

The background of the slide is a light-colored marble with a complex, organic pattern of veins in shades of beige, cream, and light brown. A solid, vibrant orange horizontal band runs across the center of the image, framing the title text.

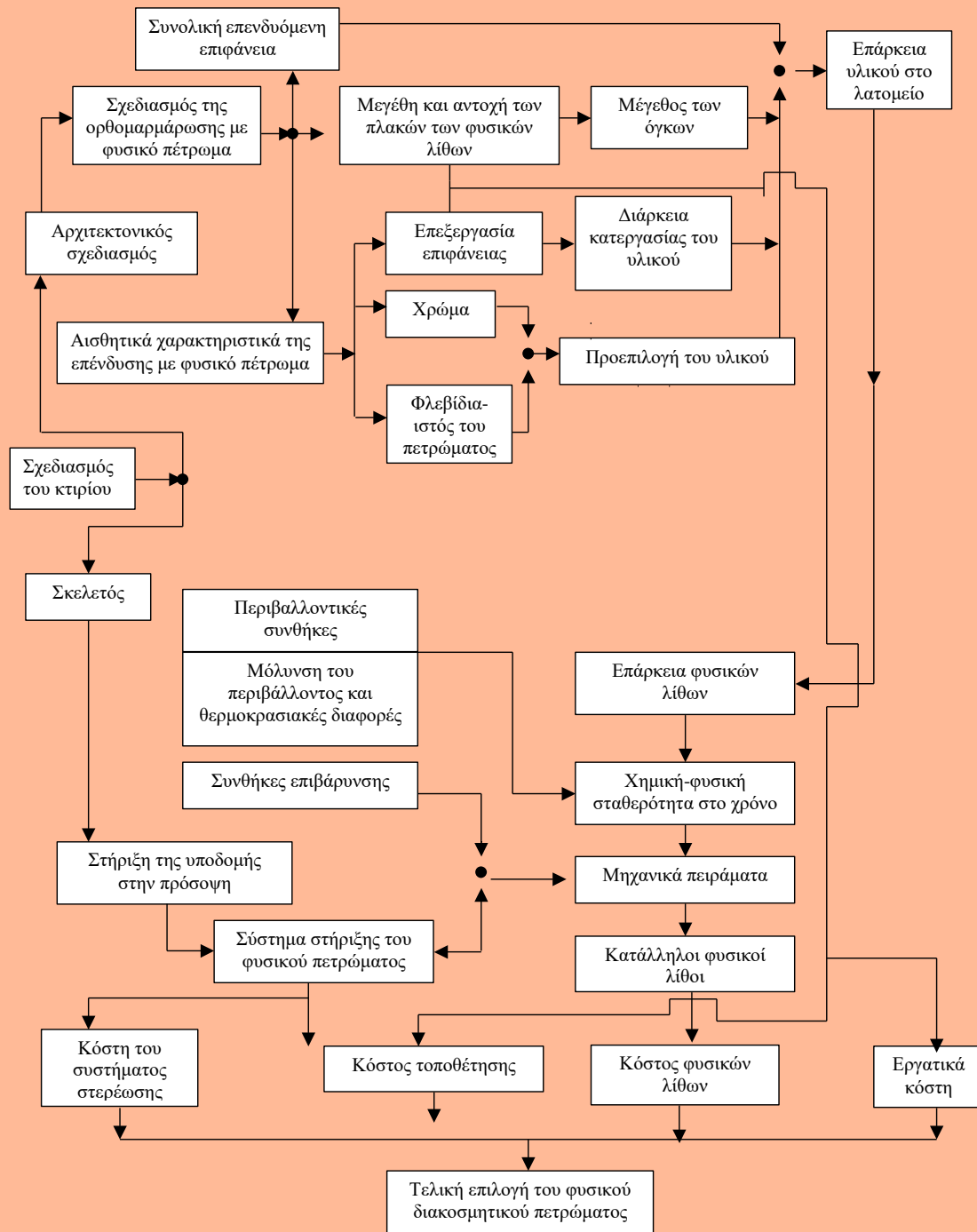
## **ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΜΑΡΜΑΡΩΝ**

Μ. Μενεγάκη  
Αν. Καθηγήτρια

Σήμερα, οι εφαρμογές των φυσικών διακοσμητικών πετρωμάτων στις κατασκευές είναι απεριόριστες και για τον λόγο αυτό καταφεύγουν στη χρήση τους πολύ περισσότεροι απ' ότι στο παρελθόν, σ' όλο τον κόσμο. Οι εφαρμογές των φυσικών διακοσμητικών πετρωμάτων στα σύγχρονα κτίρια, δεν γίνονται μόνο για το αισθητικό αποτέλεσμα που προσφέρουν, αλλά κυρίως διότι πληρούν τις οικονομικές, τεχνικές, αισθητικές και οικολογικές απαιτήσεις. Επίσης, επιλέγοντας κανείς τα φυσικά διακοσμητικά πετρώματα επιτυγχάνει την καλύτερη σχέση ποιότητας /τιμής.

Η ποιότητα του μαρμάρου όταν αναφερόμαστε σε τελικό προϊόν είναι συνισταμένη των ακόλουθων παραγόντων:

- ❑ Χαρακτηριστικά των μαρμάρων
- ❑ Μέθοδος εξόρυξης
- ❑ Στάδιο κατεργασίας



## Κριτήρια επιλογής φυσικού διακοσμητικού πετρώματος για ορθομαρμάρωση

# Οι παράγοντες, οι οποίοι επηρεάζουν την τελική επιλογή του φυσικού διακοσμητικού πετρώματος

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

# Αισθητικά χαρακτηριστικά

---

- Το χρώμα
- Η παρουσία ή όχι φλεβιδίων, το πάχος, τη διάταξη και το χρώμα τους
- Η παρουσία και η συχνότητα εμφάνισης εγκλεισμάτων (κονδύλων, λατύπων κλπ.) και «λεκέδων»

## Μακροσκοπική ανάλυση

- Μελέτη κόκκου

Το μέγεθος των κόκκων και των κενών που παρουσιάζονται ανάμεσα τους είναι καθοριστικής σημασίας για την αντοχή.

- Μελέτη χρώματος

- Μελέτη μακροδιακλάσεων κλειστών ή ανοικτών

- Μελέτη βαθμού διατήρησης και ενδεχόμενης παρουσίας μακροσκοπικών αλλοιώσεων

- Μελέτη υφής, που αναφέρεται στη διάταξη και κατανομή των ορυκτολογικών συστατικών στο χώρο.

- Άλλες παρατηρήσεις (ορατά συστατικά, προσανατολισμένη διάταξη συστατικών κλπ.)

## Μικροσκοπική ανάλυση

- Ιστολογικά χαρακτηριστικά, δηλαδή το σχήμα, οι διαστάσεις, η κρυσταλλική μορφή και ο τρόπος σύνδεσης των κρυστάλλων ή των κόκκων ενός πετρώματος που παρατηρούνται στη μικρή κλίμακα
- Είδος των διαφόρων ορυκτών συστατικών και ποσοτική συμμετοχή τους
- Υπολείμματα απολιθωμάτων, φυτικά και οργανικά
- Μικροδιακλάσεις, κενά (τεκτονικές παραμορφώσεις)
- Μελέτη δευτερογενών και διαγενετικών φαινομένων



## Χρώση των ορυκτών

Έχει ως στόχο τη διευκόλυνση της αναγνώρισης των ορυκτών συστατικών ενός παρασκευάσματος λεπτής τομής, όταν υπάρχει δυσκολία στην αναγνώριση τους μόνο από τα οπτικά χαρακτηριστικά τους. Συνίσταται στην προσβολή με ειδικά αντιδραστήρια, που έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή του χρώματος του προσβαλλόμενου ορυκτού σε κάποιο χαρακτηριστικό χρώμα. Σε ορισμένα ορυκτά το αρχικό χρώμα παραμένει αμετάβλητο. Τα δείγματα μπορεί να είναι θρύμματα, σκόνη ή λεπτές τομές.

## Διαχωρισμός των ορυκτών

Οι μέθοδοι διαχωρισμού των ορυκτών εφαρμόζονται μετά από θρυμματισμό και κονιοποίηση του πετρώματος και είναι οι κάτωθι:

- Διαχωρισμός με το χέρι
- Διαχωρισμός με χρήση μαγνητικού διαχωριστή
- Διαχωρισμός με βάση την πυκνότητά τους (χρήση βαρέων διαλυμάτων ή φυγοκέντρου)
- Διαχωρισμός με επίπλευση

## Ακτινογραφική εξέταση (Περιθλασιμετρία)

Είναι η βασικότερη και ακριβέστερη μέθοδος για την αναγνώριση και το χαρακτηρισμό των λεπτόκοκκων πετρωμάτων. Το δείγμα πρέπει να έχει υποστεί ιδανική κονιοποίηση (περιορισμός στο ελάχιστο της καταστροφής των κρυσταλλικών πλεγμάτων) και καλή ομογενοποίηση για να είναι ολοκληρωτική η αφαίρεση των ανεπιθύμητων υλικών με τις χημικές κατεργασίες που εκτελούνται. Από ένα διάγραμμα περίθλασης μπορούν να προσδιοριστούν:

- Ένα ορυκτό, ποιοτικά και ημιποσοτικά, από τις θέσεις και τις εντάσεις των ανακλάσεων
- Η απόσταση των δικτυωτών επιπέδων των κρυστάλλων ενός ορυκτού
- Οι διαστάσεις της κυψελίδας και ο τύπος του πλέγματος του ορυκτού
- Οι δείκτες Miller (hkl) των κρυστάλλων ενός ορυκτού

## Χημική ανάλυση

# Φυσικομηχανικές και τεχνικές ιδιότητες

## Φυσικές Ιδιότητες

- Φαινόμενη ειδική πυκνότητα ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
- Συντελεστής ανοιχτού πορώδους (% κ.ο.)
- Συντελεστής υδαταπορρόφησης (% κ.β.)

## Μηχανικές Ιδιότητες

- Αντοχή σε θλίψη ( $\text{MPa}$  ή  $\text{kg}/\text{cm}^2$ )
- Αντοχή σε κάμψη ( $\text{MPa}$  ή  $\text{kg}/\text{cm}^2$ )
- Μέτρο ελαστικότητας ( $\text{GPa}$ )

## Τεχνικές Ιδιότητες

- Αντοχή σε φθορά μετά από τριβή
- Αντοχή σε κρούση ή Προσδιορισμός της ενέργειας θραύσης
- Μικροσκληρότητα κατά Κnoop
- Συντελεστής γραμμικής θερμικής διαστολής

## Περιβαλλοντικές Δοκιμές

---

- Αντοχή σε θλίψη μετά από κύκλους ψύξης-απόψυξης
- Αντίσταση στη γήρανση λόγω αλατονέφωσης
- Αντίσταση στη γήρανση από θερμικό αιφνιδιασμό

# Βαθμός σπουδαιότητας των φυσικομηχανικών ιδιοτήτων των διακοσμητικών πετρωμάτων ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζονται

	Ακατέργαστα προϊόντα	Ημι-κατεργασμένα προϊόντα	Τελικά προϊόντα για τις ακόλουθες χρήσεις					
			1		2		3	4
			α	β	α	β		
<b>Πετρογραφικός προσδιορισμός</b>	***	***	***	***	***	***	***	***
<b>Μέγεθος και σχήμα</b>	***	***	***	***	***	***	***	***
<b>Φαινόμενη ειδική πυκνότητα</b>	***	***	***	***	***	***	***	***
<b>Αντοχή σε θλίψη</b>	***	**	**	*	**	**	***	*
<b>Αντοχή σε κάμψη</b>	***	***	***	*	**	**	***	***
<b>Μέτρο ελαστικότητας</b>	***	**	***	*	**	*	***	*
<b>Αντοχή στην πρόσκρουση</b>	***	***	**	**	***	***	***	***
<b>Μικροσκληρότητα Κnoop</b>	***	**	*	*	***	***	**	*
<b>Υδαταπορρόφηση</b>	***	***	***	**	***	**	**	***
<b>Συντελεστής θερμικής διαστολής</b>	**	**	***	*	**	**	**	**
<b>Αντοχή στον παγετό</b>	***	**	***	*	***	*	**	***
<b>Αντοχή στην τριβή</b>	***	***	**	**	***	***	***	*
<b>Αντοχή στη διάβρωση</b>	***	***	***	*	***	*	***	***

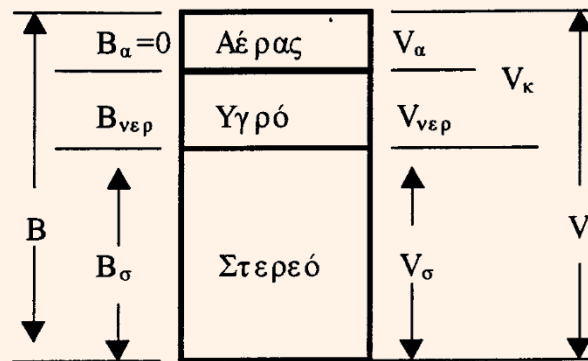
- \* μικρός βαθμός σπουδαιότητας
- \*\* μέτριος βαθμός σπουδαιότητας
- \*\*\* μεγάλος βαθμός σπουδαιότητας

1. επενδύσεις α. εξωτερικές, β. εσωτερικές
2. δαπεδοστρώσεις α. εξωτερικές, β. εσωτερικές
3. σκάλες
4. στέγες

# Φυσικές ιδιότητες

## Φαινόμενη ειδική πυκνότητα ( $kg/m^3$ )

Ειδικό βάρος (πυκνότητα) είναι ο λόγος του βάρους του πετρώματος προς τον όγκο του. Επειδή τα μάρμαρα έχουν πόρους, κοιλότητες και κενά, υπάρχουν δύο μετρούμενοι όγκοι ο φαινόμενος ( $V_{\phi}$ ), που είναι ο όγκος του πετρώματος μαζί με τα κενά και ο πραγματικός ( $V_{\pi}$ ), που είναι ο όγκος του πετρώματος χωρίς τα κενά. Αυτό που χαρακτηρίζει τα πετρώματα είναι το φαινόμενο ειδικό βάρος.



$$E_{\Pi} = \frac{B}{V_{\Pi}}$$

$$E_{\phi} = \frac{B}{V_{\phi}}$$

# Φυσικές ιδιότητες

## Φαινόμενη ειδική πυκνότητα ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

Ειδικό βάρος (πυκνότητα) είναι ο λόγος του βάρους του πετρώματος προς τον όγκο του. Επειδή τα μάρμαρα έχουν πόρους, κοιλότητες και κενά, υπάρχουν δύο μετρούμενοι όγκοι ο φαινόμενος ( $V\phi$ ), που είναι ο όγκος του πετρώματος μαζί με τα κενά και ο πραγματικός ( $V\pi$ ), που είναι ο όγκος του πετρώματος χωρίς τα κενά. Αυτό που χαρακτηρίζει τα πετρώματα είναι το φαινόμενο ειδικό βάρος.

Φαινόμενη ειδική πυκνότητα, $\text{kg}/\text{m}^3$	
Μάρμαρα (Δολομιτικά)	~ 2820
Σερπεντινίτες και οφιτασβεστίτες	~ 2780
Μάρμαρα (Ασβεσπιτικά)	~ 2710
Γρανίτες	~ 2600
Τραβερτίνες - πωρόλιθοι	~ 2400

Το φαινόμενο ειδικό βάρος είναι μία ιδιότητα η οποία είναι απαραίτητη για όλες τις κατασκευές, αφού σε συνδυασμό με το πάχος των μαρμάρων καθορίζει την επιβάρυνση της κατασκευής.



# Φυσικές ιδιότητες

## Συντελεστής ανοιχτού πορώδους (% κ.ο.)

Ως πορώδες ορίζεται ο **λόγος του όγκου των κενών ή πόρων του πετρώματος προς τον συνολικό όγκο του**. Όσο περισσότερο πορώδες είναι ένα πέτρωμα, τόσο περισσότερο εμποτίζεται από διάφορα υγρά, τα οποία σε περίπτωση θερμοκρασιακών μεταβολών μπορούν να προκαλέσουν διάρρηξη και αποκόλληση υλικού.

Πορώδες, % κ.ο.	
Άργιλοι	44 – 50, εξαιρετικά πορώδη
Ψαμμίτες	7 – 34, εξαιρετικά πορώδη
Ηφαιστειακοί τόφφοι	20 – 30, πορώδη
Τραβερτίνες	5 – 10 αρκετά πορώδη
Συμπαγείς ασβεστόλιθοι	0,4 – 2,0, ολίγο πορώδη
Γρανίτες	0,4 – 1,5, ολίγο πορώδη
Βασάλτες συμπαγείς	0,2 – 0,9, συμπαγή
Σερπεντινίτες	0,1 – 0,6, συμπαγή

# Φυσικές ιδιότητες

## Συντελεστής υδαταπορρόφησης (% κ.β.)

Υδατοαπορρόφηση, είναι η ιδιότητα των πετρωμάτων να **πληρούνται με νερό μετά την εμφάνισή τους** σε αυτό. Όταν εκφράζεται σε **ποσοστά** ονομάζεται **συντελεστής εμποτισμού**.

Καθορίζει την καταλληλότητα του πετρώματος για εξωτερικές χρήσεις όπως, επικαλύψεις, εξωτερικές επενδύσεις και πλακοστρώσεις.

### Υδαταπορρόφηση, % κ.β.

Συμπαγείς ασβεστόλιθοι και γνήσια μάρμαρα	0,06-0,34
Γρανίτες και συγγενή πετρώματα	0,35
Κοινοί ασβεστόλιθοι και οφιτασβεστίτες	0,4-0,45
Πορώδεις ασβεστόλιθοι και τραβερτίνες	1,15

Όταν ο συντελεστής εμποτισμού ξεπερνά το **0,5%** πρέπει το πέτρωμα να υποβάλλεται και σε δοκιμές αντοχής σε θλίψη μετά από κύκλους ψύξεως, για να ελεγχθεί η συμπεριφορά του και υπό συνθήκες παγετού.

## Αντοχή σε παγετό (κύκλοι ψύξης – απόψυξης)

Οι δοκιμές θλίψης (κατά τους Γερμανικούς κανονισμούς και οι δοκιμές κάμψης) επαναλαμβάνονται μετά από κύκλους ψύξης του υλικού σε θερμοκρασία  $-15^{\circ}\text{C}$ , αφού προηγηθεί βύθιση των δοκιμίων σε απεσταγμένο νερό θερμοκρασίας  $35^{\circ}\text{C}$  για τρεις ώρες. Η διαδικασία ψύξης και επαναφοράς σε θερμοκρασία δωματίου επαναλαμβάνεται 25 φορές και στη συνέχεια εκτελείται η δοκιμή αντοχής σε θλίψη ή σε κάμψη. Αν το υλικό παρουσιάσει φθορές (ραγίσματα, ξεφλουδίσματα) μετά τη δοκιμή, ή εάν η μέση αντοχή του παρουσιάσει μείωση κατά περισσότερο από 20% έναντι της αντοχής του φυσικού υλικού, τότε χαρακτηρίζεται παγόπληκτο και θεωρείται ακατάλληλο για εξωτερική χρήση.

# Μηχανικές ιδιότητες

Αντοχή σε θλίψη (MPa ή kg/cm<sup>2</sup> )

Ως αντοχή στη θλίψη ή θλιπτική αντοχή, ορίζεται ο λόγος του συνολικού φορτίου που ασκείται σε ένα δοκίμιο, προς το εμβαδόν της διατομής του. Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την αντοχή ενός πετρώματος είναι:

- Το πορώδες και η πυκνότητα
- Το μέγεθος και το σχήμα των κόκκων
- Η ανισοτροπία
- Η ορυκτολογική σύσταση

$$C_0 = \frac{P}{A}$$

Είδη πετρωμάτων	Αντοχή σε θλίψη, kg/cm <sup>2</sup>
Γρανίτες & συγγενή πετρώματα	~2000
Οφιτασβεστίτες	~1500
Γνήσια μάρμαρα & συμπαγείς ασβεστόλιθοι	~1500-900
Καταπονημένοι ασβεστόλιθοι, διάφορα λατυποπαγή & τραβερτίνες	~900-650

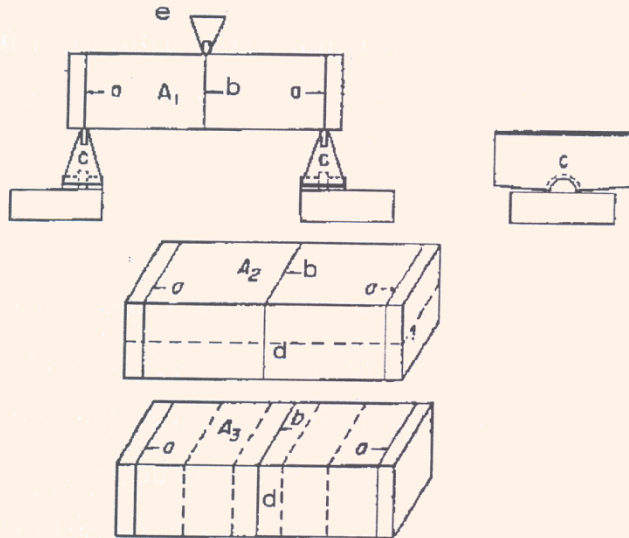
# Μηχανικές ιδιότητες

Αντοχή σε κάμψη ( $MPa$  ή  $kg/cm^2$  )

Ως αντοχή στον εφελκυσμό από κάμψη ορίζεται η αντίσταση, που προβάλλουν τα πετρώματα στις δυνάμεις εκείνες που προσπαθούν να τα κάμψουν. Η αντοχή σε κάμψη κυμαίνεται από το 1/5 μέχρι το 1/25 της αντοχής σε θλίψη.

α) Σχηματισμός

κλίση



$$R = \frac{3Wl}{2bd^2}$$

$R$  = Αντοχή σε κάμψη (ΚΡα)

$W$  = Φορτίο αστοχίας (κΝ)

$l$  = απόσταση των σημείων στήριξης του δοκιμίου (m)

$b$  = πλάτος του δοκιμίου (m)

$d$  = πάχος του δοκιμίου (m)

Δοκίμια και τύπος σθηριγμάτων των δοκιμίων για την μέτρηση κατά ASTM της αντοχής σε κάμψη μαρμάρων

# Μηχανικές ιδιότητες

Αντοχή σε κάμψη (MPa ή kg/cm<sup>2</sup> )

Ως αντοχή στον εφελκυσμό από κάμψη ορίζεται η αντίσταση, που προβάλλουν τα πετρώματα στις δυνάμεις εκείνες που προσπαθούν να τα κάμψουν. Η αντοχή σε κάμψη κυμαίνεται από το 1/5 μέχρι το 1/25 της αντοχής σε θλίψη.

Είδη πετρωμάτων	Αντοχή σε κάμψη, kg/cm <sup>2</sup>
<b>Ψαμμίτες</b>	<b>30-100</b>
<b>Τραβερτίνες</b>	<b>40-100</b>
<b>Ασβεστόλιθοι</b>	<b>50-200</b>
<b>Μάρμαρα</b>	<b>60-200</b>
<b>Γρανίτες</b>	<b>75-200</b>
<b>Βασάλτες</b>	<b>100-250</b>

# Μηχανικές ιδιότητες

## Μέτρο ελαστικότητας (GPa)

Ως μέτρο ελαστικότητας ή μέτρο του Young ορίζεται ο λόγος της μεταβολής της αξονικής τάσεως προς την αξονική ανηγμένη παραμόρφωση, που προκαλεί η τάση αυτή. Έχει πάντα τιμή θετική και μετριέται σε  $\text{kgr/cm}^2$  ή  $\text{tn/m}^2$ .

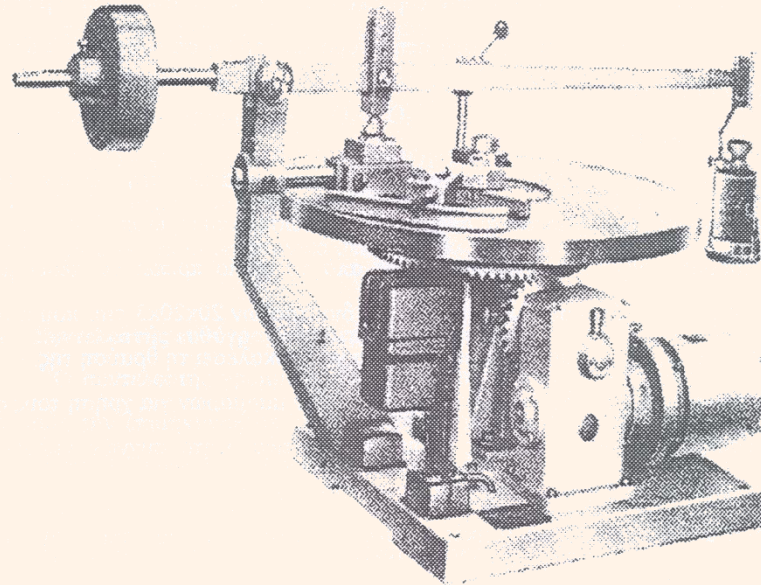
$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

*Το μέτρο ελαστικότητας είναι μεγάλης σημασίας ιδιότητα, όταν τα μάρμαρα πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για εξωτερικές επενδύσεις, ενώ είναι χαμηλής σημασίας όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για πλακοστρώσεις.*

# Τεχνικές ιδιότητες

## Αντοχή σε φθορά μετά από τριβή (κατά *Boehme*)

Υπολογίζεται η φθορά - απώλεια πάχους (σε mm) που προκαλείται στο υπό εξέταση δοκίμιο μετά από **352 στροφές** τριβής μεταξύ δοκιμίου και υλικού τριβής.



*Η δοκιμή αυτή είναι σημαντική για υλικά δαπεδοστρώσεων εσωτερικών ή εξωτερικών, ιδίως σε χώρους μεγάλης κυκλοφορίας όπως επίσης και για υλικό που χρησιμοποιείται για κατασκευή σκαλοπατιών. Σαν ιδιότητα εξετάζεται και στα μωσαϊκά για την ομοιόμορφη φθορά των οποίων πρέπει να επιλέγεται το ανάλογο συνδετικό υλικό.*



## *Αντοχή σε φθορά μετά από τριβή (κατά Boehme)*

Τα δάπεδα διακρίνονται σε:

- Μεγάλης κυκλοφορίας (σταθμοί, αίθουσες αεροδρομίων κλπ.), τα οποία έχουν μεγάλη καταπόνηση και για τα οποία συνιστώνται πετρώματα όπως χαλαζίτες, γρανίτες, πορφυρίτες, συμπαγείς και κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι.
- Μεσαίας κυκλοφορίας (τράπεζες, εμπορικά κέντρα, γραφεία, εκκλησίες, συνεδριακά κέντρα κλπ.), για τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν και τα ασβεστιτικά μάρμαρα.
- Μικρής κυκλοφορίας (σπίτια και διαμερίσματα), στα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν και πετρώματα με μικρή σχετικά αντοχή στη φθορά από τριβή.

# Τεχνικές ιδιότητες

## Αντοχή σε κρούση ή Προσδιορισμός της ενέργειας θραύσης

Η δοκιμή αυτή εκφράζει την αντοχή των πετρωμάτων στη θραύση και γενικότερα σε φθορές που υφίστανται από ελεύθερη πτώση αντικειμένων. Σαν αντοχή στην πρόσκρουση ορίζεται **το ελάχιστο ύψος από το οποίο πρέπει να πέσει μία σφαίρα βάρους 1 kgf πάνω σε πλάκα μαρμάρου διαστάσεων 20x20x3 cm**, που είναι τοποθετημένη σε στρώμα άμμου πάχους 10 cm και να προκαλέσει τη θραύση της.

Πέτρωμα	Αντοχή σε κρούση (cm)
Σερπεντινίτες	~ 80
Γρανίτες, οφειτοασβεστίτες, συμπαγείς ασβεστόλιθοι	~50-60
Ασβεστόλιθοι, λατυποπαγή, τραβερτίνες	30-35

*Είναι σημαντική ιδιότητα για την αξιολόγηση των μαρμάρων για χρήση τους σε δαπεδοστρώσεις, ιδιαίτερα σε χώρους όπου υπάρχει πιθανότητα συχνών πτώσεων βαρέων αντικειμένων (κουζίνες, μαγειρεία, εργαστήρια κλπ.)*

## Αντοχή σε διάβρωση

Κατά τη δοκιμασία αυτή μετριέται η αντοχή του μαρμάρου σε αραιό διάλυμα θειικού οξέος, αφού αυτό είναι ο κύριος παράγοντας καταστροφής λόγω δημιουργίας όξινης βροχής.

Χαράσσονται πάνω στο δοκίμιο με ειδικό όργανο, χαραγές βάθους 1-2 mm, που μετριοούνται με ακρίβεια. Στη συνέχεια το δοκίμιο βυθίζεται σε αραιό διάλυμα  $H_2SO_4$  1% για επτά συνεχείς ημέρες, εξάγεται, ξηραίνεται σε θερμοκρασία  $105 \pm 2^\circ C$  για 24 ώρες και χαράσσονται δύο καινούριες χαραγές, των οποίων μετριέται επίσης με ακρίβεια το βάθος. **Η διαφορά του βάθους δίνει το μέτρο αντοχής του μαρμάρου.**

*Ο έλεγχος αυτός εκτελείται σε μάρμαρα ή άλλα διακοσμητικά πετρώματα, που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σε εξωτερικές επενδύσεις και είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν τα πετρώματα τοποθετούνται σε περιοχές με αυξημένους ατμοσφαιρικούς ρύπους.*

## *Μικροσκληρότητα κατά Κνοορ*

Η σκληρότητα για ομογενή μεταλλικά ή μη μεταλλικά υλικά μπορεί να οριστεί ως η αντίσταση των υλικών αυτών στην διείσδυση από άλλο σώμα και υπό συγκεκριμένη δύναμη. Στην περίπτωση ωστόσο των διακοσμητικών λίθων, που χαρακτηρίζονται από ανομοιογένεια λόγω των ετερογενών συστατικών από τα οποία αποτελούνται, είναι αναγκαία η αναδιαμόρφωση της έννοιας της σκληρότητας. Το κενό αυτό καλύπτεται από την μικροσκληρότητα κατά Κνοορ.

Η μέτρηση της μικροσκληρότητας κατά Κνοορ προβλέπεται μόνο από τους ιταλικούς κανονισμούς UNI και απαιτεί την χρήση ειδικού οργάνου, του μικροσκληρόμετρου (Microdurometer).

*Η μικροσκληρότητα κατά Κνοορ δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σα μέτρο σύγκρισης μεταξύ δύο πετρωμάτων διότι εκφράζει είτε μέσους όρους είτε την σκληρότητα ενός συστατικού μόνον. Η γνώση της μικροσκληρότητας μας δίνει στοιχεία για τη συμπεριφορά του μαρμάρου κατά την επεξεργασία, καθώς και έμμεσα για την αντοχή του σε τριβή.*

## Συντελεστής γραμμικής θερμικής διαστολής

Ο συντελεστής γραμμικής διαστολής εκφράζεται σε  $\text{mm/m}$  και  $^{\circ}\text{C}$ , εκφράζει δηλαδή την επιμήκυνση σε mm ανά τρέχον μέτρο μαρμάρου, από την αύξηση της θερμοκρασίας κατά  $1^{\circ}\text{C}$ . Η δοκιμή γίνεται σε δύο δοκίμια διαστάσεων  $50 \times 7,1 \times 2,5$  cm που τοποθετούνται σε ειδικό θάλαμο και θερμαίνονται από 0 ως  $40^{\circ}\text{C}$ . Οι διαφοροποιήσεις στο μήκος μετριοούνται με μικρόμετρο.

*Η επιμήκυνση μίας πλάκας μαρμάρου συνηθισμένων διαστάσεων δεν υπερβαίνει το 1mm ακόμα και για μεταβολή της θερμοκρασίας κατά  $100^{\circ}\text{C}$ . Το πρόβλημα όμως δημιουργείται όταν οι συντελεστές θερμικής διαστολής κονιάματος και μαρμάρου έχουν σημαντική διαφορά, οπότε μπορεί να προκληθεί αποκόλληση της πλάκας.*

## Συντελεστής γραμμικής θερμικής διαστολής

Ο συντελεστής γραμμικής διαστολής εκφράζεται σε **mm/m και °C**, εκφράζει δηλαδή την επιμήκυνση σε mm ανά τρέχον μέτρο μαρμάρου, από την αύξηση της θερμοκρασίας κατά 1° C. Η δοκιμή γίνεται σε δύο δοκίμια διαστάσεων 50x7,1x2,5 cm που τοποθετούνται σε ειδικό θάλαμο και θερμαίνονται από 0 ως 40° C. Οι διαφοροποιήσεις στο μήκος μετριοούνται με μικρόμετρο.

Πέτρωμα	Συντ. γρ. θερμ. διαστολής (mm/m °C)
<b>Μάρμαρα</b>	<b><math>29 \times 10^{-4}</math> - <math>47 \times 10^{-4}</math></b>
<b>Γρανιτοειδή, οφειτοασβεστίτες</b>	<b><math>64 \times 10^{-4}</math> - <math>65 \times 10^{-4}</math></b>
<b>Σερπεντινίτες</b>	<b><math>\sim 75 \times 10^{-4}</math></b>

*Η γνώση της ιδιότητας αυτής μας επιτρέπει να προλαβαίνουμε τις καταστροφές που προκαλούνται από τη διαστολή-συστολή των πλακών σε χώρες που το κλίμα παρουσιάζει έντονες θερμοκρασιακές μεταβολές, αν και σήμερα το πρόβλημα αυτό γίνεται πολύ μικρότερο με τις σύγχρονες μεθόδους που δεν χρησιμοποιούν ασβεστοκονιάματα για την συγκόλληση των πλακών.*

## Σταθερότητα χρώματος- Χρωστική διεισδυτικότητα

Για να διαπιστωθεί η **σταθερότητα του χρώματος** τοποθετούνται δοκίμια πετρωμάτων μέσα σε αεροστεγώς κλεισμένα δοχεία με παρουσία ατμών νιτρικού ή υδροχλωρικού ή άλλου οξέως. Τα δοκίμια παραμένουν τουλάχιστον επτά εβδομάδες μέσα σε αυτά και μετά, αφού ξεπλυθούν καλά, σημειώνονται οι αλλαγές του χρώματος.

Η **χρωστική διεισδυτικότητα** είναι μία ιδιότητα που αρχίζει να αξιοποιείται περισσότερο τα τελευταία χρόνια για τη βαφή των διακοσμητικών πετρωμάτων με ανόργανα χρώματα. Εξαρτάται από την απορροφητικότητα και το είδος της χρωστικής, ενώ πρέπει να αντιμετωπίζεται και το πρόβλημα του ξεθωριάσματος.

Σήμερα η δοκιμή της χρωστικής διεισδυτικότητας χρησιμοποιείται ευρέως για το βάψιμο των γρανιτών που έχουν χαμηλή εμπορική αξία, διπλασιάζοντας έτσι την τελική τιμή τους. Η χρωστική διείσδυση στους γρανίτες μπορεί να φτάσει και τα 8-10 mm από την επιφάνεια.

## Επιταχυνόμενη γήρανση

Η επιταχυνόμενη γήρανση των πετρωμάτων, δίνει τη δυνατότητα να προβλεφθεί το ποσοστό καταστροφής τους όταν πρόκειται να τοποθετηθούν σε πόλεις, που είναι επιβαρημένες από την επίδραση επιβλαβών αερίων, την υπεριώδη ακτινοβολία και τις βίαιες εναλλαγές καιρικών φαινομένων.

Οι δοκιμές της επιταχυνόμενης γήρανσης αποτελούν συνδυασμό των δοκιμών:

- αντίσταση σε κακοκαιρία
- αντίσταση σε όξινες βροχές
- και επιταχυνόμενη γήρανση από ακτινοβολία UV



# Προβλεπόμενες δοκιμές σε Η.Π.Α., Γερμανία και Ιταλία

Δοκιμή	Η.Π.Α.	Γερμανία	Ιταλία
Ειδικό βάρος	✓	✓	✓
Υδατοαπορρόφηση	✓	✓	✓
Αντοχή σε παγετό		✓	✓
Δοκιμή κρυσταλλώσεως		✓	
Αντοχή σε θλίψη	✓	✓	✓
Αντοχή σε κάμψη	✓	✓	✓
Αντοχή σε κρούση		✓	✓
Αντοχή σε φθορά από τριβή	✓	✓	✓
Μέτρο ελαστικότητας		✓	✓
Συντ. θερμικής διαστολής		✓	✓
Θερμική αγωγιμότητα		✓	
Αντοχή σε χημική διάβρωση		✓	
Μικροσκληρότητα Κnoop			✓

**CE**  
ΈΤΟΣ:03

Πρότυπο αναφοράς: **EN 1469**  
Προϊόν: **Πλάκες από φυσικούς λίθους για  
ορθομαρμαρώσεις**  
Ονομασία: Σύμφωνα με το πρότυπο EN 12440  
Τελική εφαρμογή: **Εξωτερική επένδυση τοίχου**

Όνομα και Διεύθυνση του παραγωγού: XXXXXX

<b>Χαρακτηριστικά</b>	<b>Προσδιορισθείσες τιμές</b>	<b>Μέθοδος δοκιμής ή προσδιορισμού</b>
Αντίδραση στη φωτιά	Κατηγορία A1	Χωρίς δοκιμή(απόφαση 96/603/EC)
Αντοχή σε θλίψη	Χαμηλότερη αναμενόμενη τιμή, Μέσος όρος, τυπική απόκλιση, MPa	EN 12372 ή EN 13161
Φορτίο θραύσης στην οπή αγκύρωσης	Χαμηλότερη αναμενόμενη τιμή, Μέσος όρος, τυπική απόκλιση, N	EN 13364
Αντίσταση σε παγετό	Αλλαγή του Μ.Ο. της αντοχής σε θλίψη: μετά από 12 κύκλους ...εκφραζόμενη %	EN 12371
Διαπερατότητα υδρατμών	Δεν έχει ελεγχθεί	EN 12524
Αντίσταση σε θερμικό αιφνιδιασμό	Μετά από 20 κύκλους: -Μη απώλεια όγκου - Μείωση του δυναμικού μέτρου Ελαστικότητας < 6%(=...)	EN 14066
Φαινόμενη πυκνότητα	Από .....έως...kg/m <sup>3</sup>	EN 1936

## Μάρμαρο Βέροιας

### MINERALOGICAL COMPOSITION (Weight %)

<b>CALCITE</b>	98	<b>ALBITE</b>	1
<b>DOLOMITE</b>	1	<b>EPIDOTE</b>	.
<b>QUARTZ</b>	1	<b>HEMATITE</b>	.
<b>MUSCOVITE</b>	1	<b>CHROMITE</b>	.
<b>SERICITE</b>	0.50	<b>ARGILE</b>	2
<b>CLORITE</b>	0.50	.	.

### CHEMICAL ANALYSIS (Weight %)

<b>CaO</b>	54.90	<b>K2O</b>	0.04
<b>MgO</b>	0.25	<b>Na2O</b>	0.07
<b>SiO2</b>	0.06	<b>MnO</b>	0.02
<b>Fe2O3</b>	0.14	<b>CO2</b>	43.20
<b>Al2O3</b>	0.40	.	.
.	.	.	.



Λευκό Extra



Λευκό  
Λουλουδάτο

### Βέροιας Λευκό Μάρμαρο - Ασβεστιτικό

Φαινόμενη ειδική πυκνότητα kg/m <sup>3</sup>	2714,00
Συντελεστής απορροφητικότητας %wt	0,02
Αντοχή σε θλίψη N/mm <sup>2</sup>	112,00
Αντοχή σε κάμψη N/mm <sup>2</sup>	21,00
Φθορά μετά από τριβή mm	6,69
Ελαστικότητα GPa	-

## Μάρμαρο Βέροιας

Εξορύσσεται στο όρος Βέρμιο στην Καστανιά Ημαθίας. Η μεγάλη σκληρότητα του καθώς και η εξαιρετικά χαμηλή απορροφητικότητα (0,02 Wt %), το καθιστούν ικανό για οποιαδήποτε εφαρμογή (δάπεδο, επένδυση, πάγκος κουζίνας ή μπάνιου).



Λευκό Extra



Λευκό  
Λουλουδάτο

### Βέροιας Λευκό Μάρμαρο - Ασβεστιτικό

Φαινόμενη ειδική πυκνότητα $\text{kg}/\text{m}^3$	2714,00
Συντελεστής απορροφητικότητας %wt	0,02
Αντοχή σε θλίψη $\text{N}/\text{mm}^2$	112,00
Αντοχή σε κάμψη $\text{N}/\text{mm}^2$	21,00
Φθορά μετά από τριβή mm	6,69
Ελαστικότητα GPa	-

## Μάρμαρο Πράσινο Βέροιας

Πρόκειται για ιδιαίτερα σκληρό υλικό, γνωστό σε όλο τον κόσμο, τόσο για την αντοχή του, όσο και για το εξαιρετικής αισθητικής αποτέλεσμα, που δημιουργεί η εφαρμογή του σε μεγάλες επιφάνειες. Είναι επίσης κατάλληλο, ως αμιγώς έγχρωμο υλικό, για χρήση σε ιδιαίτερους διακοσμητικούς σχεδιασμούς.

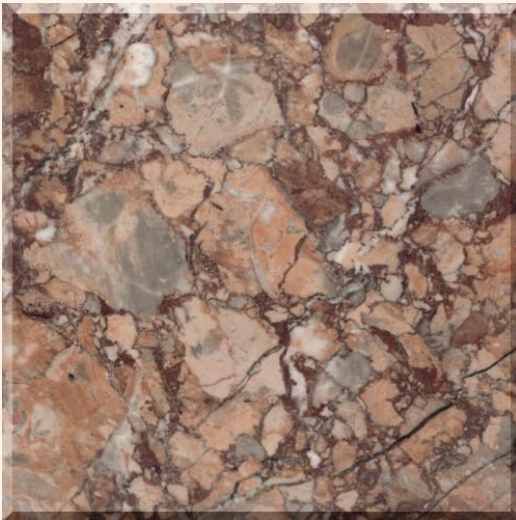


### Μάρμαρο Βέροιας Πράσινο - Οφειτοασβεστίτης

Φαινόμενη ειδική πυκνότητα kg/m <sup>3</sup>	2701,00
Συντελεστής απορροφητικότητας %wt	0,22
Αντοχή σε θλίψη N/mm <sup>2</sup>	94,00
Αντοχή σε κάμψη N/mm <sup>2</sup>	20,00
Φθορά μετά από τριβή mm	2,86
Ελαστικότητα GPa	-

## Μάρμαρο Ρόδον Νάουσας

Είναι ασβεστιτικό υλικό με πολύ καλά στοιχεία. Το πολύ γλυκό κόκκινο χρώμα του το καθιστά ικανό για διάφορες χρήσεις (ορθομαρμαρώσεις, μπολντούρες λευκών δαπέδων, δαπεδοστρώσεις, σκάλες κλπ). Επίσης η ιδιαιτερότητα του χρώματος του επιτρέπει τις διάφορες μορφές επεξεργασίας με πολύ ενδιαφέρον αποτέλεσμα για διακοσμητικές προτάσεις.



Μάρμαρο Ρόδον Νάουσας - Ασβεστόλιθος	
Φαινόμενη ειδική πυκνότητα $\text{kg/m}^3$	2655,00
Συντελεστής απορροφητικότητας %wt	0,06
Αντοχή σε θλίψη $\text{N/mm}^2$	100,00
Αντοχή σε κάμψη $\text{N/mm}^2$	10,00
Φθορά μετά από τριβή mm	1,13
Ελαστικότητα GPa	-

# Ποιότητες Ελληνικών μαρμάρων

MINERALOGICAL COMPOSITION (Weight %)				CHEMICAL ANALYSIS (Weight %)			
CALCITE	98	ALBITE	.	CaO	54.80	K <sub>2</sub> O	0.09
DOLOMITE	0.50	EPIDOTE	.	MgO	1.55	Na <sub>2</sub> O	0.04
QUARTZ	0.50	HEMATITE	.	SiO <sub>2</sub>	1.10	MnO	0.02
MUSCOVITE	0.50	CHROMITE	.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.14	CO <sub>2</sub>	43.05
SERICITE	0.50	CLAYS	.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.20	.	.
CLORITE	0.50	.	.	.	.	.	.

## Μάρμαρο Διονύσου - Ασβεστιτικό

Φαινόμενη ειδική πυκνότητα kgf/m <sup>3</sup>	2717,00
Συντελεστής απορροφητικότητας %wt	0,11
Αντοχή σε θλίψη N/mm <sup>2</sup>	111,00
Αντοχή σε κάμψη N/mm <sup>2</sup>	19,00
Φθορά μετά από τριβή mm	6,68
Ελαστικότητα GPa	-



# Ποιότητες Ελληνικών μαρμάρων

## Λευκό Μάρμαρο Καβάλας - Ασβεστιτικό

Φαινόμενη ειδική πυκνότητα $\text{kg}/\text{m}^3$	2680,00
Συντελεστής απορροφητικότητας %wt	0,09
Αντοχή σε θλίψη $\text{N}/\text{mm}^2$	72,00
Αντοχή σε κάμψη $\text{N}/\text{mm}^2$	9,00
Φθορά μετά από τριβή mm	7,26
Ελαστικότητα GPa	-





# Ποιότητες Ελληνικών μαρμάρων

## Μάρμαρο Νέστου - Ασβεστιτικό

Φαινόμενη ειδική πυκνότητα $\text{kg}/\text{m}^3$	2680,00
Συντελεστής απορροφητικότητας %wt	0,09
Αντοχή σε θλίψη $\text{N}/\text{mm}^2$	77,00
Αντοχή σε κάμψη $\text{N}/\text{mm}^2$	17,00
Φθορά μετά από τριβή mm	6,16
Ελαστικότητα GPa	-



## MINERALOGICAL COMPOSITION (Weight %)

<b>CALCITE</b>	97	<b>ALBITE</b>	1
<b>DOLOMITE</b>	1	<b>EPIDOTE</b>	.
<b>QUARTZ</b>	2	<b>HEMATITE</b>	.
<b>MUSCOVITE</b>	1	<b>CHROMITE</b>	.
<b>SERICITE</b>	0.50	<b>ARGILE</b>	2
<b>CLORITE</b>	0.50	.	.

## CHEMICAL ANALYSIS (Weight %)

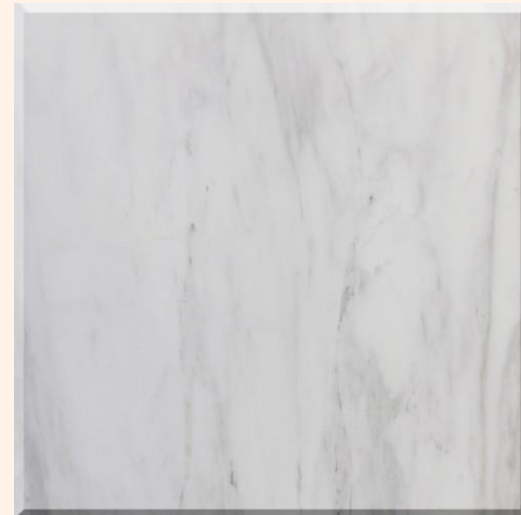
<b>CaO</b>	55.00	<b>K2O</b>	0.02
<b>MgO</b>	0.50	<b>Na2O</b>	0.03
<b>SiO2</b>	0.70	<b>MnO</b>	0.00
<b>Fe2O3</b>	0.11	<b>CO2</b>	43.50
<b>Al2O3</b>	0.20	.	.
.	.	.	.

# Ποιότητες Ελληνικών μαρμάρων

MINERALOGICAL COMPOSITION (Weight %)				CHEMICAL ANALYSIS (Weight %)			
<b>CALCITE</b>	8	<b>ALBITE</b>	.	<b>CaO</b>	31.80	<b>K<sub>2</sub>O</b>	0.05
<b>DOLOMITE</b>	92	<b>EPIDOTE</b>	.	<b>MgO</b>	20.60	<b>Na<sub>2</sub>O</b>	0.20
<b>QUARTZ</b>	0.50	<b>HEMATITE</b>	.	<b>SiO<sub>2</sub></b>	0.06	<b>MnO</b>	0.01
<b>MUSCOVITE</b>	1	<b>CHROMITE</b>	.	<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.14	<b>CO<sub>2</sub></b>	46.20
<b>SERICITE</b>	0.50	<b>ARGILE</b>	2	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.000	.	.
<b>CLORITE</b>	0.50	.	.	.	.	.	.

## Μάρμαρο Βόλακα - Δολομιτικό

Φαινόμενη ειδική πυκνότητα kg/m <sup>3</sup>	2750,00
Συντελεστής απορροφητικότητας %wt	0,28
Αντοχή σε θλίψη N/mm <sup>2</sup>	139,00
Αντοχή σε κάμψη N/mm <sup>2</sup>	10,00
Φθορά μετά από τριβή mm	2,20
Ελαστικότητα GPa	35,00



# Ποιότητες Ελληνικών μαρμάρων

## Λευκοπράσινο Μάρμαρο Δράμας - Ασβεστιτικό

Φαινόμενη ειδική πυκνότητα $\text{kg}/\text{m}^3$	2694,00
Συντελεστής απορροφητικότητας %wt	0,09
Αντοχή σε θλίψη $\text{N}/\text{mm}^2$	72,00
Αντοχή σε κάμψη $\text{N}/\text{mm}^2$	17,00
Φθορά μετά από τριβή mm	3,43
Ελαστικότητα GPa	28,00

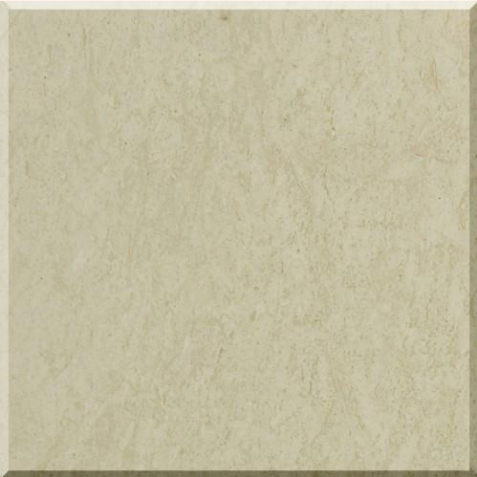


## Μπεζ Μάρμαρο Ιωαννίνων - Ασβεστόλιθος

Φαινόμενη ειδική πυκνότητα $\text{kg}/\text{m}^3$	2662,00
Συντελεστής απορροφητικότητας %wt	0,42
Αντοχή σε θλίψη $\text{N}/\text{mm}^2$	118,00
Αντοχή σε κάμψη $\text{N}/\text{mm}^2$	17,00
Φθορά μετά από τριβή mm	2,18
Ελαστικότητα GPa	37,00



# Ποιότητες Ελληνικών μαρμάρων



## Καταλληλότητα πετρώματος

- ❑ Αισθητική εμφάνιση
- ❑ Φυσικομηχανικά χαρακτηριστικά

## Γεωλογικά χαρακτηριστικά

- ❑ Πετρολογικά χαρακτηριστικά
- ❑ Παράταξη, διεύθυνση, κλίση
- ❑ Πάχος στρωμάτων
- ❑ Τεκτονικά χαρακτηριστικά της περιοχής

## Αποθέματα

- ❑ Ποιότητα
- ❑ Ποσότητα
  - διαφοροποίηση στρωμάτων
  - απώλειες κατά την εκμετάλλευση
  - αύξηση της σχέσης αποκάλυψης

## Στάδια έρευνας

- ❑ Λήψη επιφανειακών δειγμάτων
- ❑ Γεωλογική χαρτογράφηση της περιοχής
- ❑ Επιφανειακές εκσκαφές για την αποκάλυψη του μαρμαροφόρου στρώματος
- ❑ Δειγματοληπτικές γεωτρήσεις
- ❑ Δοκιμαστική εκμετάλλευση