



Ιστορικά και παραδοσιακά κονιάματα - Σχεδιασμός, συμβατότητα και αποτίμηση κονιαμάτων αποκατάστασης

Α. ΜΠΑΚΟΛΑΣ
Καθηγητής ΕΜΠ

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



Τα κονιάματα και τα σκυροδέματα που χρησιμοποιήθηκαν σε ιστορικές και παραδοσιακές κατασκευές αποτελούν σύνθετα υλικά, τα οποία επέδειξαν σημαντική ανθεκτικότητα στο χρόνο, καλύπτουν δε ένα πολύ μεγάλο εύρος χρήσεων στην παραδοσιακή οικοδομική.

Η εξέλιξη τους στο χρόνο αφορά τόσο στο είδος των κονιών, όσο και στους διάφορους τύπους προσμίκτων και προσθέτων που χρησιμοποιήθηκαν για τη βελτίωση των ιδιοτήτων τους σε συνάρτηση με το είδος και την τεχνική εφαρμογής τους.



ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ

► ... από *ιστορικής πλευράς*:

λόγω της διαφοροποίησης των χημικών, ορυκτολογικών και φυσικομηχανικών χαρακτηριστικών τους επιτρέπεται η αναγνώριση διαφορετικών οικοδομικών φάσεων

► ... από *τεχνολογικής πλευράς*:

- ο προσδιορισμός της φύσης της κονίας,
- ο έλεγχος της ποιότητας εφαρμογής και
- η αποτίμηση της κατάστασης διατήρησης του κονιάματος

είναι σημαντικά στοιχεία για την αποτίμηση της φυσικοχημικής & μηχανικής συμπεριφοράς της τοιχοποιίας

► Αναγκαιότητα παρασκευής **συμβατών** με την ιστορική τοιχοποιία κονιαμάτων αποκατάστασης



ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ

- Δειγματοληψία
 - Επεμβάσεις στην κατασκευή
 - Αντιπροσωπευτικά δείγματα
 - Προβλήματα φθοράς
 - Τεχνικές χαρακτηρισμού
 - Ερμηνεία αποτελεσμάτων
- Έμπειρο και εξειδικευμένο προσωπικό



ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ ΤΕΧΝΙΚΕΣ & ΜΕΘΟΔΟΙ

ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ

- ◆ Θερμική Ανάλυση
- ◆ Φασματοσκοπικές μέθοδοι
- ◆ Ασβεστομετρία
- ◆ Χημικές Αναλύσεις

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ

- ◆ Περίθλαση Ακτίνων Χ

ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ, ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ & ΥΦΗ ΤΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ

- ◆ Οπτική Πολωτική Μικροσκοπία
- ◆ Οπτική Μικροσκοπία & Μικροσκοπία Φθορισμού
- ◆ Ηλεκτρονική Μικροσκοπία Σάρωσης με στοιχειακή μικροανάλυση

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΜΙΚΡΟΔΟΜΗΣ

- ◆ Πορομετρία Υδραργύρου
- ◆ Ρόφηση νερού

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΝΤΟΧΩΝ

- ◆ Αντοχή σε μονοαξονικό εφελκυσμό

ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΚΟΝΙΑΣ / ΑΔΡΑΝΩΝ

ΟΛΙΚΟ ΔΕΙΓΜΑ

ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ
ΕΞΕΤΑΣΗ

ΘΕΡΜΙΚΗ
ΑΝΑΛΥΣΗ

ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ
ΑΚΤΙΝΩΝ Χ

ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ
ΥΠΕΡΥΘΡΟΥ

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ
ΔΙΑΛΥΤΩΝ ΑΛΑΤΩΝ

ΠΟΡΟΜΕΤΡΙΑ
ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΥ

ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΗ
ΑΝΤΟΧΗ

ΦΥΣΙΚΟΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ

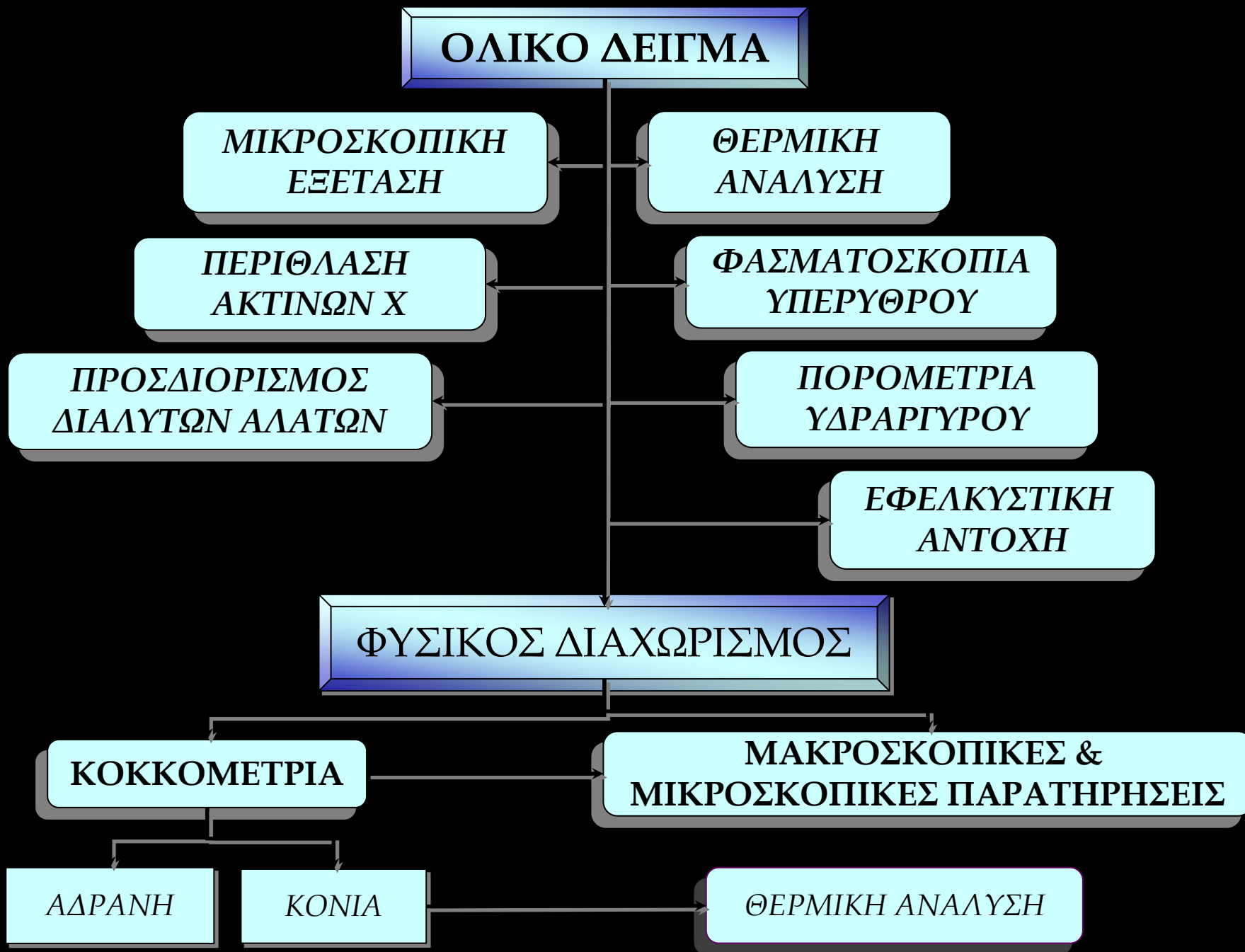
ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΑ

ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΕΣ &
ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

ΑΔΡΑΝΗ

ΚΟΝΙΑ

ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ





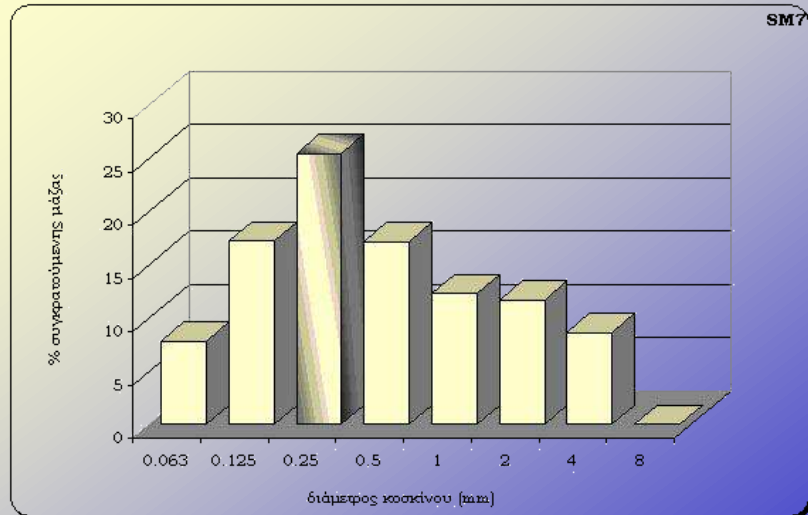
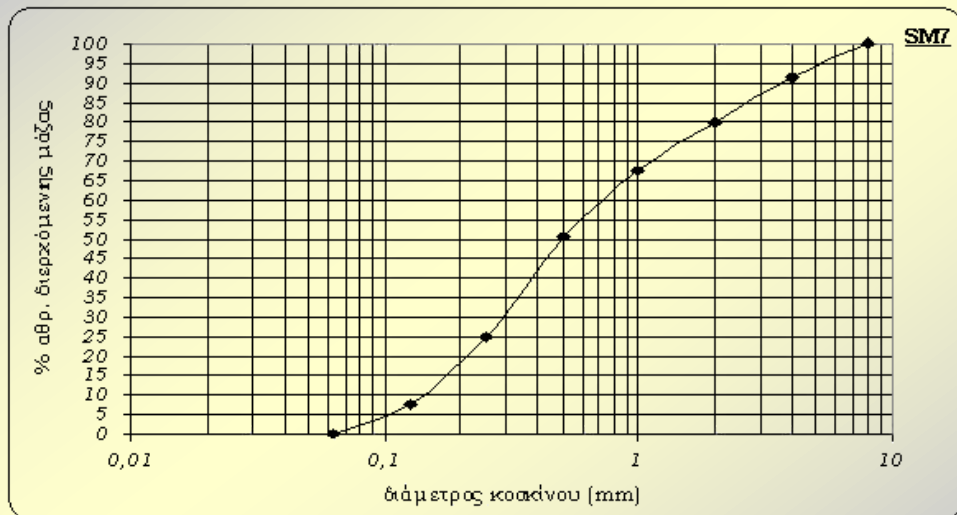
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Οι κοκκομετρικές κατανομές αντιμετωπίζονται ως **κατανομές συχνότητας** ενός οποιουδήποτε χαρακτήρα στατιστικά μεταβλητού. Από την **στατιστική επεξεργασία** των ποσοστών των κλασμάτων μιας κοκκοδιαβάθμισης εξάγονται παράμετροι και δείκτες που εκφράζουν στατιστικά τους κύριους χαρακτήρες κάθε ιστογράμματος κατανομής

μέση τιμή κατανομής, πιθανότερη τιμή κατανομής, τυλική απόκλιση, βαθμός συμμετρίας, βαθμός κύρτωσης



στατιστικές παράμετροι ► δημιουργία βάσης δεδομένων ► συσχετισμοί ► δυνατότητα προσδιορισμού του τύπου & της ζώνης προέλευσης των αδρανών υλικών





ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ

ΤΥΠΟΣ ΚΟΝΙΑΜΑΤΟΣ	ΛΟΓΟΣ ΚΟΝΙΑΣ / ΑΔΡΑΝΩΝ	ΟΛΙΚΟ ΠΟΡΩΔΕΣ (%)	ΦΑΙΝΟΜΕΝΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (g/cm ³)	ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ (MPa)
<i>ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ ΥΔΡΑΣΒΕΣΤΟΥ</i>	1/4- 1/1	30-45	1.5-1.8	<0,35
<i>ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΑΣΒΕΣΤΟΥ</i>	1/4- 1/1	18-40	1.7-2.1	0,35-0,55
<i>ΑΣΒΕΣΤΗ - ΦΥΣΙΚΗΣ ΠΟΖΟΛΑΝΗΣ</i>	1/4- 1/5	30-42	1.6-1.9	>0,60
<i>ΑΣΒΕΣΤΗ - ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΠΟΖΟΛΑΝΗΣ</i>	1/3	30-40	1.5-1.9	>0,55



ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΦΘΟΡΑΣ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ



ΦΥΣΙΚΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ

Υγρασία ► *διαβροχή - ξήρανση*

Ανερχόμενη Υγρασία ► *κρυστάλλωση αλάτων*

Υγροσκοπικότητα αλάτων

Μεταβολές θερμοκρασίας ► *συστολοδιαστολές*

Μηχανικές τάσεις ► *διαφορετικά μηχανικά χαρακτηριστικά ► ανάπτυξη τάσεων*

Φορτία ► *καταπόνηση υλικών*

Αστοχίες ► *κακή εφαρμογή - σχεδιασμός*

Σεισμικές καταπονήσεις

Χρήση ασύμβατων υλικών



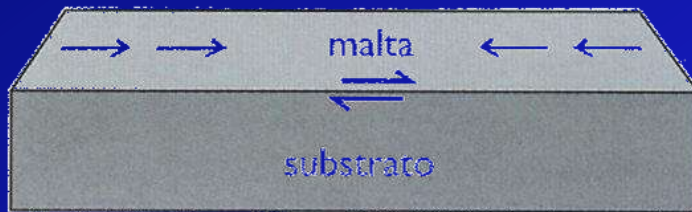
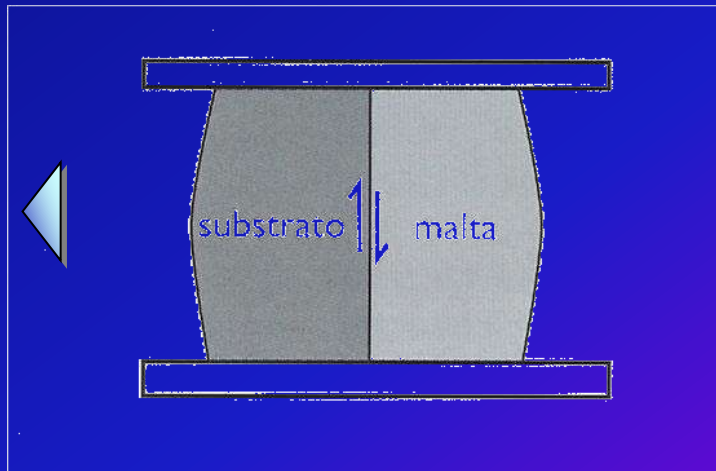
ΦΥΣΙΚΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ



► Διαφορετικός συντελεστής θερμικής διαστολής μεταξύ κονιάματος & υποστρώματος

Διαφορετικό μέτρο ελαστικότητας κονιάματος & υποστρώματος

Συγκέντρωση της τάσης στο υλικό με το μεγαλύτερο μέτρο ελαστικότητας



► Υγρομετρική συστολή



ΦΥΣΙΚΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ

ΑΣΥΜΒΑΤΑ ΥΛΙΚΑ

- τσιμέντο Portland
 - τσιμέντο Sorel
 - πολυμερή υλικά
- χρωματικές επιστρώσεις
- λίθοι με διαφορετικά χαρακτηριστικά
- οπτόπλινθοι με διαφορετικά χαρακτηριστικά



ΦΥΣΙΚΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ





ΦΥΣΙΚΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ

*Προβλήματα από την εφαρμογή
τσιμεντενέσεων*





ΦΥΣΙΚΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ



Χρήση τσιμέντου για συμπλήρωση λίθου



ΦΥΣΙΚΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΑΝΕΡΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ





ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΦΘΟΡΑΣ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ



ΧΗΜΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ

Προϋπόθεση: παρουσία υγρασίας

Ατμοσφαιρική Ρύπανση ► Ρυπαντές (SO_x , NO_x , CO_2)

Ενανθράκωση (αποικοδόμηση) υδραυλικών ενώσεων

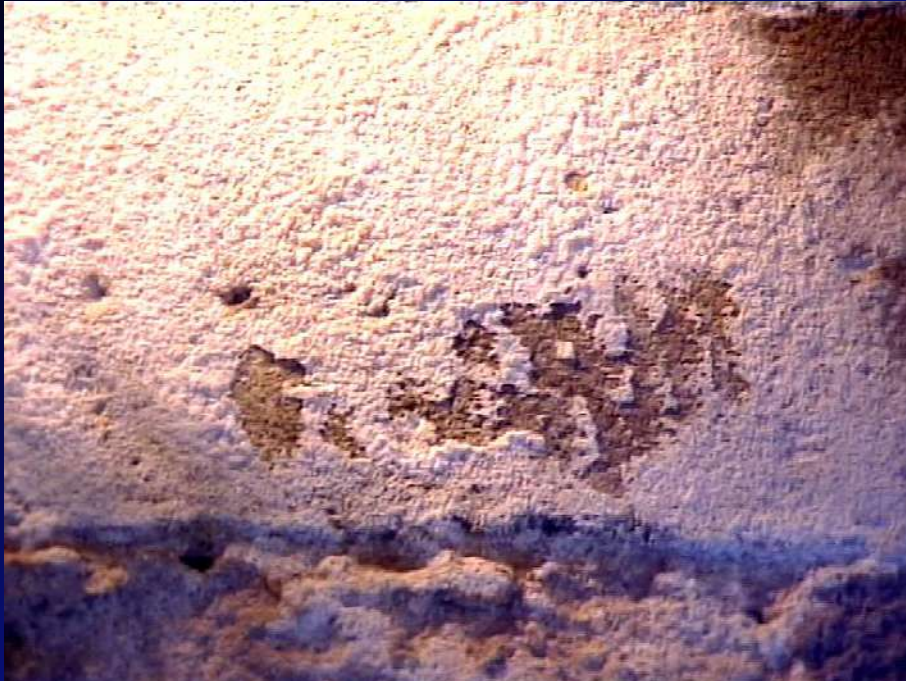
Αντιδράσεις μεταξύ διαφορετικών αλάτων ή μεταξύ ρύπων & αλάτων

Αλκαλική προσβολή ► Αλκαλοπυριτικές αντιδράσεις

Σχηματισμός μεγαλομοριακών ενώσεων ► Διόγκωση ► Ρηγμάτωση



ΣΥΝΕΡΓΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ & ΧΗΜΙΚΗΣ ΔΡΑΣΗΣ



*Εξανθήσεις αλάτων στην τοιχοποιία σε
ύψος 2m*



ΣΥΝΕΡΓΕΙΑ ΧΗΜΙΚΗΣ & ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΔΡΑΣΗΣ





ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΦΘΟΡΑΣ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ



ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ

Βακτήρια, ακτινοβακτήρια, κυανοβακτήρια, μύκητες,

φύκη, βρύα, λειχήνες

ανώτερη χλωρίδα

Μικρο- Μακρο πανίδα

Οργανικής & Ανόργανης Όξινης φύσης προϊόντα μεταβολισμού



ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ



*Μαύρη κρούστα που οφείλεται στην ανάπτυξη
κυανοβακτηρίων & λειχήνων*



ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ



Ανάπτυξη φυκών σε υπόγειο περιβάλλον



ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ



Μαύρες κρούστες σε τοιχογραφία που οφείλονται στην ανάπτυξη μυκήτων



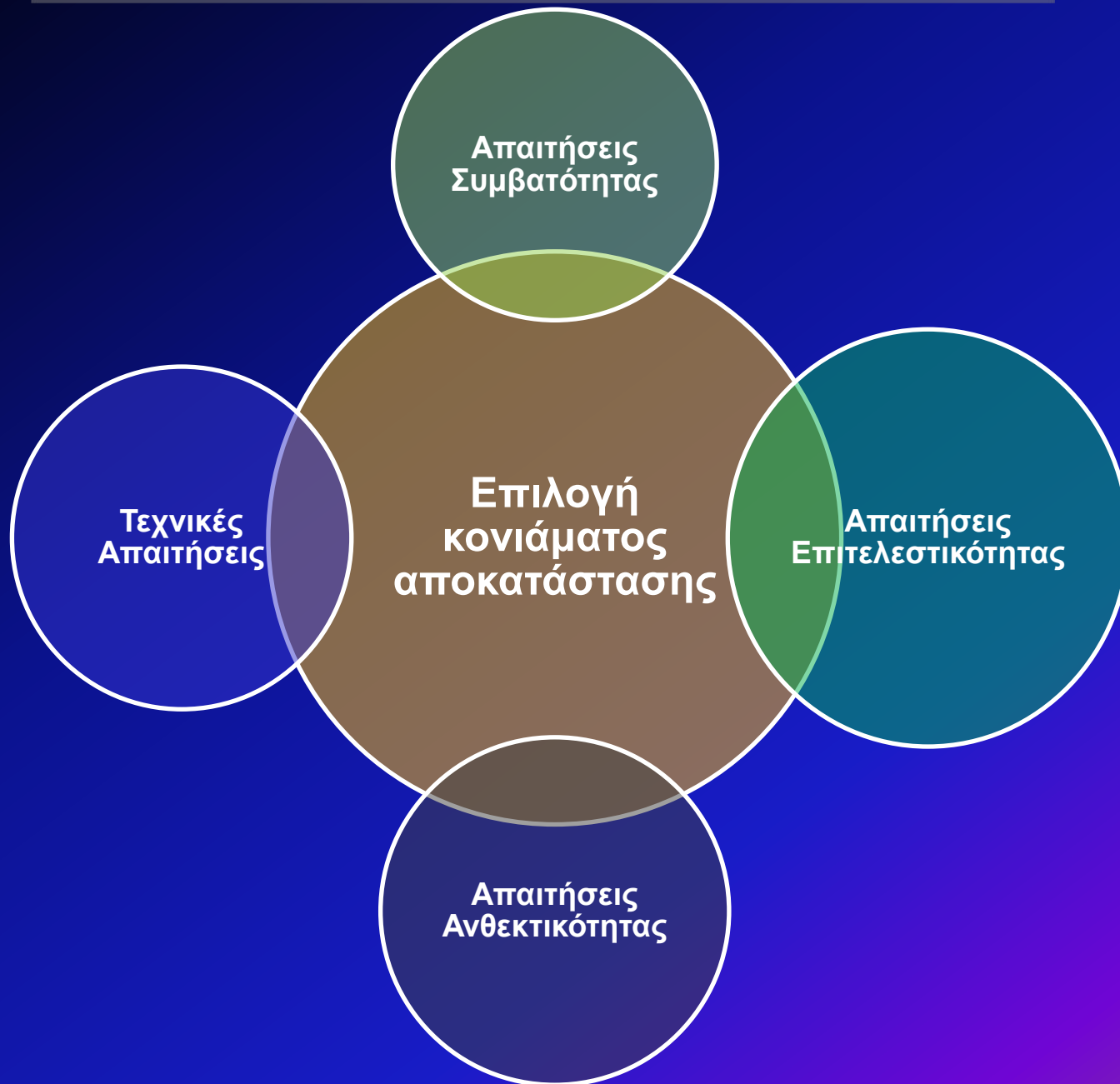
ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ



*Μικροσκοπική άποψη αποικιών λειχήνων σε επιχρίσματα
Το προϊόν μεταβολισμού των μικροοργανισμών είναι όξινης φύσης και δρα διαλυτικά
στο υλικό*

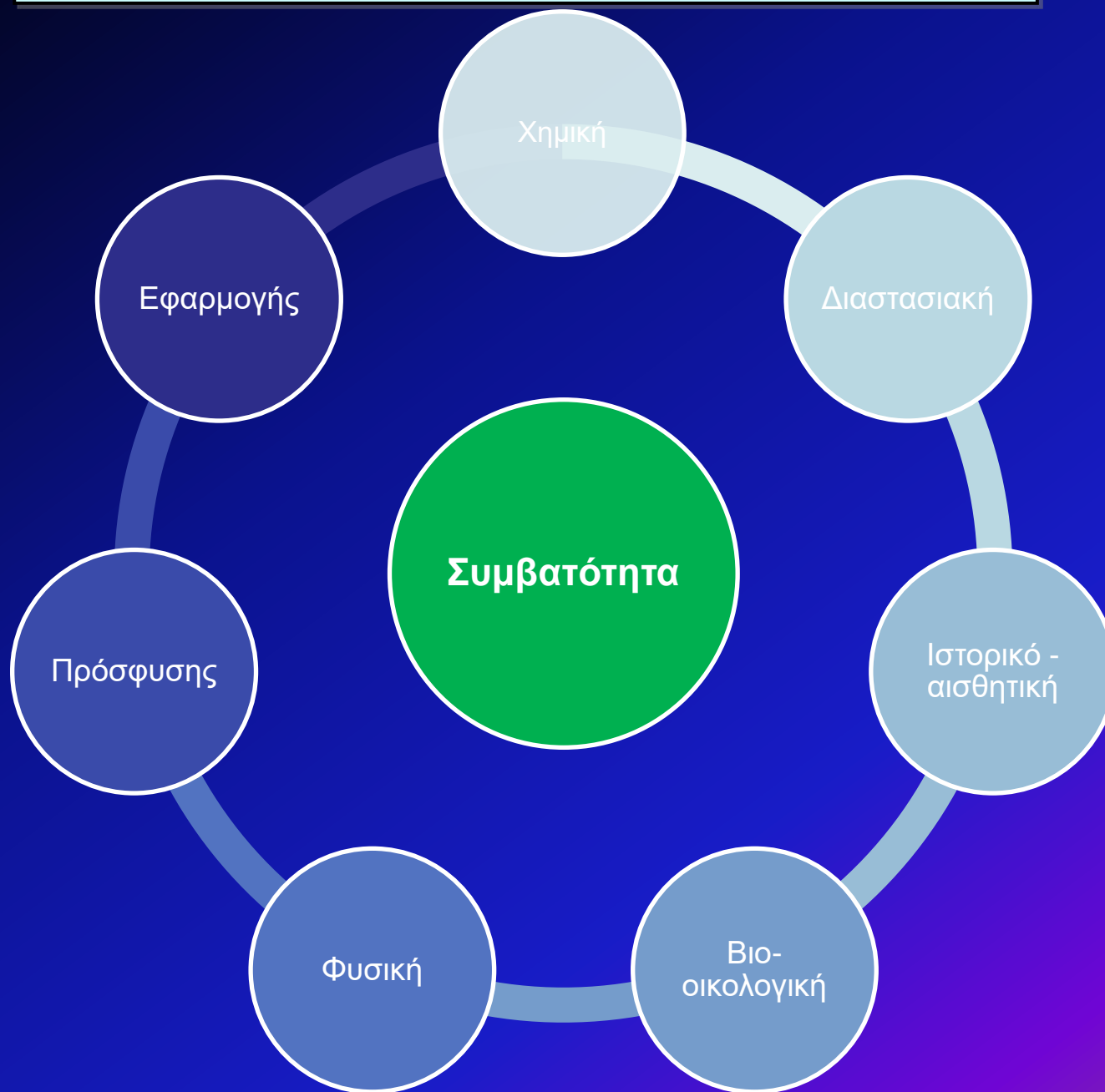


ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ





ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ





ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

ΒΑΣΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ, που πρέπει να ληφθεί υπόψη για την επιλογή ενός υλικού αποκατάστασης για οποιαδήποτε τόπο επέμβασης είναι η **φυσικό-χημική, μηχανική και αισθητική συμβατότητα με το υπόστρωμα και το σύνολο της κατασκευής στις ειδικές συνθήκες** που είναι εκτεθειμένη η κατασκευή ούτως ώστε να επιτευχθεί **η μέγιστη διάρκεια της επέμβασης στο χρόνο**

✓ **Ιστορικό-αισθητική Συμβατότητα**

Αισθητική και οι παράμετροι που την επηρεάζουν

✓ **Χημική Συμβατότητα**

Το κονίαμα δεν πρέπει να εισάγει στην τοιχοποιία επικίνδυνες ενώσεις ή να περιέχει ενώσεις που θα μπορούσαν να αντιδράσουν με τα προϊόντα φθοράς της τοιχοποιίας ή με άλλα συστατικά της τοιχοποιίας

✓ **Φυσική Συμβατότητα**

Διαπερατότητα και παράμετροι που την επηρεάζουν



ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

✓ *Διαστασιακή Συμβατότητα*

- Μέτρο Ελαστικότητας
- Ερπυσμός
- Συντελεστής θερμικής διαστολής
- Συστολή (Πλαστική, Υγρομετρική)

✓ *Πρόσφυση*

Ικανοποιητική πρόσφυση του κονιάματος με το υπόστρωμα

- Προετοιμασία υποστρώματος
- Κατάλληλη εργασιμότητα
- Ικανότητα διαβροχής
- Συγκράτηση νερού
- Ποζολανική αντίδραση



ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

✓ **Συμβατότητα Εφαρμογής**

Το κονίαμα πρέπει να διαθέτει ικανοποιητικά χαρακτηριστικά εφαρμογής

- Ευκολία στην ανάμιξη χωρίς το σχηματισμό σβόλων
- Θιξοτροπία, χωρίς να ρέει
- Κατάλληλη εργασιμότητα
- Συνεκτικότητα του μίγματος χωρίς να κολλάει στα εργαλεία
- Καλή σταθερότητα χωρίς διαχωρισμό (bleeding)
- Επαρκή χρόνο εφαρμογής
- Συγκράτηση νερού
- Κατάλληλο χρόνο πήξης

✓ **Βιο-οικολογική συμβατότητα**

- Πρώτες ύλες (ανανεώσιμες, ανάκτησης, κλπ)
- Διαδικασία παραγωγής (κατανάλωση ενέργειας, ρύπανση, κλπ)
- Επιπτώσεις στο περιβάλλον και τον άνθρωπο του τελικού προϊόντος



ΕΠΙΘΥΜΗΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- ✓ *Αντοχή σε θλίψη: 1-8 MPa*
- ✓ *Λόγος έμμεσου εφελκυσμού προς αντοχή σε θλίψη $\geq 10\%$*
- ✓ *Μέτρο Ελαστικότητας: 1-8000 MPa*
- ✓ *Πρόσφυση στο υπόστρωμα $> 0,3$ MPa*
- ✓ *Διόγκωση σε δοκιμή παγετού $\leq 0.04\%$*



Κριτήρια για την επιλογή των πρώτων υλών

Υδράσβεστος

- Ο αρχικός ασβεστόλιθος είναι απαραίτητο να παρουσιάζει περιεκτικότητα σε $\text{CaCO}_3 > 98\%$
- Η βέλτιστη θερμοκρασία έψησης για την παραγωγή άσβεστου μεγάλης δραστηκότητας και υψηλής ποιότητας εκτιμάται $\sim 900^\circ\text{C}$
- Η παραγόμενη άσβεστος είναι απαραίτητο να ακολουθήσει κατάλληλη διαδικασία σβέσης ανάλογα με τον τύπο της υδρασβέστου που παράγεται (σκόνη ή πολτός)
- Η παραγόμενη υδράσβεστος να παρουσιάζει
 - Ειδική επιφάνεια $> 12 \text{ m}^2/\text{g}$.
 - Περιεκτικότητα σε $\text{MgO} \leq 5$.
 - Περιεκτικότητα σε $\text{SO}_3 \leq 2$.
- Στην περίπτωση του ασβέστη πολτού, το ποσοστό του ελευθέρου νερού δεν πρέπει να ξεπερνά το 50%.
- EN 459-1 (2015-)



Κριτήρια για την επιλογή των πρώτων υλών

Φυσικός Υδραυλικός Ασβέστης

- Χαμηλή θερμοκρασία έψησης (~900-950 °C)
- Επιλογή του κατάλληλου τύπου υδραυλικού ασβέστη (NHL2, NHL3,5, NHL5) ανάλογα με την χρήση
- Χαμηλή περιεκτικότητα σε αλκάλια και C_3A
- Απουσία C_3S .
- Περιεκτικότητα σε $SO_3 \leq 2$.
- EN 459-1 (2015-)



Κριτήρια για την επιλογή των πρώτων υλών

Ποζολανικά Πρόσμικτα

Φυσικά ποζολανικά πρόσμικτα

- Λεπτή κοκκομετρία. Συνολικό ποσοστό διερχόμενο: 100% από τα 63 μ m
- Υψηλή ειδική επιφάνεια (>10 m²/g)
- Υψηλό ποσοστό δραστικού πυριτίου (>30%)
- Υψηλό ποσοστό οξειδίου του πυριτίου και του αργιλίου (>80%)
- Αντοχή σε θλίψη με δοκιμή ποζολανικότητας ≥ 6 MPa



Κριτήρια για την επιλογή των πρώτων υλών

Τεχνητά ποζολανικά πρόσμικτα

Παραδοσιακά τεχνητά ποζολανικά πρόσμικτα – Κεραμάλευρο

- Υψηλή περιεκτικότητα σε αργλικές φάσεις στην πρώτη ύλη
- Όπτηση στην βέλτιστη θερμοκρασία ανάλογα με την πρώτη ύλη, που ωστόσο πρέπει να διατηρείται σε χαμηλές τιμές (<900 °C)
- Λεπτή κοκκομετρία. Συνολικό ποσοστό διερχόμενο: 100% από τα 75μm.
- Υψηλή ειδική επιφάνεια (>8 m²/g)
- Υψηλό ποσοστό δραστικού πυριτίου (>30%)
- Υψηλό ποσοστό οξειδίου του πυριτίου και του αργιλίου (>70%)



Κριτήρια για την επιλογή των πρώτων υλών

Τεχνητά ποζολανικά πρόσμικτα υψηλής διαστικότητας (Μετακαολίνης)

- Λεπτή κοκκομετρία. Συνολικό ποσοστό διερχόμενο: 100% από τα 24 μ m
- Υψηλή ειδική επιφάνεια ($\geq 11 \text{ m}^2/\text{g}$)
- Ποζολανική δραστικότητα (δοκιμή Chapelle) $\geq 1000 \text{ mgCa(OH)}_2/\text{g}$



Κριτήρια για την επιλογή των πρώτων υλών

Αδρανή

Άμμος

- Κατάλληλη κοκκομετρική καμπύλη ανάλογα με την χρήση
- Φύση αδρανών (χαλαζιακή ή ανθρακική) ανάλογα την χρησιμοποιούμενη κονία
- Απουσία αλάτων, αργίλων και άλλων ανόργανων και οργανικών προσμίξεων
- Ισοδύναμο άμμου $>90\%$



Κριτήρια για την επιλογή των πρώτων υλών

Αδρανή

Θραυσμένο κεραμικό

- Κατάλληλη κοκκομετρική καμπύλη ανάλογα με την χρήση
- Απουσία αλάτων, αργίλων και άλλων ανόργανων και οργανικών προσμίξεων
- Επιθυμητή η ποζολανική δραστικότητα
- Χαμηλή τιμή φαινόμενης πυκνότητας



Αποτίμηση Χαρακτηριστικών Νωπών Κονιαμάτων

A/A	Κωδ.	w/(b+p)	Εξάπλωση (cm)	dapp. (g/cm ³)	Air (%)	Ret.water (%)
1	L	0,875	15,6	1,87	2,9	88,0
2	LPu	0,163	15,6	1,83	2,0	87,8
3	LCal	0,953	15,9	1,85	2,4	88,5
4	LPuCal	0,200	15,6	1,83	2,4	87,8
5	MK1	0,958	15,9	1,85	3,0	88,2
6	MK05	0,917	15,7	1,86	2,6	88,4
7	MK5	0,813	15,8	1,90	2,5	89,0
8	MK2.5	0,792	15,6	1,90	2,6	90,4
9	EM1	0,652	15,8	1,97	2,7	85,0
10	EM2	0,617	15,8	1,99	2,8	84,0
11	EM3	0,617	15,6	2,00	3,5	83,0
12	EM4	0,617	15,7	2,00	3,5	81,3
13	CP1	0,657	15,6	1,98	2,4	86,8
14	CP2	0,630	15,7	2,03	3,0	85,8
15	CP3	0,595	15,7	2,05	3,0	84,9
16	CP4	0,595	15,7	2,06	3,0	83,2



Τεχνικές Αποτίμησης Κονιαμάτων Αποκατάστασης

- **Συρρίκνωση**
- **Διαφορική Θερμική και Θερμοβαρυμετρική Ανάλυση (DTA/TG)**
 - Χημική Σταθεροποίηση των μιγμάτων (Δείκτης: δέσμευση $\text{Ca}(\text{OH})_2$)
 - Ανίχνευση υδραυλικών ενώσεων
- **Πορομετρία Υδραργύρου (MIP)**
Χαρακτηριστικά μικροδομής
- **Μηχανικές αντοχές**
 - Αντοχή σε θλίψη
 - Στατικό μέτρο ελαστικότητας
 - Αντοχή σε κάμψη
 - Πρόσφυση
- **Υπέρηχοι**
 - Ταχύτητα διάδοσης υπερήχων
 - Δυναμικό μέτρο ελαστικότητας
- **Δοκιμή Υδαταπορρόφησης – Δοκιμή Εμβάπτισης**
 - Συντελεστής Υδαταπορρόφησης
 - Υγρομετρική συμπεριφορά

Αποτίμηση των χαρακτηριστικών στον χρόνο

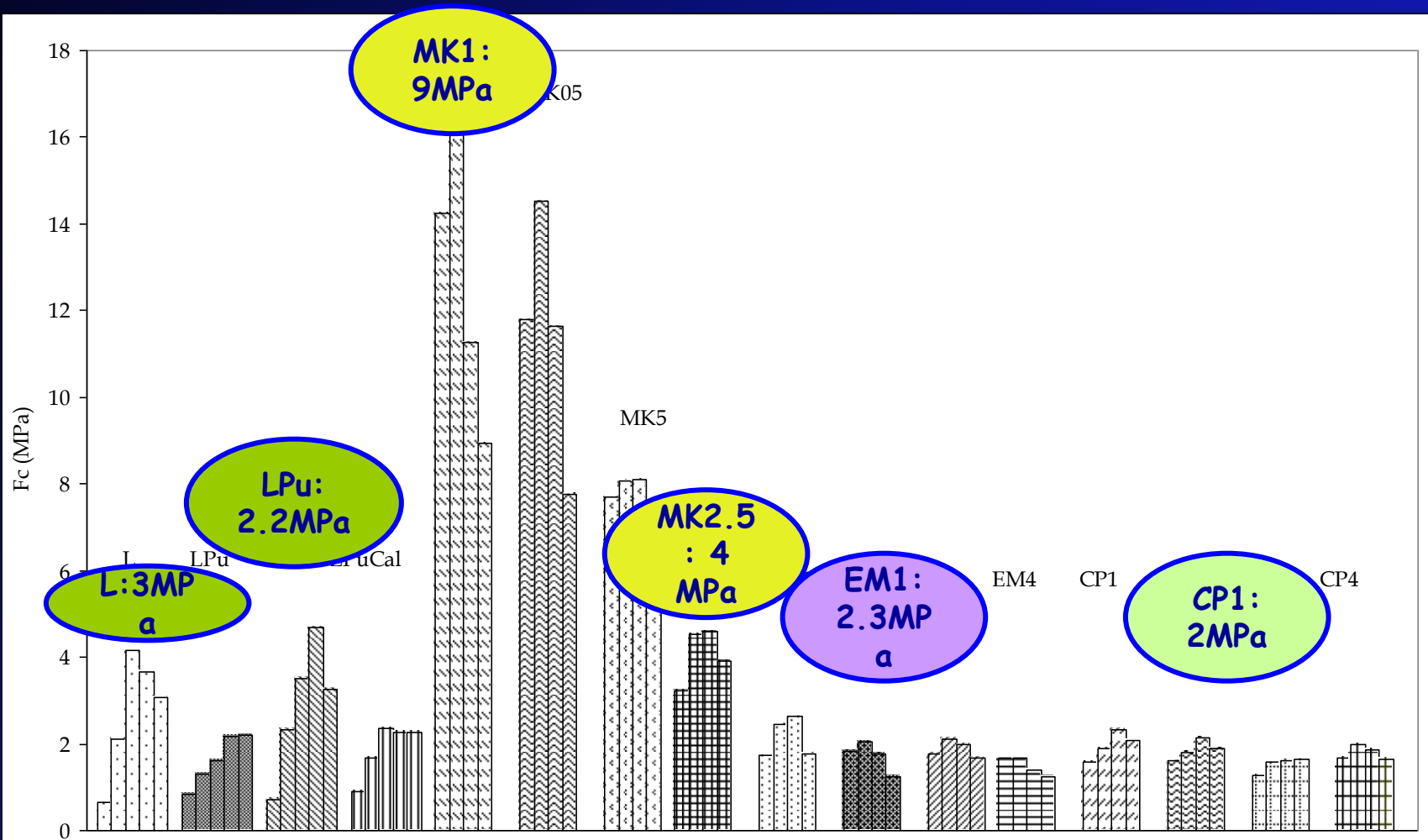


Συρρίκνωση

Κωδ.	Μήνες	Shrin. (% V)	
		Aver.	st.dev.
L	18	4,0	0,71
LPu	18	6,6	0,88
LCal	18	3,9	0,22
LPuCal	18	6,7	0,15
MK1	12	0,3	0,96
MK05	12	0,9	1,58
MK5	12	1,4	0,41
MK2.5	12	1,8	0,85
EM1	12	2,1	0,55
EM2	12	2,0	0,43
EM3	12	1,9	0,31
EM4	12	1,4	0,18
CP1	12	2,0	0,58
CP2	12	1,8	0,37
CP3	12	1,6	0,18
CP4	12	1,3	0,76



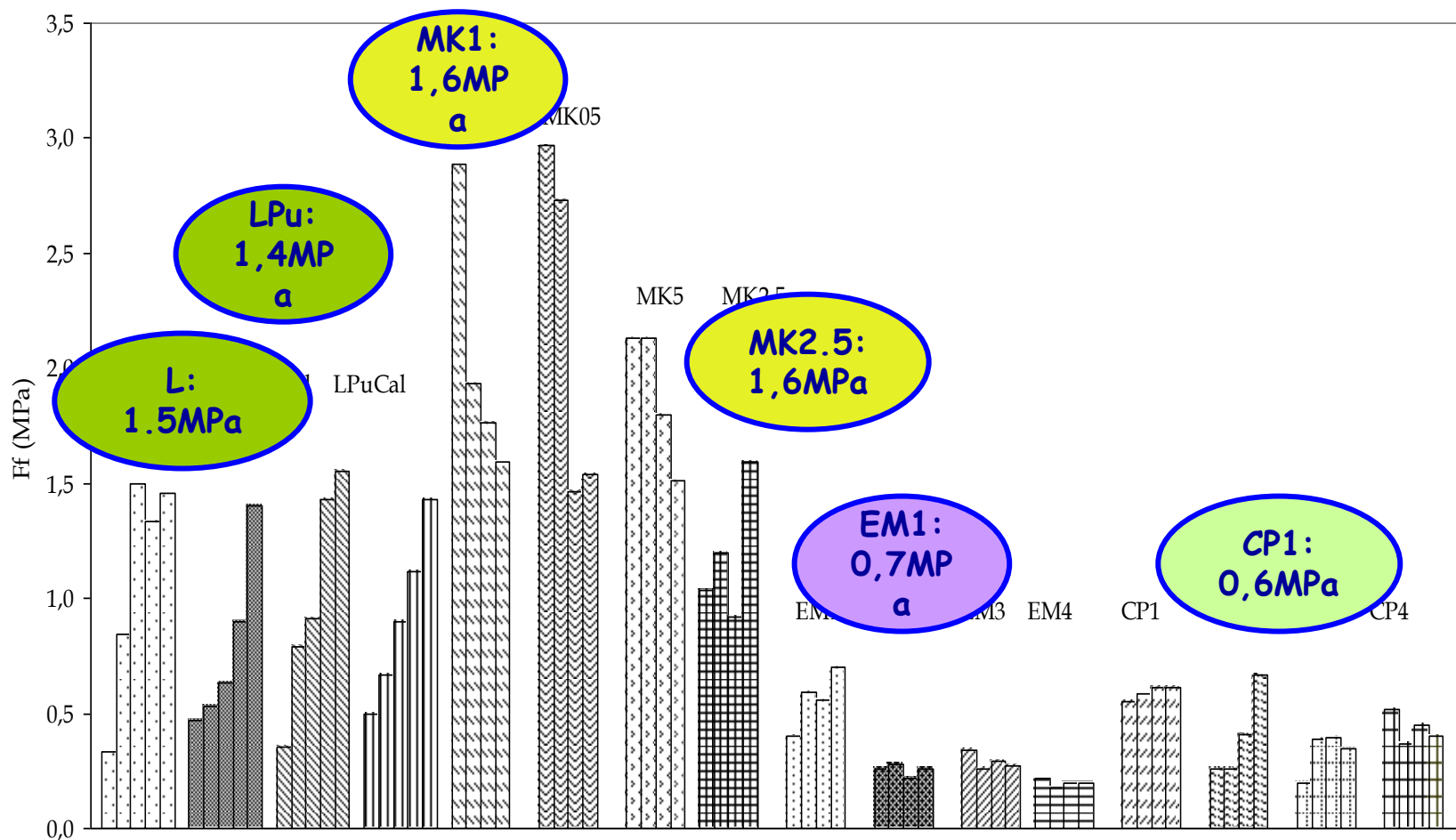
Αντοχή σε Θλίψη



Ανάπτυξη θλιπτικής Αντοχής για τα διάφορα είδη κονιαμάτων σε 1, 3, 6, 12, 18 μήνες

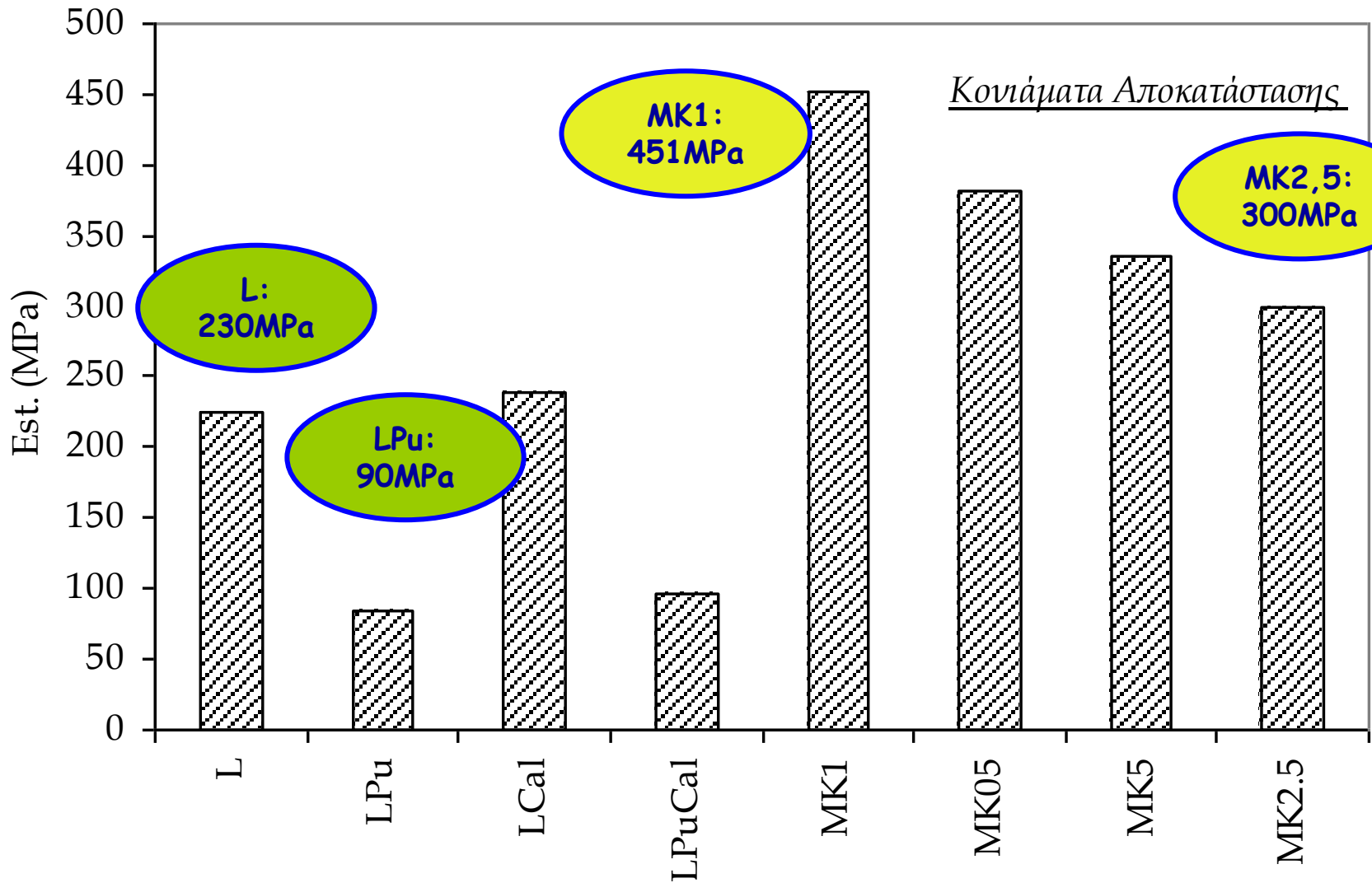


Αντοχή σε Κάμψη



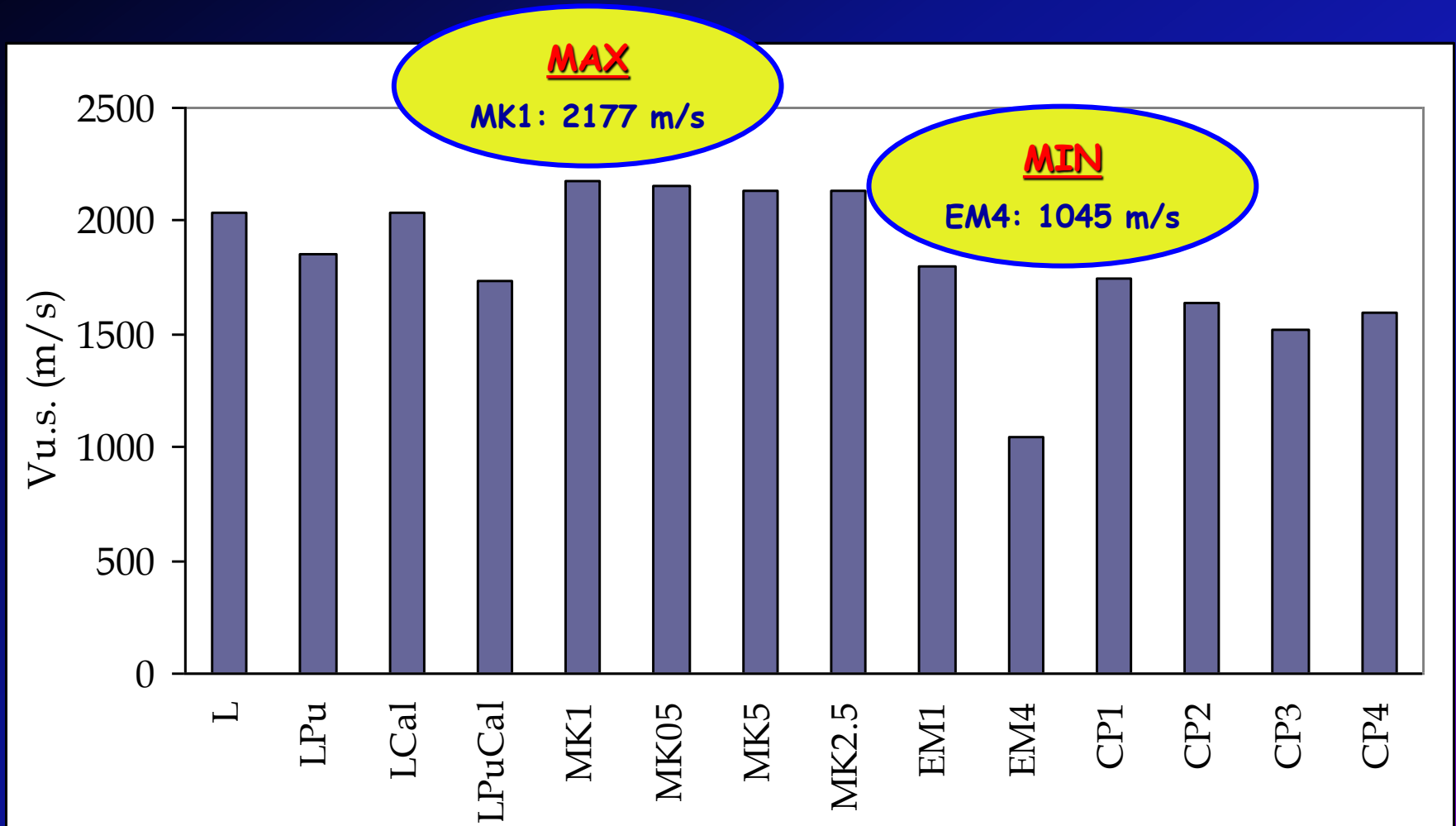


Στατικό Μέτρο Ελαστικότητας



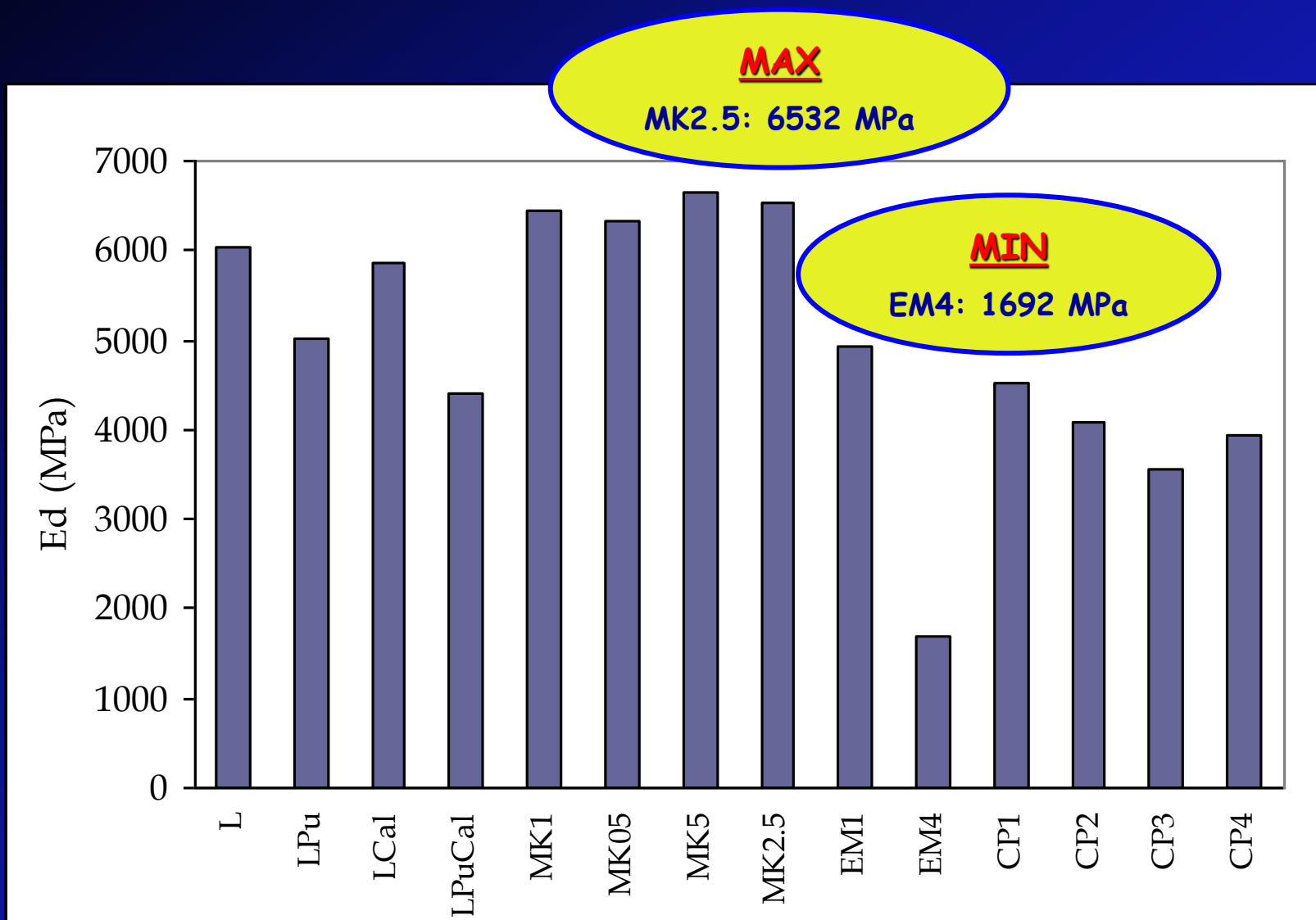


Ταχύτητα Διάδοσης Υπερήχων



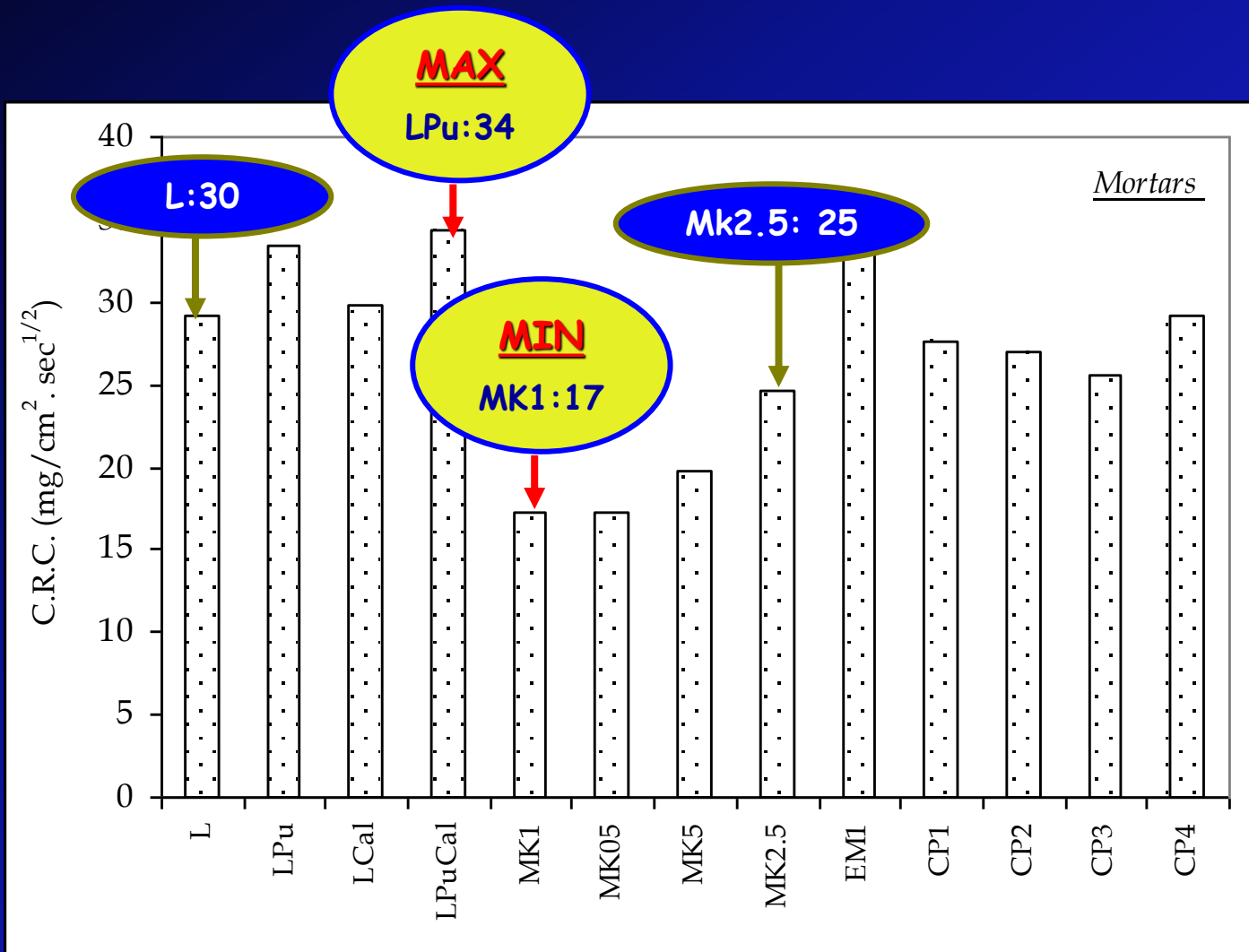


Δυναμικό Μέτρο Ελαστικότητας





Συντελεστής Υδαταπορρόφησης (τριχοειδής αναρρίχηση)





Φυσικομηχανική συμβατότητα κονιαμάτων με τα παραδοσιακά δομικά υλικά

Υλικό	Fc(MPa)		Ff		Est		Ed	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Λίθοι	5	55	0.5	5	5020	67650	6180	99830
Οπτόπλινθοι	8	16	2	6	7000	15000	8100	16500
Κονιάματα Αποκατάστασης	1	9	0.2	1.6	85	451	1692	6641

Τα μηχανικά χαρακτηριστικά των κονιαμάτων παρουσιάζουν εύρος τιμών και χαμηλότερες των αντιστοιχών παραδοσιακών δομικών υλικών.



Φυσικομηχανική συμβατότητα κονιαμάτων με τα παραδοσιακά δομικά υλικά

Υλικό	$\varepsilon_{Hg}(\%)$		$r_p(\mu m)$		CRC		$\varepsilon_w(\%)$	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Λίθοι	0.4	35	0.1	23.0	2	54	0.2	17
Οπτόπλινθοι	18	45	0.2	0.62	5	27	9	20
Ιστορικά Κονιάματα	18	45	0.1	20.6	16	35	10	24
Κονιάματα Αποκατάστασης	25	37	0.1	19.0	17	34	14	19

Τα χαρακτηριστικά μικροδομής των κονιαμάτων παρουσιάζουν ανάλογες τιμές των αντιστοιχών παραδοσιακών δομικών υλικών.