσόμενα κλιματικά στάδια με βάση τις διακυμάνσεις των ισοτόπων οξυγόνου ^{18}O και ^{16}O στα κελύφη μικροαπολιθωμάτων των θαλάσσιων ιζημάτων.
- $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ στο θαλάσσιο ίζημα = θερμοκρασία του θαλάσσιου νερού κατά την ιζηματογένεση.
- Τα ισοτοπικά στάδια είναι ουσιαστικά τα σκαλοπάτια της κλίμακας του χρόνου για την περίοδο παρουσίας του ανθρώπου στη γη.

**Πίνακας παγκόσμιου
χρονοστρωματογραφικού
συσχετισμού.**

Περιττοί αριθμ.: **θερμά επ.**
 Άρτιοι αριθμ.: **ψυχρά επεισ.**
 Πρώτο στην αρίθμηση είναι
 το **Ολόκαινο** που διανύουμε
 σήμερα (MIS 1, Marine
 Isotope Stage 1) και ξεκίνησε
 πριν από 11.700 χρόνια. Η
 αποκορύφωση του
 ισοτοπικού σταδίου 2 πριν
 από 20.000 χρόνια θεωρείται
 ότι αντιστοιχεί στο
 τελευταίο παγετώδες
 μέγιστο (LGM, Last Glacial
 Maximum).



Η εξάπλωση των παγετώνων κατά το τελευταίο μέγιστο παγετώδες (LGM), η υποχώρησή τους σήμερα και δεξιά σχηματική παράσταση της «ανταγωνιστικής» σχέσης θαλάσσης-παγετώνων (Broecker, 1985)

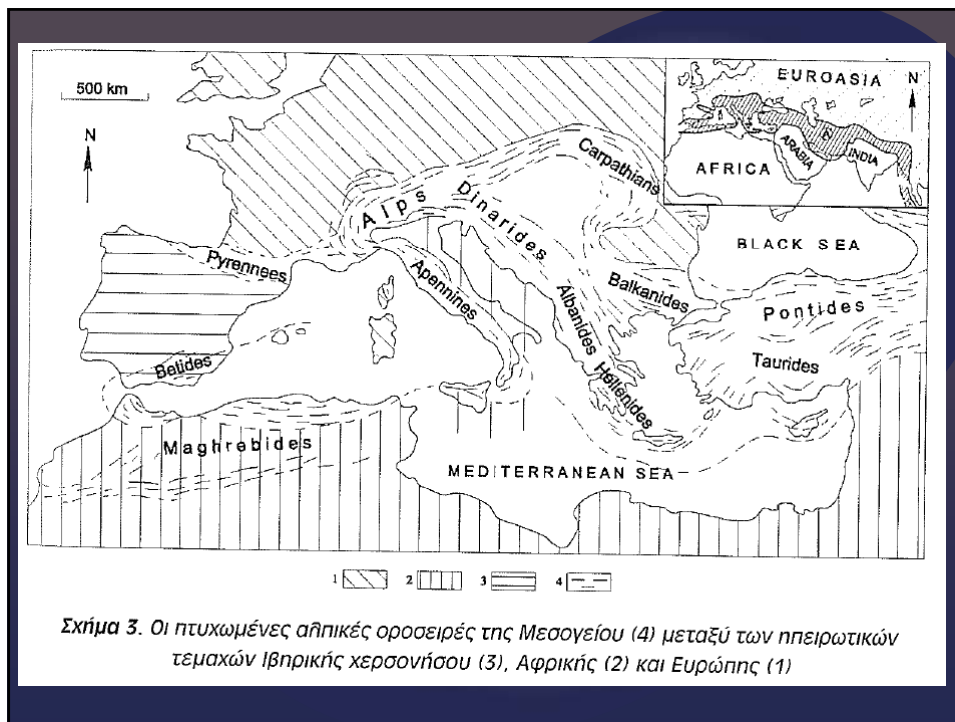


Προέλευση του ανθρώπου και κλιματικές μεταβολές

- Η μετάβαση από την Κατώτερη στη Μέση και από τη Μέση προς την Ανώτερη Παλαιολιθική συνδέονται έμμεσα με τα ισοτοπικά στάδια, χωρίς να υπάρχει ακριβής αντιστοίχιση.
- Ο τερματισμός των ψυχρών σταδίων είναι σχετικά απότομος, ενώ οι μεταβάσεις διαρκούν αρκετές χιλιετίες.
- Neanderthal → Homo sapiens στην Ευρασία την αρχή της Ανώτερης Παλαιολιθικής διήρκεσε αρκετές χιλιάδες χρόνια και εξελίχθηκε στην Ευρώπη πριν από 30 έως 40 χιλιάδες χρόνια (ισοτ. στάδιο 3).
- Η έμμεση σχέση ισοτοπικών σταδίων και μεταβάσεων αποδίδεται στη συρρίκνωση πληθυσμών κατά τη διάρκεια των ψυχρών σταδίων.

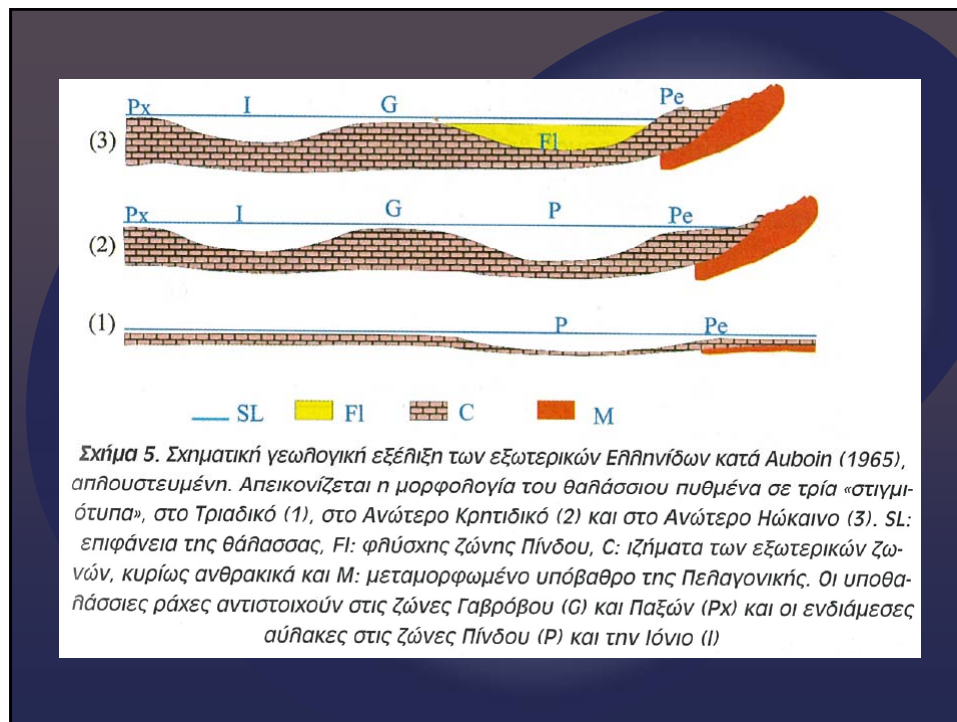
Γεωλογική εξέλιξη των Ελληνικών Οροσειρών

- Οι «Ελληνίδες» οροσειρές, ανάμεσα στις «Ταυρίδες» και τις «Δειναρίδες», αποτελούν ενδιάμεσο κρίκο στην αλυσίδα των οροσειρών του αλπικού κύκλου ορογένεσης, που εκτείνεται από τις Άλπεις μέχρι τα Ιμαλάια.



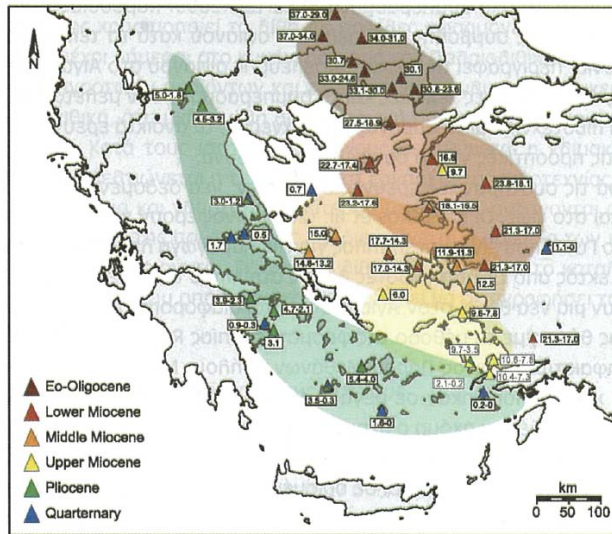
Γεωλογική εξέλιξη των Ελληνικών Οροσειρών

- Οι γεωλογικοί σχηματισμοί της Ελλάδας εντάσσονται σε γεωτεκτονικές ενότητες με κοινή γεωλογική εξέλιξη.



Γεωλογική εξέλιξη των Ελληνικών Οροσειρών

- Δημιουργία φλύσχη (αργιλικά και ψαμμιτικά πετρώματα): αρχικά Δυτικά της Πελαγονικής και στη συνέχεια μετανάστευση πιο δυτικά (Γάβροβο)
- Οφιόλιθοι: κατάλοιπα ωκεάνιου φλοιού
- Ηφαιστειακό τόξο Αιγαίου: προκαλεί διάσπαρτα ενεργά ηφαιστεια (Μέθανα, Πόρος, Αίγινα, Μήλος, Νίσυρος, Κως, Μικρά Ασία)



Σχήμα 6. Ηφαιστειακά πετρώματα στον ελληνικό χώρο και στοιχεία για την ηλικία τους σε εκατομμύρια χρόνια (εντός πθαισίου), από τα οποία τεκμηριώνεται η βαθμιαία μετανάστευση της ηφαιστειακής δράσης (van Hinsbergen, 2004)

«Λίθινο» Δυναμικό στις Ελληνικές Γεωτεκτονικές ζώνες

Μάρμαρα

- Τα τυπικά κρυσταλλικά μάρμαρα απαντούν στις μάζες Ροδόπης (Θάσου), τη Σερβομακεδονική και την Κυκλαδική (Πεντέλης, Υμηττού, Πάρου και Νάξου), καθώς και στα μεταμορφωμένα μέλη της Πελαγονικής ζώνης.
- Στις εξωτερικές Ελληνίδες δεν απαντούν κρυσταλλικά πετρώματα, με εξαίρεση πετρώματα της Μάνης και της Κρήτης, που ανήκουν στρωματογραφικά στην Ιόνιο ζώνη, αλλά έχουν ανακρυσταλλωθεί.

«Λίθινο» Δυναμικό στις Ελληνικές Γεωτεκτονικές ζώνες

Πυριτικά ιζήματα

- Ζώνες Πίνδου και Υποπελαγονική: **ραδιολαρίτες**.
- Καθαρή μορφή ραδιολαρίτη ερυθρού χρώματος, είναι ο **ίασις**, που είναι ιδανικός για την κατασκευή φολίδων ή σφραγιδολίθων και απαντά στη ζώνη της Πίνδου.
- Τα ανθρακικά ιζήματα της Ιονίου ζώνης και της ζώνης των Παξών περιέχουν κονδύλους **πυριτόλιθων** που προσφέρονται επίσης για την απόσπαση φολίδων.

«Λίθινο» Δυναμικό στις Ελληνικές Γεωτεκτονικές ζώνες

Ηφαιστειακά πετρώματα

- **Οφιανός**: Μήλος, Γυαλία, Αντίπαρος.
- Οι **ηφαιστίτες** Αίγινας-Πόρου-Μεθάνων, Μήλου, Νισύρου, Μαρώνας και Έβρου χρησιμοποιήθηκαν σε μεγάλο βαθμό για μυλόπετρες.
- Με την ηφαιστειότητα συνδέεται ακόμη ο σχηματισμός ορυκτών από την κυκλοφορία πυριτικών διαλυμάτων, μετά τις ηφαιστειακές εκχύσεις, όπως ο **σπάλιος** και κρύσταλλοι **χαλαζία**, κατάλληλοι σε ορισμένες εμφανίσεις για σφραγιδόλιθους ή κοσμήματα.

Παλαιολιθική εποχή

- Η καταλληλότητα των λίθινων πρώτων υλών σχετίζεται με την ικανότητά τους να δίνουν με την κρούση φολίδες με κοφτερές ακμές ή σημειακές αιχμές που να μπορούν να υποστούν περαιτέρω επεξεργασία και να είναι ανθεκτικές στη χρήση.
- Ουσιώδεις ιδιότητες είναι η σκληρότητα και η μηχανική αντοχή, αλλά επίσης η ισότροπη δομή και το μικρό μέγεθος των κόκκων που προσδίδουν κογχοειδή θραυσμό και διευκολύνουν την απόσπαση φολίδων.
- Τα πετρώματα που διαθέτουν τις παραπάνω ιδιότητες ποικίλουν ανάλογα με το γεωλογικό περιβάλλον και αναζητούνται είτε κοντά στη θέση κατοίκησης, είτε σε μεγαλύτερες αποστάσεις.

Παλαιολιθική εποχή

- Στην Ήπειρο και τα Ιόνια νησιά χρησιμοποιούνται παλαιολιθικά εργαλεία κατασκευασμένα κυρίως από κονδύλους πυριτόλιθων που εγκλείονται σε στρώματα ασβεστόλιθων της Ιονίου ζώνης και της ζώνης των Παξών.
- Στο θεσσαλικό Πηνεϊό συνηθίζεται η χρήση του ίασπη, ο οποίος απαντά στη ζώνη της Πίνδου και διασκορπίζεται σε μεγάλες αποστάσεις μέσω του υδρογραφικού δικτύου.
- Στην Μακεδονία και τη Θράκη, προσφέρονται οπάλιοι ηφαιστειακής προέλευσης, πηγματιτικές φλέβες γρανιτικών πετρωμάτων και γαλακτόχρους χαλαζίας από φλέβες εντός μεταμορφωμένων πετρωμάτων.

Παλαιολιθικό κέντρο Λακωνίας Γυθείου

- Πρόκειται για περιβάλλον μεταμορφωμένων και ηφαιστειακών πετρωμάτων, πλούσιο σε πρώτες ύλες, όπου έχουν χρησιμοποιηθεί όλοι οι διαθέσιμοι τύποι πετρωμάτων με τις κατάλληλες ιδιότητες.
- Προτιμούνται τα ηφαιστειακά, όπως πράσινος ανδεσιτικός ηφαιστίτης, ερυθρός τοφφίτης και ο πορφυρίτης *Lapis Lacedaemonius*, γνωστός ως κροκεάτης λίθος.
- Επίσης χρησιμοποιείται γαλακτόχρους χαλαζίας, που προέρχεται από τα μεταμορφωμένα πετρώματα και σε μικρό βαθμό πυριτόλιθος, που σπανίζει στην περιοχή (Χιώτης, 1997).
- Πολύ καλή γνώση του δυναμικού της περιοχής.

Απήδημα Μάνης (Λιμένι Οιτύλου)

- Κρανία Νεάντερταλ και παλαιολιθικά τέχνηρα βρεθήκαν σε σπήλαια (Πίτσιος, 1996).
- Η πρώτη ύλη αυτών δεν απαντά τοπικά, πράγμα που υποδηλώνει μετακινήσεις σε σημαντικές αποστάσεις.
- Συγκεκριμένα χρησιμοποιείται ίασπις, η πλησιέστερη εμφάνιση του οποίου βρίσκεται στην περιοχή Καλαμών σε πετρώματα της ζώνης της Πίνδου, και κροκεάτης, που απαντά στη μεγάλη εμφάνιση στη Στεφανιά Γυθείου, στη θέση Ψηφί, αλλά και στη Κάτω Βέργα (Χιώτης, 1997).
- Στο Σπήλαιο Φράγχθι (Ερμιονίδα Αργολίδας): οψιανός της Μήλου (Carter, 2009).

Νεολιθική εποχή

- Εισάγονται νέα εργαλεία (πελέκεις και σφυριά), από πέτρωμα που πρέπει να αντέχει στην κρούση, χωρίς να είναι ιδιαίτερα σκληρό, ώστε να μορφοποιείται εύκολα με λειοτρίβηση.
- Η στρόφη σε λειασμένα εργαλεία αποδεσμεύει από τους περιορισμούς επιλογής πρώτων υλών που επέβαλε η τεχνική της απόσπασης φολίδων (Perles, 2004).
- Στροφή προς άλλα υλικά, όπως το σχετικά μαλακό πέτρωμα σερπεντινίτης ή οφίτης που προέρχεται από τους οφιολίθους
- Χρησιμοποιούνται επίσης βασάλτης ή άλλα ηφαιστειακά ή μεταμορφωμένα πετρώματα.

Νεολιθική εποχή

- Η αγροτική παραγωγή δημιουργεί πρόσθετες ανάγκες, όπως ο θερισμός με δρέπανα με ένθετες λεπίδες οψιανού και η άλεση δημητριακών που εξυπηρετείται με τριπτήρες και μυλολίθους.
- Για μυλολίθους προσφέρονται οι ψαμμίτες και τα ηφαιστειακά πετρώματα, που συνηθίζονται για αυτή τη χρήση.

Νεολιθική εποχή

- Στη πρώιμη Νεολιθική εποχή αδιαφορούν για τις δευτερογενείς πρώτες ύλες (π.χ. κροκάλες μέσα σε φλύσχη) και καταφεύγουν κατά προτίμηση σε πετρώματα που απαντούν στο περιβάλλον πρωτογενών γεωλογικών σχηματισμών, έστω και αν βρίσκονται σε μεγάλες αποστάσεις από τις θέσεις κατοίκησης.
- Υλικά με καλύτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά, όπως οι ηφαιστίτες του Αργοσαρωνικού, ο οψιανός της Μήλου και η σμύριδα της Νάξου, χρησιμοποιούνται συχνά κατά τη Νεολιθική εποχή και διακινούνται σε μακρινές αποστάσεις (Perles, 2004).
- Ο οψιανός διακινείται στις Κυκλάδες, ένα τμήμα της Δωδεκανήσου, την Κρήτη, την Πελοπόννησο, την κεντρική Ελλάδα, τη Θεσσαλία, τις Ιονίες Νήσους, την Αλόνησο και λιγότερο στη νότια Μακεδονία

Νεολιθική εποχή

- Ο λίθος χρησιμοποιείται όχι μόνο για την κατασκευή εργαλείων, αλλά επίσης αγγείων, ειδωλίων και κοσμημάτων.
- Αγγεία προέρχονται από τις Κυκλάδες και την ηπειρωτική Ελλάδα, ενώ απαντώνται λίγα μικρά ανθρωπόμορφα ειδώλια, π.χ. από λευκό ασβεστόλιθο ή μάρμαρο.
- Η «κυρία του Σαλιάγκου», ένα μαρμάρινο ειδώλιο καθιστής γυναικείας μορφής από τον ομώνυμο οικισμό (~ 5000 π.Χ.), που θεωρείται με τα σημερινά δεδομένα ως το αρχαιότερο κυκλαδικό γλυπτό (Hood, 1978, Renfrew, 1991, εικ. 7-8).



Ειδώλιο (5000πΧ) από το νησάκι του Σάλιαγκου, το παλαιότερο μαρμάρινο αγαλματίδιο που βρέθηκε στις Κυκλάδες. Αυτό τα αγαλματίδιο είναι η πρώτη γνωστή προσπάθεια για απεικόνιση ανθρώπινης μορφής σε **άγαλμα**. (από: <http://community.parosweb.com/photo/the-fat-lady-of-saliagos-e?context=user>)

Εποχή του Χαλκού

- Μετάβαση ύστερη Νεολιθική → πρώιμη Εποχή του Χαλκού: αλλαγή στην τεχνολογία και τις εφαρμογές οψιανού που συσχετίζονται κατά τον Carter (2008) με τη διάδοση του χαλκού, ιδιαίτερα στην κατασκευή αιχμών για βέλη ή ακόντια.
- Οι μελέτες προέλευσης οψιανού από τα Μάλια της κεντρικής Κρήτης μαρτυρούν εξειδικευμένη χρήση της πρώτης ύλης και επαφές σε μεγάλες αποστάσεις.
- ΝΑΑ ανάλυση ευρημάτων οψιανού Μέσης Εποχής του Χαλκού από το κτηριακό συγκρότημα 'Μ' στα Μάλια, οι Carter και Kilikoglou (2007) προσδιόρισαν τέσσερις πηγές προέλευσης: το Δεμενεγάκι και τα Νύχια της Μήλου, το Γυαλί και την Κεντρική Ανατολία.

Εποχή του Χαλκού

- Χρήση του λίθου στην ανακτορική αρχιτεκτονική της Κρήτης και της ηπειρωτικής Ελλάδας, στην ανοικοδόμηση μνημειωδών βασιλικών τάφων της ηπειρωτικής Ελλάδας, στην κατασκευή κυκλαδικών ειδωλίων και μινωικών και μυκηναϊκών αγγείων, στη διακόσμηση όπλων και σφραγιστογραφία.
- Τα κυκλαδικά ειδώλια και τα λίθινα αγγεία ξεχωρίζουν, γιατί μαρτυρούν υψηλό επίπεδο ανάπτυξης και αισθητικής

Εποχή του Χαλκού

- Πρώιμη και μέση Εποχή του Χαλκού: παραγωγή γλυπτών έργων κυρίως στις Κυκλάδες και την Κρήτη.
- Στις Κυκλάδες: τα γνωστά ειδώλια με τους αναδιπλωμένους βραχίονες, των οποίων το ύψος κυμαίνεται από μερικά εκατοστά μέχρι 1,5 μ.
- Ως πρώτη ύλη επιλέγεται το λευκό μάρμαρο, το οποίο άλλωστε αφθονεί στις Κυκλάδες (Αυλητής της Κέρου, ο Αρπιστής από μάρμαρο της Πάρου).
- Λίθινα αγγεία: κατασκευάζονται από λευκό μάρμαρο και έχουν την επιφάνεια τους ακόσμητη. Για την κατασκευή, όμως, μιας ομάδας αγγείων με ανάγλυφη ή ενχάρακτη διακόσμηση προτιμώνται ο οφίτης ή ο χλωριτικός σχιστόλιθος ως μαλακότεροι λίθοι.

Μινωικός Πολιτισμός

- Φαιστός: >1000 λίθινα (~ 2900-1450 π.Χ.) αγγεία που φέρουν ανάγλυφη κι' εγχάρακτη διακόσμηση και για την κατασκευή τους χρησιμοποιούνται εντόπιοι μαλακοί λίθοι, δηλ. **σχιστόλιθος, ασβεστόλιθος, στεατίτης** και κυρίως **οφίτης**, αλλά και άλλοι εισηγμένοι (ορεία κρύσταλλο, κροκεάτη λίθο).
- Μετά την Ελλαδική κατάκτηση, αρχίζουν να χρησιμοποιούν και τον εντόπιο **λευκό γυψόλιθο** έναντι του αιγυπτιακού αλαβάστρου.
- Η μινωική ανακτορική αρχιτεκτονική χρησιμοποιεί συχνά ως δομικά υλικά τον ψαμμίτη, κυρίως για εσωτερικούς τοίχους και τη γύψο για τη διαμόρφωση πελεκητών ογκολίθων ή πλακών προοριζόμενων για ορθομαρμαρώσεις, δάπεδα κτλ.

Μινωικός Πολιτισμός



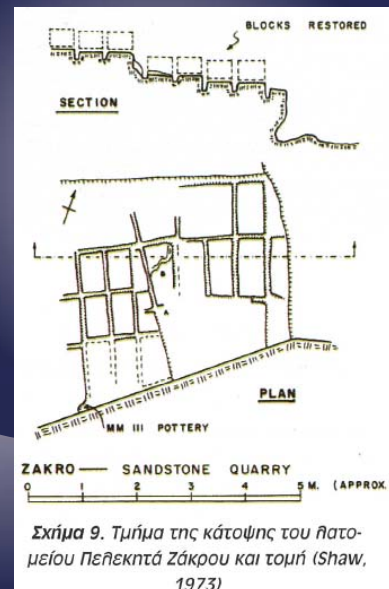
Σχήμα 8. Άνω: αθαβάστρινα αιγυπτιακά αγγεία από τον «Βασιλικό Τάφο» στα Ισόπατα Κνωσού· Νεοανακτορική περίοδος 1600-1500 π.Χ. (Δημοπούλου-Ρεθεμιωτάκη, 2005, σ. 210). Κάτω: αθαβάστρινη ηέμβος, Αγία Τριάδα, Νεοανακτορική περίοδος, 1500-1450 π.Χ. (Δημοπούλου-Ρεθεμιωτάκη, 2005, σ. 355)

Λατόμηση

- Η συστηματική λατόμηση τεμαχών: στη μινωική Κρήτη, με την εξόρυξη γύψου και ψαμμίτη πλησίον των ανακτορικών κέντρων.
- Οι πρωιμότερες αυτές ενδείξεις λατόμησης συνδέονται με τη χρήση τεμαχών κανονικού σχήματος σε τοιχοποιίες της Μέσης Εποχής του Χαλκού.
- Shaw (1973): λατομείο ψαμμίτη και τρόπος εξόρυξης στα Πελεκητά Ζάκρου
- Soles (1983): λατομείο ψαμμίτη (βιοκαλκαρενίτης) στο Μόχλο και τεχνική εξόρυξης τεμαχών.
- Οι Parageorgakis et al. (1992): παράκτια μινωικά λατομεία ψαμμίτη («αμμουδόπετρα»=αιολιανίτης-βιοκαλκαρενίτης)- στην ανατολική Κρήτη, στις θέσεις Σκαριά (Ρουσόλακου), στα Πελεκητά και στις Μαλαμούρες (Ζάκρου).

Λατόμηση

- Shaw (1973): λατομείο ψαμμίτη και τρόπος εξόρυξης στα Πελεκητά Ζάκρου.
- Μικρή έκταση, 30x50 μ., προσφέρει όμως πολύτιμες πληροφορίες για τη μινωική τεχνική
- Μεταφορά δια θαλάσσης λόγω απόκρημνου εδάφους.
- Διατηρούνται περιμετρικά αυλάκια, πλάτους 0,07-0,11 μ., που οριοθετούν τεμάχια 1,10μ. x 0,5μ. x 0,3μ. (ΜxΠxΥ).



Μυκηναϊκός Πολιτισμός

- Ογκώδη λιθοτεμάχια από σκληρότερα πετρώματα, γεγονός που υποδηλώνει βελτίωση των εργαλείων και της τεχνικής.
- Φθάνουν δηλαδή στα όρια που επιτρέπουν τα μπρούτζινα εργαλεία, η υπέρβαση των οποίων θα συντελεστεί με την εισαγωγή του σιδήρου.
- Χρησιμοποιούνται επιχώρια πετρώματα, αλλά και ορισμένα εισαγόμενα για διακοσμητικούς σκοπούς.
- Τα ανακτορικά δάπεδα των Μυκηνών επενδύονται με πλάκες από γύψο, πέτρωμα που δεν απαντά στην περιοχή.
- Τα θωράκια του περιβόλου του Ταφικού κύκλου Α κατασκευάζονται από κογχυλιάτη λίθο από την Περαχώρα Λουτρακίου

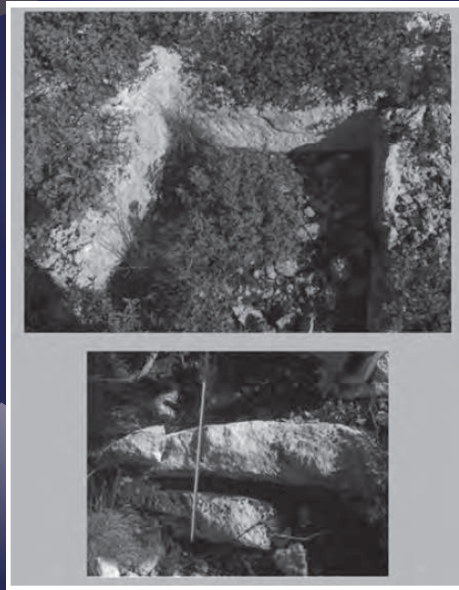
Μυκηναϊκός Πολιτισμός



Κογχυλιάτης λίθος: υποκίτρινος αλλά ελαφρά σκληρός, περιέχοντας πολλά απολιθωμένα κοχύλια (Αρχαία Ολυμπία, (από: http://homouniversalisgr.blogspot.gr/2013/05/blog-post_17.html))

Μυκηναϊκός Πολιτισμός

Αρχαίο μέτωπο εξόρυξης βιοκαλκαρενίτη στην Περαχώρα Λουτρακίου (Chiotis et al., 2008).



Μυκηναϊκός Πολιτισμός

- Στο θολωτό τάφο του Ατρέα η πρόσοψη διακοσμείται με κόκκινο μάρμαρο από τα Δημαρίστια Ταινάρου
- Τα ογκώδη λιθοτεμάχια κατασκευάζονται από τοπικό ασβεστολιθικό κροκαλοπανές.
- Ο μονόλιθος του υπερθύρου έχει βάρος πάνω από εκατό τόνους.
- Επιτύμβιες στήλες στους τάφους των Ταφικών Κύκλων Α και Β (16ος αιώνας π.Χ.): τα πρώτα δείγματα μνημειακής γλυπτικής στον ελλαδικό χώρο.
- Πύλη των Λεόντων: επιχώριος ασβεστόλιθος.

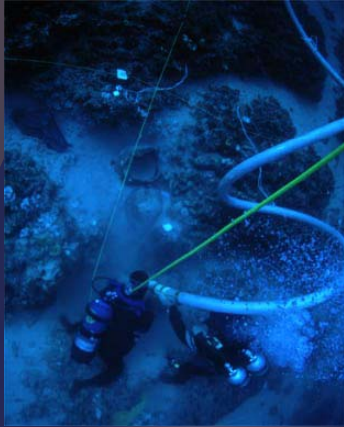


- Η πύλη των λεόντων στην ακρόπολη των Μυκηνών (13ος αιώνας π.Χ.).
Φώτο: <http://www.netschoolbook.gr/digital/mycenae/dalberamyc.jpg>

Μυκηναϊκός Πολιτισμός

- Στο θολωτό τάφο του Ατρέα η πρόσοψη διακοσμείται με κόκκινο μάρμαρο από τα Δημαρίστια Ταινάρου
- Τα ογκώδη λιθοτεμάχια κατασκευάζονται από τοπικό ασβεστολιθικό κροκαλοπανές.
- Ο μονόλιθος του υπερθύρου έχει βάρος πάνω από εκατό τόνους.
- Επιτύμβιες στήλες στους τάφους των Ταφικών Κύκλων Α και Β (16ος αιώνας π.Χ.): τα πρώτα δείγματα μνημειακής γλυπτικής στον ελλαδικό χώρο.
- Πύλη των Λεόντων: επιχώριος ασβεστόλιθος.
- Ναυάγιο Δοκού (ΥΠΕ): Εμπορική διακίνηση μυλόλιθων, τριπτήρων, λεπίδων οψιανού Μήλου).

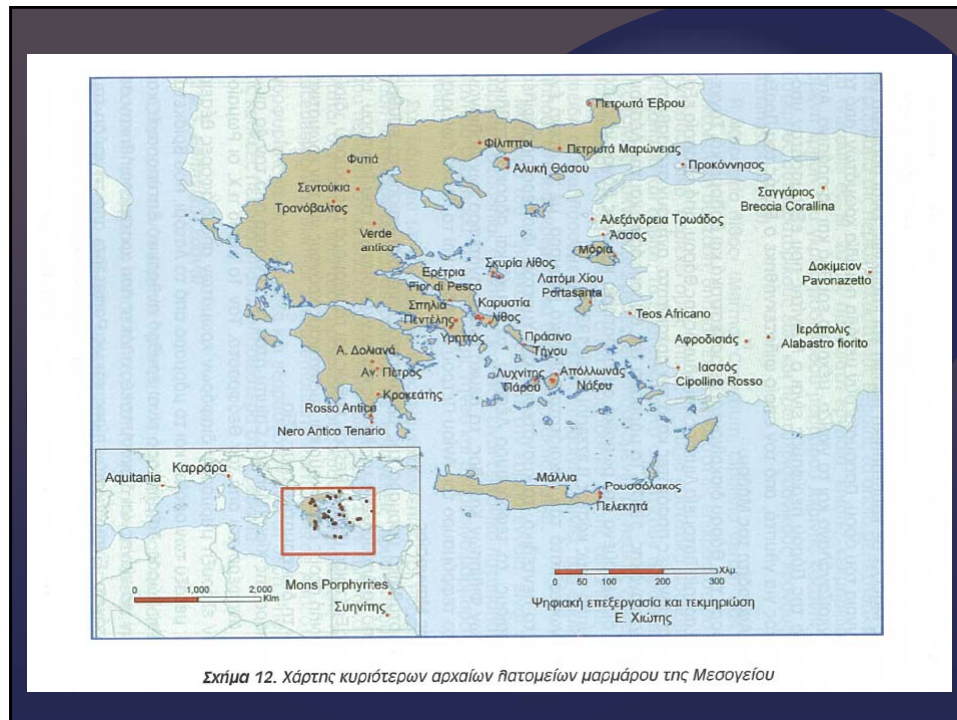
Μυκηναϊκός Πολιτισμός



- Ναυάγιο Δοκού (ΥΠΕ): Εμπορική διακίνηση μυλόλιθων, τριπτήρων, λεπίδων οψιανού Μήλου). Φώτο: Ινστιτούτο Εναλίων Αρχαιολογικών Ερευνών (<http://www.ienae.gr/index.php/ereunes/item/26>)

Ιστορικοί χρόνοι

- Μάρμαρος λίθος: μαρμαίρω = αστράπτω, λάμπω, σπινθηρίζω, στίλβω
- Πας λίθος επερίεχων απαστράπτοντας κρυστάλλους
- Μάρμαρο (marmor): Με την ευρεία έννοια χαρακτηρίζονται ως μάρμαρα όλων των ειδών τα πετρώματα ιζηματογενή, μεταμορφωμένα ή πυριγενή.
- Εκτός του ορισμού αυτού παραμένουν πετρώματα με υψηλό πορώδες που δεν μπορούν να στίλβωθούν, χρησιμοποιούνται ως δομικά υλικά και χαρακτηρίζονται με το γενικό όρο παρόλιθοι, που όμως δεν έχει συγκεκριμένο πετρογραφικό περιεχόμενο.



Ελληνικά μάρμαρα

- Τα περισσότερα είναι κρυσταλλικά ανθρακικά πετρώματα.
- ασβεστίτης (CaCO_3) ή δολομίτης ($\text{CaCO}_3 \text{MgCO}_3$)
- Παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία χρωμάτων, από το λευκό, το γκριζογάλανο και το γκριζό, μέχρι το ερυθρό και το πράσινο.
- Πάρου: λυχνίτης. Εξορυσσόταν υπόγεια, ιδανικός για γλυπτά, από τον οποίο φιλοτεχνήθηκε ο Ερμής του Πραξιτέλη και η Αφροδίτη της Μήλου.
- Θάσου: ασβεστιτικά και δολομιτικά. Όπως και της Λέσβου, ήταν πολύ διαδεδομένα στη ρωμαϊκή αυτοκρατορία και ένας λόγος γι' αυτό ήταν το χαμηλό τους κόστος (Lazzarini et al.,1995).

Ελληνικά μάρμαρα

- Πεντελικό
- Κυανότεφρο του Υμηττού, ιδιαίτερα προσφιλές στους Ρωμαίους,
- Τεφρόμαυρο Λέσβου,
- Λευκό και αδροκρυσταλλικό μάρμαρο των Φιλίππων Καβάλας,
- Λευκό έως κυανότεφρο των Δολιανών Αρκαδίας,
- Τεφρόμαυρο του Αγίου Πέτρου Αρκαδίας
- Λευκό έως κυανότεφρο της Μαγνησίας.

Ελληνικά μάρμαρα

- Στα κρυσταλλικά μάρμαρα της αρχαιότητας ανήκουν επίσης:
 - το ερυθρό μάρμαρο από τα Δημαρίστια της Μάνης
 - το γκριζόμαυρο του Ταινάρου,
 - το ερυθρό της Ερέτριας (Fior di Pesco),
 - καθώς και τα μάρμαρα της Σκύρου, ιδιαίτερα προσφιλή στους ρωμαϊκούς και βυζαντινούς χρόνους για την χρωματική ποικιλία και τη διακοσμητική τους αξία.

Ελληνικά μάρμαρα

- Χίου (Marmor Chium): ήδη γνωστά από τον 4ο αιώνα η.Χ. και αναφέρονται από τον Θεόφραστο.
- Τον 1ο αιώνα π.Χ. οι Ρωμαίοι άρχισαν την εξόρυξη μαρμάρων διαφόρων χρωμάτων από διάφορες θέσεις του νησιού, μεταξύ των οποίων και το μάρμαρο από το Λατόμι, που βρίσκεται 2 χλμ. ΒΔ της Χώρας.
- Το μάρμαρο είναι ερυθρό ανθρακικό λατυποπαγές και προοριζόταν για κίονες και διακοσμητικές πλάκες που χρησιμοποιήθηκαν σε όλη τη Μεσόγειο.
- Είναι γνωστό επίσης και ως Portasanta από τη χρήση του σε κίονες της ιεράς πύλης σε ναούς.
- Άλλα μάρμαρα στη Χίο: το ποικιλόχρωμο λατυποπαγές (la breccia di Aleppo ή εκατοντάλιθος ή εξηκοντάλιθος) και το μαύρο (nero antico Chiota, bigio morata Chiota).

Ελληνικά μάρμαρα

- Λιγότερο γνωστά είναι τα μάρμαρα που εξορύσσονταν κατά την αρχαιότητα στη Μακεδονία, μεταξύ των οποίων τα λευκά μάρμαρα Τρανοβάλτου Κοζάνης, της Πιερίας πλησίον του Δίου στο λατομείο Σεντούκια και τα λευκά μάρμαρα της περιοχής Καστανιάς Βέροιας τα οποία μελετήθηκαν πρόσφατα (Vakoulis et. al, 2002).
- Πρόσφατη εργασία, επίσης, τεκμηρίωσε περιορισμένη χρήση του γκριζο-ροδόχρου μαρμάρου Ακρινής Κοζάνης κατά τους ύστερους αυτοκρατορικούς έως και πρωτοχριστιανικούς χρόνους (Lazzarini, Athanasiou, 2009).

Ελληνικά μάρμαρα

- Η «Καρυστία λίθος» (Marmor Carystium, Cipollino Verde) έχει ενδιάμεση ορυκτολογική σύσταση, δηλαδή έχει ασβεστίτη ως επικρατέστερο ορυκτολογικό συστατικό, περιέχει όμως επίσης ως κύρια συστατικά μοσχοβίτη, χλωρίτη, χαλαζία και αλβίτη.
- Τα συστατικά αυτά σχηματίζουν παράλληλες πράσινες ταινίες, συχνά πτυχωμένες, εναλλασσόμενες με λευκές ζώνες κρυστάλλων ασβεστίτη.
- Το μάρμαρο αυτό ονομάσθηκε επίσης σιπολίνης (cipollino), επειδή οι εναλλασσόμενες λευκές και πράσινες ταινίες του θυμίζουν επάλληλους φλοιούς κρεμμυδιού (Παπαγεωργάκης, 1964).

Ελληνικά μάρμαρα

Μάρμαρα με την ευρεία έννοια του όρου:

- Πράσινο μάρμαρο Θεσσαλίας (Verde Antico) που είναι τεκτονικό λατυποπαγές σερπεντινίτου-μαρμάρου,
- Πράσινο της Τήνου
- Πράσινο μάρμαρο Φυτιάς Βέροιας.
- Κροκεάτης λίθος (Lapis Lacedaemonius, Marmor Lacedaemonium, Porfido Verde Antico), πορφυρίτης με πράσινη μάζα και εξορυσσόταν από τη θέση Ψηφί νότια από τις Κροκεές Πελοποννήσου, πλησιέστερα στη Στεφανιά.

Ελληνικοί χρόνοι

- Στην αρχή των ιστορικών χρόνων η χρήση του λίθου περιορίζεται.
- Στην πλαστική προτιμάται ο πηλός και τα μέταλλα για την κατασκευή ειδωλίων μικρών διαστάσεων, ενώ στην αρχιτεκτονική κυριαρχούν ως δομικά υλικά το ξύλο και η ωμή πλίνθος.
- Τον 7ο αιώνα π.Χ. ξεκινά στον τομέα της πλαστικής η χρήση του λίθου.
- Αρχικά χρησιμοποιείται πωρόλιθος, ενώ από τα μέσα του αιώνα εισάγεται ως πρώτη ύλη το μάρμαρο, δυσκολότερο υλικό που απαιτεί την εισαγωγή νέων εργαλείων και νέας τεχνικής.

Ελληνικοί χρόνοι

- Σταδιακή στροφή προς έργα μεγάλων διαστάσεων που στέκουν ελεύθερα στο χώρο, δηλαδή αγάλματα φυσικού και σπανιότερα υπερφυσικού μεγέθους.
- Τα λευκά μάρμαρα, έστω κι αν επιζωγραφίζονται, προτιμώνται στη γλυπτική και την αρχιτεκτονική ως τους ελληνιστικούς χρόνους και κυρίως τους ρωμαϊκούς
- Στους ρωμαϊκούς χρόνους συντελείται η στροφή προς τα έγχρωμα μάρμαρα και πρακτικά προς όλους τους λιθολογικούς τύπους, όπως γρανίτες και ηφαιστίτες.

Ελληνικοί χρόνοι

- Η σημαντικότερη πρόιμη πηγή εξόρυξης μαρμάρου είναι η Νάξος, όπου λειτουργούν τα πρώτα εργαστήρια γλυπτικής.
- Τα λατομεία της Νάξου είναι τα παλαιότερα που λειτούργησαν στον ελλαδικό χώρο κατά τους ιστορικούς χρόνους, «υπό την έννοια της συστηματικής και διαρκούς εκμετάλλευσής τους, καθώς και της αδιάλειπτης χρήσης του μαρμάρου που εξορυσσόταν από αυτά στη γλυπτική και αρχιτεκτονική, με σημαντικές συνέπειες στην ανάπτυξη της αρχαίας αρχιτεκτονικής και τεχνολογίας» (Κοκκορού-Αλευρά, 1992) .
- Εξάγεται στη Σάμο, την Πελοπόννησο, τη Βοιωτία και την Αττική.



Εξόρυξη μαρμάρου στη Νάξο
(από: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Naxos_Marble.JPG)

Ο μεγάλος Κούρος του Απόλλωνα, σε παράλληλη εικαστική ανόρθωση σε αρχαίο λατομείο της Νάξου (http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:Naxos,_Kouros_Apollo,_Harry_Gouvas.JPG)



Ελληνικοί χρόνοι

- Στη Λακωνία φαίνεται ότι χρησιμοποιείται εγχώριος λίθος (αρχαϊκό εργαστήριο 7ου αιώνα π.Χ.).
- Για την κατασκευή περιρραντήριων χρησιμοποιείται γκρίζο μάρμαρο, που σύμφωνα με τα αποτελέσματα αναλύσεων με την ισοτοπική μέθοδο προέρχεται από τον Ταΰγετο (Κοκκορού-Αλευρά, 2006).
- Το πρώτο εργαστήριο της Αττικής διαμορφώνεται γύρω στο 600 π.Χ. και χρησιμοποιεί ναξιακό μάρμαρο.
- Τον 6ο αιώνα π.Χ. μπορεί πλέον να γίνεται λόγος για εργαστήριο γλυπτικής και στην Πάρο, σε σύγκριση με τον 7^ο, όταν η παραγωγή του νησιού ήταν περιορισμένη.

Ελληνικοί χρόνοι

- Οι αλλαγές στην αρχιτεκτονική συντελούνται αργά.
- Από τα τέλη του 7ου και μέσα στον 6ο αιώνα π.Χ. η χρήση του λίθου ως δομικό υλικό εντατικοποιείται.
- Χρησιμοποιείται κυρίως πωρόλιθος, ασβεστόλιθος και σε μικρότερο βαθμό μάρμαρο,
- Από τον 5ο αιώνα π.Χ., η χρήση μαρμάρου γενικεύεται.
- Στην Αττική εξορύσσεται μάρμαρο από τον Υμηττό, την Πεντέλη και τη Λαυρεωτική.
- Το πιο γνωστό παράδειγμα χρήσης πεντελικού μαρμάρου είναι τα μνημεία της Ακρόπολης.
- Στη ζωφόρο του Ερεχθείου έχει γίνει χρήση γκριζογάλανου ελευσινιακού λίθου.

Ρωμαϊκοί χρόνοι

- Οι Ρωμαίοι συνεχίζουν την εξόρυξη λευκών μαρμάρων τόσο στον ελλαδικό χώρο (στη Θάσο, Πάρο, Νάξο και Πεντέλη) όσο και σε άλλες περιοχές της Μεσογείου (Καρράρα, Προκόννησο, στη θάλασσα του Μαρμαρά, την Αφροδισιάδα, στην Καρία της Μικράς Ασίας και στο Δοκίμειο της Φρυγίας).
- Σε αντίθεση με τους Έλληνες, που χρησιμοποίησαν περιορισμένα τα έγχρωμα μάρμαρα κατά τους ελληνιστικούς χρόνους, οι Ρωμαίοι δείχνουν ιδιαίτερη προτίμηση γι' αυτά και τα χρησιμοποίησαν σε όλη την έκταση της αυτοκρατορίας.

Ρωμαϊκοί χρόνοι

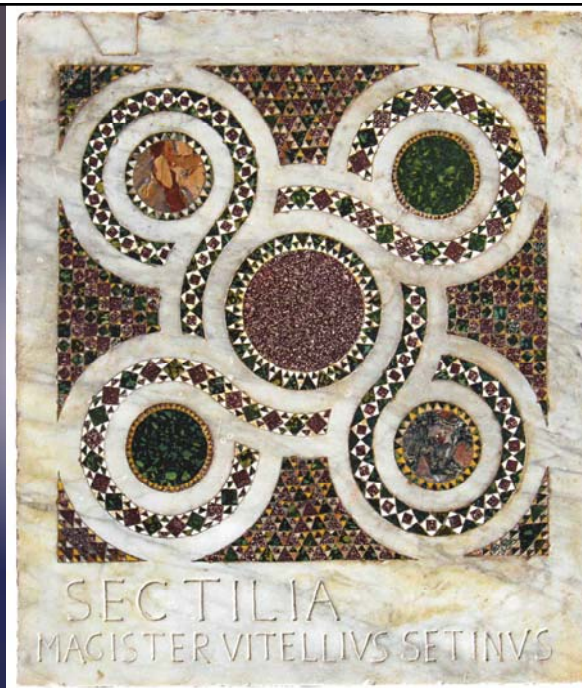
- Ορισμένα λατομεία λειτουργούν για αποκλειστική χρήση του αυτοκράτορα, όπως το λατομείο Mons Porphyrites, όπου εξορύσσεται ο πορφυρίτης λίθος Lapis Porphyrites ή Porfido Rosso Antico.
- Το πέτρωμα αυτό έχει πορφυρόχρου θεμελιώδη μάζα, δεν είχε χρησιμοποιηθεί από τους Φαραώ και εξορύσσεται στην ανατολική έρημο της Αιγύπτου, αποκλειστικά για τον Ρωμαίο αυτοκράτορα.
- Τα τεμάχια του Rosso Antico, που βρέθηκαν εκτός Ρώμης, είτε είναι σχετικά μικρά τεμάχια που διέφυγαν από τον έλεγχο του αυτοκρατορικού μονοπωλίου, είτε σε δεύτερη χρήση.



Lapis Porphyrites, Lithos Romaion, Porfido rosso antico - N° inv. 7024. Cava antica Est sopra il tempio di Serapide, Gebel Dokhan, Egitto. **Dimensioni dell'esemplare (mm):** 136 x 88 x 45 <http://www.musnaf.unisi.it/marmi/big/7024.jpg>

Ρωμαϊκοί χρόνοι

- Επίσης, οι Ρωμαίοι εξορύσσουν εντατικά τον πράσινο πορφυρίτη των Κροκεών.
- Οι πορφυρίτες είναι σκληρά πετρώματα, λόγω της ορυκτολογικής τους σύστασης, και η στίλβωση με σμύριδα τους προσέδιδε εξαιρετική εμφάνιση.
- Είναι από τα πλέον διαδεδομένα πετρώματα σε όλη τη Μεσόγειο.



Ρωμαϊκοί χρόνοι

- Στην ανατολική έρημο της Αιγύπτου στην αρχαία Συήνη, σημερινό Ασουάν, εξορύσσεται το πιο διάσημο γρανιτικό πέτρωμα, ο ερυθρός Συηνίτης (Sienite).
- Οι Ρωμαίοι εξορύσσουν γρανιτικά πετρώματα και από την Μικρά Ασία, στην Τρωάδα και στη Μυσία. Το πιο διαδεδομένο από αυτά είναι το Marmor Troadense (granito violetto) από την Αλεξάνδρεια Τρωάδας, κατάλληλο για την εξόρυξη μονόλιθων κίωνων (Lazzarini, 2009).
- Αλλα έγχρωμα μάρμαρα προσφιλή στους Ρωμαίους είναι ο «Σαγαρινός λίθος» Marmor Sagarium (breccia corallina), το ερυθρό Marmor lassense (Cipollino Rosso) και βεβαίως το ερυθρό του Ταινάρου, η καρυστία λίθος, το πράσινο της Θεσσαλίας, τα μάρμαρα της Σκύρου και τα μάρμαρα της Χίου.



Ημιτελείς ημιλαξευμένοι κίονες τεφρού γρανίτη στα αρχαία ορυχεία Yedi Taşlar (Τρωάδα) στην Τουρκία.

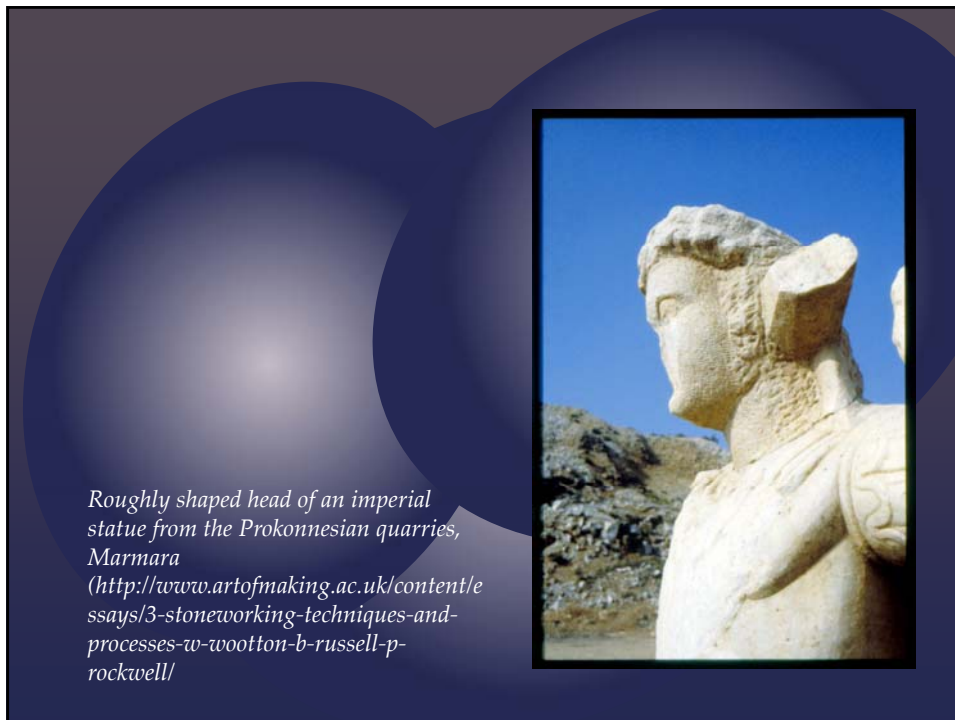
(από: http://www.artofmaking.ac.uk/explore/sources/1188/PR940_01_02/)

Βυζαντινοί χρόνοι

- Στους βυζαντινούς χρόνους διατηρούνται οι ρωμαϊκές προτιμήσεις στα έγχρωμα μάρμαρα και συνεχίζεται η εξόρυξη στα ήδη γνωστά λατομεία.
- Η ανοικοδόμηση στην Κωνσταντινούπολη δημιουργεί μεγάλες ανάγκες σε μάρμαρα,
- Καλύπτονται από τη συνέχιση της λειτουργία των ρωμαϊκών λατομείων στο Αιγαίο και τη Μικρά Ασία.
- Ιδιαίτερα εντατικοποιείται η λειτουργία των λατομείων λευκού μαρμάρου της Προκοννήσου στη θάλασσα του Μαρμαρά, η οποία έλκει το όνομά της από τα λατομεία μαρμάρων.



Εξόρυξη μαρμάρου στην περιοχή του Μαρμαρά, Τουρκία.
(από: <http://www.transmer.com.tr/marble/transmers-marble-quarries-in-turkey/>)



*Roughly shaped head of an imperial statue from the Prokonnesian quarries, Marmara
(<http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/3-stoneworking-techniques-and-processes-w-wootton-b-russell-p-rockwell/>)*

Βυζαντινοί χρόνοι

- Συνεχίζεται η εξόρυξη λευκού έως «ροδοποίκιλου» μαρμάρου Ραυοναζέττο από τα λατομεία στο Δοκίμειο (Docimium) της Φρυγίας (στο Afyon της Τουρκίας).
- Επίσης, συνεχίζεται η εξόρυξη στην Τρωάδα, στο Σαγγάριο, στην Αφροδισιάδα, στο Λύκο Λαοδικείας, στην Πριήνη, στην Ιασό ("Carian" marble or Cipollino Rosso), στη Μύλασα, στην Ηράκλεια, στις Σάρδεις και στη Γαλατία.
- Ενεργά παραμένουν τα λατομεία στο Βαθύ και στην Αλυκή Θάσου, στην Πάρο, στην Νάξο, στη Σκύρο, στη Χίο (Portasanta), στην Κάρυστο (Cipollino), στην Ερέτρια (fior di pescio breccia), στους Φιλίππους, στη Θεσσαλία (Verde Antico), στα Δημαρί-στικά Ταινάρου, στις Κροκεές, στην Πεντέλη και στον Υμηττό (Sodini, 2002).

Χρήση λίθων σε βιομηχανικές εφαρμογές

- Ιδιαίτερα σημαντική είναι επίσης η χρήση λίθων, συνηθέστερα ηφαιστειακών πετρωμάτων, σε παραγωγικές μονάδες όπως ελαιόπρεσες, ελαιοτριβεία και αλευρόμυλοι.
- Εντυπωσιακά στο σχεδιασμό και την κατασκευή είναι τα κωνικά τριβεία μεταλλεύματος στο Λαύριο (παρόμοια χρησιμοποιήθηκαν για την άλεση δημητριακών στην Πομπηία).
- Πετρώματα από το ηφαιστειακό τόξο του Αιγαίου και συνηθέστερα τη Μήλο, τη Νίσυρο, την Αίγινα, τον Πόρο και τα Μέθανα.
- Στη Θράκη αναπτύχθηκαν δύο θέσεις εξόρυξης μολόπετρας από ηφαιστειακό πέτρωμα: τα Πετρωτά Μαρώνειας και τα Πετρωτά στο Τρίγωνο Έβρου.



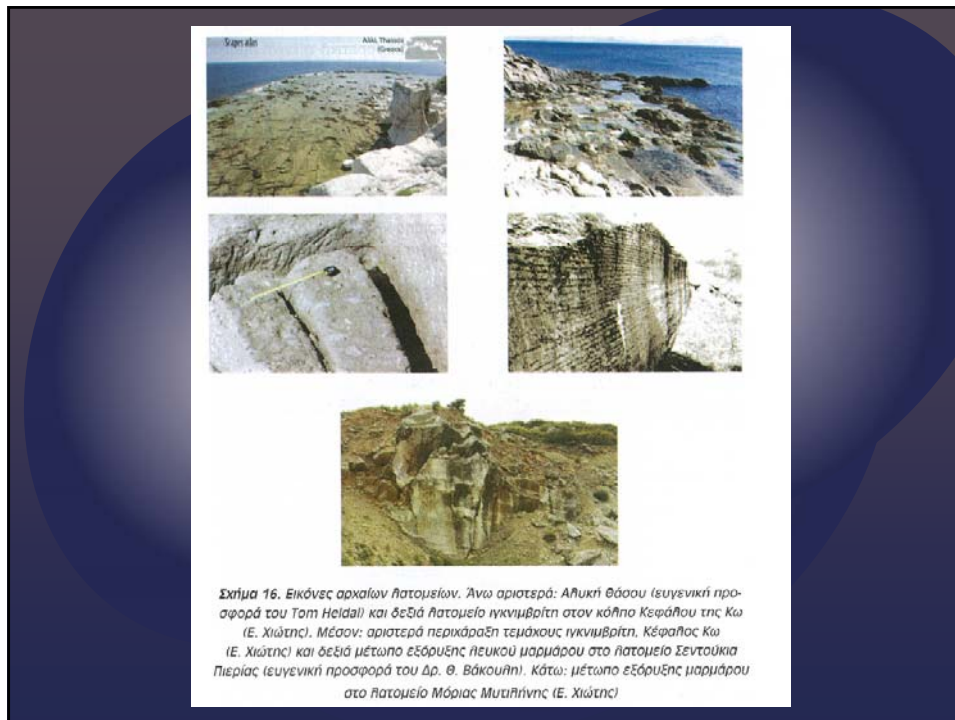
Σχήμα 15. Ηφαιστειακά πετρώματα σε «βιομηχανικές» εφαρμογές.
 Άνω αριστερά: τριβείο μεταλλεύματος από το αρχαίο Λαύριο και δεξιά: αλευρόμυλοι με την ίδια αρχή λειτουργίας στην Πομπηία. Κάτω αριστερά: αλευρόμυλος σε ρωμαϊκή παράσταση και δεξιά: επεξηγηματική τομή (Α: σταθερός άξονας στερέωσης και περιστροφής του ικριώματος και του ήθινου τυμπάνου, Β: σπάρι, C: αλεύρι)

Η τεχνική εξόρυξης

- Παραμένει κατά βάση παρόμοια σε σχέση με την Εποχή του Χαλκού.
- Βελτιώνονται όμως τα εργαλεία που είναι πλέον από μαλακό χάλυβα, ενώ η κλίμακα λατόμησης είναι πολύ μεγαλύτερη.
- Όπου είναι δυνατόν προτιμούνται τα παράκτια λατομεία για την διευκόλυνση της μεταφοράς δια θαλάσσης.

Η τεχνική εξόρυξης

- Η περιχάραξη με αυλάκια σε συνδυασμό με υποσκαφή εξακολουθεί να εφαρμόζεται και προσαρμόζεται στα χαρακτηριστικά του πετρώματος και το μέγεθος του εξορυσσομένου τεμάχους, που μπορεί να είναι σπόνδυλος, κιονόκρανο ή μονόλιθος κίονας.
- Τα ίχνη εξόρυξης στα αρχαία λατομεία παραπέμπουν σε παραλλαγές της τεχνικής και μπορούν να είναι οριζόντια, όπως στα Σεντούκια Πιερίας ή σε ορισμένα λατομεία της Πεντέλης, συνηθέστερα όμως έχουν μορφή ψαροκόκαλου, όπως στα λατομεία ρωμαϊκών χρόνων της Μόριας Μυτιλήνης.



Βιβλιογραφία

- Λυριτζής Ι. & Ν. Ζαχαρίας (Επ. Επιμέλεια), 2010, «Αρχαιο- υλικά: αρχαιολογικές, αρχαιομετρικές και πολιτισμικές προσεγγίσεις», Εκδ. Ππαπαζήση.
- The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World. Departments of Classics and of Digital Humanities at King's College London. <http://www.artofmaking.ac.uk/>
- Catalogo completo-dettagliato della Collezione di Marmi Antichi. Museo di Storia Naturale dell'Accademia delle Scienze di Siena detta de' Fisiocritici. http://www.musnaf.unisi.it/risultato_inv.asp?order=1
- Gowlett J., (2009). The Longest Transition or Multiple Revolutions? Curves and Steps in the Record of Human Origins *Sourcebook of Paleolithic Transitions*, 65-78 DOI: [10.1007/978-0-387-76487-0_4](https://doi.org/10.1007/978-0-387-76487-0_4)