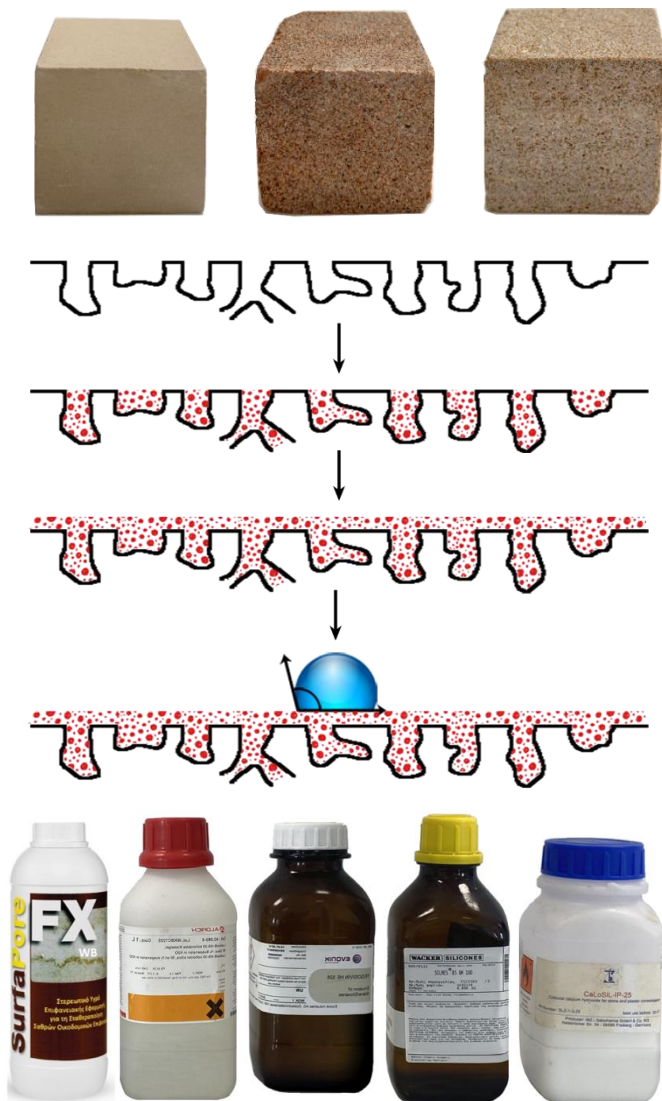


ΥΔΡΟΦΟΒΑ ΣΤΑΘΕΡΑ ΝΑΝΟΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΩΝ ΚΑΙ ΨΑΜΜΙΤΩΝ



ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΧΟΛΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ 2022-23

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΠΑΓΩΝΑ -ΝΟΝΗ ΜΑΡΑΒΕΛΑΚΗ

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ : ΜΑΡΚΟΜΙΧΕΛΑΚΗ ΧΡΥΣΑΝΘΗ

**ΥΔΡΟΦΟΒΑ ΣΤΑΘΕΡΑ ΝΑΝΟΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ
ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΩΝ ΚΑΙ ΨΑΜΜΙΤΩΝ**

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ/ΣΧΟΛΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ : ΜΑΡΚΟΜΙΧΕΛΑΚΗ ΧΡΥΣΑΝΘΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΠΑΓΩΝΑ- ΝΟΝΗ ΜΑΡΑΒΕΛΑΚΗ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα ερευνητική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Προγράμματος Προπτυχιακών Σπουδών, του Πολυτεχνείου Κρήτης του Τμήματος Αρχιτεκτόνων Μηχανικών το ακαδημαϊκό έτος 2023-24 με επιβλέπουσα την καθηγήτρια Παγώνα-Νόννη Μαραβελάκη .

Αρχικά, θα ήθελα να εκφράσω τις πιο θερμές ευχαριστίες μου, στην επιβλέπουσα καθηγήτρια Παγώνα-Νόννη Μαραβελάκη-Καλαϊτζάκη, για την πολύτιμη υποστήριξη και καθοριστική καθοδήγησή της κατά την εκπόνηση της ερευνητικής εργασίας .

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ερευνητές του Εργαστηρίου Υλικών, Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης του Πολυτεχνείου Κρήτης για την παραχώρηση του χώρου και του εξοπλισμού του εργαστηρίου καθώς και για την παροχή βοήθειας στην εξοικείωση των εργαστηριακών διαδικασιών.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1	ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΣΕΛ.3
1.2	ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΣΕΛ.4
1.3	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	ΣΕΛ.4

2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1	ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΥΚΤΩΝ	ΣΕΛ.5
2.1.1	ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ	ΣΕΛ.6
2.2	ΟΡΙΣΜΟΣ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ	ΣΕΛ.6
2.2.1	ΓΕΩΧΡΟΝΟΛΟΓΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ	ΣΕΛ.7
2.2.2	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ	ΣΕΛ.8-9
2.3	Η ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΙΘΟΥ	ΣΕΛ.10
2.3.1	Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΙΘΟΥ ΣΤΗΝ ΠΡΟΪΣΤΟΡΙΚΗ ΕΠΟΧΗ	ΣΕΛ.10
2.3.2	Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΙΘΟΥ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ ΕΩΣ ΤΗΝ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΠΟΧΗ	ΣΕΛ.11
2.4	Η ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	ΣΕΛ.12
2.5	ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΦΘΟΡΑΣ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	ΣΕΛ.12
2.5.1	ΦΥΣΙΚΟ-ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΦΘΟΡΑΣ	ΣΕΛ.13
2.5.2	ΧΗΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΦΘΟΡΑΣ	ΣΕΛ.13
2.5.3	ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΦΘΟΡΑΣ	ΣΕΛ.14
2.5.4	Η ΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ	ΣΕΛ.15
2.6	ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ Η ΣΧΕΣΗ ΤΗΣ ΜΕ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ	ΣΕΛ.16
2.7	ΥΔΡΟΦΟΒΑ ΣΤΑΘΕΡΑ ΝΑΝΟΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ	ΣΕΛ.17
2.7.1	ΕΙΔΗ ΥΔΡΟΦΟΒΩΝ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΝΑΝΟΣΥΝΘΕΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	ΣΕΛ.17
2.7.2	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΤΕΡΕΩΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ	ΣΕΛ.17
2.7.3	ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΕΛ.17

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

3. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ

3.1	ΚΛΑΣΤΙΚΑ ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ	ΣΕΛ.18
3.1.1	ΑΛΦΑΣ	ΣΕΛ.18
3.1.2	ΨΑΜΜΙΤΗΣ 1,2	ΣΕΛ.19
3.2	ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΑ	ΣΕΛ.19
3.2.1	TO SURFAPORE FX WB	ΣΕΛ.20
3.2.2	LUDOX® HS-30 COLLOIDAL SILICA	ΣΕΛ.21
3.2.3	TEGOSIVIN® HE 328	ΣΕΛ.22
3.2.4	WACKER SILICONES - SILRES® BS OH 100	ΣΕΛ.23
3.2.5	CALOSIL IP-25	ΣΕΛ.24

4. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΕΣΑ ΕΡΕΥΝΑΣ (ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ)

4.1	ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΤΑΔΙΩΝ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΣΕΛ.25
4.2	ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	ΣΕΛ.25
4.2.1	ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	ΣΕΛ.26
4.2.2	ΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	ΣΕΛ.26
4.3	ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΜΕΣΩΝ ΕΡΕΥΝΑΣ (ΘΕΩΡΙΑ ,ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ):	ΣΕΛ.27
4.3.1	ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ	ΣΕΛ.27
4.3.2	ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ ΣΑΡΩΣΗΣ	ΣΕΛ.28
4.3.3	ΚΛΙΒΑΝΟΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ - ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ / ΔΟΧΕΙΟ ΞΗΡΑΝΣΗΣ	ΣΕΛ.29
4.3.4	ΤΡΙΧΟΕΙΔΗΣ ΑΝΑΡΡΙΧΗΣΗ	ΣΕΛ.30-31
4.3.5	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ	ΣΕΛ.32
4.3.6	ΧΡΗΣΗ ΦΑΣΜΑΤΟΦΩΤΟΜΕΤΡΟΥ ΟΡΑΤΟΥ (ΧΡΩΜΑΤΟΜΕΤΡΟ)	ΣΕΛ.33-34
4.3.7	ΜΕΛΕΤΗ ΝΑΝΟΫΛΙΚΩΝ ΜΕΣΩ ΑΥΤΟΚΟΛΜΗΤΗΣ ΤΑΙΝΙΑΣ SCOTCH TAPE	ΣΕΛ.35
4.3.8	UPV – TEST (ΥΠΕΡΗΧΟΣ)	ΣΕΛ.36
4.3.9	ΜΕΛΕΤΗ ΜΕΣΩ ΥΠΕΡΥΘΡΗΣ ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑΣ ΜΕ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ FOURIER (FTIR)	ΣΕΛ.37-39
4.3.10	ΕΞΕΤΑΣΗ ΥΔΡΟΦΟΒΙΚΟΤΗΤΑΣ - ΥΔΡΟΦΙΛΙΚΟΤΗΤΑΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ.	ΣΕΛ.40

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

5. ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΠΟΡΙΣΜΑΤΩΝ

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ _____ ΣΕΛ.41-42

5.1 ΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΛΦΑ ΚΑΙ ΨΑΜΜΙΤΗ _____ ΣΕΛ.43

5.2 ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ _____ ΣΕΛ.44-45

- ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ ΣΕ ΑΛΦΑ _____ ΣΕΛ.46
- ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ ΣΕ ΨΑΜΜΙΤΗ _____ ΣΕΛ.47

5.3 ΤΡΙΧΟΕΙΔΗΣ ΑΝΑΡΡΙΧΗΣΗ _____ ΣΕΛ.48

- ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ ΣΕ ΑΛΦΑ _____ ΣΕΛ.49
- ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ ΣΕ ΨΑΜΜΙΤΗ _____ ΣΕΛ.50

5.4 ΧΡΩΜΑΤΟΜΕΤΡΟ _____ ΣΕΛ.51

- ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ ΣΕ ΑΛΦΑ _____ ΣΕΛ.51
- ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ ΣΕ ΨΑΜΜΙΤΗ _____ ΣΕΛ.52

5.5 SCOTCH-TAPE _____ ΣΕΛ.53

- ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ ΣΕ ΨΑΜΜΙΤΗ _____ ΣΕΛ.53

5.6 ΥΠΕΡΗΧΟΙ _____ ΣΕΛ.54

- ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ ΣΕ ΨΑΜΜΙΤΗ ΚΑΙ Α16 ΑΛΦΑ _____ ΣΕΛ.54

5.7 FTIR _____ ΣΕΛ.55

- ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ ΣΕ ΨΑΜΜΙΤΗ _____ ΣΕΛ.55

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

5.8 ΥΔΡΟΦΟΒΙΚΟΤΗΤΑ-ΥΔΡΟΦΙΛΙΚΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ _____ ΣΕΛ.56

- ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ ΣΕ ΑΛΦΑ ΚΑΙ ΨΑΜΜΙΤΗ ΜΕΤΑ ΑΠΟ 15 ΜΕΡΕΣ _____ ΣΕΛ.56
- ΥΔΡΟΦΟΒΙΚΟΤΗΤΑ-ΥΔΡΟΦΙΛΙΚΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΣΕ ΒΑΘΟΣ ΧΡΟΝΟΥ _____ ΣΕΛ.57
- ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΣΤΑΓΟΝΑΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ 15 ΜΕΡΕΣ _____ ΣΕΛ.58
- ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΣΤΑΓΟΝΑΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ 8 ΜΗΝΕΣ _____ ΣΕΛ.59
- ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΣΤΑΓΟΝΑΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ 10-11ΜΗΝΕΣ _____ ΣΕΛ.60

5.9 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ _____ ΣΕΛ.61-62

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

6.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ _____ ΣΕΛ.63

6.2 ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΣΥΜΒΟΛΗΣ ΤΩΝ ΝΑΝΟ-ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ ΤΗΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ _____ ΣΕΛ.64

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

7.1 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ _____ ΣΕΛ.65-66

7.2 ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ _____ ΣΕΛ.67-68

7.3 ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ _____ ΣΕΛ.69

7.3.1 ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ (ΣΕΛ 10-11) _____ ΣΕΛ.70

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1/ ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΜΕΛΕΤΗΣ

Από τους αρχαιότετους χρόνους, η ανθρώπινη δημιουργικότητα, χρησιμοποίησε τους λίθους για να καλύψει τις βασικές στεγαστικές ανάγκες του. Στο πέρασμα του χρόνου οι λιθόκτιστες κατασκευές εξελίχθηκαν για να καλύψουν ένα ευρύ φάσμα κατασκευών (κατοικίες, ναοί, αμυντικά έργα, τεχνικά έργα).

Οι ιστορικές λιθόκτιστες κατασκευές έχουν υποστεί φθορές που οφείλονται στην έκθεση στους περιβαλλοντικούς παράγοντες και στην έλλειψη συντήρησης.

Η φθορά των λίθων των δομικών επιφανειών είναι πολυπαραγοντικό φαινόμενο που οφείλεται σε φυσικές, χημικές, βιολογικές, κλιματολογικές και ανθρωπογενείς επιδράσεις που απομειώνουν την αντοχή των μηχανικών ιδιοτήτων τους (πυκνότητα, συνοχή) .

Η παράταση της διάρκειας ζωής, καθώς και της ανθεκτικότητας των δομικών υλικών στους εξωγενείς παράγοντες, αποτελεί τον κύριο στόχο της αποκατάστασης της συνοχής των φυσικών λίθων μέσω της στερέωσης και της αποτροπής της αποσάθρωσης.

Η τεχνολογική εξέλιξη συμβάλει στη βέλτιστη διαχείριση των φθορών που προκύπτουν από τη δράση των φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων .

Οι σύγχρονες τεχνικές και η νανοτεχνολογία γίνονται αρωγοί στην έρευνα για την βελτιστοποίηση των ιδιοτήτων των δομικών υλικών καθώς και των υλικών προστασίας αυτών, που προορίζονται για τον τομέα της συντήρηση δομικών κατασκευών .

Στην παρούσα ερευνητική εργασία, βασιζόμενοι στο ιστορικό και επιστημονικό υπόβαθρο, εμβαθύνονται οι διεργασίες της φθοράς και

εξετάζεται πειραματικά η δράση και η επιρροή των υδρόφοβων νανοϋλικών στις μηχανικές ιδιότητες των λίθων.

Η έρευνα επικεντρώνεται στη διερεύνηση της αποτελεσματικότητας και της συμβατότητας των σύγχρονων τεχνικών με νανοϋλικά με λίθινες επιφάνειες, στοχεύοντας στην ενίσχυση των μηχανικών ιδιοτήτων και της υδροφοβικότητας του λίθου, συμβάλλοντας στη διατήρηση των αξιόλογων λιθόκτιστων κατασκευών.

Συγκεκριμένα, εξετάζεται ο ασβεστόλιθος αλφάς και ο ψαμμίτης, καθώς είναι υλικά που χρησιμοποιούνται ευρέως ως δομικά στοιχεία σε πληθώρα κατασκευών και επομένως η βελτίωση της αντοχής τους είναι σημαντική στο πεδίο της συντήρησης της Αρχιτεκτονικής και Πολιτιστικής Κληρονομιάς.

Στο πλαίσιο της μελέτης, πραγματοποιούνται δοκιμές με διακριτή επάλειψη πέντε υδρόφοβων νανოსύνθετων υλικών (SurfaPore FX WB, LUDOX® HS-30, TEGOSIVIN® HE 328, WACKER SILICONES - SILRES® BS OH 100, CALOSIL IP-25) σε δοκίμια ασβεστόλιθου(αλφά) και ψαμμίτη ώστε να εκτιμηθεί η συμπεριφορά του επαλειφόμενου υλικού σε υποστρώματα με διαφορετικά χαρακτηριστικά, σύσταση και πορώδες.

Στη λήξη της πειραματικής διαδικασίας, τα αποτελέσματα των δοκιμών συγκρίνονται, ώστε να διατυπωθούν ασφαλή συμπεράσματα για την συμπεριφορά των εξεταζόμενων υδρόφοβων και στερεωτικών υλικών.

1.2/ ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της εργασίας είναι η διεξαγωγή τεκμηριωμένης έρευνας, με γνώμονα τη διεπιστημονικότητα και το συνδυασμό θεωρητικού και πειραματικού πλαισίου, για τη διαπίστωση των ιδιοτήτων των στερεωτικών υλικών καθώς και την αναζήτηση και διατύπωση κριτηρίων για την βελτίωση της αποτελεσματικότητας των νανοϋλικών και της συμβατότητας του με τον λίθο, αντιμετωπίζοντας τα σύγχρονα πρακτικά προβλήματα, εντός του θεωρητικού πλαισίου των προστατευόμενων αξιών, επιδιώκοντας την παραγωγή νέων υλικών, τα οποία

συμβάλλουν στην προστασία και ανάδειξη του ιστορικού και μνημειακού αποθέματος.

Πρόθεση του πονήματος είναι να διερευνηθούν, με εργαστηριακές μεθόδους, η δράση και η επιρροή των υδρόφοβων νανοϋλικών στις μηχανικές ιδιότητες των λίθων.

Στα πλαίσια της μελέτης, παρατηρείται η συμπεριφορά καινοτόμων υβριδικών νανοϋλικών σε δοκίμια ασβεστόλιθου (αλφά) και ψαμμιτών, αποβλέποντας στην ενίσχυση των μηχανικών ιδιοτήτων και στην αύξηση της ανθεκτικότητάς τους, ελαχιστοποιώντας τις αλλοιώσεις που επιφέρουν οι περιβαλλοντικοί παράγοντες με την πάροδο του χρόνου.

Παράλληλα, διερευνάται η δημιουργία πλαισίου παραγωγής υλικών νανοτεχνολογίας με αποτελεσματικότερες μηχανικές και αδιαβροχοποιητικές ιδιότητες, συμβάλλοντας στη διατήρηση των μνημείων αρχιτεκτονικής και πολιτιστικής κληρονομιάς καθώς και των παραδοσιακών λιθόκτιστων κατασκευών.

1.3/ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η μεθοδολογία που ακολουθείται για τη ολοκλήρωση της μελέτης είναι ο συνδυασμός θεωρητικού πλαισίου και πειραματικής έρευνας.

Το θεωρητικό πλαίσιο υποστηρίζεται από επιστημονικές έρευνες και ιστορικά στοιχεία, από τα οποία αντλούνται οι πληροφορίες σχετικά με την αναγνώριση των πετρωμάτων, τη διαχρονική χρήση των λίθου ως δομικό υλικό και τις διεργασίες της φθοράς των λίθων, καθώς και το τεχνολογικό φάσμα παραγωγής υδρόφοβων νανοϋλικών.

Το πειραματικό μέρος πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Υλικών, Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης του Πολυτεχνείου Κρήτης. Οι πειραματικές δοκιμές εξελίχθηκαν μέσω εξειδικευμένων τεχνικών και τα υπό εξέταση υλικά εφαρμόστηκαν σε κατάλληλα προετοιμασμένα δοκίμια λίθων.

2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1/ ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΥΚΤΩΝ

Ορυκτά θεωρούνται τα χημικά στοιχεία ή οι ανόργανες ενώσεις φυσικής προέλευσης και απαντώνται στο έδαφος ή στο υπέδαφος ή στο νερό, υπό μορφή διαλύματος, ως συστατικό πετρωμάτων, από τα οποία αποτελείται ο στερεός φλοιός της Γης. [1]

Τα ορυκτά παρουσιάζουν μεγάλο βαθμό διάταξης των ατόμων τους και σταθερές ή ελάχιστα κυμαινόμενες φυσικές ιδιότητες και χημική σύσταση, ενώ εμφανίζουν απόλυτα οργανωμένη εσωτερική δομή (κρυσταλλική δομή). [2]

Προϋποθέσεις για τον χαρακτηρισμό μιας χημικής ένωσης ενός ορυκτού είναι τα ακόλουθα κριτήρια:

1. φυσική προέλευση
2. ανόργανες ύλες
3. χημική σύσταση
4. καθορισμένες φυσικές ιδιότητες
5. στερεά

2.1.1/ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ

Τα ορυκτά διακρίνονται σύμφωνα με τη χημική σύνθεσή τους και την εσωτερική κρυσταλλική δομή τους, στις ακόλουθες οκτώ ομάδες: [3]

- πυριτικά
- ανθρακικά
- οξειδία
- θειικά
- σουλφίδια
- αλογονίδια
- φωσφορικά
- αυτοφυή στοιχεία



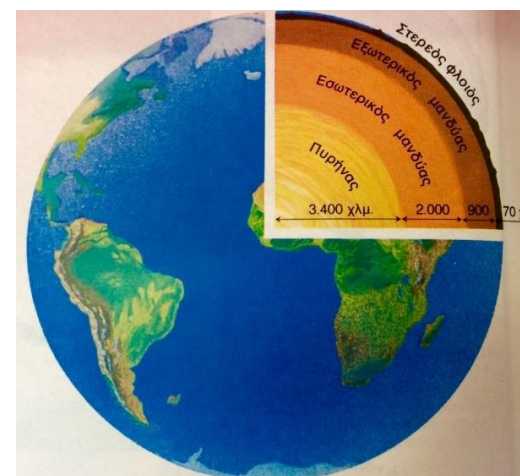
Εικ.1: Διάφορα ορυκτά με τα ονόματά τους.

Πηγή: <https://gr.dreamstime.com>

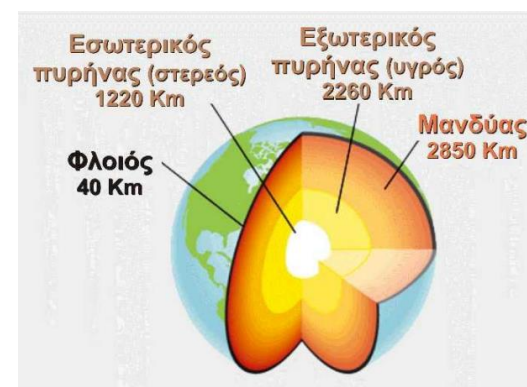
2.2/ ΟΡΙΣΜΟΣ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ

Πετρώματα ονομάζονται τα ορυκτά ή οι ομάδες ορυκτών με καθορισμένη ορυκτολογική και χημική σύσταση που σχηματίζουν μέρος του στερεού φλοιού της Γης και είναι προϊόντα διάφορων γεωλογικών διεργασιών. [4]

Ο στερεός φλοιός της Γης μαζί με τον εξωτερικό μανδύα αποτελούν τη λιθόσφαιρα. Ο στερεός φλοιός αποτελείται από στέρεα υλικά, τα οποία καλούνται πετρώματα. [5]



Εικ.2: Η διατομή της Γης
Πηγή: Άτλας Ηπείρων, Νικόδημος



Εικ.3: Ο φλοιός και η δομή του εσωτερικού της Γης.

Πηγή: pdf Ορυκτά και πετρώματα/Μπόττη,Μωραΐτη

Το ανώτερο στρώμα του στερεού φλοιού της Γης, αποτελείται από πετρώματα τα οποία είναι κατά : [6]

- 95% πυριγενή πετρώματα
- 4% άργιλοι
- 0,75% αμμόλιθοι
- 0,25% ασβεστόλιθο

Τα πετρώματα της επιφάνειας της Γης είναι κατά:

- 5% πυριγενή
- 4% μεταμορφωσιγενή
- 75% ιζηματογενή

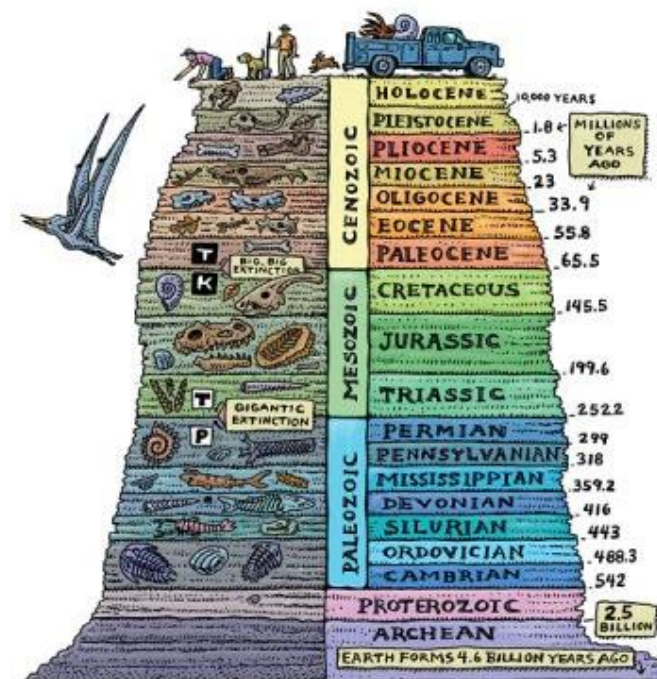
ενώ το 16% της Γης καλύπτεται από πάγους.

Τα κύρια χαρακτηριστικά των πετρωμάτων που είναι σημαντικά στην Επιστήμη των Υλικών, είναι τα ακόλουθα:

- **Ορυκτολογική σύνθεση:** φυσικές και χημικές ιδιότητες των ορυκτών που τα απαρτίζουν.
- **Ιστός – υφή:** τρόπος εμφάνισης των ορυκτών συστατικών στη μάζα του πετρώματος, βαθμός κρυστάλλωσης, μέγεθος, σχήμα .
- **Δομή μάζας του πετρώματος:** μικροχαρακτηριστικά, σχιστότητα, πτυχές, κ.α.

2.2.1/ ΓΕΩΧΡΟΝΟΛΟΓΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ

Η ηλικία της Γης υπολογίζεται στα 4,6 δισεκατομμύρια χρόνια, ενώ τα παλιότερα πετρώματα παρουσιάστηκαν πριν από 3,96 δισεκατομμύρια χρόνια. Για τη χρονολόγηση των πετρωμάτων, των διαφόρων σχηματισμών και των γεωλογικών γεγονότων έχει καθορισθεί **μια γεωχρονολογική κλίμακα που υποδιαιρείται σε αιώνες, περιόδους και εποχές**. Κάθε υποδιαίρεση καλύπτει ορισμένο χρονικό εύρος και αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη χρονική εποχή της γεωλογικής ιστορίας. Οι επί μέρους περίοδοι προσδιορίζονται με το όνομα της περιοχής, στην οποία πρωτομελετήθηκαν οι σχηματισμοί. [7]



Εικ.3: Γεωχρονολογική κλίμακα

Πηγή: http://upsection.blogspot.gr/2012_05_01_archive.html

2.2.2/ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ

Τα πετρώματα ταξινομούνται με πολλούς διαφορετικούς τρόπους.

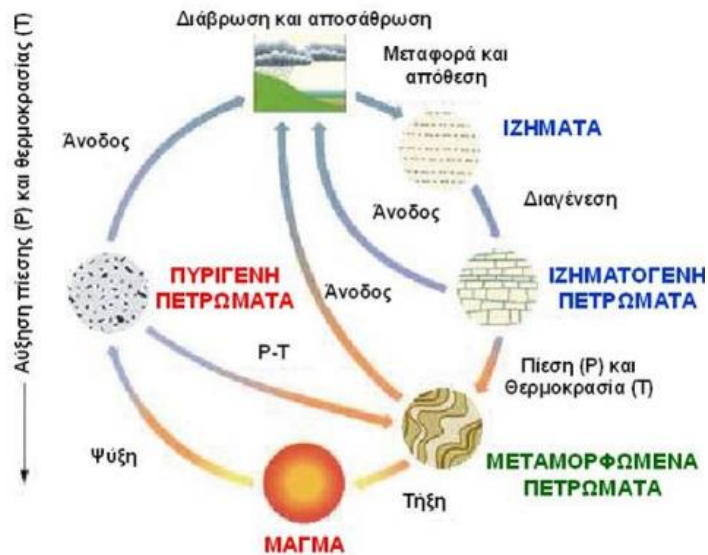
Ανάλογα με τη σύστασή τους:

- ομογενή, αποτελούνται από ένα είδος πέτρας
- ετερογενή, αποτελούνται από περισσότερα είδη πέτρας.

Ανάλογα με τον τρόπο δημιουργίας :

- πυριγενή ή εκρηξιγενή ή μαγματικά πετρώματα.
- ιζηματογενή πετρώματα.
- μεταμορφωμένα ή μεταμορφωσιγενή πετρώματα.

Κατά τη διάρκεια του γεωλογικού χρόνου το υλικό της λιθόσφαιρας ανακυκλώνεται διαρκώς, δημιουργώντας νέα πετρώματα από τα ήδη υπάρχοντα. Το φαινόμενο αυτό αποδίδεται στο σχηματικό «κύκλο των πετρωμάτων». [8]

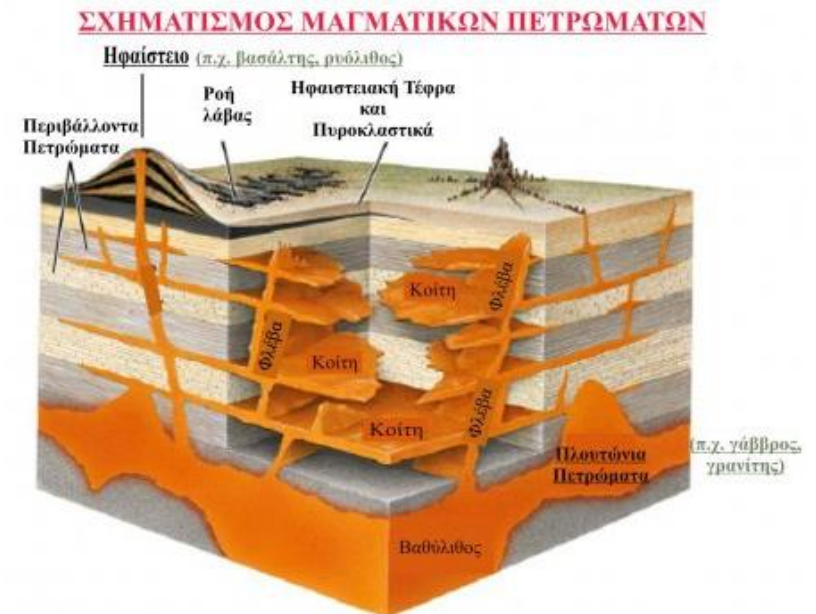


Εικ.4: Κύκλος πετρωμάτων

Πηγή: <https://www.orykta.gr/geologia-oryktologia/dimiourgia-ekseliksi-gis>

Μαγματικά ή Πυριγενή

Τα Πυριγενή (Μαγματικά) Πετρώματα προέρχονται από τη στερεοποίηση του μάγματος στην επιφάνεια ή εντός της μάζας του στερεού φλοιού της Γης. Ανάλογα με το βάθος στο οποίο συντελείται η κρυστάλλωση διαχωρίζονται σε “πλουτώνια” (σε μεγάλα βάθη) , “φλεβικά” (σε μικρότερα βάθη) και “ηφαιστειακά” (επιφανειακά στρώματα). [9]

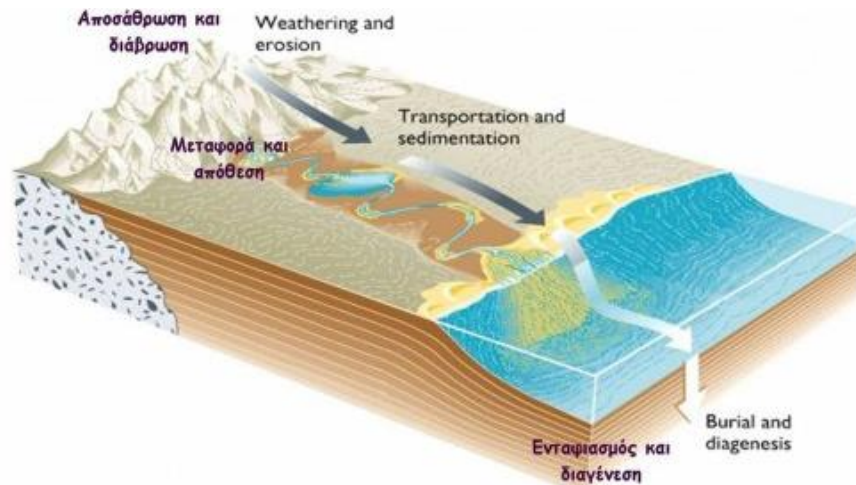


Εικ.5: Σχηματισμός μαγματικών πετρωμάτων.

Πηγή: <https://www.orykta.gr/geologia-oryktologia/dimiourgia-ekseliksi-gis>

Ιζηματογενή

Τα Ιζηματογενή Πετρώματα δημιουργούνται από τη μετάλλαξη άλλων πετρωμάτων του επιφανειακού φλοιού της Γης. Τα Ιζηματογενή Πετρώματα διαχωρίζονται, σύμφωνα με τη δυναμική δημιουργίας τους ή το αρχικό υλικό, σε μηχανικά ή κλαστικά (προέρχονται από μηχανική αποσάθρωση), χημικά (από χημική αποσάθρωση), βιογενή (προέρχονται από υπολείμματα διαφόρων οργανισμών πχ όστρακα). [10]

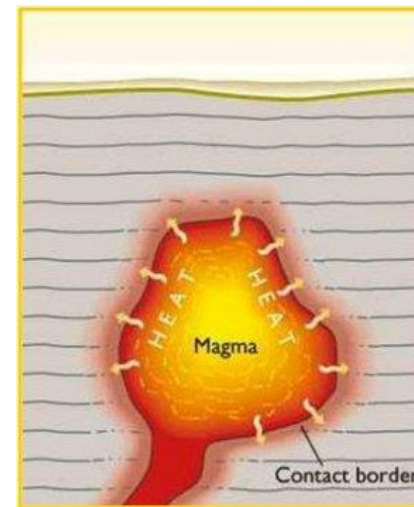


Εικ.6: Σχηματισμός ιζηματογενών πετρωμάτων.

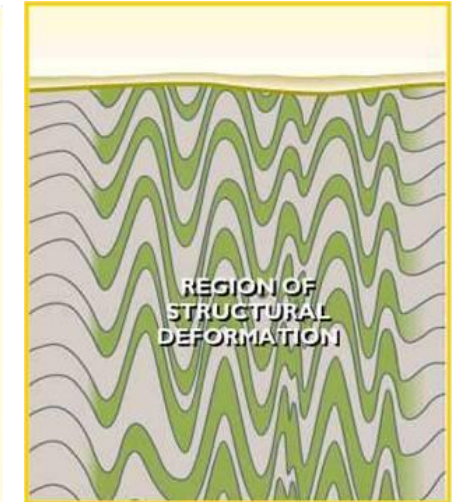
Πηγή: <https://www.orykta.gr/geologia-oryktologia/dimiourgia-ekselsiksi-gis>

Μεταμορφωμένα:

Τα Μεταμορφωμένα Πετρώματα προκύπτουν από τη μεταμόρφωση πυριγενών, ιζηματογενών ή ακόμα και ήδη μεταμορφωμένων πετρωμάτων, μετά από την επιρροή συνθηκών διαφορετικών από τις επικρατούσες στην επιφάνεια της Γης, αλλοιώνοντας την αρχική ιστολογική, ορυκτολογική ή/και χημική σύσταση τους, διατηρώντας την στερεά μορφή τους. [11]



Εικ.7: Μεταμόρφωση επαφής



Εικ.8: Περιοχική μεταμόρφωση

Πηγή: <https://www.orykta.gr/geologia-oryktologia/dimiourgia-ekselsiksi-gis>

2.3/ Η ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΙΘΟΥ

2.3.1/ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΙΘΟΥ ΣΤΗΝ ΠΡΟΪΣΤΟΡΙΚΗ ΕΠΟΧΗ

Από την αρχική παρουσία του ανθρώπινου είδους, οι λίθοι συμβάλλουν καθοριστικά στην **επιβίωση και στην εξέλιξή του**. Ο άνθρωπος, αξιοποιώντας το άμεσο φυσικό χώρο του, χρησιμοποιεί **ημιεπεξεργασμένους σκληρούς λίθους ως εργαλεία για την κάλυψη των βασικών αναγκών** (επιβίωση, άμυνα) αλλά και της **καλλιτεχνικής έκφρασης** (κοσμήματα), καθώς και των **μεταφυσικών αναζητήσεων** (φυλακτά).

Για την κάλυψη των **στεγαστικών αναγκών**, αρχικά, χρησιμοποιήθηκαν **φυσικές σπηλιές** και αργότερα διαμορφώθηκαν **κατοικίες σκάβοντας μαλακά πετρώματα** (υπόσκαφα). Η βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης που επέφερε η μετάβαση από την τροφосυλλογή στην αγροτική οικονομία οδήγησε στην **κατασκευή κτιρίων**. Οι **πρώτες κατοικίες** κατασκευάστηκαν με **ακατέργαστα υλικά** και αργότερα, αντιλαμβανόμενοι την ανθεκτικότητα του λίθου στις περιβαλλοντικές καταπονήσεις, χρησιμοποιήθηκαν λίθοι, αρχικά μόνο στα **θεμέλια**, που στη συνέχεια **εξελίχθηκαν σε βασικό στοιχείο του φέροντα οργανισμού των κατασκευών**.

Η **ανάγκη προστασίας από εισβολείς** (άγρια ζώα, άλλες φυλές) οδηγεί στην **δημιουργία συνεκτικών οικιστικών εγκαταστάσεων με στοιχειώδη οχύρωση, αποτελούμενη από τάφρους και λιθόκτιστη περίφραξη**, υποδηλώνοντας την ύπαρξη στοιχειώδους συλλογικής προσπάθειας και κοινωνικής οργάνωσης.

Την ίδια εποχή κατασκευάστηκαν **εντυπωσιακές λατρευτικές ή ταφικές κατασκευές**, αξιοποιώντας την επιβλητικότητα που υποβάλλει στον θεατή ο όγκος των λίθων.

Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΙΘΟΥ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΛΑΙΟΛΙΘΙΚΗ ΕΠΟΧΗ ΕΩΣ ΤΗΝ ΕΠΟΧΗ ΤΟΥ ΧΑΛΚΟΥ (έως 10ος αιώνας π.Χ)



Εικ.9: Χειροπέλεκυς, το πρώτο εργαλείο του ανθρώπου (Παλαιολιθική εποχή)



Εικ.10: Πέλεκυς (τσεκούρι με ξύλινη λαβή), κοκάλινα αγκίστρια, αιχμή από πέτρινο βέλος (Παλαιολιθική εποχή)



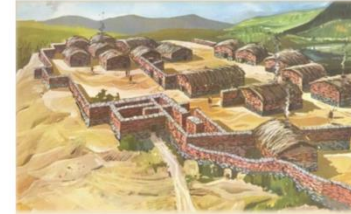
Εικ.11: Η Αφροδίτη του Λοσέλ (15.000-10.000 π.Χ. περίπου), σκαλισμένο σε πέτρα, Γαλλία, Μουσείο Μπορντό



Εικ.12: Νεολιθικές σπηλιές στα Μάταλα (Κρήτη).



Εικ.13: Σπίτια από τον οικισμό της Χοιροκοιτίας στην Κύπρο, περίπου στο 7000 π.Χ.



Εικ.14: Αναπαράσταση του Σέσκλου προϊστορικός οικισμός Θεσσαλίας 7η -5η χιλιετίας π.Χ.



Εικ.15: Αναπαράσταση του Διμηνιού προϊστορικός οικισμός Θεσσαλίας (4.800 π.Χ.)



Εικ.16: Stonehenge (Ηνωμένο Βασίλειο) 3000-2000π.Χ



Εικ.17: Βαθμιδωτή Πυραμίδα του Φαραώ Ζοζέρ, (Αίγυπτος) 2600 π.Χ. Αποτελεί ορόσημο για τις αρχιτεκτονικές της καινοτομίες και την ευρεία χρήση της πέτρας.

Εικ.9-17: Η χρήση του λίθου από την παλαιολιθική εποχή έως την εποχή του Χαλκού.

Πηγή: Προσωπική επεξεργασία από ηλεκτρονικές πηγές(βλέπε σελ.69).

2.3.2/ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΙΘΟΥ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ ΕΩΣ ΤΗΝ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΠΟΧΗ

Με την πάροδο του χρόνου οι λιθόκτιστες κατασκευές εξελίσσονται καθώς αναπτύσσονται οι κατασκευαστικές τεχνικές και δεξιότητες, ακολουθώντας την αύξηση των στεγαστικών και αμυντικών αναγκών, τις θρησκευτικές/πνευματικές αναζητήσεις και την εκλεπτυσμένη καλλιτεχνική έμπνευση.

Μετά την χρήση του οπλισμένου σκυροδέματος, που διαδόθηκε ευρέως την μεταπολεμική περίοδο, λιθόδομητα στοιχεία εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται σε σύμμικτες κατασκευές, ως φέρων οργανισμός είτε ως στοιχεία πλήρωσης, δημιουργώντας αξιόλογα αρχιτεκτονικά δημιουργήματα.

Λατρευτικοί, αθλητικοί, κοινωφελείς χώροι, τεχνικά έργα, αμυντικές κατασκευές, εγκαταστάσεις παραγωγικών δραστηριοτήτων, ιδιωτικά και δημόσια κτίρια συνιστούν σημεία αναφοράς στην ιστορία των δομικών κατασκευών και αποτελούν αναπόσπαστα στοιχεία της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς.

Οι ιστορικές λιθόδομητες κατασκευές, είτε ως εμβληματικά δημιουργήματα της ματαιοδοξίας δημοσίων προσώπων σε επίδειξη πλούτου και ισχύος, είτε ως λατρευτικοί χώροι που ανατάσσουν το θρησκευτικό αίσθημα, είτε ως δημόσια τεχνικά έργα (υδραγωγεία, γέφυρες) που συμβάλλουν στη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης, είτε ως απλά κτίρια που δημιουργήθηκαν από τη λαϊκή σοφία και εμπειρία, **χαρακτηρίζουν ιστορικές εποχές και συνδέονται άρρηκτα με την ιστορική μνήμη, προσδιορίζοντας την ταυτότητα πολιτισμών και τόπων.**

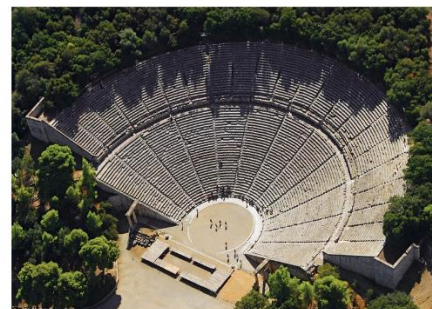
Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΙΘΟΥ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΡΧΑΙΑ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΩΣ ΤΗΝ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΠΟΧΗ (10ος αιώνας π.Χ. έως 5ος αιώνας μ.Χ)



Εικ.18: Παρθενώνας (Αθήνα) 448 π.Χ



Εικ.19: Αγία Σοφία(Κωνσταντινούπολη) 537 μ.Χ



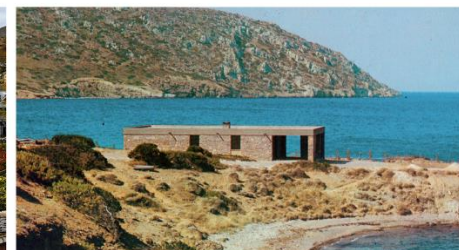
Εικ.20: Θέατρο Επίδαιρου 4ος αιω π.Χ.



Εικ.21: Κολοσσαίο (Ρώμη) 72 μ.Χ.



Εικ.22: Λιθόκτιστα κτίρια λαϊκής αρχιτεκτονικής στο Ζαγόρι(Ήπειρος)



Εικ.23: Άρης Κωνσταντινίδης, "σπίτι διακοπών στην Ανάβυσσο", 1962. Η λιθοδομή ως φέρων οργανισμός με δώμα από οπλισμένο σκυρόδεμα

Εικ.18-23: Η χρήση του λίθου από την αρχαία ιστορική έως την σύγχρονη εποχή.

Πηγή: Προσωπική επεξεργασία από ηλεκτρονικές πηγές(βλέπε σελ.69).

2.4 /Η ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.

Η διαρκής έκθεση των δομικών στοιχείων στις καιρικές συνθήκες έχει ως αποτέλεσμα την εκκίνηση της διαδικασίας φθοράς. Η φθορά **εξαρτάται** από τις **περιβαλλοντικές συνθήκες** και τη **φύση του υλικού**, και προκαλείται δε, από **διαφόρους φυσικούς, βιολογικούς, μηχανικούς, χημικούς, παράγοντες**.

Ο **ορισμός της φθοράς των δομικών υλικών** προσδιορίσθηκε στα πλαίσια του Διεθνούς Συμβουλίου για τη Διάβρωση (International Corrosion Council), της Ευρωπαϊκής Ομοσπονδίας Διάβρωσης (European Federation of Corrosion), σύμφωνα με διεθνώς αποδεκτούς δόκιμους ορισμούς της διάβρωσης τεχνιτών και φυσικών στοιχείων ως ακολούθως:

«**Διάβρωση είναι κάθε αυθόρμητη, ακόμη και εκβιασμένη, χημικής, ηλεκτροχημικής, φυσικής, μηχανικής, βιολογικής φύσης διεργασία αλλοίωσης της επιφάνειας [εξωτερικής και εσωτερικής (πόροι)] των υλικών, που οδηγεί σε απώλεια υλικού**» [12]

2.5/ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΦΘΟΡΑΣ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Τα φαινόμενα της φθοράς παρουσιάζονται στις επιφάνειες που είναι εκτεθειμένες στο φυσικό περιβάλλον, **εμφανίζονται σε διάφορες μορφές** και προκαλούνται από **τη συσχέτιση ενδογενών και εξωγενών παραγόντων**.

Η **επίδραση των εξωγενών παραγόντων** (ατμοσφαιρική ρύπανση, υγρασία, έντονες εναλλαγές θερμοκρασίας, θαλάσσιο περιβάλλον) στους λίθους **υποβαθμίζει σταδιακά τις μηχανικές, χημικές, φυσικές και βιολογικές ιδιότητες** τους, προκαλώντας αποσάθρωση των επιφανειών τους.

Παράλληλα, η αύξηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια και οφείλεται στην αστικοποίηση και την ανάπτυξη της βιομηχανίας, επιδρούν αρνητικά στις ιστορικές κατασκευές (κτήρια, γλυπτά), που βρίσκονται σε μεγάλα αστικά κέντρα, επιταχύνοντας την διαδικασία της φθοράς τους. [13]

Με τον όρο ενδογενείς παράγοντες νοούνται οι **παράγοντες που αφορούν στο υλικό** και αυτοί είναι:

- το είδος του δομικού υλικού (πέτρα, κονίαμα, κεραμικό, μέταλλο, σύνθετα υλικά, κ.ά.)
- οι ιδιότητες του υλικού (φυσικοχημικές, ορυκτολογικές και μηχανικές)
- η προέλευση και η απόληψή του
- η συμβατότητα του με άλλα υλικά
- η κατανομή μάζας στον όγκο και η υφή του (δηλαδή η μακρο- και η μικροδομή του υλικού)
- η τεχνολογία παραγωγής του
- η ιστορία του (τόσο στην αρχική του κατασκευή όσο και στις διάφορες επεμβάσεις συντήρησης)

Με τον όρο εξωγενείς παράγοντες περιγράφονται οι **παράγοντες που αφορούν το περιβάλλον** και είναι:

- το νερό με την εκάστοτε μορφή του (βροχή, αερόλυμα, τριχοειδώς αναρριχόμενη υγρασία, συμπύκνωση κ.ά.)
- το είδος των περιβαλλοντικών παραγόντων και φορτίσεων που επιδρούν (θαλασσινή, αστική ή βιομηχανική ατμόσφαιρα)
- οι μηχανικές φορτίσεις (θερμοκρασιακές μεταβολές, διόγκωση μεταλλικών συνδέσμων, κρυστάλλωση αλάτων, σεισμικές δονήσεις, τριβή κ.ά.)
- το μικροκλίμα της περιοχής
- οι συνθήκες χρήσης της κατασκευής
- διάφοροι βιολογικοί παράγοντες
- το περιβάλλον της κατασκευής σε σχέση με άλλα ασύμβατα υλικά
- η κατανομή, ο προσανατολισμός και η ένταση των περιβαλλοντικών παραγόντων, ανάλογα με τη θέση της επιφάνειας και του υλικού στην κατασκευή.
- το γεωτεχνικό πλαίσιο θεμελίωσης

2.5.1/ ΦΥΣΙΚΟ-ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΦΘΟΡΑΣ

Οι μηχανικοί παράγοντες φθοράς των δομικών υλικών διακρίνονται σε εξωτερικής και σε εσωτερικής προέλευσης.

Στους **μηχανικούς παράγοντες εξωτερικής προέλευσης** που προκαλούν καταπονήσεις στα δομικά υλικά συμπεριλαμβάνονται :

- **οι ημερήσιες ή εποχιακές θερμοκρασιακές μεταβολές**, (συστοδιαστολές των επιμέρους στοιχείων διαταράσσοντας τη δομική ισορροπία του δομικού συνόλου.
- **οι διαφορετικοί συντελεστές θερμικής διαστολής υλικών** που ευνοούν την ανάπτυξη τάσεων μεταξύ διαφορετικών παραπλήστων υλικών.
- **οι φυσικές καταστροφές** όπως οι σεισμοί και τα έντονα φυσικά καιρικά φαινόμενα (ισχυροί άνεμοι, βροχοπτώσεις, χιονοπτώσεις, πλημμύρες).
- **ο ανθρωπογενής παράγοντας** όπως οι κατασκευαστικές αστοχίες που οφείλονται στον σχεδιασμό της κατασκευής, καθώς και οι καταστροφικές επεμβάσεις (πόλεμοι, πυρκαγιές, βανδαλισμοί).

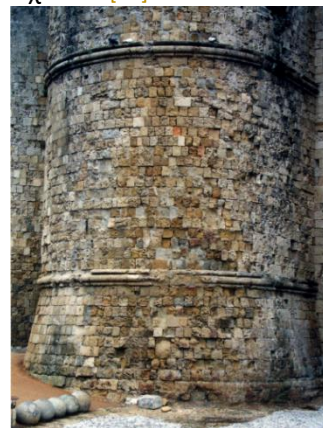
Στους **μηχανικούς παράγοντες εσωτερικής προέλευσης** που προκαλούν καταπονήσεις στα δομικά υλικά συμπεριλαμβάνονται **οι φυσικές διεργασίες** που αλλοιώνουν τη συνοχή των πορωδών υλικών, όπως η κρυστάλλωση αλάτων, ο σχηματισμός παγετού, η οξείδωση μεταλλικών στοιχείων. [14]



Εικ.24 Δημοτική Αγορά Χανίων
- Διαρρήξεις από οξείδωση και διόγκωση μεταλλικών στοιχείων .



Εικ.25 Ιερό της Δωδώνης
- Δράση του παγετού και πυκνές γεωλογικές ασυνέχειες.



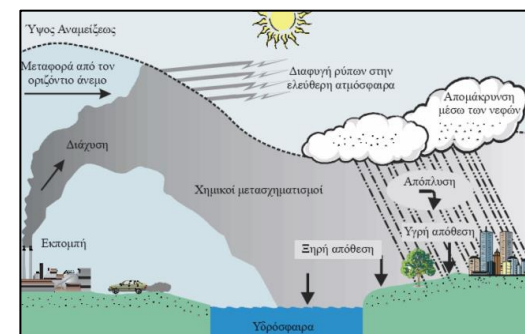
Εικ.26 Μεσαιωνική πόλη Ρόδου (θαλασσινή πύλη)
- Φθορά από μεταφορά και κρυστάλλωση αλάτων.

Πηγή: pdf / Η φθορά των λίθων στα μνημεία/ Παναγιώτης Θεουλάκης

2.5.2/ ΧΗΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΦΘΟΡΑΣ

Στους **χημικούς παράγοντες εξωτερικής προέλευσης** συμπεριλαμβάνονται η παρουσία των διαφόρων μορφών νερού στην επιφάνεια και στη μάζα των υλικών καθώς και η ατμοσφαιρική ρύπανση.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας και η ανάπτυξη των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, επέφερε την αύξηση των ανθρωπογενών εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων με αποτέλεσμα να παρουσιάζεται υψηλή **συγκέντρωση αιωρούμενων ρυπογόνων σωματιδίων στα αστικά κέντρα, προκαλώντας ανεπανόρθωτες φθορές στις ιστορικές επιφάνειες**. Ο βαθμός της ατμοσφαιρικής ρύπανσης επηρεάζεται από τη συγκέντρωση των πηγών ρύπανσης, καθώς και από τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά και από τις μετεωρολογικές συνθήκες της περιοχής. [15]



Εικ.27: Σχηματική περιγραφή των ατμοσφαιρικών διεργασιών που επηρεάζουν τη διασπορά των ρύπων.
Πηγή: Μελάς, Αλεξανδροπούλου, Αμοιρίδης, Κακαρίδου, & Σουλακέλλης, 2000



Εικ.28 Γλυπτό στον πύργο Χέρτεν στη Βεστφαλία της Γερμανίας.
Πηγή: pdf/ Διάβρωση μάρμαρων από την όξινη βροχή

2.5.3/ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΦΘΩΡΑΣ

Η παρουσία μικροπανίδας και μικροχλωρίδας στα δομικά υλικά επιφέρει φυσικοχημικές αλλαγές στη σύστασή τους και μεταβάλλει τις ιδιότητές τους, προκαλώντας βιοδιάβρωση.

Η βιοδιάβρωση οφείλεται σε φυσικές και χημικές διεργασίες, και εξαρτάται από τον βαθμό εποίκησης των μικροοργανισμών και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Στους φυσικούς παράγοντες συμπεριλαμβάνονται το κλίμα και το μικροκλίμα (υγρασία/ξηρασία, θερμοκρασιακές μεταβολές) στους χημικούς παράγοντες συγκαταλέγονται η έκκριση οξαλικού και ανθρακικού οξέος, καθώς και υδατοδιαλυτών λειχηνικών ενώσεων που σχηματίζουν ευδιάλυτα μεταλλικά σύμπλοκα. [16]

Στις επιπτώσεις της βιολογικής διάβρωσης κατατάσσονται:

- η αισθητική εμφάνιση του υλικού: δημιουργία κρούστας, αλλαγές στο χρώμα των υλικών, λεκέδες από τις εκκρίσεις των οργανισμών.
- οι χημικές διεργασίες: τα υποπροϊόντα της δράσης του μεταβολισμού των οργανισμών αντιδρούν με το υπόστρωμα.
- οι φυσικές διεργασίες: η μηχανική ρηγμάτωση που μπορεί να προκαλέσει από τις πιέσεις που ασκεί κατά την ανάπτυξή του ο οργανισμός στην επιφάνεια των υλικών.



Εικ.29: Λειχήνες σε μάρμαρο

Πηγή: <https://eclass.uniwa.gr/modules/document/file.php>



Εικ.30: Βιολογική Παρουσία

Πηγή: <https://eclass.uniwa.gr/modules/document/file.php>

2.5.4/ Η ΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

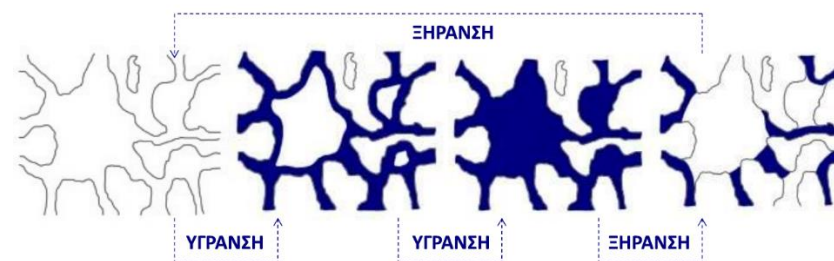
Στους σημαντικότερους παράγοντες φθοράς θεωρείται η επίδραση του νερού στα πορώδη δομικά υλικά, καθώς οι τριχοειδείς πόροι απορροφούν την υγρασία αλλοιώνοντας δραστικά τις ιδιότητες του υλικού. Το φαινόμενο αυτό αναγνωρίζεται ως **τριχοειδής αναρριχώμενη υγρασία**. [17]

Οι κυριότερες πηγές υγρασίας σε ένα δομικό υλικό μπορεί να είναι:

- **ατμόσφαιρα** (νερό της βροχής, συμπύκνωση της υγρασίας της ατμόσφαιρας)
- **έδαφος** (τριχοειδώς αναρριχώμενη υγρασία)
- **εγκαταστάσεις** (διαρροές σωληνώσεων, υδρορροών, αποχετεύσεων, κ.ά.)
- **εφαρμογή-κατασκευή-αποκατάσταση των δομικών υλικών.**
- **Υδάτινες επιφάνειες** (μεταφορά σταγονιδίων που εμπεριέχουν αλάτι από τη θάλασσα).

Τα βασικά είδη φθοράς των υλικών που οφείλονται στη δράση της υγρασίας είναι:

- η αποφλοίσωση (Spalling)
- η απολέπιση (Peeling)
- ο αποχρωματισμός (discoloration)
- η ρηγμάτωση (cracking)
- ο διαχωρισμός σε στρώματα (Delamination)
- το φούσκωμα (Blistering)
- η συρρίκνωση (Shrinkage)
- το ράγισμα (crazing)
- η φθορά από μικροοργανισμούς (Decay from microorganisms)
- η αναντίστροφη διαστολή (Irreversible expansion)
- η ευθραυστότητα (Embrittlement)
- η απώλεια αντοχής (Strength loss)
- η δημιουργία λεκέδων (Staining)



Εικ.31: Σχεδιαγράμματα πόρων με διείσδυση υγρασίας, κύκλος ύγρυνσης-ξήρανσης.

Πηγή: Παγώνα -Νονη Μαραβελάκη/Σημειώσεις μαθήματος : Φθοράς και συντήρησης δομικών υλικών μνημείων & αρχιτεκτονικών.



Εικ.32: Φθορές υλικών ,λόγω της υγρασίας.

Πηγή: <http://repository.library.teiwest.gr/>

2.6/ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ Η ΣΧΕΣΗ ΤΗΣ ΜΕ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

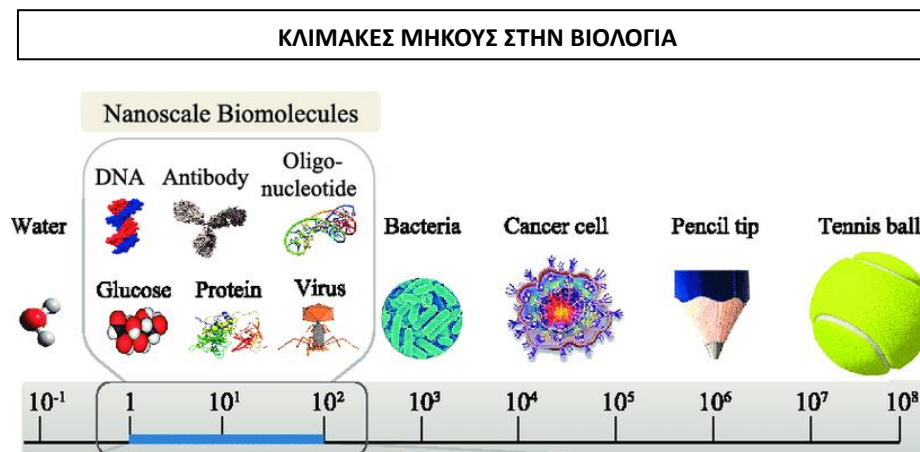
Η νανοτεχνολογία είναι η επιστήμη που μελετά και εφαρμόζει υλικά σε **νανοκλίμακα** (κλίμακα μεγέθους από περίπου 1nm-100nm), σε επιστημονικά πεδία όπως η φυσική, η χημεία, η επιστήμη των υλικών και οι μηχανικές επιστήμες. (Εικ.33)

Η επιστημονική έρευνα στο πεδίο **συντήρησης δομικών στοιχείων** μέσω της εφαρμογής των τεχνικών νανοτεχνολογίας, παρουσιάζει εξαιρετικά θετικά αποτελέσματα βελτιώνοντας θεαματικά τις ιδιότητες των υλικών δόμησης καθώς και των υλικών προστασίας τους.

Η αύξηση της αξιοπιστίας των τεχνικών νανοτεχνολογίας βασίζεται στην **εξαιρετική ευαισθησία και διακριτική ικανότητα** της νανοκλίμακας, αξιοποιώντας τις εξειδικευμένες τεχνικές χαρακτηρισμού νανοϋλικών, όπως η Ηλεκτρονική Μικροσκοπία (TEM, SEM, AFM), ο Πυρηνικός Μαγνητικός Συντονισμός (NMR), οι Τεχνικές Σκέδασης νετρονίων και ακτίνων Χ (SANS/SAXS), και η Νανοσκληρομέτρηση.

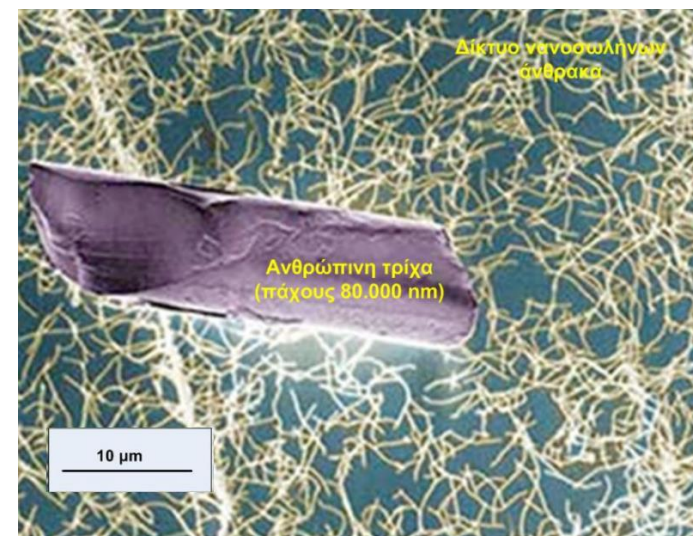
Σε αρχικό επίπεδο η νανοτεχνολογία συνεισφέρει στη βελτίωση και εξέλιξη των τεχνικών και εργαλείων, τα οποία στη συνέχεια αξιοποιούνται για τη βελτιστοποίηση της νανοδομής.

Σε δεύτερο επίπεδο αναπτύσσεται η μελέτη **εφαρμογής νανοϋλικών σε δομικά υλικά με σκοπό την προστασία και τη στερέωσής τους**. Η ενσωμάτωση νανোসωματιδίων σε δομικά υλικά, (ασβεστοκονιάματα, τσιμεντοκονιάματα, χρώματα, επιχρίσματα, προστατευτικά και στερεωτικά υλικά) στοχεύει στη βελτίωση των **μηχανικών και αντιβακτηριδιακών ιδιοτήτων των υλικών καθώς και στην δημιουργία αυτοκαθαριζόμενων και υδρόφοβων επιφανειών**. [18]



Εικ.33: Νανοκλίμακα (κλίμακα μεγέθους από περίπου 1nm-100nm).

Πηγη: <https://www.researchgate.net/figure/Nanoscale>



Εικ.34: Σύγκριση μεγέθους ανθρώπινης τρίχας με δίκτυο νανοσωληνων άνθρακα .

Πηγη: ΕΛΕΓΧΟΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ ΛΙΘΟΥ ΜΕ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ.pdf

2.7/ ΥΔΡΟΦΟΒΑ ΣΤΑΘΕΡΑ ΝΑΝΟΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ

Η συνεχώς αυξανόμενη ατμοσφαιρική ρύπανση σε συνδυασμό με την ατμοσφαιρική υγρασία και το νερό, αποσαθρώνουν τα δομικά υλικά (λίθους, επιχρίσματα, κονιάματα, μάρμαρα κ.α.). Άμεση συνέπεια των φθορών αυτών αποτελεί η υποβάθμιση των μνημειακών, παραδοσιακών και σύγχρονων κατασκευών. Τα τελευταία χρόνια, μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον εστιάζεται στη βελτιστοποίηση των ιδιοτήτων υλικών (νανοϋλικά) που προορίζονται για τον τομέα της συντήρησης. [19]

Τα Υδρόφοβα σταθερά νανοσύνθετα υλικά (υδρόφοβα σταθερά πολυμερή/στερεωτικά υλικά) δημιουργούνται μέσω της εφαρμογής της Νανοτεχνολογίας, κατασκευάζονται σε μοριακό επίπεδο και στοχεύουν στη βελτίωση των ιδιοτήτων των υλικών στα οποία εφαρμόζονται προσδίδοντας αυξημένες οπτικές, μαγνητικές, ηλεκτρικές, μηχανικές ακόμα και αντιβακτηριδιακές ιδιότητες. Τα στερεωτικά μπορεί να είναι οργανικά ή ανόργανα, σε διάφορες δομές.

Τα νανοϋλικά εφαρμόζονται με εξαιρετικά αποτελέσματα στον τομέα της συντήρησης και αποκατάστασης προστατευόμενων κατασκευών, εκτοπίζοντας, σταδιακά, προγενέστερα σχετικά προϊόντα.

Στόχος των διεργασιών στερέωσης των δομικών στοιχείων είναι η αποκατάσταση της συνοχής διαβρωμένων τμημάτων που εμφανίζουν χαλαρή δομή με σκοπό την αύξηση της αντοχής τους, καθώς και η βελτίωση της υδροφοβικότητας της επεξεργασμένης επιφάνειας.

2.7.1/ ΕΙΔΗ ΥΔΡΟΦΟΒΩΝ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΝΑΝΟΣΥΝΘΕΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Η δραστηριότητα των υλικών προστασίας και στερέωσης εξαρτάται από τη χημική σύσταση και τη φύση των υλικών αυτών. Το πεδίο των νανοϋλικών περιλαμβάνει τα οργανικά νανοϋλικά (με βάση τον άνθρακα) όπως τα φουλερένια και τα ανόργανα νανοϋλικά με βάση άλλα στοιχεία, όπως το πυρίτιο. Παρακάτω αναφέρονται τα κυριότερα είδη στερεωτικών και προστατευτικών υλικών σε ερευνητικό και εμπορικό επίπεδο:

- Αλκοξυσιλάνια ή πυριτικοί αιθυλεστέρες (Alkoxysilane)
- Ακρυλικά πολυμερή (Acrylics)
- Φθοριωμένα πολυμερή/συμπολυμερή (Fluoropolymers)
- Εμπορικά προϊόντα (Τα δομικά υλικά αποκαθίστανται, συνήθως, με τη χρήση και εφαρμογή χημικών υλικών, που σε εμπορικό επίπεδο

κατηγοριοποιούνται σε στερεωτικά, υδρόφοβα, υπερυδρόφοβα, αυτό-καθοριζόμενα και αντιβακτηριδιακά υλικά.)

2.7.2/ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΤΕΡΕΩΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Τα υλικά προστασίας και στερέωσης δύνανται να εφαρμοστούν σε δομικά στοιχεία ιστορικών κατασκευών, συναξιολογώντας την ιστορικότητα της κατασκευής σε σχέση με τις διεθνείς συμβάσεις και κανονιστικό πλαίσιο συντήρησης μνημείων.

Οι βασικές προδιαγραφές των εν λόγω υλικών είναι οι εξής:

- φυσικοχημική και μηχανική συμβατότητα με τα δομικά υλικά
- απρόσκοπτη, εις βάθος, εισχώρηση στο δομικό υλικό
- αποφυγή συρρίκνωσης και δημιουργίας μικρορωγμών κατά την εξάτμιση των διαλυτών
- τροποποίηση της κατανομής των πόρων των δομικών υλικών, περιορίζοντας τη διάβρωση από τα άλατα χωρίς απομείωση της διαπερατότητας των υδρατμών
- αποφυγή χρωματικής /αισθητικής αλλοίωσης της επεξεργασμένης επιφάνειας
- διάρκεια δραστηριότητας
- ελάχιστη περιβαλλοντική επιβάρυνση κατά την παραγωγή ή τη χρήση

2.7.3/ ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Στα πλαίσια της διατήρησης της πολιτιστικής κληρονομιάς και των επιταγών της αειφορίας, δημιουργούνται συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες για εργασίες προστασίας και στερέωσης ιστορικών αλλά και σύγχρονων κτιριακών κατασκευών. Η ανάγκη εξεύρεσης συμβατών και ανθεκτικών δομικών στοιχείων προκάλεσε το επιστημονικό ερευνητικό ενδιαφέρον για τη δημιουργία δομικών υλικών που βελτιώνουν την αντοχή και συνοχή των δομικών υλικών με ελάχιστο περιβαλλοντικό και οικονομικό κόστος συντήρησης.

Βασικός στόχος της αποκατάστασης της συνοχής των φυσικών δομικών λίθων και της αποφυγής αποσάθρωσης τους είναι η βελτιστοποίηση της ανθεκτικότητας των δομικών υλικών έναντι των εξωγενών παραγόντων μέσω της στερέωσης και της προστασίας αυτών. [20]

3.ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ

3.ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ

3.1/ ΚΛΑΣΤΙΚΑ ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία , τα πετρώματα που αναλύθηκαν ανήκουν στην κατηγορία των κλαστικών ιζηματογενών πετρωμάτων .

- Τα κλαστικά ιζήματα , όπως ο ψαμμίτης, ο πηλόλιθος, η άργιλος, η μάργα, κ.ά είναι πετρώματα που δημιουργήθηκαν από υλικά αποσάθρωσης διάφορων υλικών με διαφορετικά μεγέθη και σύνθεση , που αιωρούντο στο νερό ή στον αέρα. [21]

Η ΕΡΕΥΝΑ ΕΠΙΚΕΝΤΡΩΝΕΤΑΙ ΣΤΟΥΣ ΛΙΘΟΥΣ ΑΛΦΑ ΚΑΙ ΨΑΜΜΙΤΗ

3.1.1/ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ ΑΛΦΑΣ

Η αλφόπετρα Κρήτης εξορίσετε από το λατομείο του Αλφά Μυλοποτάμου Ρεθύμνου Κρήτης και χαρακτηρίζεται ως ένας απολιθωματοφόρος, μικριτικός ασβεστόλιθος Μειοκαινικής ηλικίας με λίγα απολιθώματα ασπόνδυλων (κυρίως τρηματοφόρα και θραύσματα οστρακωδών).Αποτελείται από δε κυρίως από ασβεστίτη (>95%) και μικρή ποσότητα αργιλοπυριτικών συστατικών



Εικ.35.Ασβεστόλιθος αλφάς.
Πηγη: Προσωπικό αρχείο.

3.1.2/ ΨΑΜΜΙΤΗΣ

Οι ψαμμίτες είναι ιζηματογενή πετρώματα με σχετικά μεγάλο πορώδες και διαπερατότητα και ως εκ τούτου αποτελούν αντικείμενο μελέτης πολλών γεωεπιστημονικών ειδικοτήτων. Στην κατηγορία όμως των ψαμμιτών εμπίπτουν επίσης πετρώματα που εκτός από το ψαμμιτικό κλάσμα περιέχουν και ποσοστά ιλυολιθικού αλλά και αργιλικού κλάσματος.

Οι ψαμμίτες της παρούσας ερευνητικής εργασίας (δύο δοκίμια ψαμμιτών) προμηθεύτηκαν από εταιρία με λατομικά προϊόντα στο Καστέλι Κισσάμου Χανίων (εταιρία Καστανάκης Γ. Α.Ε). Οι ασβεστιτικοί ψαμμίτες κυρίως στα Χανιά φτάνουν σε ποσοστό έως και 30% ανθρακικού ασβεστίου, ενώ το υπόλοιπο είναι χαλαζίας και αργιλοπυριτικά συστατικά.



Εικ.36: Ψαμμίτης 1.
Πηγή: Προσωπικό αρχείο.



Εικ.37: Ψαμμίτης 2.
Πηγή: Προσωπικό αρχείο.

3.2/ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΑ

Όπως αναφέρεται και στην θεωρητικό μέρος της μελέτης (σελ.17) με την ενσωμάτωση νανοσωματιδίων σε δομικά υλικά, επιχρίσματα και χρώματα επιδιώκεται η βελτίωση της μηχανικής αντοχής και της διατήρησης της υδρόφοβης επιφάνειας.

Στην παρούσα μελέτη δοκιμάστηκαν πέντε νανοσύνθετα υλικά:

1. SurfaPore FX WB
2. LUDOX® HS-30
3. TEGOSIVIN® HE 328
4. WACKER SILICONES - SILRES® BS OH 100
5. CALOSIL IP-25



Εικ.38: Τα πέντε νανοσύνθετα υλικά (στερεωτικά) της παρούσας ερευνητικής.
Πηγή: Προσωπική επεξεργασία.

3.2.1/ Το SurfaPore FX WB - Στερεωτικό Σταθεροποίησης σαθρών επιφανειών

Το SurfaPore FX WB αποτελεί ένα καινοτόμο υβριδικό νανουλικό προϊόν που χρησιμοποιείται σε δομικές επιφάνειες για την ενίσχυση των μηχανικών αντοχών και τη σταθεροποίηση των αποσαθρωμένων τμημάτων τους. Το προϊόν δύναται να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε επιφάνεια με σκοπό την ενίσχυση της αντίστασης υπό την επίδραση δράσεων τριβής.

Το SurfaPore FX WB περιέχει σε διαλυτικό μέσο (νερό) νανοσωματίδια, με κατάλληλο μέγεθος και σχήμα, ικανά να εισχωρήσουν σε βάθος έως 20mm στη μάζα του δομικού στοιχείου.

Μετά την επάλειψη, τα νανοσωματίδια αλληλεπιδρούν χημικά σχηματίζοντας συνεκτικούς δεσμούς με την επιφάνεια εφαρμογής, αυξάνοντας τις μηχανικές ιδιότητες της αποδυναμωμένης επιφάνειας. Το προϊόν είναι συμβατό με τα δομικά υλικά και εύκολο στην εφαρμογή, λόγω του ανόργανου χαρακτήρα των νανοσωματιδίων.

Επισημαίνεται ότι το SurfaPore FX WB δεν σφραγίζει τους πόρους του υλικού, επιτρέποντας την διαπνοή της επιφάνειας και διατηρώντας την φυσική εικόνα του υλικού. Παράλληλα, υποστηρίζει μηχανικά τη συνοχή των επιμέρους υλικών που απαρτίζουν το λίθο και αντιμετωπίζει τις μικρορηγματώσεις. [24]

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Επιχρίσματα, σοβάδες, τσιμεντοκονίες, τσιμεντόπλακες, τσιμεντοειδή γεμίσματα, πωρόλιθοι, ψαμμίτες, πήλινες επιφάνειες, "μαλακά" μάρμαρα.



Εικ.39: SurfaPore FX WB

Πηγή: <https://kaxirismonotika.gr/>

3.2.2/ LUDOX® HS-30 COLLOIDAL SILICA

Το LUDOX® HS-30 colloidal silica αποτελείται από διακριτά, άμορφα, σφαιρικά σωματίδια πυριτίου διασκορπισμένα στο νερό που δεν εμφανίζουν ανιχνεύσιμα επίπεδα κρυσταλλικότητας ή πορώδους. Διάφορες ποιότητες είναι διαθέσιμες σε διάφορα μεγέθη σωματιδίων στην περιοχή από 5–40 νανόμετρα. Κάθε βαθμός κολλοειδούς πυριτίου LUDOX® έχει πολύ στενή κατανομή μεγέθους σωματιδίων και ποικίλλει σε pH, φορτίο κολλοειδούς διοξειδίου του πυριτίου και μηχανισμό σταθεροποίησης.

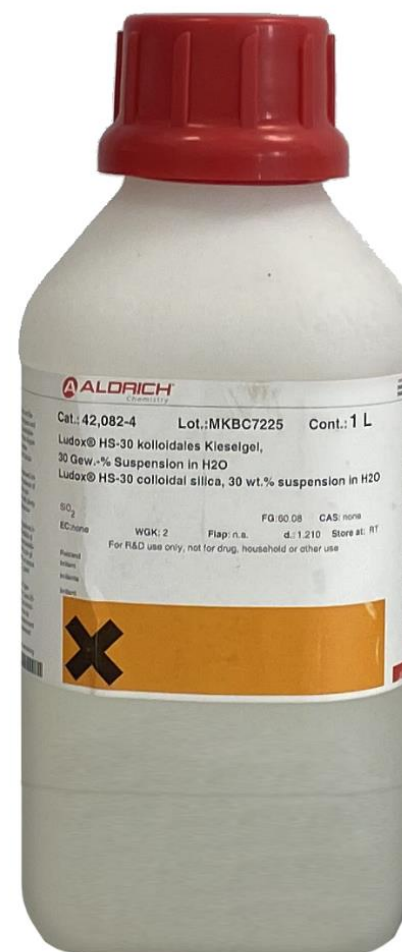
Το LUDOX® HS-30 θεωρείται τυπικά μια ποιότητα κολλοειδούς πυριτίου για όλες τις χρήσεις καθώς λειτουργεί σε διάφορες εφαρμογές ως συνδετικό ή/και τροποποιητής επιφάνειας. [25]

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Το LUDOX® HS-30 παρέχει πολλές βασικές λειτουργίες σε χημικές συνθέσεις και διεργασίες που χρησιμοποιούνται σε διάφορες βιομηχανίες, συμπεριλαμβανομένων των επιστρώσεων, των χρωμάτων, των πυρίμαχων υλικών, του σκυροδέματος, των καταλυτών και του χαρτιού.

Οι μικρότερες ποιότητες μεγέθους σωματιδίων παρέχουν ευεργετικές ιδιότητες μέσω ενός μηχανισμού δέσμευσης που αξιοποιεί τις ομάδες σιλανόλης στην υψηλή επιφάνεια των σωματιδίων LUDOX®. Αυτές οι ομάδες σιλανόλης δημιουργούν δεσμούς με διάφορα μεταλλικά, κεραμικά, πολυμερή και οργανικά υλικά όταν ξηραίνονται σε ένα στερεό μέσω μιας ειδικής μορφής αντίδρασης κολλοειδούς πηκτής.

Το LUDOX® HS-30 έχει διαμορφωθεί στο βέλτιστο επίπεδο διοξειδίου του πυριτίου για χρήση ως συνδετικό σε χύτευση επενδύσεων και κεραμικά. Χρησιμοποιείται συνήθως για τη δέσμευση ανόργανων υλικών, συμπεριλαμβανομένων μετάλλων και οξειδίων όπως το αλουμίνιο, ο σίδηρος και οι κεραμικές ίνες που χρησιμοποιούνται στην κεραμική και την πυρίμαχη κατασκευή.



Εικ.40: LUDOX® HS-30 colloidal
Πηγή: Προσωπικό αρχείο.

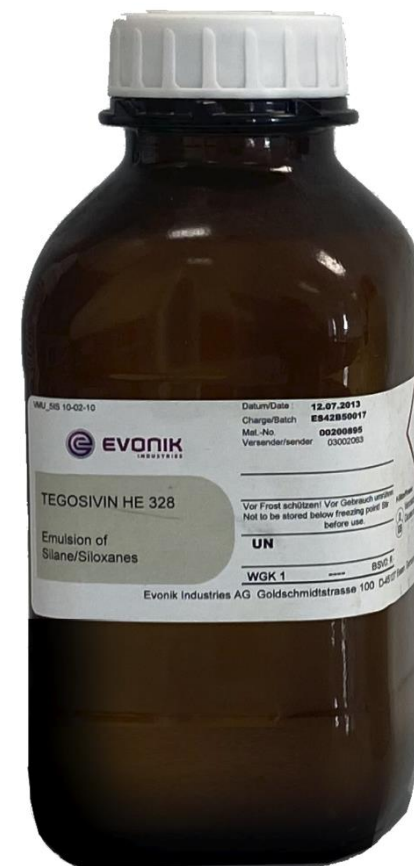
3.2.3/ TEGOSIVIN® HE 328

Το Tegosivin® HE 328 της Evonik δρα ως υδροφοβικός παράγοντας για υδατικές επικαλύψεις ορυκτών ουσιών και πυριτικών χρωμάτων. Είναι ένα γαλάκτωμα ρητίνης πολυσιλοξανίου χωρίς διαλύτες. Κατάλληλο για αλκαλικά υπόγεια. Το Tegosivin® HE 328 δεν επηρεάζει τη διαδικασία της ενανθράκωσης.

Η χρήση των υδατοαπωθητικών TEGOSIVIN® έχει θετικό αντίκτυπο στην ανθεκτικότητα και τις αισθητικές ιδιότητες των δομικών υλικών με βάση το τσιμέντο. Με την έντονη μείωση της πρόσληψης νερού και τον εξαιρετικό έλεγχο της ανθοφορίας, θα αποφευχθούν οι αρνητικές επιπτώσεις. [26]

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

- Επεξεργασία προσόψεων από τούβλα, πέτρα και σκυρόδεμα
- Προεπεξεργασία δομικών υλικών (κλίνκερ, ινοτσιμέντο, κράσπεδο κ.λπ.)
- Έγχυση αδιάβροχη επιφάνεια (DPC, οριζόντιο φράγμα) για τοίχους από τούβλα, πέτρες και σκυρόδεμα
- Πρόσμικτο για σκυρόδεμα και άλλα σκευάσματα με βάση το τσιμέντο (0,1 - 1,0 % df. με βάση το τσιμέντο)
- Πρόσθετο για συντηρητικούς εμποτισμούς ξυλείας με βάση το νερό



Εικ.41: TEGOSIVIN® HE 328

Πηγή: Προσωπικό αρχείο.

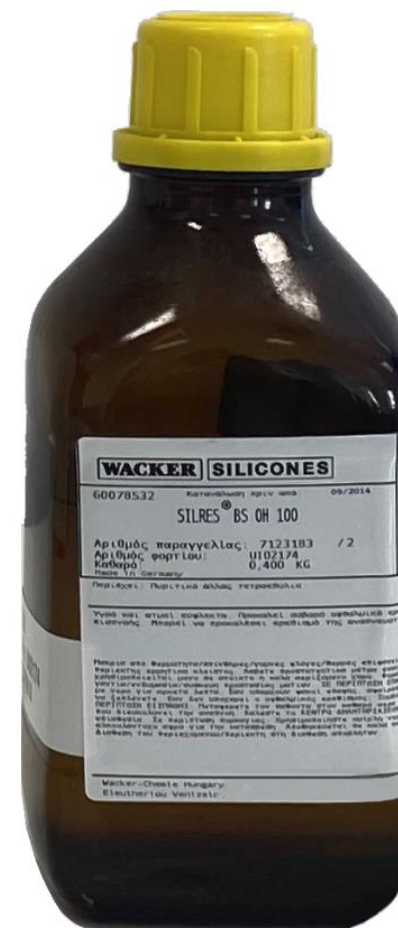
3.2.4/ WACKER SILICONES - SILRES® BS OH 100

Το SILRES® BS OH 100 βασίζεται σε πυριτικό αιθυλεστέρα. Όταν εφαρμόζεται, διεισδύει μέσω των τριχοειδών αγγείων βαθιά στο δομικό υλικό. Ο ουδέτερος καταλύτης προάγει την αντίδραση μεταξύ πυριτικού αιθυλεστέρα και νερού από την ατμοσφαιρική υγρασία ή την υγρασία στους τριχοειδείς πόρους. Σχηματίζεται ένα συνδετικό πυριτικής γέλης σαν γυαλί (SiO₂.aq.). Η αιθανόλη παραπροϊόν εξατμίζεται. Υπό τυπικές συνθήκες (20°C / 50% r.h.), η τελική σκληρότητα επιτυγχάνεται μετά από δύο εβδομάδες, δηλ. όταν το μεγαλύτερο μέρος του πυριτικού αιθυλεστέρα έχει μετατραπεί σε σιλικάζελ.

Το προϊόν δεν περιέχει υδρόφοβα πρόσθετα όπως σιλάνια ή σιλοξάνες. Πριν ολοκληρωθεί η αντίδραση, η επεξεργασμένη επιφάνεια μπορεί να εμφανίσει ελαφρά σφαιρίδια, αν και αυτό δεν σημαίνει ότι είναι υδατοαπωθητική. [27]

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Η κύρια εφαρμογή του προϊόντος είναι η αποκατάσταση της κατεστραμμένης από τις καιρικές συνθήκες φυσικής πέτρας, στόκος ή τοιχογραφιών. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την επεξεργασία άλλων δομικών υλικών όπως τούβλο ή τερακότα. Οποιοδήποτε απορροφητικό ορυκτό δομικό υλικό μπορεί να υποστεί επεξεργασία με SILRES® BS OH 100. Με κορεσμό με το προϊόν, η αρχική τους αντοχή και το πορώδες μπορούν πρακτικά να αποκατασταθούν.



Εικ.42: WACKER SILICONES - SILRES® BS OH 100

Πηγή: Προσωπικό αρχείο.

3.2.5/ CALOSIL IP-25

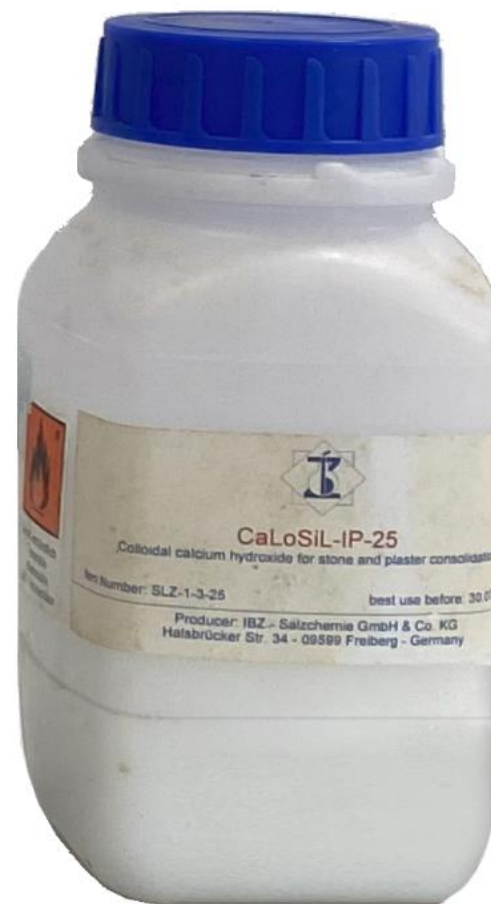
Το **CaLoSiL IP 25** είναι ένα διάλυμα υδροξειδίου ασβεστίου σε ισοπροπανόλη σε φορέα χρησιμοποιείται αιθανόλης ή προπανόλης. Η σταθεροποίηση γίνεται μέσω της δημιουργίας κρυστάλλων ανθρακικού ασβεστίου. Μετά τον κορεσμό του υλικού με CaLoSiL, ο φορέας εξατμίζεται ενώ το υδροξείδιο του ασβεστίου μετατρέπεται σε ανθρακικό άλας του ασβεστίου μέσω αντίδρασης με το διοξείδιο του άνθρακα που υπάρχει στην ατμόσφαιρα. [28]

Το CaLoSiL® περιέχει νανο-σωματίδια ένυδρου ασβέστη $[Ca(OH)_2]$ αιωρούμενα σε διαφορετικές αλκοόλες. Οι τυπικές συγκεντρώσεις είναι μεταξύ 5 και 50 g/L. Το μέσο μέγεθος σωματιδίων είναι 150 nm. Το εξαιρετικά λεπτό μέγεθος του συνθετικού νανοάσβεστου προκύπτει από την παρασκευή του, η οποία βασίζεται στη χημική σύνθεση. Η αιθανόλη, η ισο-προπανόλη ή η ν-προπανόλη χρησιμεύουν ως διαλύτες. Λόγω του χαμηλού μεγέθους σωματιδίων σχηματίζονται σταθερά κολλώδη που δεν καθιζάνουν για μεγάλο χρονικό διάστημα.

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Το CaLoSiL® είναι κατάλληλο για την δομική ενοποίηση της πέτρας, γύψου, κονιάματος σοβά και τοιχογραφιών.

Η επεξεργασία πέτρας, κονιάματος ή σοβά με CaLoSiL® έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό στερεού υδροξειδίου του ασβεστίου μετά την εξάτμιση της αλκοόλης, το οποίο μετατρέπεται σε ανθρακικό ασβέστιο με τρόπο παρόμοιο με τα παραδοσιακά ασβεστοκονιάματα μέσω αντίδρασης με διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας. Όλες οι αλκοόλες εξατμίζονται χωρίς υπολείμματα ώστε να μην βλάπτουν την πέτρα ή τον σοβά. Δεν σχηματίζονται χημικές ουσίες ή υπολείμματα που αλλοιώνουν πέτρες ή κονιάμα.



Εικ.43: CALOSIL IP-25
Πηγή: Προσωπικό αρχείο.

4.ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΕΣΑ ΕΡΕΥΝΑΣ (ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ)

4.ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΕΣΑ ΕΡΕΥΝΑΣ (ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ)

4.1/ ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΤΑΔΙΩΝ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .

Στην ερευνητική διαδικασία, διενεργήθηκαν πειραματικές δοκιμές τηρώντας συγκεκριμένο εργαστηριακό πρωτόκολλο και καταγράφηκε η σταδιακή δράση των καινοτόμων νανο-υλικών σε συγκεκριμένα δοκίμια λίθων (αλφά και ψαμμίτη).

Στη συνέχεια, τα αποτελέσματα που καταγράφηκαν, συγκρίθηκαν και διατυπώθηκαν πορίσματα καθώς και προτάσεις για τη βελτίωση της επίδρασης των στερεωτικών στους λίθους.





ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΑΣ :

- Αναγνώριση των υλικών (γεωγραφική προέλευση , σύσταση ,πυκνότητα, προσμίξεις κ.λπ.)
- Οπτικός έλεγχος (εξέλιξη πειράματος)

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΜΕΣΩΝ ΕΡΕΥΝΑΣ(ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ) :

- μακροσκοπική παρατήρηση μέσω της φωτογράφισης για την τεκμηρίωση του οπτικού ελέγχου
- εξέταση με στερεοσκόπιο
- κλίβανος ξήρανσης-θέρμανσης
- δοχείο ξήρανσης(ξηραντήρας)
- τριχοειδής αναρρίχηση
- εφαρμογή στερεωτικών
- έλεγχος των χρωματικών παραμέτρων της επιφάνειας με τη χρήση φασματοφωτόμετρου ορατού (χρωματόμετρο)
- scotch tape
- υπέρηχοι
- FTIR
- υδροφοβικότητα -υδροφιλικότητα επιφάνειας

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΗΘΗΚΑΝ
ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΑΣ			
ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ (γεωγρ. προέλευση, σύσταση, κ.λπ.) 	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	ΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ 	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΕΞΕΛΙΞΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ
2. ΜΕΣΑ ΕΡΕΥΝΑΣ			
ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΣΗ) 	ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΟΠΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (DINO-LITE) 	ΒΑΘΥΤΕΡΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ
ΚΛΙΒΑΝΟΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ - ΘΕΡΜ. ΔΟΧΕΙΟ ΞΗΡΑΝΣΗΣ 	ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑΣ & ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑ	ΤΡΙΧΟΕΙΔΗΣ ΑΝΑΡΡΙΧΗΣΗ 	ΜΕΤΡΑΤΑΙ (gr) ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΔΟΚΙΜΙΟ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ 	ΣΤΕΡΕΩΣΗ ΔΟΚΙΜΙΩΝ	ΧΡΩΜΑΤΟΜΕΤΡΟ 	ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΙ
SCOTCH-TAPE 	ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΣΥΝΟΧΗΣ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ.	ΥΡΥV TEST - ΥΠΕΡΗΧΟΣ 	ΣΥΝΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (Ed)
FTIR 	ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ, ΕΝΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΩΝ ΔΕΣΜΩΝ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ	ΥΔΡΟΦΟΒΙΚΟΤΗΤΑ/ ΥΔΡΟΦΙΛΙΚΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ 	ΑΝΤΟΧΗ ΣΤΗΝ ΔΙΑΒΡΟΧΗ

Εικ.44: Συγκεντρωτικός πίνακας σταδίων.
Πηγή: Προσωπική επεξεργασία.

4.2/ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

4.2.1/ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Πρωταρχικό μέλημα της ερευνητικής μελέτης είναι η αναγνώριση της γεωγραφικής προέλευσης και των ιδιοτήτων των υλικών (σύσταση, πυκνότητα, προσμίξεις κ.λπ.)



Εικ.45: Στερεωτικά /δοκίμια αλφά και ψαμμιτών.
Πηγή: Προσωπικό αρχείο.

4.2.2/ ΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Κατά την εξέλιξη του πειράματος, τα δείγματα παρατηρούνται με μακροσκοπικό οπτικό έλεγχο και καταγράφονται οι σημαντικές αλλαγές που συντείνουν στον καθορισμό του τελικού πορίσματος. Σε κάθε στάδιο γίνονται φωτογραφικές λήψεις για την τεκμηρίωση του οπτικού ελέγχου.

4.3 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΜΕΣΩΝ ΕΡΕΥΝΑΣ(ΘΕΩΡΙΑ ,ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ) :

4.3.1/ ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ

Η Μακροσκοπική εξέταση γίνεται χωρίς την χρήση εξειδικευμένων οργάνων (φωτογραφική μηχανή) και βασίζεται στην απευθείας παρατήρηση.

Η φωτογραφία τεκμηριώνει τον οπτικό έλεγχο προκειμένου κατά την εξέλιξη των ερευνών να εντοπίζονται και να συγκρίνονται τα δοκίμια μεταξύ τους (μεταβολές στις χρωματικές αλλαγές, παρατήρηση υδροφοβικότητας κ.α).

Σε αυτό το στάδιο, ο μακροσκοπικός έλεγχος έχει ως στόχο την διεξαγωγή άμεσων αποτελεσμάτων, τα οποία είναι χρήσιμα για την πρόοδο και την ολοκλήρωση της έρευνας.

Σημαντικό είναι να επιλέγεται φωτογραφική μηχανή υψηλής ανάλυσης, το φωτογραφικό περιβάλλον να είναι διαμορφωμένο καταλληλά (κάλος φωτισμός, άδειο υπόβαθρο) ώστε να μην αλλοιώνεται ο χρωματισμός των δοκιμίων, και να επηρεάζονται και συγχέονται οι πληροφορίες του αμέσου περιβάλλοντα χώρου με τις πληροφορίες που απορρέουν από το δοκίμιο.

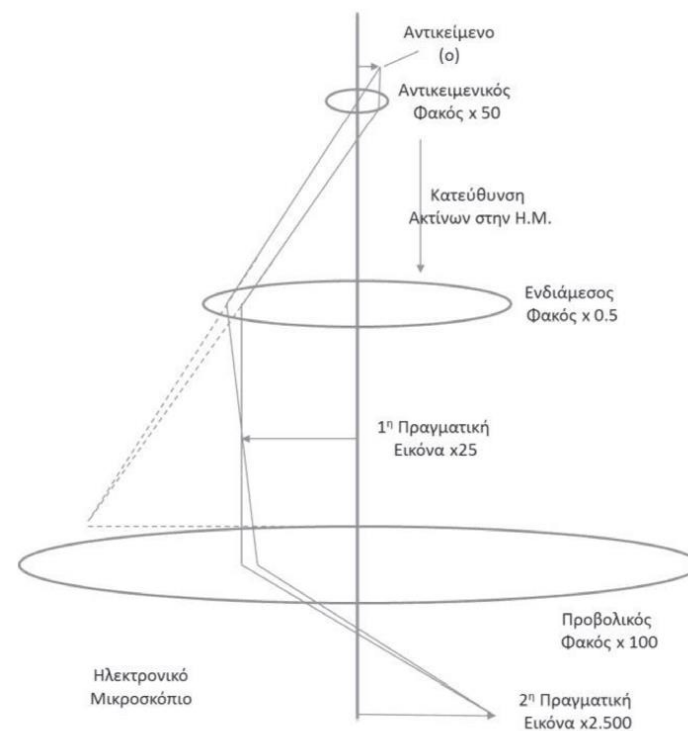


Εικ.46: Μακροσκοπική εξέταση, μέσω φωτογράφισης.

Πηγη:<https://www.freepik.com/photos/digital-camera>

4.3.2/ ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ ΣΑΡΩΣΗΣ.

Το Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης (ΗΜΣ) ανήκει στην κατηγορία της ηλεκτρονικής μικροσκοπίας και χρησιμοποιείται για την εξέταση της επιφάνειας αντικειμένων με τη χρήση ηλεκτρονικής δέσμης. Στο ΗΜΣ, η λειτουργία βασίζεται στη χρήση ηλεκτρονίων και ηλεκτρομαγνητικών φακών προκειμένου να αναπαραχθεί υψηλής ανάλυσης απεικόνιση της επιφάνειας ενός αντικειμένου σε οθόνη υπολογιστή, επιτρέποντας την λεπτομερή εξέταση της δομής και των χαρακτηριστικών της επιφάνειας του αντικειμένου. [29]



Εικ.47: Διάγραμμα οπτικών διαδρομών στο σύνθετο μικροσκόπιο.

Πηγη:https://opencourses.uoc.gr/courses/pluginfile.php/16127/mod_resource/content/

ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ DINO-LITE EDGE DIGITAL (AM4515T5H)

Για την βαθύτερη ,λεπτομερέστερη ανάλυση των δοκιμών (μη ορατά με γυμνό μάτι) το εργαστήριο διαθέτει το φορητό μικροσκόπιο με ονομασία **Dino-Lite Edge Digital Microscope**, μοντέλο AM4515T5 το οποίο προσφέρει εξαιρετική ποιότητα εικόνας. [30]

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ :

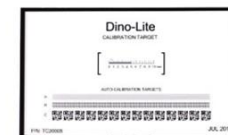
- μεγέθυνση πάνω από 500*
- λεπτομέρειες μικρότερα από 2,5mm
- οπτικά συστήματα υψηλής ανάλυσης
- χάρακας βαθμονόμησης
- ενσωματωμένος μηχανισμός “zoom” πάνω στο όργανο (εστίαση)
- ενσωματωμένο κουμπί λήψης MicroTouch (λήψεις φωτογραφιών, εγγραφή βίντεο, να ενεργοποιεί τη σάρωση γραμμωτού κώδικα ή να ενεργοποιεί/ απενεργοποιεί τις λυχνίες LED.)
- διαφορετικά αποσπώμενα καλύμματα διαφόρων ευρών μεγέθυνσης

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:

- Συμβατότητα με υπολογιστή και τηλεόραση μέσω θύρας USB
- Εγκατεστημένο πρόγραμμα, (Dino-Lite 2.0)
- Κατά τη διαδικασία του πειράματος έγινε χρήση του καλύμματος των 9,5mm, που διευκολύνει την εύρεση και τη διατήρηση σταθερής εστίασης για χρήση του οργάνου δια χειρός.

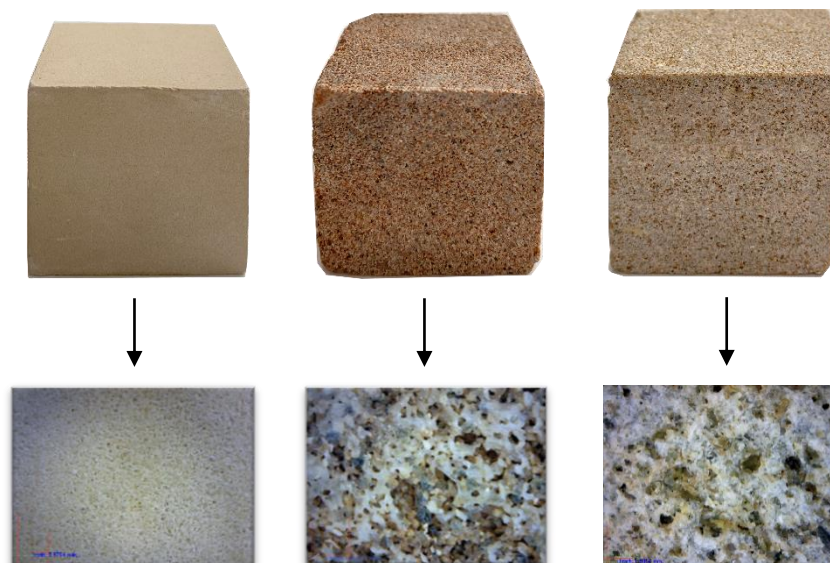


ΤΥΠΟΙ ΚΑΛΥΜΑΤΩΝ/ DINO-LITE EDGE DIGITAL MICROSCOPE	
	N3C-C / ΚΛΕΙΣΤΟ ΚΑΛΥΜΜΑ Αυτό το κάλυμμα προστατεύει τον φακό και το LED φως από την έκθεση σε σκόνη, βρωμιά ή υγρασία.
	N3C-E / ΚΑΛΥΜΜΑ ΜΕ ΟΠΗ ΣΕ ΠΡΟΕΚΤΑΣΗ (12,5mm μήκος) Το κάλυμμα των 12,5mm διευκολύνει την εύρεση και την συγκράτηση μιας σταθερής εστίασης όταν χρησιμοποιείται το Dino-Lite χειροκίνητα. Αυτό το κάλυμμα είναι συμβατό με τοπικά και ευρείας οπτικής γωνίας μοντέλα.
	N3C-O / ΚΑΛΥΜΜΑ ΜΕ ΟΠΗ (9,5mm μήκος) Το κάλυμμα των 9,5mm διευκολύνει την εύρεση και την συγκράτηση μιας σταθερής εστίασης όταν χρησιμοποιείται το Dino-Lite χειροκίνητα.



Εικ.48: Μικροσκόπιο(dino-lite edge digital),τύποι καλυμμάτων, χάρακας βαθμονόμησης ,πρόγραμμα DinoCapture2.0
Πηγή: Προσωπική επεξεργασία.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ ΔΕΙΓΜΑ Dino-Lite Edge Digital Microscope (κάλυμμα 9,5mm)



Εικ.49: Χαρακτηριστικό δείγμα από το μικροσκόπιο(dino-lite edge digital) ανά δοκίμιο.
Πηγή: Προσωπική επεξεργασία

4.3.3/ ΚΛΙΒΑΝΟΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ - ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ / ΔΟΧΕΙΟ ΞΗΡΑΝΣΗΣ

Η **ξήρανση** είναι η διαδικασία κατά την οποία επιτυγχάνεται **αφαίρεση της υγρασίας** που περιέχει ένα σώμα.

Η **διαδικασία ξήρανσης** επιτυγχάνεται με δύο βασικά εργαστηριακά όργανα **το κλίβανο ξήρανσης-θέρμανσης και το δοχείο ξήρανσης**. Η ξήρανση προηγείται άλλων εργαστηρίων ενεργειών καθώς είναι αναγκαίο να αφαιρεθεί η υγρασία από το δοκίμιο προκειμένου να καθοριστεί το **καθαρό βάρος του**.

- **Κλίβανος ξήρανσης - θέρμανσης**

Ο Κλίβανος ξήρανσης θέρμανσης- είναι ένας ειδικός θερμοθάλαμος από πυρίμαχα υλικά και χρησιμοποιείται για ποικίλες λειτουργίες (ξήρανση, αποστείρωση, θερμή διατήρηση, κτλ). Τα δείγματα υποβάλλονται σε συγκεκριμένη θερμοκρασία (από 50 έως 250 °C) για ενδεδειγμένο κατά περίπτωση χρονικό διάστημα.

➤ Στο πλαίσιο της παρούσας ερευνητικής εργασίας τα δοκίμια θερμάνθηκαν στον κλίβανο για 48h στους 60 °C



Εικ.50: Κλίβανος ξήρανσης - θέρμανσης
Πηγή: Προσωπικό αρχείο.

- **δοχείο ξήρανσης (ξηραντήρας)**

Μετά την ολοκλήρωση της θερμικής επεξεργασίας και της επαναφορά του δείγματος σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, το δείγμα ζυγίζεται ξανά και τοποθετείται στον ξηραντήρα.

Ο ξηραντήρας είναι ένα αεροστεγώς κλειστό δοχείο, όπου τα δείγματα διατηρούνται μετά την ξήρανσή τους σε συνθήκες χαμηλής υγρασίας, σε ξηρή κατάσταση, με τη βοήθεια χημικού ξηραντικού μέσου (πχ. $MgClO_4$, $CaCl_2$, άνυδρο Al_2O_3 , πηκτή SiO_2 ,).

Ο ξηραντήρας αποτελείται από τρία τμήματα:

α) Το κύριο δοχείο στον πυθμένα του οποίου τοποθετείται η ξηραντική ουσία,

β) το κάλυμμα με εσμύρισμα .Οι εσμυρισμένες επιφάνειες του καλύμματος λιπαίνονται με λεπτό στρώμα βαζελίνης,

γ) το υπόβαθρο (δίσκος) είναι από πορσελάνη, φέρει οπές και στερεώνεται στη βάση του ξηραντήρα. Στην επιφάνεια του τοποθετούνται τα δείγματα.

Το άνοιγμα και το κλείσιμο του ξηραντήρα επιτυγχάνεται με πλάγια μετακίνηση του καλύμματος.



Εικ.51: Δοχείο ξήρανσης (ξηραντήρας)
Πηγή: Προσωπικό αρχείο.

4.3.4/ ΤΡΙΧΟΕΙΔΗΣ ΑΝΑΡΡΙΧΗΣΗ

Η τριχοειδής αναρρίχηση αποτελεί το φαινόμενο της ανοδικής πορείας ενός υγρού (νερό ή διάλυμα) σε στερεή μάζα της οποίας η βάση έχει εμποτιστεί με το υγρό μέσα στο οποίο έχει εισχωρήσει η άκρη ενός υλικού. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, το υγρό ανέρχεται από την εμποτισμένη βάση μέσα στη μάζα του δοκιμίου, ακυρώνοντας τη νομοτέλεια της βαρύτητας.

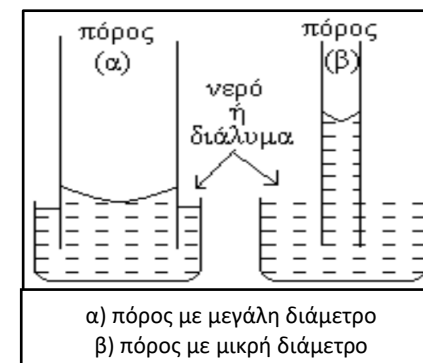
Οι τριχοειδείς πόροι του δοκιμίου λειτουργούν ως ένα ενιαίο σύστημα λεπτών σωλήνων, των οποίων η ελάχιστη διατομή ευνοεί την ανάπτυξη ισχυρών δυνάμεων πρόσφυσης και συνοχής, επιτρέποντας την ανοδική πορεία του υγρού στη στερεή μάζα, αγνοώντας τη δύναμη της βαρύτητας. [31]

Το φαινόμενο της τριχοειδούς αναρρίχησης εμφανίζεται σε συγκεκριμένες συνθήκες και εξαρτάται από την επιφανειακή τάση του στερεού υλικού και τη γωνία του διαλύματος με το υλικό. Παράλληλα, η διαμπερότητα και η ελάχιστη διατομή των πόρων, ευνοούν την ανερχόμενη πορεία του υγρού μέσα από τα διάκενα των πόρων της μάζας αντί να απορροφάται από αυτή. (Εικ.52).

Η μέθοδος βασίζεται στις δυνάμεις συνάφειας που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων του νερού και των τοιχωμάτων μέσα στους πόρους των δοκιμίων. Οι δυνάμεις συνάφειας που αναπτύσσονται είναι μεγαλύτερες από τις δυνάμεις συνοχής των μορίων του νερού και δημιουργείται η τάση διεύρυνσης του νερού στη μέγιστη δυνατή επιφάνεια του δοκιμίου. [32]

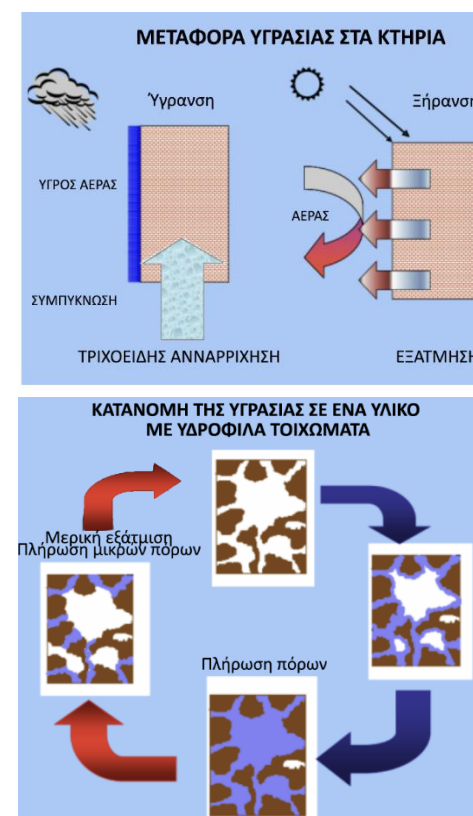
Η μέτρηση της τριχοειδούς υδαταπορρόφησης αποτελεί μια από τις πιο αποτελεσματικές και αξιόπιστες μεθόδους για την αξιολόγηση της ικανότητας του νερού να διεισδύει στο εσωτερικό υλικών. Η μέτρηση γίνεται σε γραμμάρια απορροφημένου υγρού ανά διατρεχόμενη επιφάνεια στερεής μάζας, σε συνάρτηση με τη χρονική εξέλιξη του φαινομένου.

Με την αξιολόγηση του ποσοστού απορρόφησης της υγρασίας πριν και μετά την εφαρμογή νανοσυνθετικών υλικών, εκτιμάται η αποτελεσματικότητα της προστασίας των δομικών υλικών από την παρουσία νερού.



Εικ.52 Τριχοειδής αναρρίχηση και απορρόφηση (διαφορά όγκου κενών)

Πηγή: [file:///C:/Users/hrisa/Downloads/Korakaki Dimitra MSc 2004.pdf](file:///C:/Users/hrisa/Downloads/Korakaki%20Dimitra%20MSc%202004.pdf)



Εικ.53: Μεταφορά υγρασίας στα κτήρια/Κατανομή υγρασίας σε υλικό με υδρόφιλα τοιχώματα.

Πηγή: Παγώνα -Νονη Μαραβελάκη/σημειώσεις μαθήματος :φθοράς και συντήρησης δομικών υλικών μνημείων & αρχιτεκτονικών.

Για την εκτέλεση της μεθόδου αυτής ακολουθείται συγκεκριμένο πρωτόκολλο προετοιμασίας.

- Αρχικά τα δοκίμια υποβάλλονται σε διαδικασία ξήρανσης, (κλίβανος, δοχείο ξήρανσης) και μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας ζυγίζονται και καταγράφεται το καθαρό βάρος.
- Στη συνέχεια τα δοκίμια τοποθετούνται με την λειότερη έδρα σε ειδικά δοχεία (τρυβλίο) πάνω σε διηθητικό χαρτί, εμβαπτισμένο σε απιονισμένο νερό.
- Τα δοκίμια ζυγίζονται ανά συγκεκριμένα τακτά χρονικά διαστήματα:

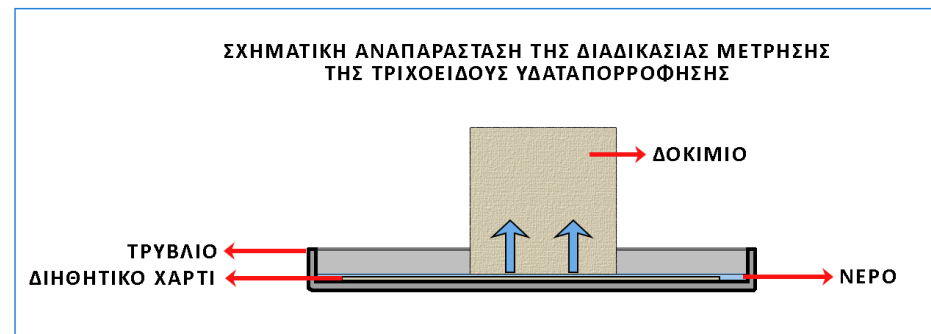
1- 10 min, 15 min, 30 min, 1 h, 1.30 h, 2-8 h, 24 h και 48 h.

- Πριν από κάθε ζύγιση, απομακρύνεται με ένα ύφασμα η τυχούσα επιφανειακή υγρασία, προκειμένου να υπολογιστεί το βάρος του νερού που απορροφήθηκε αποκλειστικά λόγω τριχοειδών δυνάμεων, αποκλείοντας την αλλοίωση των αποτελεσμάτων από την παρουσία επιφανειακής υγρασίας.

- Οι καταγραφείσες τιμές των μετρήσεων, καταχωρούνται σε πρόγραμμα excel. Από τις τιμές που καταχωρούνται, προσδιορίζεται η καμπύλη της τριχοειδούς αναρρίχησης για κάθε δοκίμιο, η οποία εκφράζει την ποσότητα του νερού που απορροφάται ανά μονάδα επιφάνειας σε συνάρτηση με τη τετραγωνική ρίζα του χρόνου. Στον οριζόντιο άξονα x καταχωρείται η τετραγωνική ρίζα του χρόνου και στον κατακόρυφο άξονα y καταχωρείται η διαφορά βάρους προς την επιφάνεια του δοκιμίου.

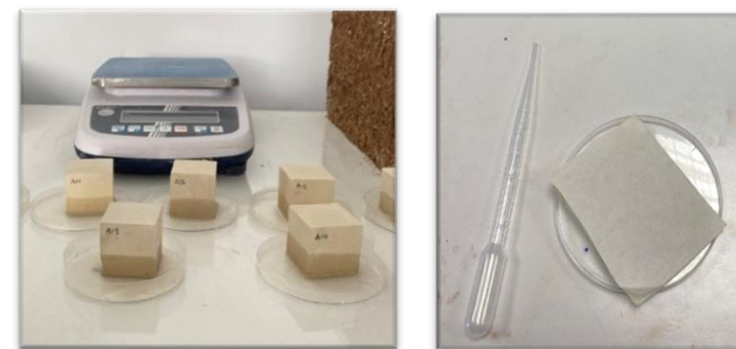
Η κλίση της καμπύλης τριχοειδούς αναρρίχησης εκφράζει το συντελεστή απορροφητικότητας, ο οποίος ταυτίζεται με την κλίση της αρχικής ευθείας. Μεγάλη τιμή του συντελεστή σημαίνει ότι, το ενεργό πορώδες του υλικού αποτελείται κυρίως από μικρούς πόρους, ενώ τιμή κοντά στο μηδέν υποδηλώνει ότι, το ποσοστό των μεγάλων πόρων είναι μεγαλύτερο σε σχέση με αυτό των μικρών.

- Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία και στα untreated και στο treated δοκίμια βρίσκουμε την γραμμή τάσης (βέλτιστη τιμή) η οποία είναι σημαντική διότι εκφράζει την ταχύτητα με την οποία το νερό διαποτίζει ένα δοκίμιο.



Εικ:54: Σχηματική αναπαράσταση της διαδικασίας μέτρησης της τριχοειδούς υδαταπορρόφησης.

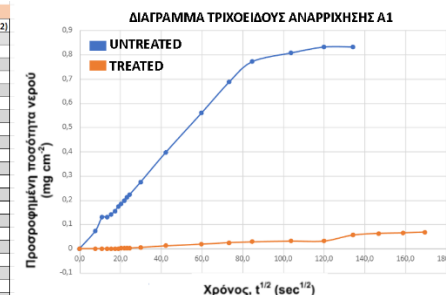
Πηγή: Προσωπική επεξεργασία



Εικ:55-56: Εργαστήριο τριχοειδούς αναρρίχησης/ Πυρέτρα, τρυβλίο, διηθητικό χαρτί.

Πηγή: Προσωπικό αρχείο.

ΔΕΙΓΜΑ: E1 :16 cm ²		A1 UNTREATED					A1 TREATED				
t	t/sec	Bo (αρχ.βάρος)	ΔB (Bt-x, Bo)	Time (s ^{1/2} /2)	ΔB/E (g/cm ²)		Bo (αρχ.βάρος)	ΔB (Bt-x, Bo)	ΔB/E (g/cm ²)		
1	60	111.59	1.16	7.7	0.0725		110.65	0	0		
2	120	112.49	2.06	11.0	0.12975		110.65	0	0		
3	180	112.5	2.07	13.4	0.129375		110.65	0	0		
4	240	112.67	2.24	15.5	0.14		110.65	0	0		
5	300	112.9	2.47	17.3	0.154375		110.65	0	0		
6	360	113.2	2.77	19.0	0.173125		110.65	0	0		
7	420	113.37	2.94	20.5	0.18375		110.66	0.01	0.000625		
8	480	113.6	3.17	21.9	0.198125		110.67	0.02	0.00125		
9	540	113.79	3.36	23.2	0.21		110.67	0.02	0.00125		
10	600	113.98	3.55	24.5	0.221875		110.68	0.03	0.001875		
15	900	114.82	4.39	30.0	0.274375		110.73	0.08	0.005		
30	1800	116.29	6.36	42.4	0.3975		110.83	0.18	0.01125		
60	3600	119.39	8.96	60.0	0.56		110.94	0.29	0.018125		
90	5400	121.42	10.99	73.5	0.688875		111.04	0.39	0.024375		
120	7200	122.77	12.34	84.9	0.77125		111.09	0.44	0.0275		
180	10800	123.34	12.91	103.9	0.808875		111.14	0.49	0.030625		
240	14400	123.73	13.1	120.0	0.83125		111.14	0.49	0.030625		
300	18000	123.73	13.1	135.2	0.83125		111.54	0.89	0.055625		
360	21600			147.0			111.85	1	0.0625		
420	25200			158.7			111.89	1.04	0.068		
480	28800			169.7			111.74	1.09	0.08125		



Εικ:57 Παράδειγμα από το excel από το δοκίμιο A1 untreated-treated πίνακας και διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης.

Πηγή: Προσωπική επεξεργασία

4.3.5/ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ

Τα στερεωτικά που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

6. SurfaPore FX WB
7. LUDOX® HS-30
8. TEGOSIVIN® HE 328
9. WACKER SILICONS - SILRES® BS OH 100
10. CALOSIL IP-25

Για την εφαρμογή των στερεωτικών χρειάζεσταν:

- ένα καθαρό πινέλο για κάθε στερεωτικό
- ένα καθαρό κύπελλο για κάθε στερεωτικό
- ψεκαστήρας χειρός με ισοπροπανόλη.

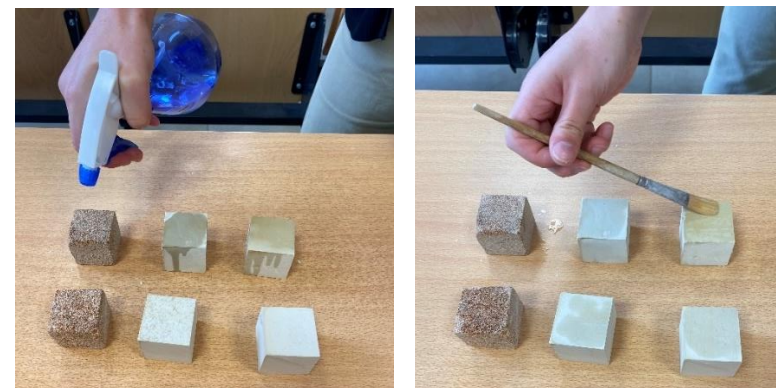


Εικ.58: Στερεωτικά, κύπελλα, πινέλα εφαρμογής

Πηγή: Προσωπικό αρχείο

Διαδικασία εφαρμογής:

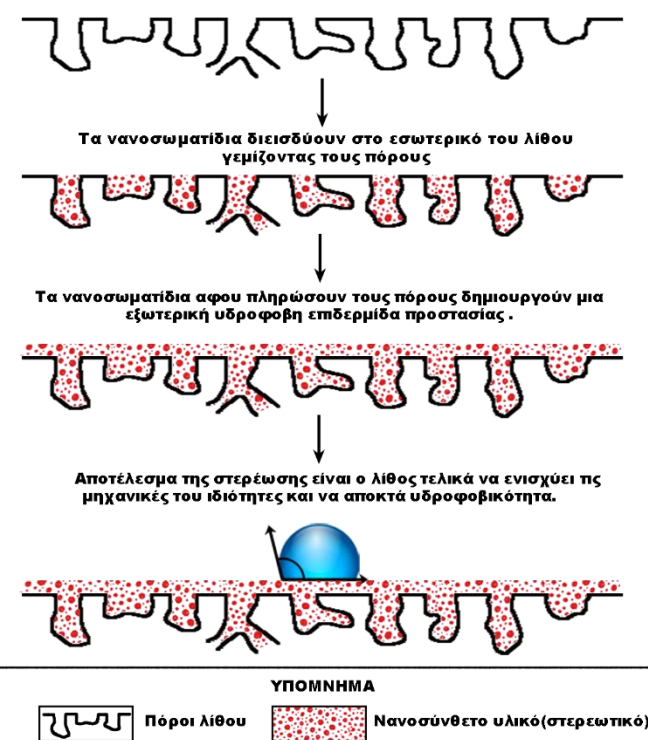
- Μετά την τριχοειδή αναρρίχηση τα δοκίμια επανυποβάλλονται στην διαδικασία ξήρανσης (φούρνος 60°C, ξηραντήρας) ώστε να απεγκλωβιστεί η υγρασία για να ξεκινήσει η εφαρμογή στερεωτικών με επάλειψη.
- Αφαίρεση σαθρών υπολειμμάτων από την επιφάνεια εφαρμογής. Η επιφάνεια εφαρμογής επιβάλλεται να είναι καθαρή και στεγνή.
- Το φιαλίδιο με το στερεωτικό ανακινείται καλά πριν από κάθε χρήση και στη συνέχεια τοποθετείται περιορισμένη ποσότητα στερεωτικού σε μικρό καθαρό κύπελλο.
- Πριν την εφαρμογή του στερεωτικού τα δοκίμια ψεκάζονται με ισοπροπανόλη.
- Μετά από λίγα δευτερόλεπτα επαλείφεται επιμελώς το στερεωτικό, με πινέλο, σε όλη την επιφάνεια του δοκιμίου
- Η διαδικασία εξάλειψης επαναλαμβάνεται, κάθε φορά που το δοκίμιο απορροφά την στρώση του στερεωτικού, έως ότου το δοκίμιο κορεστεί.
- Ενδεικνυόμενη θερμοκρασία εφαρμογής είναι 5-35°C.
- Χρόνος στεγνώματος 30 λεπτά εξαρτώμενος από τη σχετική υγρασία και τη θερμοκρασία.
- Η πλήρης ωρίμανση του υλικού και οι βέλτιστες ιδιότητες μηχανικών αντοχών επιτυγχάνονται 30 ημέρες μετά την εφαρμογή.



Εικ.59-60: Ψεκασμός με ισοπροπανόλη, εφαρμογή στερεωτικού με επάλειψη.

Πηγή: Προσωπικό αρχείο.

ΣΤΑΔΙΑ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΝΑΝΟΣΥΝΘΕΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΣΕ ΛΙΘΟ



Εικ.61: Προστασία λίθου μέσω υδρόφобου νανοσύνθετου υλικού.

Πηγή: Προσωπική επεξεργασία.

4.3.6 / ΧΡΗΣΗ ΦΑΣΜΑΤΟΦΩΤΟΜΕΤΡΟΥ ΟΡΑΤΟΥ (ΧΡΩΜΑΤΟΜΕΤΡΟ)

Το **CIELAB (COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE)** είναι ένα τυποποιημένο χρωματικό μοντέλο που χρησιμοποιείται από το 1976 και είναι γνωστό για την ομοιομορφία και σταθερότητά του στον ακριβή προσδιορισμό των αποχρώσεων. Βασίζεται σε ένα τριαξονικό σύστημα συντεταγμένων για να ποσοτικοποιήσει ένα χρώμα, αποδίδοντας σχηματικά τις πληροφορίες φωτεινότητας και χρωματικότητας μέσω των παραμέτρων L^* , a^* , και b^* .

Η παράμετρος L^* αντιπροσωπεύει τη φωτεινότητα, ενώ οι παράμετροι a^* και b^* αντιπροσωπεύουν τη χρωματικότητα. Ένα από τα κυριότερα χαρακτηριστικά του CIELAB είναι η ανεξαρτησία της φωτεινότητας και της χρωματικότητας, πράγμα που το καθιστά πολύ χρήσιμο για τον προσδιορισμό των χρωμάτων.

Επιπρόσθετα, το CIELAB εξασφαλίζει ότι ίσες διαφορές χρωμάτων αποδίδονται με ισόποσες διαστάσεις στο χρωματικό διάγραμμα, προσφέροντας ένα αξιόπιστο μέσο σύγκρισης και διαγραμματικής αναπαράστασης χρωμάτων. (σχήμα). [33]

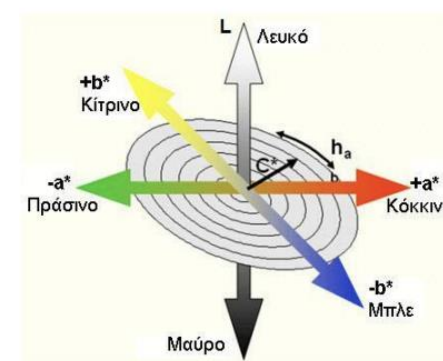
Τρεις συνιστώσες:

- 1) Η παράμετρος L^* (Lightness)** αποθηκεύει όλη την πληροφορία φωτεινότητας της εικόνας παίρνοντας τιμές από 0 (μαύρο) έως 100 (λευκό), και βρίσκεται σε άξονα κάθετο στο οριζόντιο επίπεδο που δημιουργούν οι παράμετροι χρωματικότητας a^* και b^*
- 2) Η παράμετρος a^*** αντιπροσωπεύει τον άξονα κόκκινο-πράσινο που ορίζεται ως άξονας «κοκκινίσματος» (a^*), έχει κλίμακα από +100 έως -100 και υποδηλώνει πόσο κόκκινο (θετικές τιμές, $+a^*$) ή πόσο πράσινο (αρνητικές τιμές, $-a^*$) είναι ένα χρώμα.
- 3) Η παράμετρος b^*** αντιπροσωπεύει τον άξονα κίτρινο-μπλε που χαρακτηρίζεται αντίστοιχα ως άξονας «κιτρινίσματος» (b^*), έχει κλίμακα από +100 έως -100 και φανερώνει πόσο προς κίτρινη ή κυανή απόχρωση τείνει ($+b^*$, $-b^*$) ένα χρώμα.

Η **Χρωματική Διαφορά (ΔE)** είναι μια τυποποιημένη μέθοδος για την εκτίμηση της αξιοπιστίας των συστημάτων μέτρησης χρωμάτων δισφοτερικών επιφανειών. Υπολογίζεται ως η γεωμετρική απόσταση μεταξύ των σημείων που προκύπτουν από τις χρωματικές συντεταγμένες των δειγμάτων σε έναν οπτικά ομοιόμορφο χρωματικό χώρο. Στο σύστημα μέτρησης CIELAB, οι υπολογιζόμενες χρωματικές διαφορές συνδέονται με την ανθρώπινη χρωματική αντίληψη, αποδίδονται σε μονάδες (units) και υπολογίζονται με βάση την ακόλουθη μαθηματική εξίσωση:

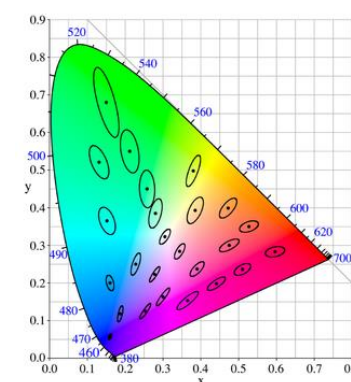
$$\Delta E^* = \sqrt{[\Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta L^{*2}]}$$

Οι παράγοντες ΔL^* , Δa^* και Δb^* αποδίδουν τις διαφορές στις αντίστοιχες χρωματικές παραμέτρους L^* (φωτεινότητα), a^* και b^* (παράμετροι χρωματικότητας) μεταξύ δύο μετρήσεων. Η χρωματική διαφορά ΔE^* αναφέρεται συχνά στο πλαίσιο της αξιολόγησης της ακρίβειας και της ομοιότητας χρωμάτων, και χρησιμοποιείται ευρέως σε βιομηχανίες όπως η γραφική τέχνη, η εκτύπωση, η τροφοδοσία και η χρωματομετρία.



Εικ.62: Χρωματικός χώρος CIELAB

Πηγή: <https://cindyallen.wordpress.com>



Εικ.63: Διάγραμμα χρωματικότητας CIELab

Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/MacAdam_ellipse

ΧΡΩΜΑΤΟΜΕΤΡΟ ΤΗΣ KONICA MINOLTA

Η Φασματοφωτομετρία ορατού (Colorimetry) έγινε προκειμένου να αξιολογηθούν οι χρωματικές παράμετροι μετά την εφαρμογή του νανοϋλικού και για να υπολογιστεί η επίδραση του στην επιφάνεια που εφαρμόστηκε. Το υλικό μελέτης όφειλε να πληροί τις προϋποθέσεις μη χρωματικής αλλοίωσης των επιφανειών στις οποίες επιστρώνεται.

Συνακόλουθα, έγινε χρήση φορητού χρωματόμετρου KONICA MINOLTA cm-2600d για την μέτρηση του δείκτη ΔΕ* (παράμετροι α*, b*, L*) στα δοκίμια πριν και μετά την εφαρμογή των νανοϋλικών. Οι παραπάνω παράμετροι ορίστηκαν βάσει του ενιαίου χρωματικού χώρου CIE L*a*b* (COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE) (CEN, 2010)

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Οι χρωματικές παράμετροι προσδιορίστηκαν με τη χρήση του φασματοφωτόμετρου Konica Minolta CM-2600d, το οποίο συνδέθηκε σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με το φωτιστικό D65 (πρότυπο φως ημέρας) και με τη χρήση οπής διαμέτρου 0,8 cm για έλεγχο μεγαλύτερων επιφανειών. Για κάθε στιγμιότυπο πραγματοποιήθηκε βαθμονόμηση ακολουθώντας τις οδηγίες του οργάνου, προσαρμόζοντας το φασματοφωτόμετρο για την διασφάλιση της ακρίβειας των μετρήσεων.

Στα δοκίμια που εξετάστηκαν στο εργαστήριο με το χρωματόμετρο, επιλέχθηκε στα δοκίμια χωρίς στερεωτικό ένα σημείο (TARGET) και τρία διαφορετικά σημεία (SAMPLE) στην επιφάνεια με την εφαρμογή του στερεωτικού.

Με αυτό τον τρόπο μπορεί να υπολογιστεί η χρωματική αλλαγή, που ίσως έχει προκληθεί, ύστερα από την εφαρμογή. Η ολική διαφορά χρώματος υπολογίζεται από τον εξής τύπο:

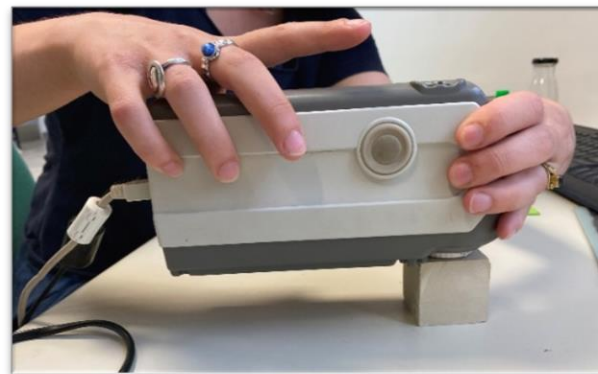
$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Όπου:

- $\Delta L^* = L^* \text{ treated} - L^* \text{ untreated}$
- $\Delta a^* = a^* \text{ treated} - a^* \text{ untreated}$
- $\Delta b^* = b^* \text{ treated} - b^* \text{ untreated}$

Όταν :

- $\Delta E^* < 3$ δεν είναι αντιληπτές από το ανθρώπινο μάτι.
- $\Delta E^* = 3-5$ θεωρείται ανεκτή.
- $\Delta E^* > 5$, υπάρχει σημαντική απόκλιση και είναι μη αποδεκτή για μεταβολές σε μνημεία ή έργα τέχνης.



Εικ.64: Τοποθέτηση του χρωματόμετρου στην επιφάνεια δοκιμής.

Πηγή: Προσωπικό αρχείο.



Εικ.65: Τα τρία διαφορετικά σημεία δοκιμής πάνω στην επιφάνεια treated.

Πηγή: Προσωπικό αρχείο.

	Data Name	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	dL*(D65)	da*(D65)	db*(D65)	dE*ab(D65)
Target	A1/untreated	79,69	1,7	15,03	-----	-----	-----	-----
Target	A1/untreated	79,54	1,74	15,06	-----	-----	-----	-----
M,O		79,615	80,04333333	15,045				
1	A1 /FX	81,44	2,18	12,13	1,75	0,47	-2,9	3,42
1	A1 /FX	81,21	2,22	12,16	1,67	0,48	-2,9	3,38
2	A1 /FX	78,74	2,48	16,81	-0,96	0,77	1,78	2,17
2	A1 /FX	78,58	2,51	16,82	-0,96	0,77	1,76	2,15
3	A1 /FX	80,04	2,28	15,43	0,35	0,57	0,4	0,78
3	A1 /FX	80,25	2,27	15,42	0,71	0,54	0,37	0,97
M,O		80,04333333	2,323333333	14,795				2,145

Εικ.66: Παράδειγμα (excel) χρωματικών διαφορών του δοκιμίου A1 πριν το στερεωτικό (TARGET) και μετά την εφαρμογή (3 SAMPLES).

Πηγή: Προσωπικό αρχείο.

4.3.7/ ΜΕΛΕΤΗ ΝΑΝΟΥΛΙΚΩΝ ΜΕΣΩ ΑΥΤΟΚΟΛΛΗΤΗΣ ΤΑΙΝΙΑΣ SCOTCH TAPE

Η μέθοδος του Scotch tape (κολλητική ταινία) προσφέρει τη δυνατότητα μέτρησης της συνοχής της επιφάνειας των δειγμάτων. Η μέθοδος ακολουθεί συγκεκριμένο πρωτόκολλο:

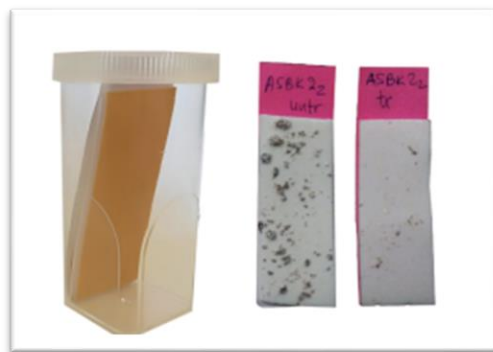
1. εφαρμόζονται μικρά τεμάχια ισχυρής κολλητικής ταινίας, (τύπου tesa POWER BOND 19mm) στο δοκίμιο.
2. τα τεμάχια της ταινίας τοποθετούνται σε δοχείο ώστε να ενισχυθεί το βάρος τους και να είναι δυνατή η ζύγισή τους.
3. εφαρμόζονται τα τεμάχια ταινίας στην εξεταζόμενη επιφάνεια
4. η μεμβράνη προστασίας αποσπάται από την επιφάνεια και τοποθετείται εκ νέου στο δοχείο.
5. το δοχείο τοποθετείται εκ νέου στο ζυγό.
6. Η διαφορά ανάμεσα στις δύο αυτές ζυγίσεις αποδίδει το βάρος του υλικού που αποσπάστηκε από την εξεταζόμενη επιφάνεια.

Η περιγραφόμενη διαδικασία ακολουθείται πριν και μετά την εφαρμογή στερεωτικών υλικών με σκοπό τον έλεγχο της αποδοτικότητάς τους στα διάφορα υλικά. Επιτρέπει την παρακολούθηση της αλλαγής στη συνοχή της επιφάνειας μετά την εφαρμογή των υλικών και την εκτίμηση της αποδοτικότητάς τους.



Εικ.67: Scotch tape

Πηγή: Δανιά Παναγιώτα /προστασία ασβεστόλιθων και μάρμαρων με καινοτόμα νανοϋλικά.



Εικ.68: Δοχείο με τις μεμβράνες προστασίας /συγκρατούμενη ποσότητα στην κολλητική ταινία.

Πηγή: Δανιά Παναγιώτα /προστασία ασβεστόλιθων και μάρμαρων με καινοτόμα νανοϋλικά.



Εικ.69: Εφαρμογή κολλητικής ταινίας πάνω στην επιφάνεια του λίθου
Πηγή: Προσωπικό αρχείο.



Εικ.70: Ζυγαριά υψηλής ακρίβειας.
Πηγή: Προσωπικό αρχείο.

ΔΟΚΙΜΙΑ	ΠΡΙΝ g	ΜΕΤΑ g	ΣΥΓΚΡΑΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ g
Ψ1/ untreated	0,1156	0,118	0,0024
Ψ1/ treated	0,129	0,131	0,0020

Εικ.71: Παράδειγμα (excel) εργαστηρίου Scotch-tape του δοκιμίου Ψ1 πριν και μετά την εφαρμογή στερεωτικού.
Πηγή: Προσωπικό αρχείο.

4.3.8/ UPV – TEST (ΥΠΕΡΗΧΟΣ)

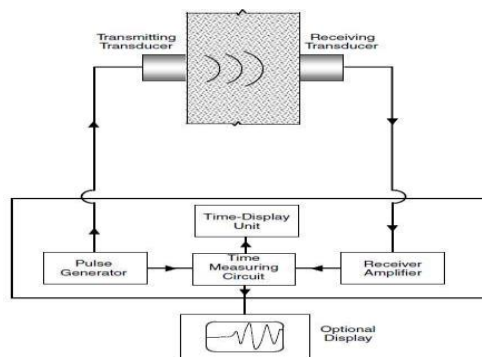
Η μέθοδος μέτρησης με UPV (Ultrasonic Pulse Velocity) χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του δυναμικού μέτρου ελαστικότητας (E_d) στα υλικά. Η μέτρηση αυτή γίνεται χρησιμοποιώντας υπερήχους, οι οποίοι είναι ελαστικά κύματα υψηλής συχνότητας, για την αξιολόγηση της ταχύτητας διάδοσής τους μέσα από το υλικό. Το Δυναμικό Μέτρο Ελαστικότητας (E_d) σχετίζεται με την ταχύτητα των υπερήχων (u) και την πυκνότητα (ρ) του υλικού με την ακόλουθη σχέση:

$$E_d = u^2 \rho$$

Η μέτρηση της ταχύτητας των υπερήχων γίνεται με τη χρήση της συσκευής TICO ultrasonic instrument της εταιρίας Proseq, ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:

1. πραγματοποιείται βαθμονόμηση (Calibration), σύμφωνα με τις οδηγίες της συσκευής.
2. το δείγματοποθετείται ανάμεσα στους δύο μετατροπείς (transducers) της συσκευής.
3. Εκκινείται η μέτρηση της ταχύτητας των υπερήχων και καταγράφονται τα αποτελέσματα.
4. η διαδικασία επαναλαμβάνεται περισσότερες φορές (συνήθως τέσσερις) για να διασφαλιστεί η ακρίβεια των μετρήσεων.

Με αυτήν τη μέθοδο, είναι δυνατό να υπολογιστεί την ταχύτητα των υπερήχων μέσα από τα υλικά, η οποία συνδέεται με το δυναμικό μέτρο ελαστικότητας (E_d) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση των υλικών και των δομικών στοιχείων.



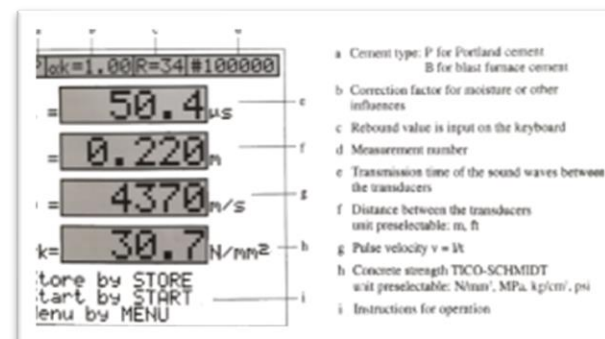
Εικ.72: Σχηματικό διάγραμμα κυκλώματος απευθείας μετάδοσης.

Πηγή: <https://www.researchgate.net/figure/Schematic-diagram-of-pulse-velocity->



Εικ:73: Εξοπλισμός UPV-TEST.

Πηγή: Προσωπικό αρχείο.



Εικ:74: Λήψη αποτελεσμάτων UPV-TEST.

Πηγή: Οδηγίες χρήσης UPV-TEST.

Ψ12 (l=0,050M)	1	2	3
t (μs)	11,4	11,9	10,6
v (m/s)	4390	4590	4720

Εικ:75: Πίνακας των τριών δοκιμών (excel).

Πηγή :Προσωπικό αρχείο.

4.3.9/ ΜΕΛΕΤΗ ΜΕΣΩ ΥΠΕΡΥΘΡΗΣ ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑΣ ΜΕ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ FOURIER (FTIR)

Η υπέρυθρη φασματοσκοπία (Infrared Spectroscopy, IR) είναι μια μέθοδος χαρακτηρισμού που εφαρμόζεται ευρέως, τόσο για την **ανάλυση σύνθεσης** όσο και για τον **έλεγχο της καθαρότητας χημικών ενώσεων**.^[34]

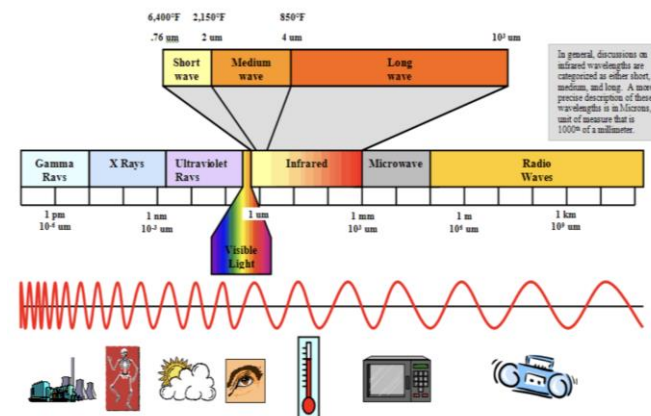
Η φασματοσκοπία μετασχηματισμού Fourier είναι πειραματική τεχνική ανάλυσης, κατά την οποία **υπολογίζεται η παροδική συνοχή μιας ακτινοβολούσας πηγής, μέσω φασμάτων**. Η μέθοδος βασίζεται στην **αλληλεπίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας και των μορίων του δοκιμίου, καθώς τα μόρια έχουν διακριτή γεωμετρία και φυσικές καταστάσεις ταλάντωσης και στρέψης**. Η προσπίπτουσα υπεριώδης ακτινοβολία που προσπίπτει στην επιφάνεια, ενεργοποιεί τις δυναμικές και δημιουργείται ένα κρίσιμο μήκος κύματος ικανό δώσει ενέργεια στο δεσμό. Ο ατομικός δεσμός διεγείρεται και απορροφά το μήκος κύματος της υπεριώδους ακτινοβολίας. ^[35]

Το υπέρυθρο φάσμα χωρίζεται σε τρεις περιοχές:

1. Εγγύς υπέρυθρο (NIR) από 0,8 mm έως 2,5 mm, περιλαμβάνοντας κυματάρια 14.000-4.000 cm^{-1} .
2. Μέσο υπέρυθρο (MIR) από 2,5 mm έως 25 mm, με κυματάρια 4.000-400.000 cm^{-1} .
3. Άπω υπέρυθρο (FIR) από 25 mm έως 1000 μm , με κυματάρια 400-10 cm^{-1} .

Στην εκτέλεση του πειράματος χρησιμοποιείται η περιοχή του μέσου υπέρυθρου (MIR), όπου παρατηρούνται αλλαγές στον τρόπο δόνησης των μορίων λόγω απορρόφησης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

Η φασματοσκοπία FTIR είναι ικανή να αναλύσει δείγματα σε **αέρια, υγρή ή στερεά μορφή**. Στην παρούσα μελέτη, αναλύθηκαν στερεά δείγματα, χρησιμοποιώντας τη συσκευή **NICOLET Is50 FT-IR** της εταιρείας Thermo Scientific. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης καταγράφονται με τη χρήση **υπολογιστικών προγραμμάτων Spectra και Spectragryph**, αποδίδοντας τη δομή των δειγμάτων.



Εικ:76 Φάσμα υπέρυθρου οι τρεις περιοχές διαχωρισμού του.

Πηγή: <https://paranormalwarehouse.com/paranormal-theories-thermal-imagers/>



Εικ.77: Μηχάνημα FTIR.

Πηγή: <https://www.thermofisher.com/order/catalog/product/912A0769>

Μετρήσεις FTIR

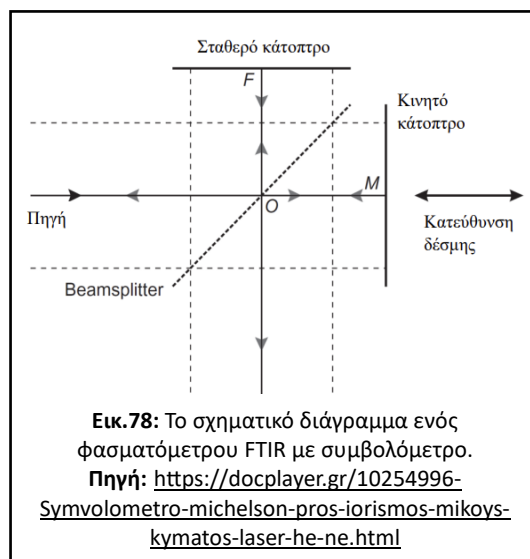
Για την ανάλυση του υλικού χρησιμοποιούνται η πηγή υπέρυθρης ακτινοβολίας (Λυχνίες Globar ή Nerst), το φασματόμετρο υπέρυθρου μετασχηματισμού (Fourier), το Συμβολόμετρο (Michelson) και ο ανιχνευτή υπέρυθρης ακτινοβολίας.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου Φασματοσκοπίας υπέρυθρου τύπου μετασχηματισμού Fourier είναι πολλά και σημαντικά:

- παρουσιάζει μεγάλη ακρίβεια
- Η συλλογή των φασμάτων είναι πολύ γρήγορη
- έχει πολύ μεγάλη ευαισθησία
- έχει τη δυνατότητα μέσω του κινούμενου κατόπτρου να μεταβάλλει τη διαχωριστική της ικανότητα

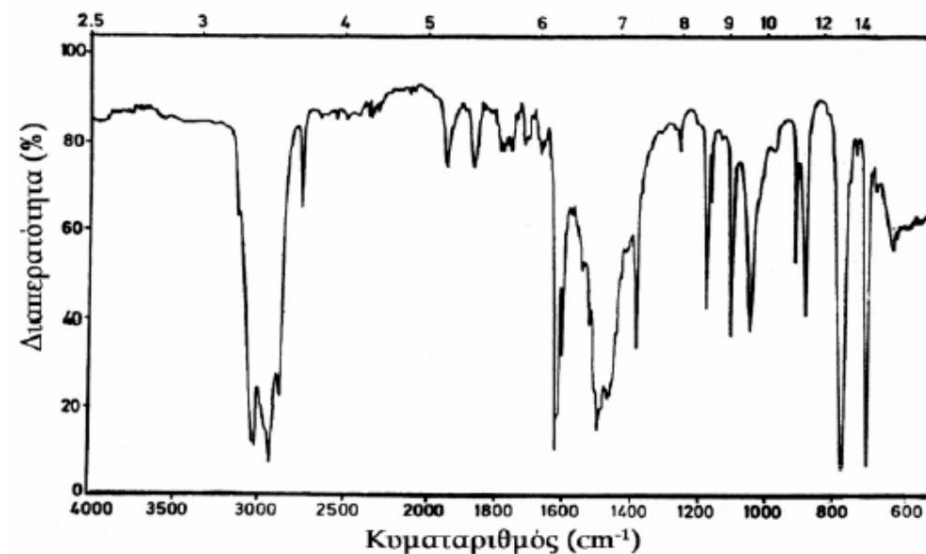
Το συμβολόμετρο (interferometer)

χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της απορρόφησης υπέρυθρων ακτινοβολιών σε υλικά. Πρόκειται για μια πλάκα κατασκευασμένη από ημιδιαφανές υλικό, συνήθως βρωμιούχο κάλιο (KBr), η οποία ανακλά περίπου 50% της υπέρυθρου ακτινοβολίας που την πλήττει. Η πλάκα αυτή τοποθετείται μεταξύ της πηγής υπέρυθρων ακτινοβολιών και του λήπτη. Η μέθοδος επιτρέπει την αποθήκευση και τη συσχέτιση της απορρόφησης υπέρυθρων ακτινοβολιών με την χημική δομή και τη φύση των ενδοατομικών δεσμών των δειγμάτων. [36]



Μορφή του φάσματος απορρόφησης στο FTIR

Στο γράφημα FTIR, ο άξονας x αποδίδει τον κυματάριθμο (cm^{-1}), ενώ ο άξονας y αποδίδει τη διαπερατότητα T (%) που αντιπροσωπεύει τον λόγο της ακτινοβολίας που διέρχεται μέσα από το δείγμα προς την αρχική ακτινοβολία. Τα μέγιστα σημεία απορρόφησης αντιστοιχούν σε συχνότητες όπου οι δεσμοί των μορίων συντονίζονται. Η ένταση απορρόφησης εξαρτάται από τη μεταβολή της ηλεκτρικής διπολικής ροπής του μορίου, επομένως ο βαθμός της μεταβολής αντιστοιχεί στον βαθμό απορρόφησης. Η ηλεκτρική διπολική ροπή σχετίζεται με την ηλεκτραρνητικότητα των ατόμων του μορίου, επομένως τα μόρια που παρουσιάζουν υψηλή ηλεκτραρνητικότητα εμφανίζουν αντίστοιχη απορρόφηση.



Εικ.79: Διάγραμμα φάσματος FTIR.
 Πηγή: [11. ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ IR.pdf](#)

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ FTIR

Για την εξέτασή των δοκιμών με τη μέθοδο FTIR η διαδικασία είναι η εξής:

- Αρχικά συγκεντρώνουμε 1 mg στερεού δείγματος από την επιφάνεια που εξετάζουμε με απόξεση και ζυγίζουμε στο ζυγό.
- Σε γουδί από αχάτι κονιοποιούμε πλήρως το υλικό μας.
- Στη συνέχεια τοποθετούμε όλο το υλικό μας στο IS50 ATR και ακτινοβολούμε.
- Για την διεξαγωγή αποτελεσμάτων, αφού έχουν εισαχθεί στην συσκευή φασματοσκοπίας εκεί, με τη βοήθεια υπολογιστικού προγράμματος (Spectra), εμφανίζονται τα διαγράμματα ανάλυσης, τα οποία μας γνωστοποιούν τη δομή του κάθε δείγματος. Μέσω αυτού του προγράμματος έχουμε τη δυνατότητα επεξεργασίας των διαγραμμάτων, όπως εμείς επιθυμούμε, για να έχουμε όλα τα αποτελέσματα, με σκοπό την καλύτερη ανάλυση των δειγμάτων.



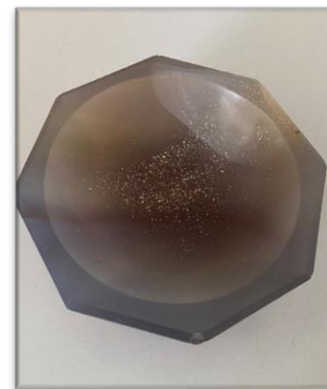
Εικ.80: Φθείρουμε την επιφάνεια ώστε να συγκεντρώσουμε την απαραίτητη ποσότητα στερεού δείγματος.

Πηγή: Προσωπικό αρχείο.



Εικ.81: Συγκέντρωση στερεού δείγματος από την εξεταζόμενη επιφάνεια.

Πηγή: Προσωπικό αρχείο.



Εικ.82: Κονιοποιούμε πλήρως το υλικό στο γουδί από αχάτι

Πηγή: Προσωπικό αρχείο.



Εικ.83: Τοποθέτηση υλικού στο IS50 ATR.

Πηγή: Προσωπικό αρχείο.

4.3.10/ ΕΞΕΤΑΣΗ ΥΔΡΟΦΟΒΙΚΟΤΗΤΑΣ - ΥΔΡΟΦΙΛΙΚΟΤΗΤΑΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ.

Η **υδροφοβικότητα** αναφέρεται στην ικανότητα μιας επιφάνειας να **απωθεί την απορρόφηση του υγρού**, ενώ η **υδροφιλικότητα** αναφέρεται στη ικανότητα μιας επιφάνειας να **απορροφά τα υγρά που έρχονται σε επαφή**. [37]

ΔΙΑΒΡΟΧΗ - ΓΩΝΙΑ ΕΠΑΦΗΣ

Η **διαβροχή** αναφέρεται στην ικανότητα ενός υγρού να διατηρεί επαφή με μια στερεή επιφάνεια λόγω των αλληλεπιδράσεών τους και εξαρτάται από την επιφανειακή ενέργεια και τις δυνάμεις συνάφειας μεταξύ του υγρού και της στερεάς επιφάνειας. Αυτές οι δυνάμεις επηρεάζουν τον τρόπο που το υγρό επιδρά την επιφάνεια, προκαλώντας εξάπλωση ή αποτροπή επαφής, αντίστοιχα. [38]

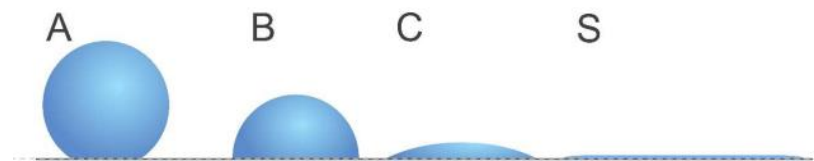
Η **γωνία επαφής** είναι η γωνία που σχηματίζεται **ανάμεσα στην επιφάνεια υγρού και τη στερεά επιφάνεια**, και χρησιμοποιείται ως μέτρο για τον υπολογισμό της διαβροχής μιας στερεάς επιφάνειας από ένα υγρό. Η μικρότερη γωνία επαφής χαρακτηρίζει υψηλό βαθμό διαβροχής της επιφάνειας από το υγρό, ενώ η μεγαλύτερη γωνία επαφής υποδεικνύει μικρότερη διαβροχή. [39]

ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΓΩΝΙΑΣ ΕΠΑΦΗΣ:

- **γωνία είναι $> 90^\circ$** η διαβροχή θεωρείται μη ικανοποιητική(**υδρόφοβη**).
- **γωνία επαφής $> 150^\circ$** χαρακτηρίζει τις **υπερυδρόφοβη επιφάνεια**.
- **γωνία επαφής $< 90^\circ$** τότε το υλικό θεωρείται πως διαβρέχεται(**υδρόφιλη**).
- **γωνία επαφής μεταξύ υγρής και στερεάς φάσης είναι μηδενική** το υλικό θεωρείται **πλήρως διαβρεγμένο (υδρόφιλη)**.

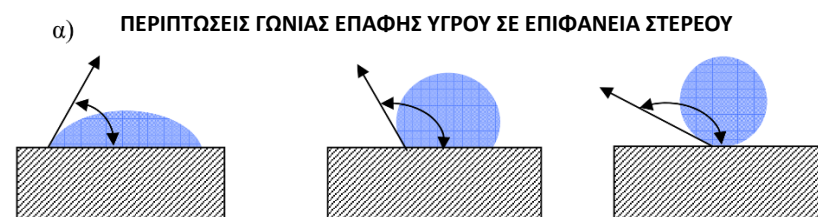
➤ Η **γωνία επαφής αποτελεί σημαντική παράμετρο στη μελέτη των ρευστών νανοϋλικών**. Οι μετρήσεις προσδιορισμού της γωνίας επαφής χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της επιφάνειας και της καθαρότητας του υγρού.

➤ **Σημαντικός παράγοντας** στην διεξαγωγή συμπερασμάτων είναι η **διάρκεια της υδροφοβικότητας στον χρόνο**, στην παρούσα ερευνητική τα δοκίμια εξετάστηκαν σε διαφορετικές χρονικές περιόδους ως προς την υδροφοβικότητα τους για να μελετηθεί η γωνία επαφής της σταγόνας.



Εικ.84: Διαβροχή επιφανειών μέσω εναπόθεσης σταγόνας. Η επιφάνεια με το υγρό A έχει χαμηλή διαβροχή, λόγω ότι η σταγόνα συγκρατείται σε σφαιρικό σχήμα, ενώ η επιφάνεια με υγρό S έχει υψηλή διαβροχή, καθώς έχει εξαπλωθεί το υγρό.

Πηγή: Πετούση, 2011 σελ.2



Εικ:85 Γωνία επαφής υγρού σε επιφάνεια στερεού α) οξεία, β) αμβλεία γ) αδιάβροχο στερεό.

Πηγή : <http://ikee.lib.auth.gr.pdf> σελ.21



Εικ:86: Δοκίμιο A2,A4 μηδενική γωνία επαφής,δοκίμιο A13 γωνία επαφής $> 90^\circ$

Πηγή : Προσωπικό αρχείο

5.ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΣΜΑΤΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΠΟΡΙΣΜΑΤΩΝ

5.ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΠΟΡΙΣΜΑΤΩΝ

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Βασιζόμενοι στο θεωρητικό υπόβαθρο, στις τεχνικές πρακτικές και στα μέσα έρευνας, πραγματοποιήθηκαν δοκιμές επίδρασης πέντε στερεωτικών επί 31 δοκιμίων από Αλφά και Ψαμμίτη, καταγράφοντας αναλυτικά τα αποτελέσματα ανά περίπτωση .

Τα αποτελέσματα των πειραμάτων επιλέχθηκε να καταγράφονται και να διαχωρίζονται ανά τεχνική και υλικό (στερεωτικό /λίθος), ώστε να γίνεται εύκολα αντιληπτή η παράλληλη σύγκριση της επίδρασης κάθε τύπου στερεωτικού σε κάθε είδος λίθου και η άμεση διεξαγωγή συμπερασμάτων .

Οι τιμές και τα διαγράμματα που παρουσιάζονται συνοπτικά είναι αποτέλεσμα εκτενούς προσωπικής έρευνας επί αναλυτικών ερευνητικών δοκιμών. Από τα διεξαχθέντα πειράματα επιλέχθηκε να παρουσιαστούν τα ενδεικτικότερα και βασικότερα στοιχεία που οδηγούν σε ασφαλή παρατηρήσεις και συμπεράσματα.

ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΘΑ ΑΝΑΛΥΘΟΥΝ ΟΙ ΕΞΗΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΑΣ:

5.1 ΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΛΦΑ ΚΑΙ ΨΑΜΜΙΤΗ

5.2 ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ

- ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ ΣΕ ΑΛΦΑ
- ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ ΣΕ ΨΑΜΜΙΤΗ

5.3 ΤΡΙΧΟΕΙΔΗΣ ΑΝΑΡΡΙΧΗΣΗ

- ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ ΣΕ ΑΛΦΑ
- ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ ΣΕ ΨΑΜΜΙΤΗ

5.4 ΧΡΩΜΑΤΟΜΕΤΡΟ

- ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ ΣΕ ΑΛΦΑ
- ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ ΣΕ ΨΑΜΜΙΤΗ

5.5 SCOTCH-TAPE

- ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ ΣΕ ΨΑΜΜΙΤΗ

5.6 ΥΠΕΡΗΧΟΙ

- ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ ΣΕ ΨΑΜΜΙΤΗ ΚΑΙ Α16 ΑΛΦΑ

5.7 FTIR

- ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ ΣΕ ΨΑΜΜΙΤΗ

5.8 ΥΔΡΟΦΟΒΙΚΟΤΗΤΑ-ΥΔΡΟΦΙΛΙΚΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

- ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ ΣΕ ΑΛΦΑ ΚΑΙ ΨΑΜΜΙΤΗ ΜΕΤΑ ΑΠΟ 15 ΜΕΡΕΣ
- ΥΔΡΟΦΟΒΙΚΟΤΗΤΑ-ΥΔΡΟΦΙΛΙΚΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΣΕ ΒΑΘΟΣ ΧΡΟΝΟΥ
- ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΣΤΑΓΟΝΑΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ 15 ΜΕΡΕΣ
- ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΣΤΑΓΟΝΑΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ 8 ΜΗΝΕΣ
- ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΣΤΑΓΟΝΑΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ 10-11ΜΗΝΕΣ

5.9 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

5.1/ ΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΛΦΑ ΚΑΙ ΨΑΜΜΙΤΗ



ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΠΑΛΕΙΨΗ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΟΥ ΣΤΗΝ ΑΝΩ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ					
	FX	TEGOSIVIN	SILRES	CALOSIL	LUDOX
ΑΛΦΑΣ	<ul style="list-style-type: none">ικανοποιητικό αποτέλεσμα (ομοιομορφία χρώματος με τις untreated επιφάνειες)	<ul style="list-style-type: none">πιο σκουρόχρωμη συγκριτικά με τις untreated επιφάνειες και κολλωδη υφή	<ul style="list-style-type: none">ικανοποιητικό αποτέλεσμα (ομοιομορφία χρώματος με τις untreated επιφάνειες)	<ul style="list-style-type: none">πιο λευκή συγκριτικά με τις untreated επιφάνειες	<ul style="list-style-type: none">διάβρωση του υλικού δημιουργώντας φολίδωση
ΨΑΜΜΙΤΗΣ	<ul style="list-style-type: none">ικανοποιητικό αποτέλεσμα (ομοιομορφία χρώματος με τις untreated επιφάνειες)	<ul style="list-style-type: none">πιο σκουρόχρωμη συγκριτικά με τις untreated επιφάνειες και κολλωδη υφή	<ul style="list-style-type: none">ικανοποιητικό αποτέλεσμα (ομοιομορφία χρώματος με τις untreated επιφάνειες)	<ul style="list-style-type: none">πιο λευκή συγκριτικά με τις untreated επιφάνειες	<ul style="list-style-type: none">ικανοποιητικό αποτέλεσμα

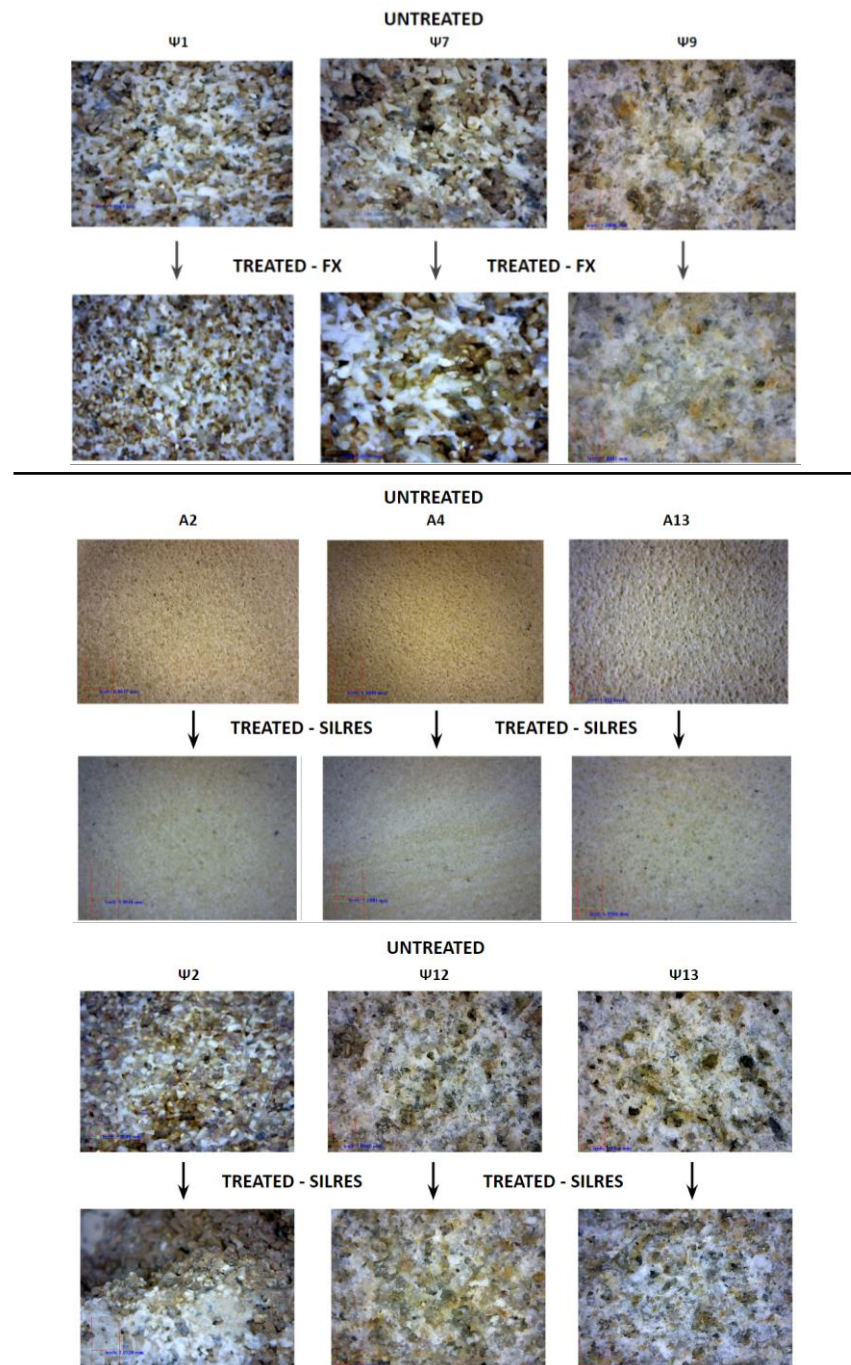
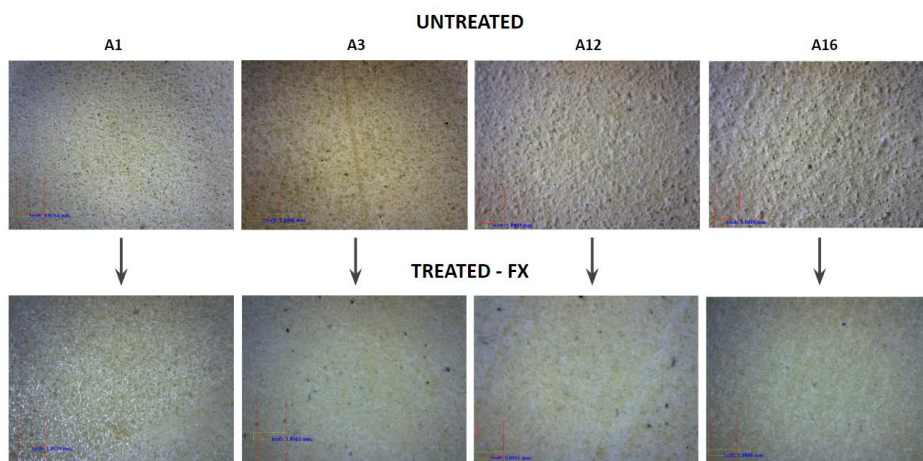
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΟΠΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ
Από την επιθεώρηση με γυμνό οφθαλμό παρατηρείται ότι στα δοκίμια του αλφά είχαν ικανοποιητικό αποτέλεσμα το FX και το SILRES Ενώ στα δοκίμια του ψαμμίτη είχαν ικανοποιητικό αποτέλεσμα το FX το SILRES και το LUDOX.

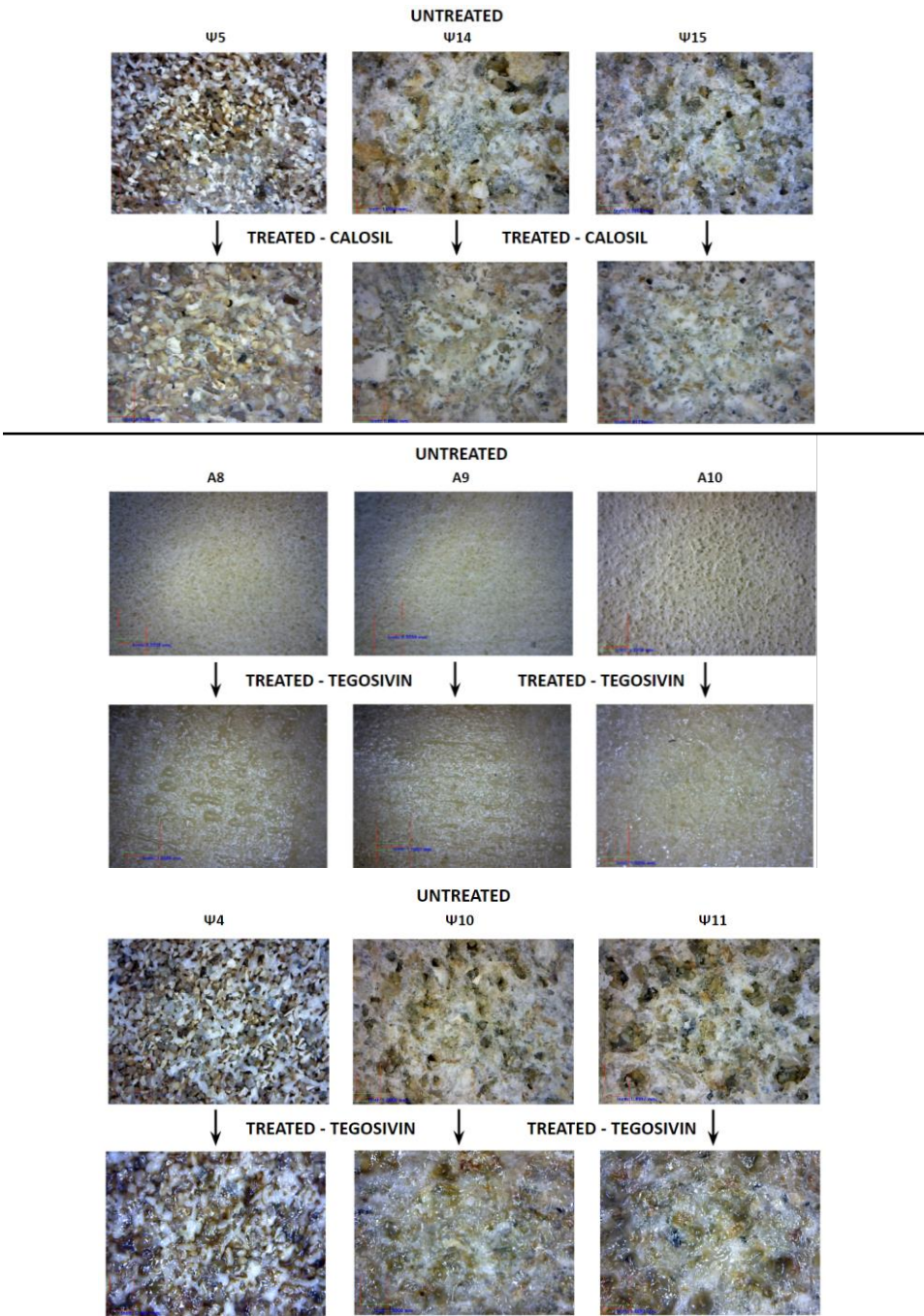
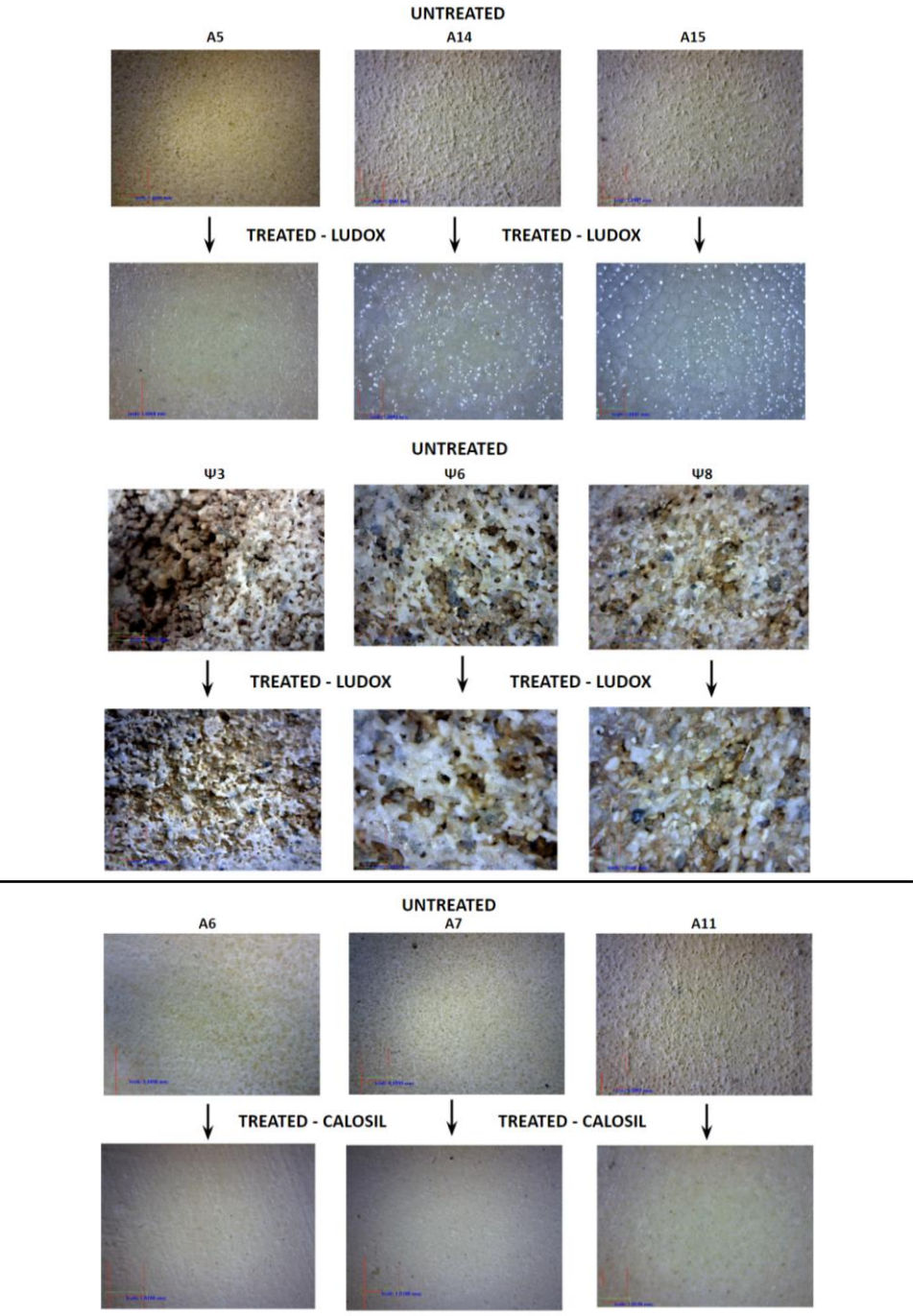
5.2/ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ

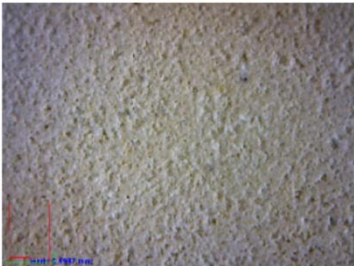




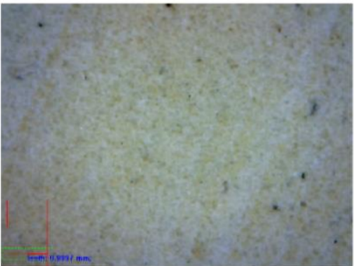
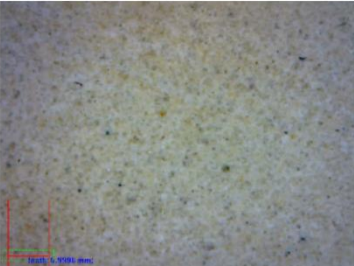
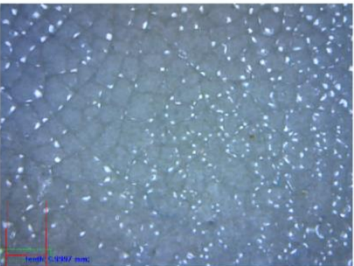

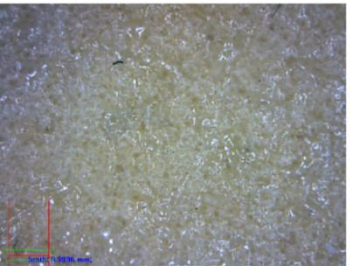
Η μη ορατή με γυμνό οφθαλμό, ανάλυση των δοκιμών έγινε με το **μικροσκόπιο του εργαστηρίου Dino-Lite Edge Digital Microscope, μοντέλο AM4515T5**, το οποίο προσφέρει εξαιρετική ποιότητα εικόνας.

Στις ακόλουθες εικόνες παρουσιάζονται τα **31 δοκίμια πριν και μετά την επάλειψη με στερεωτικό**, όπου διαπιστώνεται οπτικά η επίδραση του στερεωτικού.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται και συγκρίνονται τα αποτελέσματα της επίδρασης των πέντε στερεωτικών που ερευνήθηκαν σε ένα χαρακτηριστικό δείγμα από κάθε υλικό (αλφά και ψαμμίτη) πριν και μετά την επάλειψη των πέντε στερεωτικών (πέντε ομάδες δοκιμών ανά υλικό(αλφά-ψαμμίτη)).





ΑΛΦΑΣ- ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ (χαρακτηριστικό δείγμα αλφά για κάθε στερεωτικό)					
ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΑ	FX	SILRES	LUDOX	CALOSIL	TEGOSIVIN
UNTREATED					
TREATED					
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ	Το Fx διεισδύει στους πόρους και γεμίζει τα κενά.	Το Silres διεισδύει στους πόρους και πληρώνει τα κενά.	Το Ludox δημιουργεί συσσώρευση υλικού στην επιφάνεια(φολίδωση) και ανεπαρκή απορρόφηση στερεωτικού.	Το Calosil διεισδύει στους πόρους πληρώνει τα κενά και αποχρωματίζει την επιφάνεια	Το Tegosivin διεισδύει στους πόρους ,πληρώνει τα κενά και προσδίδει κολλώδη υφή και αποχρωματισμό στην εξωτερική επιφάνεια.

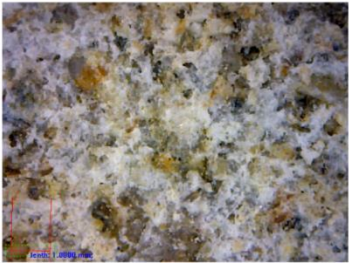
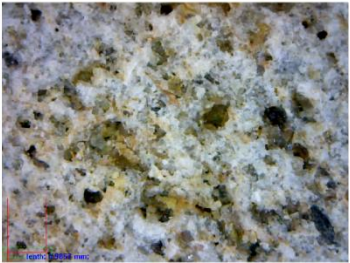
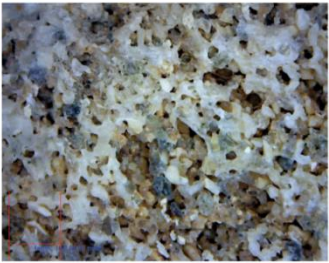
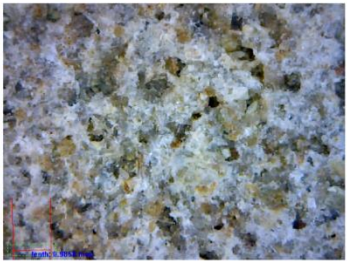

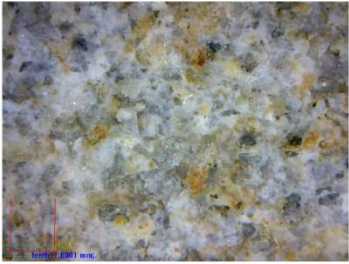
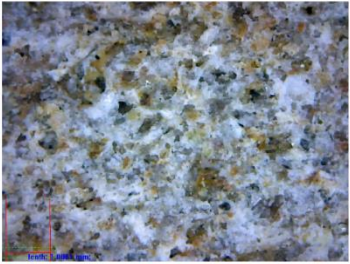
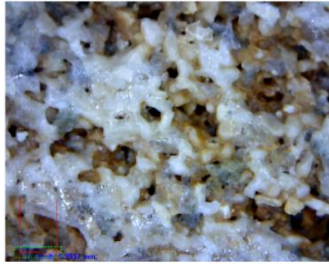
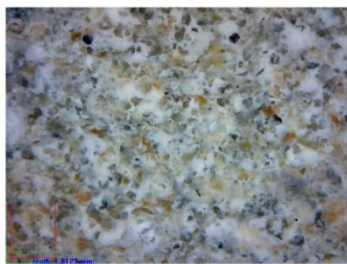
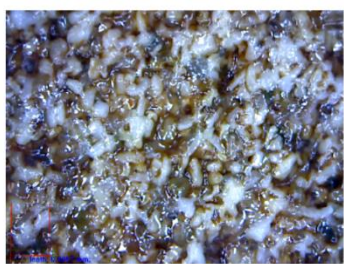
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟΥ ΣΕ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΛΦΑ

Διαπιστώνεται ότι τα στερεωτικά FX και SILRES παρουσιάζουν ικανοποιητικά αποτελέσματα, σε αντίθεση από τα LUDOX, CALOSIL και TEGOSIVIN.

Συγκεκριμένα το LUDOX παρουσιάζει συσσώρευση υλικού στην επιφάνεια (φολίδωση).

Το CALOSIL διεισδύει στους πόρους πληρώνει τα κενά και αποχρωματίζει την επιφάνεια.

Το TEGOSIVIN διεισδύει στους πόρους και πληρώνει τα κενά και προσδίδει κολλώδη υφή στην εξωτερική επιφάνεια.

ΨΑΜΜΙΤΗΣ- ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ (χαρακτηριστικό δείγμα ψαμμίτη για κάθε στερεωτικό)					
ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΑ	FX	SILRES	LUDOX	CALOSIL	TEGOSIVIN
UNTREATED					
TREATED	↓	↓	↓	↓	↓
					
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ	↓	↓	↓	↓	↓
	Το Fx διεισδύει στους πόρους και γεμίζει τα κενά.	Το Silres διεισδύει στους πόρους και πληρώνει τα κενά.	Το Ludox δημιουργεί συσσώρευση υλικού στην επιφάνεια(φολίδωση) και ανεπαρκή απορρόφηση στερεωτικού.	Το Calosil διεισδύει στους πόρους πληρώνει τα κενά και αποχρωματίζει την επιφάνεια	Το Tegosivin διεισδύει στους πόρους ,πληρώνει τα κενά και προσδίδει κολλώδη υφή και αποχρωματισμό στην εξωτερική επιφάνεια.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟΥ ΣΕ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΛΦΑ

Διαπιστώνεται ότι τα στερεωτικά **FX** και **SILRES** παρουσιάζουν **ικανοποιητικά αποτελέσματα**, σε αντίθεση από τα **LUDOX**, **CALOSIL** και **TEGOSIVIN**. Συγκεκριμένα το **LUDOX** παρουσιάζει συσσώρευση υλικού στην επιφάνεια (φολίδωση). Το **CALOSIL** διεισδύει στους πόρους πληρώνει τα κενά και αποχρωματίζει την επιφάνεια. Το **TEGOSIVIN** διεισδύει στους πόρους και πληρώνει τα κενά και προσδίδει κολλώδη υφή στην εξωτερική επιφάνεια.

5.3/ ΤΡΙΧΟΕΙΔΗΣ ΑΝΑΡΡΙΧΗΣΗ

Ερευνήθηκε ο βαθμός απορρόφησης της υγρασίας μέσω της τριχοειδούς αναρρίχησης, καταγράφοντας, κατά τακτά χρονικά διαστήματα, την συμπεριφορά των δοκιμίων λίθων αλφά και ψαμμίτη, με ή χωρίς επάλειψη στερεωτικού.

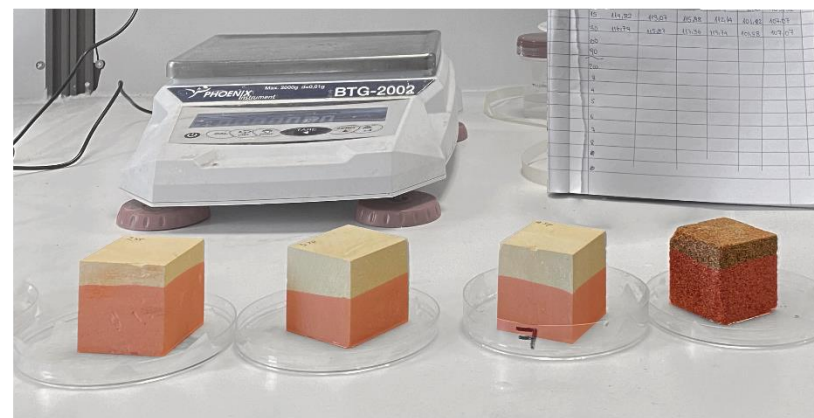
Οι παρατηρήσεις της εξέλιξης του πειράματος διήρκεσαν οκτώ ώρες (ειδικά με στερεωτικό). Στις περιπτώσεις δοκιμίων από ψαμμίτη χωρίς επάλειψη στερεωτικού (untreated), στις οποίες ο κορεσμός επήλθε σε λιγότερο από 8 ώρες, κρίθηκε άσκοπο να συνεχιστεί η καταγραφή των μετρήσεων.

Διαπιστώνεται ότι ο λίθος αλφά απορροφά την υγρασία σε βραδύτερους ρυθμούς, σε σχέση με το λίθο ψαμμίτη, καθώς ο αλφάς αποτελείται από μικρότερους κόκκους και επομένως έχει μικρότερους πόρους (μέγεθος κόκκων μικρότερο από 0,063) από τον ψαμμίτη. (μέγεθος κόκκων 2mm έως 0,063mm). Η ίδια συμπεριφορά παρατηρείται και μετά την επάλειψη της εξωτερικής επιφάνειας των λίθινων δοκιμίων με στερεωτικό.

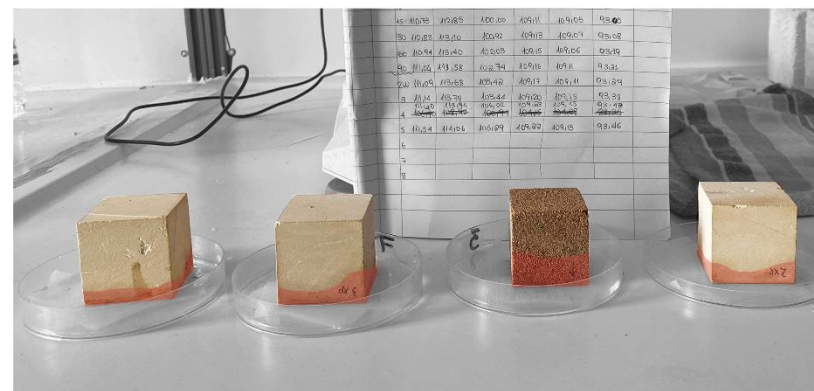
Οι μικρές διαφοροποιήσεις προσρόφησης του νερού που παρατηρούνται στα δοκίμια ίδιας κατηγορίας λίθου, οφείλονται στις μικροδιαφορές της πυκνότητας πόρων.

Η υδροφοβικότητα των επιφανειών των επαλειφόμενων ή μη δοκιμίων, επιβεβαιώνεται από τα αποτελέσματα των πειραμάτων της τριχοειδούς αναρρίχησης. Στους ακόλουθους πίνακες αποδίδεται η προσροφόμενη ποσότητα νερού $[\Delta m/E \text{ (g/cm}^2 \text{) }]/\text{χρόνο [t(sec}^{1/2}\text{)]}$ καθώς και οι γραμμές τάσεων των δοκιμίων.

ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΕ **UNTREATED** ΔΟΚΙΜΙΑ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΜΙΣΗ ΩΡΑ



ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΕ **TREATED** ΔΟΚΙΜΙΑ ΜΕΤΑ ΑΠΟ 5 ΩΡΕΣ



Εικ.87: Απορρόφηση νερού στα ίδια δοκίμια πριν και μετά την εφαρμογή στερεωτικού.

Πηγή: Προσωπική επεξεργασία

ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΑ	ΑΛΦΑΣ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΡΙΧΟΕΙΔΟΥΣ ΑΝΑΡΡΙΧΗΣΗΣ (■ UNTREATED, ■ TREATED)	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ																																				
1. FX	<div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης A1</div><table><tr><td>ΔΟΚΙΜΙΑ</td><td>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</td><td>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</td></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0088</td><td>0,8313</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0001</td><td>0,0681</td></tr></table></div> <div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης A3</div><table><tr><td>ΔΟΚΙΜΙΑ</td><td>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</td><td>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</td></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0072</td><td>0,7881</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0001</td><td>0,0119</td></tr></table></div> <div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης A12</div><table><tr><td>ΔΟΚΙΜΙΑ</td><td>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</td><td>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</td></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0127</td><td>0,8675</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0016</td><td>0,3257</td></tr></table></div> <div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης A16</div><table><tr><td>ΔΟΚΙΜΙΑ</td><td>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</td><td>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</td></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0134</td><td>0,8406</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0002</td><td>0,0331</td></tr></table></div>	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0088	0,8313	TREATED	0,0001	0,0681	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0072	0,7881	TREATED	0,0001	0,0119	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0127	0,8675	TREATED	0,0016	0,3257	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0134	0,8406	TREATED	0,0002	0,0331	Παρατηρείται σημαντική μείωση της υδατοαπορροφητικότητας μετά την επάλειψη του στερεωτικού Fx .
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																																				
UNTREATED	0,0088	0,8313																																				
TREATED	0,0001	0,0681																																				
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																																				
UNTREATED	0,0072	0,7881																																				
TREATED	0,0001	0,0119																																				
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																																				
UNTREATED	0,0127	0,8675																																				
TREATED	0,0016	0,3257																																				
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																																				
UNTREATED	0,0134	0,8406																																				
TREATED	0,0002	0,0331																																				
2. SILRES	<div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης A2</div><table><tr><td>ΔΟΚΙΜΙΑ</td><td>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</td><td>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</td></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0062</td><td>0,8356</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0001</td><td>0,0968</td></tr></table></div> <div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης A4</div><table><tr><td>ΔΟΚΙΜΙΑ</td><td>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</td><td>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</td></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0079</td><td>0,7768</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0001</td><td>0,0100</td></tr></table></div> <div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης A13</div><table><tr><td>ΔΟΚΙΜΙΑ</td><td>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</td><td>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</td></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0107</td><td>0,8312</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0002</td><td>0,0100</td></tr></table></div>	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0062	0,8356	TREATED	0,0001	0,0968	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0079	0,7768	TREATED	0,0001	0,0100	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0107	0,8312	TREATED	0,0002	0,0100	Παρατηρείται σημαντική μείωση της υδατοαπορροφητικότητας μετά την επάλειψη του στερεωτικού Silres .									
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																																				
UNTREATED	0,0062	0,8356																																				
TREATED	0,0001	0,0968																																				
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																																				
UNTREATED	0,0079	0,7768																																				
TREATED	0,0001	0,0100																																				
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																																				
UNTREATED	0,0107	0,8312																																				
TREATED	0,0002	0,0100																																				
3. LUDOX	<div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης A5</div><table><tr><td>ΔΟΚΙΜΙΑ</td><td>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</td><td>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</td></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0097</td><td>0,8829</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0004</td><td>0,0693</td></tr></table></div> <div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης A14</div><table><tr><td>ΔΟΚΙΜΙΑ</td><td>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</td><td>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</td></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0133</td><td>0,8531</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0119</td><td>0,8393</td></tr></table></div> <div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης A15</div><table><tr><td>ΔΟΚΙΜΙΑ</td><td>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</td><td>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</td></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0118</td><td>0,8000</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0111</td><td>0,7918</td></tr></table></div>	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0097	0,8829	TREATED	0,0004	0,0693	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0133	0,8531	TREATED	0,0119	0,8393	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0118	0,8000	TREATED	0,0111	0,7918	Στα δοκίμια A14, A15 παρατηρείται ασήμαντη μεταβολή της υδατοαπορροφητικότητας συμπεραίνοντας οτι το στερεωτικό Ludox είναι αναποτελεσματικό . Η διαφοροποίηση του A5 οφείλεται σε διάφορους παράγοντες (πόροι, προσμίξεις).									
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																																				
UNTREATED	0,0097	0,8829																																				
TREATED	0,0004	0,0693																																				
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																																				
UNTREATED	0,0133	0,8531																																				
TREATED	0,0119	0,8393																																				
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																																				
UNTREATED	0,0118	0,8000																																				
TREATED	0,0111	0,7918																																				
4. CALOSIL	<div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης A6</div><table><tr><td>ΔΟΚΙΜΙΑ</td><td>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</td><td>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</td></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0092</td><td>0,7525</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0084</td><td>0,7443</td></tr></table></div> <div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης A7</div><table><tr><td>ΔΟΚΙΜΙΑ</td><td>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</td><td>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</td></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0101</td><td>0,8908</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0090</td><td>0,8816</td></tr></table></div> <div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης A11</div><table><tr><td>ΔΟΚΙΜΙΑ</td><td>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</td><td>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</td></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0120</td><td>0,8750</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0081</td><td>0,8443</td></tr></table></div>	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0092	0,7525	TREATED	0,0084	0,7443	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0101	0,8908	TREATED	0,0090	0,8816	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0120	0,8750	TREATED	0,0081	0,8443	Παρατηρείται ασήμαντη μεταβολή της υδατοαπορροφητικότητας συμπεραίνοντας οτι το στερεωτικό Calosil είναι αναποτελεσματικό .									
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																																				
UNTREATED	0,0092	0,7525																																				
TREATED	0,0084	0,7443																																				
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																																				
UNTREATED	0,0101	0,8908																																				
TREATED	0,0090	0,8816																																				
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																																				
UNTREATED	0,0120	0,8750																																				
TREATED	0,0081	0,8443																																				
5. TEGOSIVIN	<div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης A8</div><table><tr><td>ΔΟΚΙΜΙΑ</td><td>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</td><td>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</td></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0098</td><td>0,8618</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0054</td><td>0,2581</td></tr></table></div> <div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης A9</div><table><tr><td>ΔΟΚΙΜΙΑ</td><td>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</td><td>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</td></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0103</td><td>0,8918</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0006</td><td>0,2818</td></tr></table></div> <div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης A10</div><table><tr><td>ΔΟΚΙΜΙΑ</td><td>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</td><td>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</td></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0129</td><td>0,7687</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0002</td><td>0,0762</td></tr></table></div>	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0098	0,8618	TREATED	0,0054	0,2581	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0103	0,8918	TREATED	0,0006	0,2818	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0129	0,7687	TREATED	0,0002	0,0762	Παρατηρείται μείωση της υδατοαπορροφητικότητας μετά την επάλειψη του στερεωτικού Tegosivin .									
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																																				
UNTREATED	0,0098	0,8618																																				
TREATED	0,0054	0,2581																																				
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																																				
UNTREATED	0,0103	0,8918																																				
TREATED	0,0006	0,2818																																				
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																																				
UNTREATED	0,0129	0,7687																																				
TREATED	0,0002	0,0762																																				

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΤΡΙΧΟΕΙΔΟΥΣ ΑΝΑΡΡΙΧΗΣΗΣ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΛΦΑ

Τα περισσότερα επαλειφόμενα με στερεωτικό δοκίμια (treated) , εμφανίζουν ικανοποιητικά αποτελέσματα, ως προς την αύξηση της υδροφοβικότητας του δοκιμίου.

Σε όλες τις περιπτώσεις , τα treated δοκίμια παρουσιάζουν χαμηλότερες ποσότητες προσροφούμενου νερού, με μεγαλύτερες ή μικρότερες διαφορές.

Διαπιστώνεται ότι τα στερεωτικά με σειρά βέλτιστης απόδοσης : FX, SILRES , TEGOSIVIN , LUDOX , CALOSIL

ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΑ	ΨΑΜΜΙΤΗΣ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΡΙΧΟΕΙΔΟΥΣ ΑΝΑΡΡΙΧΗΣΗΣ (■ UNTREATED, ■ TREATED)	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ																											
1. FX	<div><div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης Ψ1</div><table><tr><th>ΔΟΚΙΜΙΑ</th><th>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</th><th>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</th></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0157</td><td>0,911</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0018</td><td>0,7387</td></tr></table></div><div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης Ψ7</div><table><tr><th>ΔΟΚΙΜΙΑ</th><th>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</th><th>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</th></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0329</td><td>0,7870</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0015</td><td>0,0541</td></tr></table></div><div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης Ψ9</div><table><tr><th>ΔΟΚΙΜΙΑ</th><th>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</th><th>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</th></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0010</td><td>0,7880</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0001</td><td>0,0092</td></tr></table></div></div>	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0157	0,911	TREATED	0,0018	0,7387	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0329	0,7870	TREATED	0,0015	0,0541	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0010	0,7880	TREATED	0,0001	0,0092	Παρατηρείται σημαντική μείωση της υδατοαπορροφητικότητας μετά την επάλειψη του στερεωτικού FX . Η διαφοροποίηση του Ψ1 οφείλεται σε διάφορους παράγοντες (πόροι, προσμίξεις).
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																											
UNTREATED	0,0157	0,911																											
TREATED	0,0018	0,7387																											
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																											
UNTREATED	0,0329	0,7870																											
TREATED	0,0015	0,0541																											
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																											
UNTREATED	0,0010	0,7880																											
TREATED	0,0001	0,0092																											
2. SILRES	<div><div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης Ψ2</div><table><tr><th>ΔΟΚΙΜΙΑ</th><th>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</th><th>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</th></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0124</td><td>0,7714</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0003</td><td>0,0693</td></tr></table></div><div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης Ψ12</div><table><tr><th>ΔΟΚΙΜΙΑ</th><th>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</th><th>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</th></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0024</td><td>0,1024</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0003</td><td>0,0132</td></tr></table></div><div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης Ψ13</div><table><tr><th>ΔΟΚΙΜΙΑ</th><th>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</th><th>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</th></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0019</td><td>0,1272</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0003</td><td>0,0125</td></tr></table></div></div>	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0124	0,7714	TREATED	0,0003	0,0693	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0024	0,1024	TREATED	0,0003	0,0132	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0019	0,1272	TREATED	0,0003	0,0125	Παρατηρείται σημαντική μείωση της υδατοαπορροφητικότητας μετά την επάλειψη του στερεωτικού Silres .
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																											
UNTREATED	0,0124	0,7714																											
TREATED	0,0003	0,0693																											
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																											
UNTREATED	0,0024	0,1024																											
TREATED	0,0003	0,0132																											
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																											
UNTREATED	0,0019	0,1272																											
TREATED	0,0003	0,0125																											
3. LUDOX	<div><div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης Ψ3</div><table><tr><th>ΔΟΚΙΜΙΑ</th><th>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</th><th>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</th></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,1885</td><td>2,8726</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0225</td><td>0,6106</td></tr></table></div><div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης Ψ6</div><table><tr><th>ΔΟΚΙΜΙΑ</th><th>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</th><th>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</th></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0455</td><td>0,8000</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0337</td><td>0,7355</td></tr></table></div><div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης Ψ8</div><table><tr><th>ΔΟΚΙΜΙΑ</th><th>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</th><th>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</th></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0442</td><td>0,8834</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0306</td><td>0,7662</td></tr></table></div></div>	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,1885	2,8726	TREATED	0,0225	0,6106	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0455	0,8000	TREATED	0,0337	0,7355	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0442	0,8834	TREATED	0,0306	0,7662	Στα δοκίμια Ψ6, Ψ8 παρατηρείται ασήμαντη μεταβολή της υδατοαπορροφητικότητας συμπεραίνοντας οτι το στερεωτικό Ludox είναι αναποτελεσματικό . Η διαφοροποίηση του Ψ3 οφείλεται σε διάφορους παράγοντες (πόροι, προσμίξεις).
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																											
UNTREATED	0,1885	2,8726																											
TREATED	0,0225	0,6106																											
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																											
UNTREATED	0,0455	0,8000																											
TREATED	0,0337	0,7355																											
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																											
UNTREATED	0,0442	0,8834																											
TREATED	0,0306	0,7662																											
4. CALOSIL	<div><div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης Ψ5</div><table><tr><th>ΔΟΚΙΜΙΑ</th><th>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</th><th>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</th></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0528</td><td>1,0163</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0213</td><td>1,0122</td></tr></table></div><div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης Ψ14</div><table><tr><th>ΔΟΚΙΜΙΑ</th><th>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</th><th>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</th></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0009</td><td>0,0600</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0005</td><td>0,0360</td></tr></table></div><div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης Ψ15</div><table><tr><th>ΔΟΚΙΜΙΑ</th><th>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</th><th>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</th></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0023</td><td>0,0968</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0008</td><td>0,0684</td></tr></table></div></div>	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0528	1,0163	TREATED	0,0213	1,0122	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0009	0,0600	TREATED	0,0005	0,0360	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0023	0,0968	TREATED	0,0008	0,0684	Παρατηρείται ασήμαντη μεταβολή της υδατοαπορροφητικότητας συμπεραίνοντας οτι το στερεωτικό Calosil είναι αναποτελεσματικό .
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																											
UNTREATED	0,0528	1,0163																											
TREATED	0,0213	1,0122																											
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																											
UNTREATED	0,0009	0,0600																											
TREATED	0,0005	0,0360																											
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																											
UNTREATED	0,0023	0,0968																											
TREATED	0,0008	0,0684																											
5. TEGOSIVIN	<div><div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης Ψ4</div><table><tr><th>ΔΟΚΙΜΙΑ</th><th>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</th><th>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</th></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0416</td><td>0,9567</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0006</td><td>0,1466</td></tr></table></div><div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης Ψ10</div><table><tr><th>ΔΟΚΙΜΙΑ</th><th>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</th><th>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</th></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0019</td><td>0,1364</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0001</td><td>0,0064</td></tr></table></div><div><div>Διάγραμμα τριχοειδούς αναρρίχησης Ψ11</div><table><tr><th>ΔΟΚΙΜΙΑ</th><th>ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ</th><th>ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ</th></tr><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0028</td><td>0,1204</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0002</td><td>0,0120</td></tr></table></div></div>	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0416	0,9567	TREATED	0,0006	0,1466	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0019	0,1364	TREATED	0,0001	0,0064	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ	UNTREATED	0,0028	0,1204	TREATED	0,0002	0,0120	Παρατηρείται σημαντική μείωση της υδατοαπορροφητικότητας μετά την επάλειψη του στερεωτικού Tegosivin .
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																											
UNTREATED	0,0416	0,9567																											
TREATED	0,0006	0,1466																											
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																											
UNTREATED	0,0019	0,1364																											
TREATED	0,0001	0,0064																											
ΔΟΚΙΜΙΑ	ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΕΓ.ΠΟΣΟΤ. ΝΕΡΟΥ																											
UNTREATED	0,0028	0,1204																											
TREATED	0,0002	0,0120																											

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΤΡΙΧΟΕΙΔΟΥΣ ΑΝΑΡΡΙΧΗΣΗΣ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΨΑΜΜΙΤΗ

Τα περισσότερα επαλειφόμενα με στερεωτικό δοκίμια (treated) , εμφανίζουν ικανοποιητικά αποτελέσματα, ως προς την αύξηση της υδροφοβικότητας του δοκιμίου.

Σε όλες τις περιπτώσεις , τα treated δοκίμια παρουσιάζουν χαμηλότερες ποσότητες προσροφούμενου νερού, με μεγαλύτερες ή μικρότερες διαφορές.

Διαπιστώνεται ότι τα στερεωτικά με σειρά βέλτιστης απόδοσης : FX, SILRES , TEGOSIVIN , LUDOX , CALOSIL

5.4 / ΧΡΩΜΑΤΟΜΕΤΡΟ

ΑΛΦΑΣ- ΧΡΩΜΑΤΟΜΕΤΡΟ

FX	SILRES	LUDOX	CALOSIL	TEGOSIVIN																																																																																																																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>M.O</th><th>L*(D65)</th><th>a*(D65)</th><th>b*(D65)</th><th>dE*ab(D65)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A1/untreated</td><td>79,62</td><td>80,04</td><td>15,05</td><td></td></tr> <tr> <td>A1 /FX</td><td>80,04</td><td>2,32</td><td>14,80</td><td>2,15</td></tr> <tr> <td>A3/untreated</td><td>76,56</td><td>1,42</td><td>14,37</td><td></td></tr> <tr> <td>A3 /FX</td><td>79,59</td><td>1,54</td><td>13,84</td><td>3,21</td></tr> <tr> <td>A12/untreated</td><td>78,04</td><td>2,38</td><td>17,17</td><td></td></tr> <tr> <td>A12 /FX</td><td>71,52</td><td>4,02</td><td>23,34</td><td>9,13</td></tr> <tr> <td>A16/untreated</td><td>79,42</td><td>1,78</td><td>15,63</td><td></td></tr> <tr> <td>A16 /FX</td><td>77,19</td><td>2,51</td><td>17,59</td><td>3,06</td></tr> </tbody> </table> <p>ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΔΕΙΚΤΗ ΔΕ*</p>	M.O	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	dE*ab(D65)	A1/untreated	79,62	80,04	15,05		A1 /FX	80,04	2,32	14,80	2,15	A3/untreated	76,56	1,42	14,37		A3 /FX	79,59	1,54	13,84	3,21	A12/untreated	78,04	2,38	17,17		A12 /FX	71,52	4,02	23,34	9,13	A16/untreated	79,42	1,78	15,63		A16 /FX	77,19	2,51	17,59	3,06	<table border="1"> <thead> <tr> <th>M.O</th><th>L*(D65)</th><th>a*(D65)</th><th>b*(D65)</th><th>dE*ab(D65)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A2/untreated</td><td>75,29</td><td>2,12</td><td>16,21</td><td></td></tr> <tr> <td>A2 /SILRES</td><td>80,63</td><td>2,08</td><td>15,61</td><td>5,46</td></tr> <tr> <td>A4/untreated</td><td>80,27</td><td>1,32</td><td>13,54</td><td></td></tr> <tr> <td>A4 /SILRES</td><td>79,78</td><td>1,84</td><td>14,83</td><td>1,57</td></tr> <tr> <td>A13/untreated</td><td>80,29</td><td>1,38</td><td>14,22</td><td></td></tr> <tr> <td>A13 /SILRES</td><td>79,74</td><td>2,05</td><td>15,39</td><td>1,63</td></tr> </tbody> </table> <p>ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΔΕΙΚΤΗ ΔΕ*</p>	M.O	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	dE*ab(D65)	A2/untreated	75,29	2,12	16,21		A2 /SILRES	80,63	2,08	15,61	5,46	A4/untreated	80,27	1,32	13,54		A4 /SILRES	79,78	1,84	14,83	1,57	A13/untreated	80,29	1,38	14,22		A13 /SILRES	79,74	2,05	15,39	1,63	<table border="1"> <thead> <tr> <th>M.O</th><th>L*(D65)</th><th>a*(D65)</th><th>b*(D65)</th><th>dE*ab(D65)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A5/untreated</td><td>81,28</td><td>1,73</td><td>14,87</td><td></td></tr> <tr> <td>A5 /LUDOX</td><td>79,93</td><td>2,14</td><td>12,08</td><td>3,41</td></tr> <tr> <td>A14/untreated</td><td>79,52</td><td>2,39</td><td>17,23</td><td></td></tr> <tr> <td>A14 /LUDOX</td><td>80,29</td><td>2,00</td><td>10,82</td><td>6,48</td></tr> <tr> <td>A15/untreated</td><td>79,45</td><td>1,84</td><td>15,60</td><td></td></tr> <tr> <td>A15 /LUDOX</td><td>81,41</td><td>1,22</td><td>8,68</td><td>7,23</td></tr> </tbody> </table> <p>ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΔΕΙΚΤΗ ΔΕ*</p>	M.O	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	dE*ab(D65)	A5/untreated	81,28	1,73	14,87		A5 /LUDOX	79,93	2,14	12,08	3,41	A14/untreated	79,52	2,39	17,23		A14 /LUDOX	80,29	2,00	10,82	6,48	A15/untreated	79,45	1,84	15,60		A15 /LUDOX	81,41	1,22	8,68	7,23	<table border="1"> <thead> <tr> <th>M.O</th><th>L*(D65)</th><th>a*(D65)</th><th>b*(D65)</th><th>dE*ab(D65)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A6/untreated</td><td>79,80</td><td>1,97</td><td>15,13</td><td></td></tr> <tr> <td>A6 /CALOSIL</td><td>87,32</td><td>1,47</td><td>2,94</td><td>14,37</td></tr> <tr> <td>A7/untreated</td><td>77,99</td><td>1,68</td><td>15,78</td><td></td></tr> <tr> <td>A7 /CALOSIL</td><td>86,96</td><td>1,05</td><td>2,88</td><td>15,73</td></tr> <tr> <td>A11/untreated</td><td>80,56</td><td>1,78</td><td>14,88</td><td></td></tr> <tr> <td>A11 /CALOSIL</td><td>81,59</td><td>2,84</td><td>9,49</td><td>5,59</td></tr> </tbody> </table> <p>ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΔΕΙΚΤΗ ΔΕ*</p>	M.O	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	dE*ab(D65)	A6/untreated	79,80	1,97	15,13		A6 /CALOSIL	87,32	1,47	2,94	14,37	A7/untreated	77,99	1,68	15,78		A7 /CALOSIL	86,96	1,05	2,88	15,73	A11/untreated	80,56	1,78	14,88		A11 /CALOSIL	81,59	2,84	9,49	5,59	<table border="1"> <thead> <tr> <th>M.O</th><th>L*(D65)</th><th>a*(D65)</th><th>b*(D65)</th><th>dE*ab(D65)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A8/untreated</td><td>80,82</td><td>1,94</td><td>15,11</td><td></td></tr> <tr> <td>A8 /TEGOSIVIN</td><td>72,53</td><td>3,95</td><td>22,87</td><td>11,54</td></tr> <tr> <td>A9/untreated</td><td>79,89</td><td>2,22</td><td>16,55</td><td></td></tr> <tr> <td>A9 /TEGOSIVIN</td><td>71,40</td><td>4,35</td><td>22,84</td><td>10,78</td></tr> <tr> <td>A10/untreated</td><td>82,18</td><td>1,57</td><td>13,87</td><td></td></tr> <tr> <td>A10 /TEGOSIVIN</td><td>70,67</td><td>4,20</td><td>23,33</td><td>15,12</td></tr> </tbody> </table> <p>ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΔΕΙΚΤΗ ΔΕ*</p>	M.O	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	dE*ab(D65)	A8/untreated	80,82	1,94	15,11		A8 /TEGOSIVIN	72,53	3,95	22,87	11,54	A9/untreated	79,89	2,22	16,55		A9 /TEGOSIVIN	71,40	4,35	22,84	10,78	A10/untreated	82,18	1,57	13,87		A10 /TEGOSIVIN	70,67	4,20	23,33	15,12
M.O	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	dE*ab(D65)																																																																																																																																																																																									
A1/untreated	79,62	80,04	15,05																																																																																																																																																																																										
A1 /FX	80,04	2,32	14,80	2,15																																																																																																																																																																																									
A3/untreated	76,56	1,42	14,37																																																																																																																																																																																										
A3 /FX	79,59	1,54	13,84	3,21																																																																																																																																																																																									
A12/untreated	78,04	2,38	17,17																																																																																																																																																																																										
A12 /FX	71,52	4,02	23,34	9,13																																																																																																																																																																																									
A16/untreated	79,42	1,78	15,63																																																																																																																																																																																										
A16 /FX	77,19	2,51	17,59	3,06																																																																																																																																																																																									
M.O	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	dE*ab(D65)																																																																																																																																																																																									
A2/untreated	75,29	2,12	16,21																																																																																																																																																																																										
A2 /SILRES	80,63	2,08	15,61	5,46																																																																																																																																																																																									
A4/untreated	80,27	1,32	13,54																																																																																																																																																																																										
A4 /SILRES	79,78	1,84	14,83	1,57																																																																																																																																																																																									
A13/untreated	80,29	1,38	14,22																																																																																																																																																																																										
A13 /SILRES	79,74	2,05	15,39	1,63																																																																																																																																																																																									
M.O	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	dE*ab(D65)																																																																																																																																																																																									
A5/untreated	81,28	1,73	14,87																																																																																																																																																																																										
A5 /LUDOX	79,93	2,14	12,08	3,41																																																																																																																																																																																									
A14/untreated	79,52	2,39	17,23																																																																																																																																																																																										
A14 /LUDOX	80,29	2,00	10,82	6,48																																																																																																																																																																																									
A15/untreated	79,45	1,84	15,60																																																																																																																																																																																										
A15 /LUDOX	81,41	1,22	8,68	7,23																																																																																																																																																																																									
M.O	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	dE*ab(D65)																																																																																																																																																																																									
A6/untreated	79,80	1,97	15,13																																																																																																																																																																																										
A6 /CALOSIL	87,32	1,47	2,94	14,37																																																																																																																																																																																									
A7/untreated	77,99	1,68	15,78																																																																																																																																																																																										
A7 /CALOSIL	86,96	1,05	2,88	15,73																																																																																																																																																																																									
A11/untreated	80,56	1,78	14,88																																																																																																																																																																																										
A11 /CALOSIL	81,59	2,84	9,49	5,59																																																																																																																																																																																									
M.O	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	dE*ab(D65)																																																																																																																																																																																									
A8/untreated	80,82	1,94	15,11																																																																																																																																																																																										
A8 /TEGOSIVIN	72,53	3,95	22,87	11,54																																																																																																																																																																																									
A9/untreated	79,89	2,22	16,55																																																																																																																																																																																										
A9 /TEGOSIVIN	71,40	4,35	22,84	10,78																																																																																																																																																																																									
A10/untreated	82,18	1,57	13,87																																																																																																																																																																																										
A10 /TEGOSIVIN	70,67	4,20	23,33	15,12																																																																																																																																																																																									
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ																																																																																																																																																																																													
<p>Το χρώμα στα δοκίμια του αλφά με στερεωτικό το FX είναι αρκετά ικανοποιητικό καθώς τα δείγματα εμφάνισαν αποδεκτή τιμή στο dE.</p> <p>- Όπως παρατηρούμε στην εικόνα η επιφάνεια στα δοκίμια A1, A3 είναι ανομοιόμορφη(σημειώσιμος αποχρωματισμός) διότι ήταν τα πρώτα δείγματα και δεν έγινε σωστή κατανομή υλικού, λόγω αυτού το θεωρήσαμε σαν σφάλμα και αποτυπώσαμε με το χρωματόμετρο τις περιοχές που δεν υπήρχε αποχρωματισμός.</p>	<p>Το χρώμα στα δοκίμια του αλφά με στερεωτικό το SILRES εμφανίζει αρκετά ικανοποιητικό αποτέλεσμα με γυμνό οφθαλμό δεν παρατηρείται ανομοιομορφία με τις υπολοιπες untreated επιφάνειες.</p>	<p>Το χρώμα στα δοκίμια του αλφά με στερεωτικό το LUDOX συσσωρεύεται στην επιφάνεια, «σπάει» δημιουργώντας φολίδωση και χρωματικές αλλοιώσεις.</p> <p>Οι μη αποδεκτές τιμές οφείλονται στην αύξηση της παράμετρου L* (Lightness) (αποθηκεύει όλη την πληροφορία φωτεινότητας)και στην μείωση της b*(αντιπροσωπεύει τον άξονα κίτρινο-μπλε).</p> <p>Επομένως το στερεωτικό LUDOX δεν παρουσιάζει ικανοποιητικό αποτέλεσμα.</p>	<p>Το χρώμα στα δοκίμια του αλφά με στερεωτικό το CALOSIL δίνει την αίσθηση του «ξεβαμμένου», είναι αισθητό ότι επιφάνεια έχει αποχρωματιστεί (ασπρη επιφάνεια).</p> <p>Οι τιμές dE είναι όλες μη αποδεκτές και αυτο οφείλεται στην αύξηση του της παράμετρου L* (Lightness) (αποθηκεύει όλη την πληροφορία φωτεινότητας) που έχει αυξηθεί στα treated δοκίμια ενώ η παράμετρος b*(αντιπροσωπεύει τον άξονα κίτρινο-μπλε) έχει μειωθεί κατά πολύ treated δοκίμια.</p> <p>Επομένως το στερεωτικό CALOSIL δεν παρουσιάζει ικανοποιητικό αποτέλεσμα.</p>	<p>Στα δοκίμια του αλφά το στερεωτικό TEGOSIVIN δημιουργεί κολλωδη υφή και πιο σκούρα επιφάνεια αυτό γίνεται αισθητό από το πίνακα καθώς όλοι οι παράμετροι (L*,a*,b*) αυξομειώνονται αρκετά και αυτο αποτελεί τον κύριο παράγοντα το dE να μην έχει αποδεκτες τιμες σε όλες τις περιπτώσεις.</p> <p>Επομένως το στερεωτικό TEGOSIVIN δεν παρουσιάζει ικανοποιητικό αποτέλεσμα.</p>																																																																																																																																																																																									

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΧΡΩΜΑΤΟΜΕΤΡΟΥ

Η φασματοφωτομετρία ορατού έγινε προκειμένου να αξιολογηθούν οι χρωματικές παράμετροι μετά την εφαρμογή των πέντε νανοϋλικών για να υπολογιστεί η επίδραση τους στις επιφάνειες που εφαρμόστηκαν.

Τα στερεωτικά που εμφάνισαν ικανοποιητικό αποτέλεσμα στα δοκίμια του αλφά είναι το : FX, SILRES.

Ενώ το LUDOX ,CALOSIL, TEGOSIVIN δεν παρουσίασαν ικανοποιητικό αποτέλεσμα.

ΨΑΜΜΙΤΗΣ- ΧΡΩΜΑΤΟΜΕΤΡΟ																																																																																																																																																																																			
FX	SILRES	LUDOX	CALOSIL	TEGOSIVIN																																																																																																																																																																															
<table><tr><th>M.O</th><th>L*(D65)</th><th>a*(D65)</th><th>b*(D65)</th><th>dE*ab(D65)</th></tr><tr><td>Ψ1/untreated</td><td>57,43</td><td>8,47</td><td>17,64</td><td></td></tr><tr><td>Ψ1 /FX</td><td>59,44</td><td>7,06</td><td>17,23</td><td>3,48</td></tr><tr><td>Ψ7/untreated</td><td>55,56</td><td>8,46</td><td>19,21</td><td></td></tr><tr><td>Ψ7 /FX</td><td>58,51</td><td>9,31</td><td>21,19</td><td>3,68</td></tr><tr><td>Ψ9/untreated</td><td>71,59</td><td>2,09</td><td>8,58</td><td></td></tr><tr><td>Ψ9 /FX</td><td>66,17</td><td>2,87</td><td>10,81</td><td>5,96</td></tr></table> <p>ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΔΕΙΚΤΗ ΔΕ*</p> <p>■ dE / ΨΑΜΜΙΤΗΣ FX</p>	M.O	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	dE*ab(D65)	Ψ1/untreated	57,43	8,47	17,64		Ψ1 /FX	59,44	7,06	17,23	3,48	Ψ7/untreated	55,56	8,46	19,21		Ψ7 /FX	58,51	9,31	21,19	3,68	Ψ9/untreated	71,59	2,09	8,58		Ψ9 /FX	66,17	2,87	10,81	5,96	<table><tr><th>M.O</th><th>L*(D65)</th><th>a*(D65)</th><th>b*(D65)</th><th>dE*ab(D65)</th></tr><tr><td>Ψ2/untreated</td><td>63,73</td><td>7,41</td><td>16,78</td><td></td></tr><tr><td>Ψ2 /SILRES</td><td>64,57</td><td>8,52</td><td>17,54</td><td>4,02</td></tr><tr><td>Ψ12/untreated</td><td>69,78</td><td>2,39</td><td>9,26</td><td></td></tr><tr><td>Ψ12/ SILRES</td><td>66,73</td><td>4,56</td><td>13,77</td><td>5,86</td></tr><tr><td>Ψ13/untreated</td><td>70,90</td><td>2,24</td><td>10,79</td><td></td></tr><tr><td>Ψ13/ SILRES</td><td>66,05</td><td>3,16</td><td>10,62</td><td>4,94</td></tr></table> <p>ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΔΕΙΚΤΗ ΔΕ*</p> <p>■ dE / ΨΑΜΜΙΤΗΣ SILRES</p>	M.O	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	dE*ab(D65)	Ψ2/untreated	63,73	7,41	16,78		Ψ2 /SILRES	64,57	8,52	17,54	4,02	Ψ12/untreated	69,78	2,39	9,26		Ψ12/ SILRES	66,73	4,56	13,77	5,86	Ψ13/untreated	70,90	2,24	10,79		Ψ13/ SILRES	66,05	3,16	10,62	4,94	<table><tr><th>M.O</th><th>L*(D65)</th><th>a*(D65)</th><th>b*(D65)</th><th>dE*ab(D65)</th></tr><tr><td>Ψ3/untreated</td><td>66,50</td><td>5,95</td><td>16,80</td><td></td></tr><tr><td>Ψ3 /LUDOX</td><td>63,06</td><td>6,75</td><td>18,00</td><td>4,06</td></tr><tr><td>Ψ6/untreated</td><td>69,26</td><td>6,08</td><td>16,27</td><td></td></tr><tr><td>Ψ6 /LUDOX</td><td>64,26</td><td>6,87</td><td>17,47</td><td>5,23</td></tr><tr><td>Ψ8/untreated</td><td>59,59</td><td>8,65</td><td>19,40</td><td></td></tr><tr><td>Ψ8 /LUDOX</td><td>61,71</td><td>9,32</td><td>20,27</td><td>2,79</td></tr></table> <p>ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΔΕΙΚΤΗ ΔΕ*</p> <p>■ dE / ΨΑΜΜΙΤΗΣ LUDOX</p>	M.O	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	dE*ab(D65)	Ψ3/untreated	66,50	5,95	16,80		Ψ3 /LUDOX	63,06	6,75	18,00	4,06	Ψ6/untreated	69,26	6,08	16,27		Ψ6 /LUDOX	64,26	6,87	17,47	5,23	Ψ8/untreated	59,59	8,65	19,40		Ψ8 /LUDOX	61,71	9,32	20,27	2,79	<table><tr><th>M.O</th><th>L*(D65)</th><th>a*(D65)</th><th>b*(D65)</th><th>dE*ab(D65)</th></tr><tr><td>Ψ5/untreated</td><td>60,92</td><td>8,01</td><td>18,93</td><td></td></tr><tr><td>Ψ5/ CALOSIL</td><td>66,80</td><td>6,36</td><td>13,66</td><td>8,10</td></tr><tr><td>Ψ14/untreated</td><td>71,53</td><td>2,19</td><td>8,57</td><td></td></tr><tr><td>Ψ14/ CALOSIL</td><td>77,08</td><td>1,46</td><td>2,27</td><td>8,43</td></tr><tr><td>Ψ15/untreated</td><td>70,76</td><td>2,16</td><td>8,75</td><td></td></tr><tr><td>Ψ15/CALOSIL</td><td>77,22</td><td>0,90</td><td>1,57</td><td>9,77</td></tr></table> <p>ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΔΕΙΚΤΗ ΔΕ*</p> <p>■ dE / ΨΑΜΜΙΤΗΣ CALOSIL</p>	M.O	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	dE*ab(D65)	Ψ5/untreated	60,92	8,01	18,93		Ψ5/ CALOSIL	66,80	6,36	13,66	8,10	Ψ14/untreated	71,53	2,19	8,57		Ψ14/ CALOSIL	77,08	1,46	2,27	8,43	Ψ15/untreated	70,76	2,16	8,75		Ψ15/CALOSIL	77,22	0,90	1,57	9,77	<table><tr><th>M.O</th><th>L*(D65)</th><th>a*(D65)</th><th>b*(D65)</th><th>dE*ab(D65)</th></tr><tr><td>Ψ4/untreated</td><td>64,49</td><td>7,82</td><td>18,91</td><td></td></tr><tr><td>Ψ4/TEGOSIVIN</td><td>50,70</td><td>9,10</td><td>17,29</td><td>13,96</td></tr><tr><td>Ψ10/untreated</td><td>71,93</td><td>2,47</td><td>10,02</td><td></td></tr><tr><td>Ψ10/TEGOSIVIN</td><td>47,54</td><td>5,20</td><td>14,75</td><td>25,01</td></tr><tr><td>Ψ11/untreated</td><td>72,53</td><td>2,01</td><td>8,18</td><td></td></tr><tr><td>Ψ11/TEGOSIVIN</td><td>48,43</td><td>4,99</td><td>14,79</td><td>25,16</td></tr></table> <p>ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΔΕΙΚΤΗ ΔΕ*</p> <p>■ dE / ΨΑΜΜΙΤΗΣ TEGOSIVIN</p>	M.O	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	dE*ab(D65)	Ψ4/untreated	64,49	7,82	18,91		Ψ4/TEGOSIVIN	50,70	9,10	17,29	13,96	Ψ10/untreated	71,93	2,47	10,02		Ψ10/TEGOSIVIN	47,54	5,20	14,75	25,01	Ψ11/untreated	72,53	2,01	8,18		Ψ11/TEGOSIVIN	48,43	4,99	14,79	25,16
M.O	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	dE*ab(D65)																																																																																																																																																																															
Ψ1/untreated	57,43	8,47	17,64																																																																																																																																																																																
Ψ1 /FX	59,44	7,06	17,23	3,48																																																																																																																																																																															
Ψ7/untreated	55,56	8,46	19,21																																																																																																																																																																																
Ψ7 /FX	58,51	9,31	21,19	3,68																																																																																																																																																																															
Ψ9/untreated	71,59	2,09	8,58																																																																																																																																																																																
Ψ9 /FX	66,17	2,87	10,81	5,96																																																																																																																																																																															
M.O	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	dE*ab(D65)																																																																																																																																																																															
Ψ2/untreated	63,73	7,41	16,78																																																																																																																																																																																
Ψ2 /SILRES	64,57	8,52	17,54	4,02																																																																																																																																																																															
Ψ12/untreated	69,78	2,39	9,26																																																																																																																																																																																
Ψ12/ SILRES	66,73	4,56	13,77	5,86																																																																																																																																																																															
Ψ13/untreated	70,90	2,24	10,79																																																																																																																																																																																
Ψ13/ SILRES	66,05	3,16	10,62	4,94																																																																																																																																																																															
M.O	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	dE*ab(D65)																																																																																																																																																																															
Ψ3/untreated	66,50	5,95	16,80																																																																																																																																																																																
Ψ3 /LUDOX	63,06	6,75	18,00	4,06																																																																																																																																																																															
Ψ6/untreated	69,26	6,08	16,27																																																																																																																																																																																
Ψ6 /LUDOX	64,26	6,87	17,47	5,23																																																																																																																																																																															
Ψ8/untreated	59,59	8,65	19,40																																																																																																																																																																																
Ψ8 /LUDOX	61,71	9,32	20,27	2,79																																																																																																																																																																															
M.O	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	dE*ab(D65)																																																																																																																																																																															
Ψ5/untreated	60,92	8,01	18,93																																																																																																																																																																																
Ψ5/ CALOSIL	66,80	6,36	13,66	8,10																																																																																																																																																																															
Ψ14/untreated	71,53	2,19	8,57																																																																																																																																																																																
Ψ14/ CALOSIL	77,08	1,46	2,27	8,43																																																																																																																																																																															
Ψ15/untreated	70,76	2,16	8,75																																																																																																																																																																																
Ψ15/CALOSIL	77,22	0,90	1,57	9,77																																																																																																																																																																															
M.O	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	dE*ab(D65)																																																																																																																																																																															
Ψ4/untreated	64,49	7,82	18,91																																																																																																																																																																																
Ψ4/TEGOSIVIN	50,70	9,10	17,29	13,96																																																																																																																																																																															
Ψ10/untreated	71,93	2,47	10,02																																																																																																																																																																																
Ψ10/TEGOSIVIN	47,54	5,20	14,75	25,01																																																																																																																																																																															
Ψ11/untreated	72,53	2,01	8,18																																																																																																																																																																																
Ψ11/TEGOSIVIN	48,43	4,99	14,79	25,16																																																																																																																																																																															
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ																																																																																																																																																																																			
<p>Το χρώμα στα δοκίμια του ψαμμίτη με στερεωτικό το FX είναι αρκετά ικανοποιητικό καθώς τα 2/3 δείγματα εμφάνισαν αποδεκτή τιμή στο dE.</p> <p>- Όπως παρατηρούμε στην εικόνα η άνω επιφάνεια treated του δοκίμιου Ψ9 διαφοροποιείται ελαφρώς από την untreated επιφάνεια και αυτο τεκμηριώνεται από τον πίνακα καθώς η παράμετρος b*(αντιπροσωπεύει τον άξονα κίτρινο -μπλε) αυξάνεται.</p>	<p>Το χρώμα στα δοκίμια του ψαμμίτη με στερεωτικό το SILRES εμφανίζει αρκετά ικανοποιητικό αποτέλεσμα με γυμνό οφθαλμό δεν παρατηρείται ανομοιομορφία με τις υπολοιπες untreated επιφάνειες.</p> <p>- Όπως παρατηρούμε στην εικόνα η άνω επιφάνεια treated του δοκίμιου Ψ12 διαφοροποιείται ελαφρώς (πιο σκούρα) απο την untreated επιφάνεια και αυτο τεκμηριώνεται από τον πίνακα καθώς η παράμετρος L*(Lightness) (αποθηκεύει όλη την πληροφορία φωτεινότητας) μειώνεται.</p>	<p>Το χρώμα στα δοκίμια του ψαμμίτη με στερεωτικό το LUDOX παρουσιάζει ικανοποιητικό αποτέλεσμα.</p> <p>Οι μη αποδεκτή τιμή (Ψ6) οφείλεται στην μείωση της παραμέτρου L* (Lightness) (αποθηκεύει όλη την πληροφορία φωτεινότητας)και στην αύξηση της b*(αντιπροσωπεύει τον άξονα κίτρινο -μπλε).</p>	<p>Το χρώμα στα δοκίμια του ψαμμίτη με στερεωτικό το CALOSIL δίνει την αίσθηση του «ξεβαμμένου» , είναι αισθητό ότι επιφάνεια έχει αποχρωματιστεί (ασπρη επιφάνεια).</p> <p>Οι τιμές dE είναι όλες μη αποδεκτές και αυτο οφείλεται στην αύξηση του της παραμέτρου L* (Lightness) (αποθηκεύει όλη την πληροφορία φωτεινότητας) που έχει αυξηθεί στα treated δοκίμια ενώ η παραμέτρος b*(αντιπροσωπεύει τον άξονα κίτρινο-μπλε) έχει μειωθεί κατα πολύ treated δοκίμια .</p> <p>Επομένως το στερεωτικό CALOSIL δεν παρουσιάζει ικανοποιητικό αποτέλεσμα.</p>	<p>Στα δοκίμια του ψαμμίτη το στερεωτικό TEGOSIVIN δημιουργεί κολλωδη υφή και πιο σκούρα επιφάνεια αυτό γίνεται αισθητό απο το πίνακα καθώς όλοι οι παράμετροι (L*,a*,b*) αυξομειώνονται αρκετά και αυτο αποτελεί τον κύριο παράγοντα το dE να μην έχει αποδεκτες τιμες σε όλες τις περιπτώσεις.</p> <p>Επομένως το στερεωτικό TEGOSIVIN δεν παρουσιάζει ικανοποιητικό αποτέλεσμα.</p>																																																																																																																																																																															

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΧΡΩΜΑΤΟΜΕΤΡΟΥ
<p>Η Φασματοφωτομετρία ορατού έγινε προκειμένου να αξιολογηθούν οι χρωματικές παράμετροι μετά την εφαρμογή των πέντε νανοϋλικών για να υπολογιστεί η επίδραση τους στις επιφάνειες που εφαρμόστηκαν.</p> <p>Τα στερεωτικά που εμφάνισαν ικανοποιητικό αποτέλεσμα στα δοκίμια του ψαμμίτη είναι το : FX, SILRES,LUDOX</p> <p>Ενώ το CALOSIL ,TEGOSIVIN, δεν παρουσίασαν ικανοποιητικό αποτέλεσμα.</p>

5.5/ SCOTCH-TAPE

ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΑ		ΔΟΚΙΜΙΑ ΨΑΜΜΙΤΗ / SCOTCH TAPE						ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ								
1.	FX	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΠΡΙΝ g	ΜΕΤΑ g	ΣΥΓΚΡΑΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ g	→	ΣΥΓΚΡΑΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ (g)		<table><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0024</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0011</td></tr><tr><td>ΔΙΑΦΟΡΑ</td><td>0,0013</td></tr></table>	UNTREATED	0,0024	TREATED	0,0011	ΔΙΑΦΟΡΑ	0,0013	Παρατηρείται σημαντική απόδοση της συνοχής της επιφάνειας μετα την επάλειψη του στερεωτικού Fx.
		UNTREATED	0,0024													
		TREATED	0,0011													
		ΔΙΑΦΟΡΑ	0,0013													
		Ψ1/ untreated	0,1156	0,118	0,0024			UNTREATED		TREATED						
		Ψ1/ treated	0,129	0,131	0,0020		Ψ1	0,0024		0,002						
		Ψ7/ untreated	0,1155	0,1178	0,0023		Ψ7	0,0023		0,0001						
Ψ7/ treated	0,1265	0,1266	0,0001	Ψ9	0,0025	0,0012										
Ψ9/untreated	0,0809	0,0834	0,0025	M.O	0,0024	0,0011										
Ψ9/ treated	0,0803	0,0815	0,0012													
2.	SILRES	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΠΡΙΝ g	ΜΕΤΑ g	ΣΥΓΚΡΑΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ g	→	ΣΥΓΚΡΑΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ (g)		<table><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0023</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0011</td></tr><tr><td>ΔΙΑΦΟΡΑ</td><td>0,0012</td></tr></table>	UNTREATED	0,0023	TREATED	0,0011	ΔΙΑΦΟΡΑ	0,0012	Παρατηρείται σημαντική απόδοση της συνοχής της επιφάνειας μετα την επάλειψη του στερεωτικού Silres.
		UNTREATED	0,0023													
		TREATED	0,0011													
		ΔΙΑΦΟΡΑ	0,0012													
		Ψ2/untreated	0,1145	0,1168	0,0023			UNTREATED		TREATED						
		Ψ2/ treated	0,1278	0,129	0,0012		Ψ2	0,0023		0,0012						
		Ψ12/ untreated	0,0805	0,0829	0,0024		Ψ12	0,0024		0,0009						
Ψ12/ treated	0,0847	0,0856	0,0009	Ψ13	0,0022	0,0011										
Ψ13/ untreated	0,0723	0,0745	0,0022	M.O	0,0023	0,0011										
Ψ13/ treated	0,0845	0,0856	0,0011													
3.	LUDOX	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΠΡΙΝ g	ΜΕΤΑ g	ΣΥΓΚΡΑΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ g	→	ΣΥΓΚΡΑΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ (g)		<table><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0025</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0016</td></tr><tr><td>ΔΙΑΦΟΡΑ</td><td>0,0009</td></tr></table>	UNTREATED	0,0025	TREATED	0,0016	ΔΙΑΦΟΡΑ	0,0009	Παρατηρείται η μεγαλύτερη απόδοση της συνοχής της επιφάνειας μετα την επάλειψη του στερεωτικού Ludox.
		UNTREATED	0,0025													
		TREATED	0,0016													
		ΔΙΑΦΟΡΑ	0,0009													
		Ψ3/untreated	0,1152	0,1183	0,0031			UNTREATED		TREATED						
		Ψ3/ treated	0,1314	0,133	0,0016		Ψ3	0,0031		0,0016						
		Ψ6/ untreated	0,1265	0,13	0,0035		Ψ6	0,0035		0,0019						
Ψ6/ treated	0,12	0,1219	0,0019	Ψ8	0,0009	0,0012										
Ψ8/untreated	0,1411	0,142	0,0009	M.O	0,0025	0,0016										
Ψ8/ treated	0,1128	0,114	0,0012													
4.	CALOSIL	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΠΡΙΝ g	ΜΕΤΑ g	ΣΥΓΚΡΑΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ g	→	ΣΥΓΚΡΑΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ (g)		<table><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0028</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0006</td></tr><tr><td>ΔΙΑΦΟΡΑ</td><td>0,0022</td></tr></table>	UNTREATED	0,0028	TREATED	0,0006	ΔΙΑΦΟΡΑ	0,0022	Παρατηρείται η μικρότερη απόδοση της συνοχής της επιφάνειας μετα την επάλειψη του στερεωτικού Calosil.
		UNTREATED	0,0028													
		TREATED	0,0006													
		ΔΙΑΦΟΡΑ	0,0022													
		Ψ5/untreated	0,1136	0,117	0,0034			UNTREATED		TREATED						
		Ψ5/treated	0,1316	0,1319	0,0003		Ψ5	0,0034		0,0003						
		Ψ14/untreated	0,0727	0,0753	0,0026		Ψ14	0,0026		0,0010						
Ψ14/ treated	0,0815	0,0825	0,001	Ψ15	0,0025	0,0005										
Ψ15/untreated	0,0781	0,0806	0,0025	M.O	0,0028	0,0006										
Ψ15/ treated	0,0758	0,0763	0,0005													
5.	TEGOSIVIN	ΔΟΚΙΜΙΑ	ΠΡΙΝ g	ΜΕΤΑ g	ΣΥΓΚΡΑΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ g	→	ΣΥΓΚΡΑΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ (g)		<table><tr><td>UNTREATED</td><td>0,0023</td></tr><tr><td>TREATED</td><td>0,0005</td></tr><tr><td>ΔΙΑΦΟΡΑ</td><td>0,0018</td></tr></table>	UNTREATED	0,0023	TREATED	0,0005	ΔΙΑΦΟΡΑ	0,0018	Παρατηρείται απόδοση της συνοχής της επιφάνειας μετα την επάλειψη του στερεωτικού Calosil.
		UNTREATED	0,0023													
		TREATED	0,0005													
		ΔΙΑΦΟΡΑ	0,0018													
		Ψ4/untreated	0,1157	0,1186	0,0029			UNTREATED		TREATED						
		Ψ4/treated	0,1318	0,1324	0,0006		Ψ4	0,0029		0,0006						
		Ψ10/untreated	0,0737	0,0754	0,0017		Ψ10	0,0017		0,0005						
Ψ10/treated	0,0822	0,0827	0,0005	Ψ11	0,0023	0,0003										
Ψ11/untreated	0,0733	0,0756	0,0023	M.O	0,0023	0,0005										
Ψ11/treated	0,0796	0,0799	0,0003													

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ SCOTCH-TAPE

Με τη μέθοδο του Scotch tape μας δίνεται η δυνατότητα μέτρησης συνοχής της επιφάνειας των δειγμάτων. Η διαφορά ζύγισης της συγκρατούμενης ποσότητας πριν και μετά την εφαρμογή στερεωτικών υλικών, μας δίνει την τιμή της απώλειας του υλικού και έχει ως σκοπό τον έλεγχο της αποδοτικότητάς τους .

Η αποδοτικότητα από το βέλτιστο στο δυσμενέστερο : LUDOX , SILRES , FX, TEGOSIVIN , CALOSIL

5.6 ΥΠΕΡΗΧΟΙ

ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΑ	ΥΠΕΡΗΧΟΙ												ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ		
1. FX (ΨΑΜΜΙΤΗΣ)	Ψ9 (l=0,050M)	1	2	3	UNTREATED	v(m/s)	Ψ9 (l=0,050M)	1	2	3	TREATED	v(m/s)	ΔΟΚΙΜΙΑ	M.O	Παρατηρείται μέτρια απόδοση δυναμικού μέτρου ελαστικότητας μετα την επάλειψη του στερεωτικού Fx.
	t (μs)	9,8	9,8	9,8	M.O	5100,00	t (μs)	8,3	8,4	8,5	M.O	5950,00	UNTREATED	5100,00	
	v (m/s)	5100	5100	5100	STDEV (±)	0,00	v (m/s)	6020	5950	5880	STDEV (±)	70,00	TREATED	5950,00	
													ΔΙΑΦΟΡΑ	-850,00	
2. FX (ΑΛΦΑΣ)	A16 (l=0,039M)	1	2	3	UNTREATED	v(m/s)	A16 (l=0,039M)	1	2	3	TREATED	v(m/s)	ΔΟΚΙΜΙΑ	M.O	Παρατηρείται μέτρια απόδοση του μέτρου ελαστικότητας μετα την επάλειψη του στερεωτικού Fx.
	t (μs)	3,9	3,9	3,9	M.O	10000,00	t (μs)	3,6	3,6	3,6	M.O	10830,00	UNTREATED	10000,00	
	v (m/s)	10000	10000	10000	STDEV (±)	0,00	v (m/s)	10830	10830	10830	STDEV (±)	0,00	TREATED	10830,00	
													ΔΙΑΦΟΡΑ	-830,00	
3. SILRES (ΨΑΜΜΙΤΗΣ)	Ψ12 (l=0,050M)	1	2	3	UNTREATED	v(m/s)	Ψ12 (l=0,050M)	1	2	3	TREATED	v(m/s)	ΔΟΚΙΜΙΑ	M.O	Παρατηρείται αρκετά καλή απόδοση του μέτρου ελαστικότητας μετά την επάλειψη του στερεωτικού Silres.
	t (μs)	11,4	11,9	10,6	M.O	4566,67	t (μs)	6	6,3	6,3	M.O	8070,00	UNTREATED	4566,67	
	v (m/s)	4390	4590	4720	STDEV (±)	166,23	v (m/s)	8330	7940	7940	STDEV (±)	225,17	TREATED	8070,00	
													ΔΙΑΦΟΡΑ	-3503,33	
	Ψ13 (l=0,050M)	1	2	3	UNTREATED	v(m/s)	Ψ13 (l=0,050M)	1	2	3	TREATED	v(m/s)	ΔΟΚΙΜΙΑ	M.O	
	t (μs)	7,7	7,6	7,7	M.O	6520,00	t (μs)	6,5	6,9	6,5	M.O	7543,33	UNTREATED	6520,00	
	v (m/s)	6490	6580	6490	STDEV (±)	51,96	v (m/s)	7690	7250	7690	STDEV (±)	254,03	TREATED	7543,33	
													ΔΙΑΦΟΡΑ	-1023,33	
4. CALOSIL (ΨΑΜΜΙΤΗΣ)	Ψ14 (l=0,050M)	1	2	3	UNTREATED	v(m/s)	Ψ14 (l=0,050M)	1	2	3	TREATED	v(m/s)	ΔΟΚΙΜΙΑ	M.O	Παρατηρείται αρκετα καλή απόδοση του μέτρου ελαστικότητας μετά την επάλειψη του στερεωτικού Calosil.
	t (μs)	9,8	9,8	9,8	M.O	5100,00	t (μs)	7,2	7,7	7,5	M.O	6700,00	UNTREATED	5100,00	
	v (m/s)	5100	5100	5100	STDEV (±)	0,00	v (m/s)	6940	6490	6670	STDEV (±)	226,50	TREATED	6700,00	
													ΔΙΑΦΟΡΑ	-1600,00	
	Ψ15 (l=0,050M)	1	2	3	UNTREATED	v(m/s)	Ψ15 (l=0,050M)	1	2	3	TREATED	v(m/s)	ΔΟΚΙΜΙΑ	M.O	
	t (μs)	9,8	9,8	9,8	M.O	5100,00	t (μs)	6,1	6,4	5,9	M.O	8163,33	UNTREATED	5100,00	
	v (m/s)	5100	5100	5100	STDEV (±)	0,00	v (m/s)	8200	7810	8480	STDEV (±)	336,50	TREATED	8163,33	
													ΔΙΑΦΟΡΑ	-3063,33	
5. TEGOSIVIN (ΨΑΜΜΙΤΗΣ)	Ψ10 (l=0,050M)	1	2	3	UNTREATED	v(m/s)	Ψ10 (l=0,050M)	1	2	3	TREATED	v(m/s)	ΔΟΚΙΜΙΑ	M.O	Παρατηρείται υπερβολική αύξηση του μέτρου ελαστικότητας και άρα κακή απόδοση του στερεωτικού Tegosivin.
	t (μs)	11,8	11,7	11,7	M.O	4260,00	t (μs)	4,4	4,3	4,3	M.O	11540,00	UNTREATED	4260,00	
	v (m/s)	4240	4270	4270	STDEV (±)	17,32	v (m/s)	11360	11630	11630	STDEV (±)	155,88	TREATED	11540,00	
													ΔΙΑΦΟΡΑ	-7280,00	
	Ψ11 (l=0,050M)	1	2	3	UNTREATED	v(m/s)	Ψ11 (l=0,050M)	1	2	3	TREATED	v(m/s)	ΔΟΚΙΜΙΑ	M.O	
	t (μs)	5,7	5,6	5,6	M.O	8876,67	t (μs)	4,6	4,6	4,6	M.O	10870,00	UNTREATED	8876,67	
	v (m/s)	8770	8930	8930	STDEV (±)	92,38	v (m/s)	10870	10870	10870	STDEV (±)	0,00	TREATED	10870,00	
													ΔΙΑΦΟΡΑ	-1993,33	

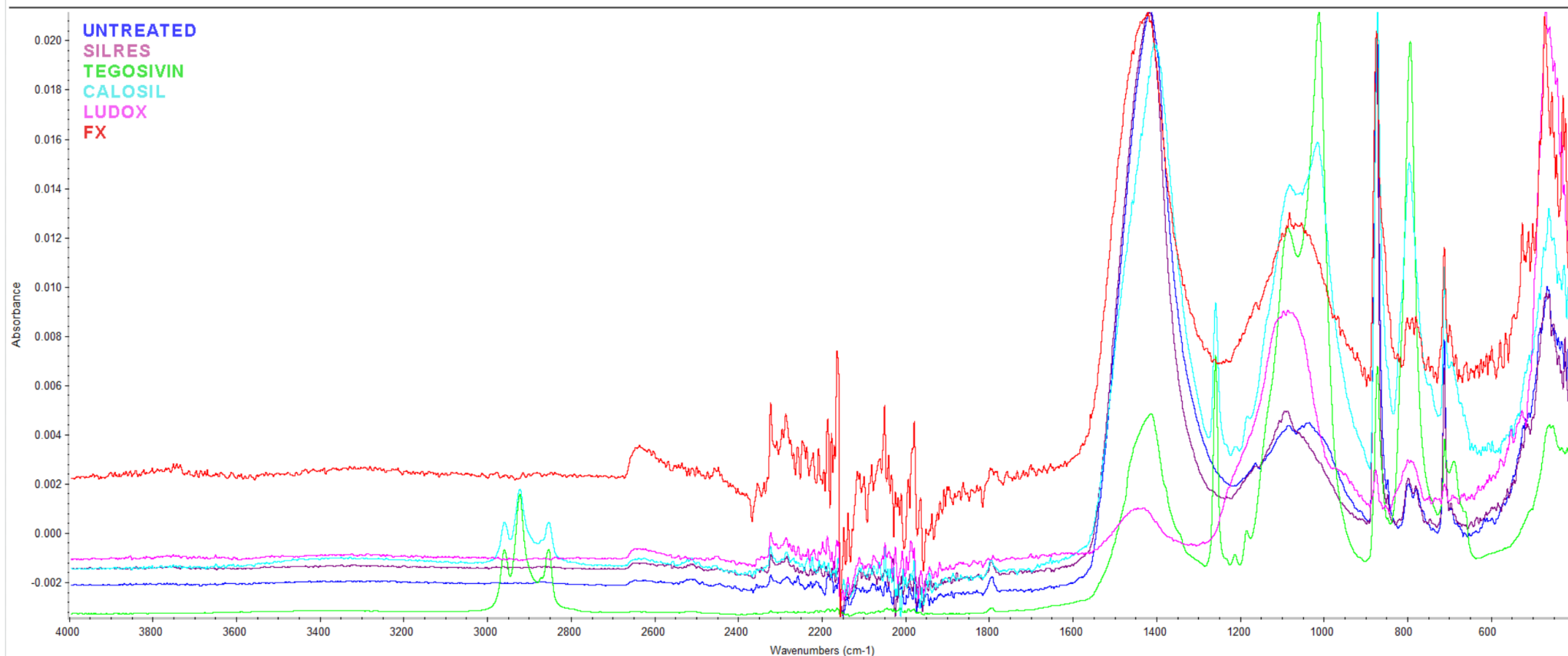
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΥΠΕΡΗΧΩΝ

Με τη διαδικασία μέτρησης των δειγμάτων με UPV test, υπολογίζεται το δυναμικό μέτρο ελαστικότητας. Οι τιμές πρέπει να αυξηθούν μετά το treatment μέχρι ενός ορίου όπου το καλύτερο είναι μέχρι 1,5 αύξηση δηλαδή λιγότερο από το διπλάσιο που δεν είναι αποδεκτό.
Αν δεν αυξηθούν σημαίνει ότι το υλικό εφαρμογής ρηγματώθηκε.

Η αποδοτικότητα από το βέλτιστο στο δυσμενέστερο: CALOSIL, SILRES ,FX, TEGOSIVIN

5.7 FTIR

FTIR - ΨΑΜΜΙΤΗΣ



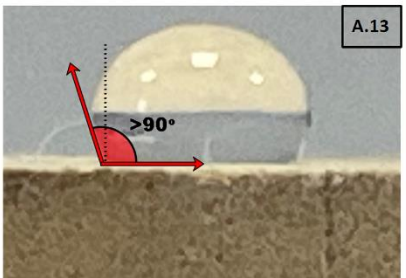
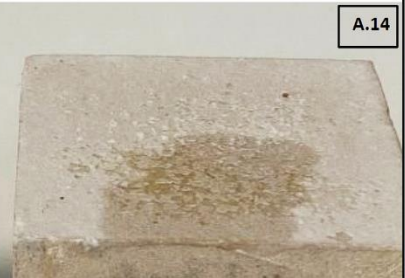
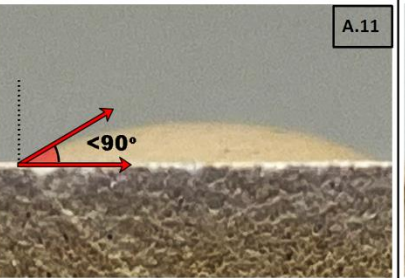
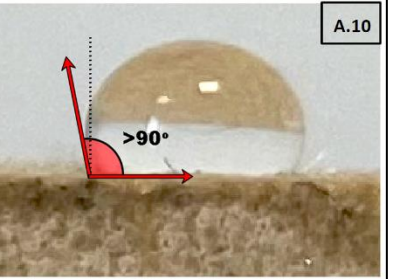
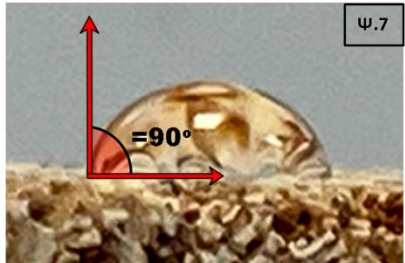
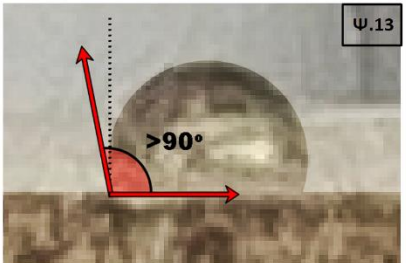

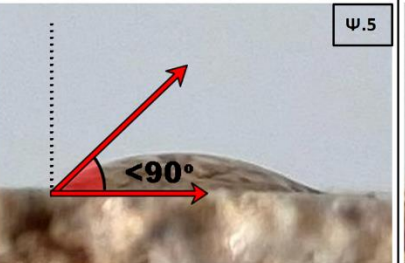
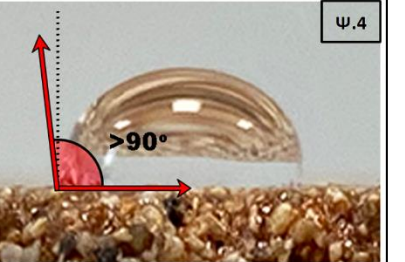
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ FTIR (ΔΟΚΙΜΙΑ ΨΑΜΜΙΤΩΝ)

Παρατηρούμε ότι το μη κατεργασμένο υλικό (ψαμμίτης) έχει ανθρακικό ασβέστιο (1400 cm^{-1}) και πυριτικά συστατικά (1100 cm^{-1}). Αυτές οι κορφές θα πρέπει να διατηρηθούν και στα κατεργασμένα. Από τα φάσματα φαίνεται πως το **Calosil** και **Tegosivin** έχουν άλλη σύσταση από το υπόστρωμα. Περισσότερο ταιριάζουν τα **FX**, **Silres** με τον ψαμμίτη, ενώ το **Ludox** φαίνεται ότι μειώνει την ένταση της κορφής του ασβεστίτη, γεγονός που εξηγείται με τον κορεσμό μετά την εφαρμογή και άρα την πλήρωση των πόρων σε ανεπιθύμητο βαθμό.

ΕΠΟΜΕΝΩΣ

Η αποδοτικότητα από το βέλτιστο στο δυσμενέστερο: **FX, SILRES, LUDOX, CALOSIL, TEGOSIVIN**

5.8 ΥΔΡΟΦΟΒΙΚΟΤΗΤΑ -ΥΔΡΟΦΙΛΙΚΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ


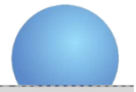


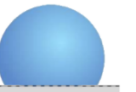
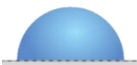
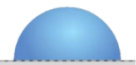


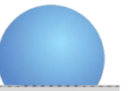




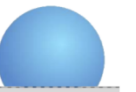




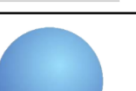
ΥΔΡΟΦΟΒΙΚΟΤΗΤΑ-ΥΔΡΟΦΙΛΙΚΟΤΗΤΑ ΑΛΦΑ ΚΑΙ ΨΑΜΜΙΤΗ (μετά απο 15 μέρες)				
FX	SILRES	LUDOX	CALOSIL	TEGOSIVIN
 A.12	 A.13	 A.14	 A.11	 A.10
 Ψ.7	 Ψ.13	 Ψ.8	 Ψ.5	 Ψ.4
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ				
Παρατηρείται γωνία επαφής =90° (υδροφοβικότητα) και στον αλφά και στον ψαμμίτη.	Παρατηρείται γωνία επαφής >90° (υδροφοβικότητα) και στον αλφά και στον ψαμμίτη.	Παρατηρείται μηδενική γωνία επαφής (υδροφιλικότητα)	Παρατηρείται γωνία επαφής <90° (υδροφιλικότητα)	Παρατηρείται γωνία επαφής >90° (υδροφοβικότητα) και στον αλφά και στον ψαμμίτη.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΦΟΒΙΚΟΤΗΤΑΣ-ΥΔΡΟΦΙΛΙΚΟΤΗΤΑΣ (ΜΕΤΑ ΑΠΟ 15 ΜΕΡΕΣ)

Στις 15 μέρες η γωνιά επαφής της σταγόνας στα τα δοκιμής αλφά και ψαμμίτη ξεχωρίζει στο δοκίμιο με το στερεωτικό **SILRES, TEGOSIVIN** όπου η **γωνία επαφής** είναι **>90°** και αμέσως μετά το **FX με γωνία επαφής =90°** (υδροφοβικές επιφάνειες)

Ενώ εντύπωση μας κάνει ότι το στερεωτικό **LUDOX** διαβρέχει την επιφάνεια με γωνία επαφής **0°** καθώς και το στερεωτικό **CALOSIL με γωνία επαφής <90°** (υδροφιλικές επιφάνειες)

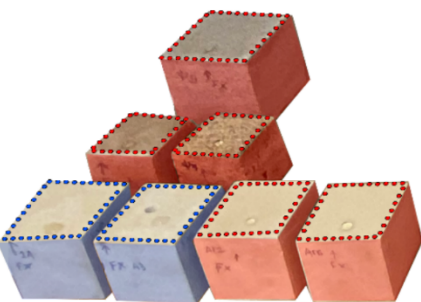
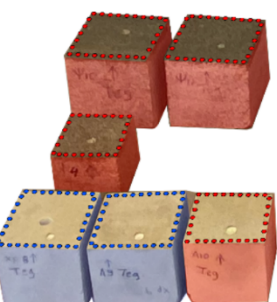


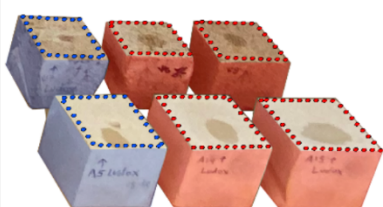
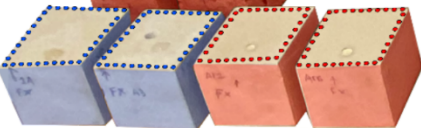
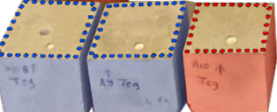
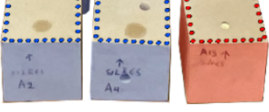
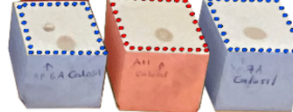

ΥΔΡΟΦΟΒΙΚΟΤΗΤΑ-ΥΔΡΟΦΙΛΙΚΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΣΕ ΒΑΘΟΣ ΧΡΟΝΟΥ

ΣΤΑΓΟΝΑ	FX	SILRES	LUDOX	CALOSIL	TEGOSIVIN
μετά από 15 μέρες					
μετά από 3 μήνες					
μετά από 8 μήνες					
μετά από 11 μήνες					

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

- στις **15 μέρες** το **FX** το **SILRES** και το **TEGOSIVIN** παρουσιάζουν γωνία επαφής $\geq 90^\circ$ (υδροφοβικότητα). Ξεχωρίζει το **SILRES** και το **TEGOSIVIN**.
- στους **3 μήνες** το **FX** το **SILRES** και το **TEGOSIVIN** συνεχίζουν να παρουσιάζουν γωνία επαφής $\geq 90^\circ$ (υδροφοβικότητα), παρ'όλ'αυτά μόνο το **FX** και **TEGOSIVIN** έχουν κρατήσει την ίδια γωνία σε αντίθεση με το **SILRES** που έχει μειωθεί.
- μετά τους **8 μήνες** παρατηρείται ότι το **MONO** στερεωτικό που έχει ίδια απόδοση υδροφοβικότητας είναι το **TEGOSIVIN**! Στο **FX** η γωνία επαφής είναι $< 90^\circ$ οπότε χαρακτηρίζεται πλέον υδροφιλική η επιφάνεια.
- μετά τους **10-11 μήνες** συνεχίζει το **TEGOSIVIN** να είναι το μοναδικό στερεωτικό που κρατά γωνία επαφής $> 90^\circ$ και η γωνία επαφής του **FX** να είναι $< 90^\circ, > 0^\circ$

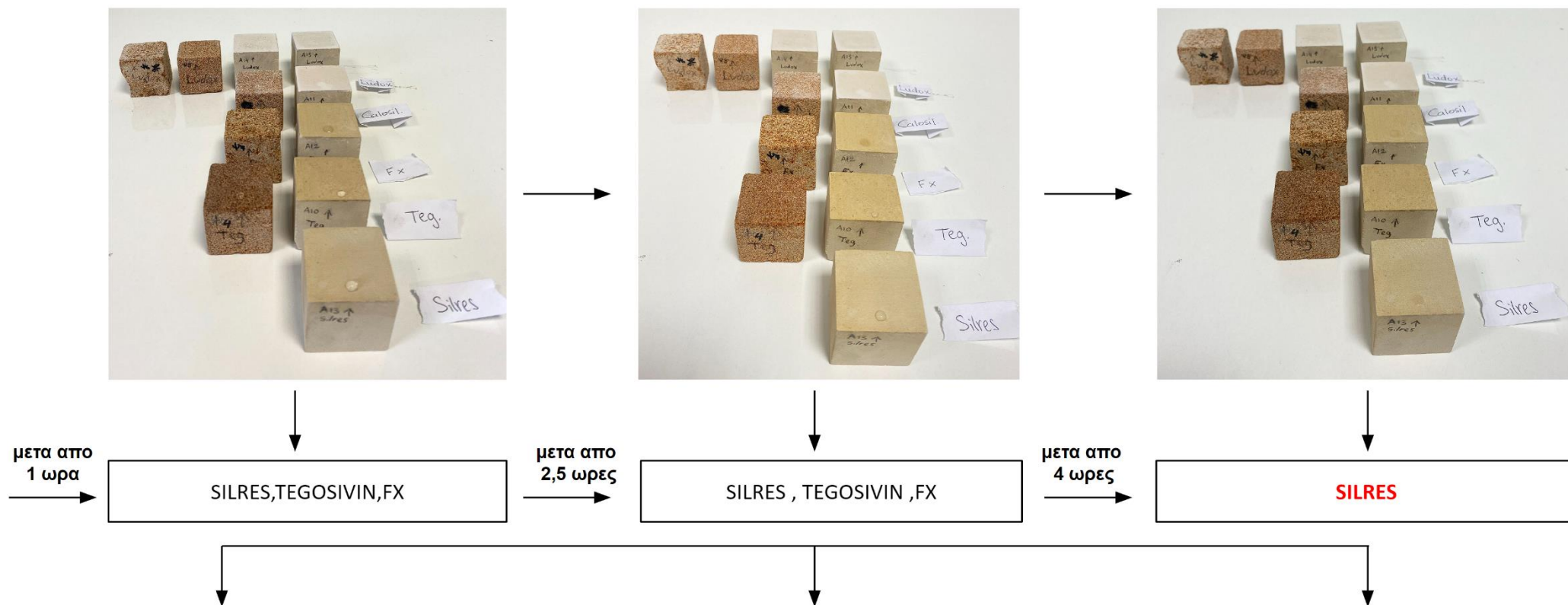
ΥΔΡΟΦΟΒΙΚΟΤΗΤΑ-ΥΔΡΟΦΙΛΙΚΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΣΕ ΒΑΘΟΣ ΧΡΟΝΟΥ

FX	TEGOSIVIN	SILRES	CALOSIL	LUDOX	
					■ μετά απο 3-4 μηνες
					■ μετά απο 10-11 μηνες

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΦΟΒΙΚΟΤΗΤΑΣ-ΥΔΡΟΦΙΛΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΒΑΘΟΣ ΧΡΟΝΟΥ

Υδροφοβικότητα εμφανίζουν μόνο τα δοκίμια με στερεωτικό **FX, SILRES, TEGOSIVIN**. Η υδροφοβικότητα αυτών των στερεωτικών διαρκεί έως και τους 3 μήνες έπειτα το **μόνο** στερεωτικό που κρατά την υδροφοβικότητα του έως και **11 μήνες** μετά είναι το **TEGOSIVIN**.

ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΣΤΑΓΟΝΑΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ 15 ΜΕΡΕΣ

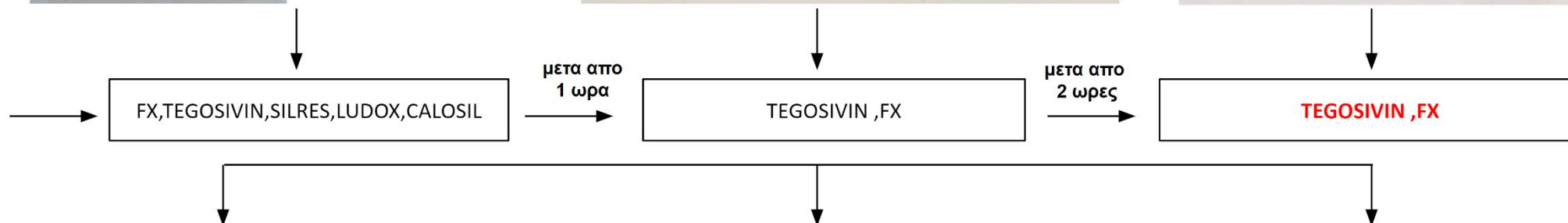


ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΩΝΙΑΣ ΕΠΑΦΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ 15 ΜΕΡΕΣ

Η παραμονή της σταγόνας στους λίθους αλφά και ψαμμίτη μεταβάλλεται με το πέρασμα της ώρας. Από την 1 ώρα έως και τις 2,5 ώρες μετά που έχουμε τοποθετήσει την σταγόνα παρατηρούμε ότι παραμένει στα δοκίμια με στερεωτικό **SILRES,TEGOSIVIN,FX**.

Ενώ μετά από 4 ώρες η σταγόνα που διατηρείται είναι μόνο αυτή στο δοκίμιο A15 με στερεωτικό **SILRES**.

ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΣΤΑΓΟΝΑΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ 8 ΜΗΝΕΣ



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΩΝΙΑΣ ΕΠΑΦΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ 8 ΜΗΝΕΣ

Η παραμονή της σταγόνας στους λίθους αλφά και ψαμμίτη μεταβάλλεται με το πέρασμα της ώρας .Στον πρώτο χρόνο μόλις έχει τοποθετηθεί η σταγόνα παραμένει σε όλα τα δοκίμια.

Ενώ μια ώρα έως και τις 2ώρες μετά παρατηρούμε ότι η σταγόνα παραμένει στα δοκίμια με στερεωτικό **TEGOSIVIN,FX** .

Όμως παρόλο που η σταγόνα παραμένει στην επιφάνεια με στερεωτικό το **TEGOSIVIN και το FX**, αυτό δεν την χαρακτηρίζει απαραίτητα και υδροφοβική .

Μόνο το TEGOSIVIN παραμένει υδροφοβικό μετά από 8 μήνες καθώς σταγόνα έχει γωνία επαφής είναι $>90^\circ$.

Ενώ το FX μετά από 8 μήνες χαρακτηρίζεται ως υδροφιλικό με γωνία επαφής $<90^\circ$ αλλά με μη μηδενική γωνία επαφής $>0^\circ$.

*Το SILRES όπως διαπιστώνουμε ενώ στις 15 μέρες εμφάνιζε βέλτιστη υδροφοβικότητα όμως μετά τους 8 μήνες δεν κρατάει την υδροφοβικότητα του.

5.9/ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Σκοπός της παρούσας ερευνητικής εργασίας είναι η διαπίστωση των ιδιοτήτων των στερεωτικών υλικών μέσα από δόκιμες επιστημονικές προσεγγίσεις (σειρά καθορισμένων εργαστηριακών διαδικασιών) που είναι αναγκαίες για να διεξαχθεί ένα τεκμηριωμένο πόρισμα.

Μετά την ολοκλήρωση των εργαστηριακών δοκιμών διατυπώνονται τα συμπεράσματα και οι παρατηρήσεις για τις βέλτιστες αποδόσεις των στερεωτικών ανά εργαστήριο και συνοψίζονται ως ακολούθως :

1. **Μακροσκοπικός οπτικός έλεγχος:** αλφάς,ψαμμίτης:FX,SILRES
2. **Μικροσκόπιο:** αλφάς,ψαμμίτης:FX , SILRES
3. **Τριχοειδής αναρρίχηση:** αλφάς,ψαμμίτης: FX, SILRES , TEGOSIVIN
4. **Χρωματόμετρο :** αλφάς,ψαμμίτης: FX ,SILRES
5. **Scotch-tape:** ψαμμίτης: LUDOX , FX , SILRES ,
6. **Υπέρηχος:** : ψαμμίτης: CALOSIL, SILRES ,FX
7. **FTIR:** ψαμμίτης: FX, SILRES
8. **Χρονική διάρκεια υδροφοβικότητας :** διαπιστώνεται ότι το TEGOSIVIN (αλφάς,ψαμμίτης) παραμένει υδροφοβικό μετά από 10-11 μήνες, ενώ το FX,SILRES(αλφάς,ψαμμίτης) διατηρούν την υδροφοβικότητα έως τους 3 μήνες .

Συμπερασματικά, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών , προκύπτει ότι **βέλτιστη απόδοση παρουσιάζει το FX, το SILRES, και ακολουθεί το TEGOSIVIN .**

- Το **FX** παρουσιάζει **καλά αποτελέσματα** στις περισσότερες από τις εργαστηριακές δοκιμές. **Διατηρεί την ομοιομορφία του χρώματος των επιφανειών** (untreated,treated). **Βελτιώνει την συνοχή τόσο της επιφάνειας** (εργαστήριο scotch-tape) **όσο και της δομής** (δοκιμή υπέρηχων)**του λίθου. Ως προς την υδροφοβικότητα**, το πρώτο τρίμηνο εμφανίζει γωνιά επαφής >90° όπως το SILRES, αλλά από τους 3 έως τους 11 μήνες (χρονική διάρκεια δοκιμής) εμφανίζει γωνιά επαφής >0° σε αντίθεση με το SILRES που διατηρεί τη γωνιά επαφής ίση με 0° . Επομένως το **FX εμφανίζει** περισσότερη αντοχή στην εισροή του νερού (μη απορρόφηση νερού) από το SILRES επομένως το καθιστά καλύτερο και πιο εργονομικό.
 - Το **SILRES** εμφανίζει εξίσου **καλά αποτελέσματα . Διατηρεί την ομοιομορφία του χρώματος των επιφανειών** (untreated,treated).**Βελτιώνει την επιφανειακή συνοχή του λίθου** (εργαστήριο scotch-tape). **Ως προς την υδροφοβικότητα** , από τις πρώτες 15 μέρες εφαρμογής μέχρι και τους 3 μήνες . Μετά την παρέλευση του τριμήνου η υδροφοβικότητα μειώνεται δραστικά και μετά από στους 8 μήνες παρατηρείται γωνιά επαφής =0° .
- Επομένως η μειωμένη διάρκεια υδροφοβικότητας του, το καθιστά ασύμφορο για οικονομικούς λόγους, και μη συμβατό λόγω περιβαλλοντολογικής επιβάρυνσης.
- Το **TEGOSIVIN** ως προς την συνοχή τόσο της επιφάνειας και της δομής **εμφανίζει τα δυσμενέστερα αποτελέσματα. Αντίθετα παρουσιάζει εξαιρετική υδροφοβικότητα**, και διάρκεια έως τους 11 μήνες (μέγιστη χρονική διάρκεια δοκιμής) , όμως η κολλώδης υφή και η χρωματική αλλοίωση που προσδίδει στην επιφάνεια του λίθου, το καθιστούν ασύμβατο για εφαρμογή σε δοκίμια αλφά και ψαμμίτη.

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ	ΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ		ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ		ΤΡΙΧΟΕΙΔΗΣ ΑΝΑΡΡΙΧΗΣΗ		ΧΡΩΜΑΤΟΜΕΤΡΟ		SCOTCH-TAPE		ΥΠΕΡΗΧΟΙ		FTIR		ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΥΔΡΟΦΟΒΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ 3 ΜΗΝΕΣ	
	ΑΛΦΑΣ	ΨΑΜΜΙΤΗΣ	ΑΛΦΑΣ	ΨΑΜΜΙΤΗΣ	ΑΛΦΑΣ	ΨΑΜΜΙΤΗΣ	ΑΛΦΑΣ	ΨΑΜΜΙΤΗΣ	ΑΛΦΑΣ	ΨΑΜΜΙΤΗΣ	ΑΛΦΑΣ	ΨΑΜΜΙΤΗΣ	ΑΛΦΑΣ	ΨΑΜΜΙΤΗΣ	ΑΛΦΑΣ	ΨΑΜΜΙΤΗΣ
ΔΟΚΙΜΙΑ →																
ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΑ ↓																
FX	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓		✓✓		✓		✓✓	✓	✓
SILRES	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓		✓✓		✓✓		✓✓	✓	✓
LUDOX	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓		✓✓				✓	✗	✗
CALOSIL	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗		✓		✓✓		✗	✗	✗
TEGOSIVIN	✗	✗	✗	✗	✓✓	✓✓	✗	✗		✓		✗		✗	✓✓	✓✓

✗ ΚΑΘΟΛΟΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ✓ ΜΕΤΡΙΑ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ✓✓ ΠΟΛΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ

- Το **FX** και το **SILRES** παρουσιάζουν τα καλύτερα αποτελέσματα στα περισσότερα από τα εργαστήρια ως προς την διατήρηση της ομοιομορφίας του χρώματος με την μη κατεργασμένη επιφάνεια, την βελτίωση συνοχής επιφανείας (εργαστήριο scotch-tape) και της δομής (εργαστήριο υπέρηχου), και την αύξηση υδροφοβικότητας έως 3 μήνες .
- Το **TEGOSIVIN** παρουσιάζει εξαιρετική διάρκεια υδροφοβικότητας (έως 11 μήνες). Όμως εμφανίζει δυσμενέστερα αποτελέσματα ως προς την συνοχή επιφάνειας και δομής και προκαλεί αλλοίωση της επιφάνειας του λίθου (κολλώδης υφή, χρωματική αλλοίωση) καθιστώντας το λιγότερο σύμβατο αποτο FX και το SILRES.
- Το **LUDOX** και το **CALOSIL** εμφάνισαν ελάχιστα ικανοποιητικά αποτελέσματα στις εργαστηριακές δοκιμές καθιστώντας τα ασύμβατα για την εφαρμογή σε δοκιμή αλφά και ψαμμίτη.

6.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

6.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

6.1/ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ

Στην παρούσα ερευνητική εργασία πραγματοποιήθηκαν εργαστηριακές δοκιμές ώστε να διαπιστωθεί η συμβατότητα των νανοϋλικών με τον αλφά και τον ψαμμίτη. Οι παρατηρήσεις των πειραμάτων αποδεικνύουν ότι η αποτελεσματικότητα του νανοϋλικού επηρεάζεται από πολλές παραμέτρους (εξωγενείς παρόντες, ιδιότητες λίθου), καθιστώντας περίπλοκη τη διαδικασία επιλογής ιδανικού πολυμερούς για κάθε τύπο υποστρώματος.

Αξιολόγηση της προστατευτικής ικανότητας των πολυμερών που εξετάστηκαν στις εργαστηριακές δοκιμές σε τεμάχια λίθου από αλφά ,ψαμμίτη και προτεινόμενες βελτιώσεις:

- το **FX** ενώ διατηρεί την ομοιομορφία του χρώματος των επιφανειών (untreated,treated), βελτιώνει την συνοχή τόσο της επιφανείας όσο και της μάζας του λίθου, υστερεί στην χρονική διάρκεια της υδροφοβικότητας (μέγιστη διάρκεια 3 μήνες). Μετά την παρέλευση του τριμήνου και έως τους 11 μήνες (χρονική διάρκεια δοκιμής) εμφανίζει γωνία επαφής $>0^\circ$, δηλαδή παρουσιάζει ανθεκτικότητα στην απορρόφηση του νερού, χωρίς να διατηρεί την υδροφοβικότητα του .

→ **Απαιτείται βελτίωση των ιδιοτήτων ως προς παράταση της χρονικής διάρκειας της υδροφοβικότητας.**

- το **SILRES** ενώ διατηρεί την ομοιομορφία του χρώματος των επιφανειών (untreated,treated), βελτιώνει την συνοχή τόσο της επιφανείας όσο και της δομής του λίθου υστερεί στην απόδοση της χρονικής διάρκειας της υδροφοβικότητας (μέγιστη διάρκεια 3 μήνες).

→ **Απαιτείται βελτίωση των ιδιοτήτων ως προς παράταση της χρονικής διάρκειας της υδροφοβικότητας.**

- το **TEGOSIVIN** παρουσιάζει εξαιρετικά αποτελέσματα υδροφοβικότητας . Όμως δεν βελτιώνει την συνοχή τόσο της επιφάνειας όσο και της μάζας του λίθου. Επίσης παρατηρείται ότι η εφαρμογή του στερεωτικού επηρεάζει το χρώμα της επαλειφόμενης επιφάνειας του λίθου, προσδίδοντας σκουρότερη απόχρωση. Παράλληλα, η επαλειφόμενη επιφάνεια παρουσιάζει κολλώδη υφή προκαλώντας δευτερογενείς δυσμενείς επιπτώσεις (προσκόλληση σκόνης, μικροσωματιδίων, εντόμων κλπ) καθιστώντας το ασύμβατο για συντήρηση διατηρητέων λιθόκτιστων επιφανειών. Λόγω των δυσμενών επιπτώσεων στην εξωτερική επιφάνεια του λίθου, ενδείκνυται η εφαρμογή του κυρίως σε μη ορατές επιφάνειες.
→ **Απαιτείται βελτίωση των ιδιοτήτων του υλικού για την εξάλειψη των αρνητικών συνεπειών (συνοχή υλικού, κολλώδη υφή, χρώμα)**
- το **CALOSIL** και το **LUDOX** ενώ βελτιώνουν την συνοχή τόσο της επιφάνειας όσο και της μάζας του λίθου παρουσιάζουν αρκετές ασυμβατότητες στα υπόλοιπα εργαστήρια όπως μειωμένη υδροφοβικότητα, αλλοίωση επιφάνειας (χρωματική αλλοίωση, φολίδωση).
→ **Απαιτούνται βελτιώσεις σε εκτενές φάσμα ιδιοτήτων.**

Από το εργαστηριακό μέρος της μελέτης διαπιστώνεται ότι τα περισσότερα από τα εξεταζόμενα υλικά δεν απέδωσαν τα προσδοκώμενα αποτελέσματα και επομένως κρίνονται ανεπαρκή ως προς συνοχή των διαβρωμένων τμημάτων, την χρονική διάρκεια της προστασίας που παρέχουν ως προς την υδροφοβικότητα, καθώς και την απόδοση της τελικής εικόνας της επαλειφόμενης επιφάνειας του λίθου.

Παρατηρείται ότι τα στερεωτικά εμφανίζουν μειονεκτήματα όπως, μη βελτίωση συνοχής (TEGOSIVIN), έλλειψη υδροφοβικότητας (LUDOX, CALOSIL), μειωμένη υδροφοβικότητα (FX, SILRES), χρωματικές αλλοιώσεις (LUDOX, CALOSIL, TEGOSIVIN), φολίδωση (LUDOX), κολλώδη υφή (TEGOSIVIN).

Επομένως κρίνεται σκόπιμο να διεξαχθεί λεπτομερέστερη έρευνα με σκοπό την αποτελεσματικότερη συμπεριφορά των στερεωτικών ως προς τη βελτίωση της συνοχής των διαβρωμένων τμημάτων, της παράτασης της χρονικής διάρκειας της υδροφοβικότητας, ελαχιστοποιώντας τις αρνητικές επιπτώσεις στο λίθο.

6.1.2/ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΣΥΜΒΟΛΗΣ ΤΩΝ ΝΑΝΟ-ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ ΤΗΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ

Οι εργασίες συντήρησης των λιθόκτιστων επιφανειών των κατασκευών που έχουν συμπεριληφθεί στα προστατευόμενα κτίρια και μνημεία, επιβάλλεται να πληρούν συγκεκριμένες προϋποθέσεις που καθορίζονται από διεθνείς συμβάσεις (Χάρτης της Βενετίας, Διακήρυξη του Άμστερνταμ, Σύμβαση της Γρανάδας) κατατείνοντας στη προστασία του ιστορικού και μνημειακού αποθέματος.

Οι απαιτούμενες στερεωτικές εργασίες λίθων απαιτούν εξειδικευμένες ενέργειες και πραγματοποιούνται υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις, ώστε να περιορίζονται οι δυσμενείς συνέπειες των εξωγενών παραγόντων, αποδίδοντας τον οφειλόμενο σεβασμό προς τις προστατευόμενες αξίες.

Η προσδοκώμενη βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων των δομικών επιφανειών με τη χρήση στερεωτικών επιβάλλεται να πληροί συγκεκριμένα κριτήρια προκειμένου να πληρούνται οι προϋποθέσεις συμβατότητας στερεωτικού /λίθου .

Για να επιτευχθεί η αύξηση της χρήσης πολυμερών στερεωτικών απαιτείται βελτίωση των ιδιοτήτων των στερεωτικών που διατίθενται στην αγορά και δημιουργία νέων στερεωτικών που προσφέρουν αντοχή της υδροφοβικότητας στο χρόνο και στους περιβαλλοντικούς παράγοντες, καθώς και στη διατήρηση του αρχικού χρώματος των επιφανειών, στοχεύοντας στην διαφύλαξη της αυθεντικής αρχιτεκτονικής δημιουργίας.

Η εξέλιξη της νανοτεχνολογίας δύναται να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στο πεδίο της συντήρησης των λιθόκτιστων επιφανειών, συμβάλλοντας στην διατήρηση της Αρχιτεκτονικής και Πολιτιστικής Κληρονομιάς, ώστε να συνεχίσει να χρησιμεύει ως πηγή επιστημονικής ιστορικής γνώσης και πολύπλευρης έμπνευσης.

Η διατήρηση και ανάδειξη του ιστορικού και μνημειακού αποθέματος, αποτελούν ανεκτίμητης αξίας παράγοντα στην ανάπτυξη της χώρας, συντείνοντας στη διαφύλαξη της ιστορικής μνήμης του κοινωνικού συνόλου και στην αναγνώριση της πολιτισμικής ταυτότητας του τόπου.

7.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

7.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

7.1/ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **ΠΑΓΩΝΑ -ΝΟΝΗ ΜΑΡΑΒΕΛΑΚΗ/ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ** ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ :ΦΘΟΡΑΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΜΝΗΜΕΙΩΝ & ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΩΝ
- **ΑΝΑΣΤΑΣΟΠΟΥΛΟΥ ΔΑΦΝΗ** /ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΤΩΝ ΙΝΩΝ ΠΟΛΥΠΡΟΠΥΛΕΝΙΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΤΩΝ, ΣΤΟ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΑΥΤΟΪΑΣΗΣ ΣΤΑ ΤΣΙΜΕΝΤΟΚΟΝΙΑΜΑΤΑ
- **ΝΙΚΟΛΑΪΔΗΣ ΝΙΚΟΛΑΣ** /ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ ΚΥΠΡΟΥ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΑΣΒΕΣΤΟΥ
- **ΓΚΙΟΚΑ Π. ΑΓΑΠΗ** / ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΓΕΩΧΗΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΙΖΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΝΕΟΓΕΝΕΙΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ
- **ΕΛΕΝΗ ΜΑΡΙΑ ΧΙΩΤΗ** / ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΗΩΚΑΙΝΙΚΩΝ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΩΝ ΤΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΠΑΞΩΝ ΣΤΗ ΖΑΚΥΝΘΟ ΓΙΑ ΠΙΘΑΝΕΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ
- **Γ. ΚΥΡΙΑΚΙΔΗΣ, Β. ΜΠΙΝΑΣ** / ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΑ
- **ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΘΕΟΥΛΑΚΗΣ, ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΑΛΕΞΙΟΣ ΣΤΕΦΑΝΗΣ, ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΓΕΡΟΓΙΑΝΝΗΣ, ΚΑΤΕΡΙΝΑ ΖΙΩΓΑ, ΚΑΤΕΡΙΝΑ ΧΑΤΖΗ** / Η ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ IN SITU ΤΩΝ ΠΗΛΙΝΩΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΣΤΟ ΔΙΣΠΗΛΙΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΣΤΕΡΕΩΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ
- **ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ** /Η ΜΙΚΡΟΔΟΜΗ ΩΣ ΚΡΙΣΙΜΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΤΗΣ ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ/ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

- **ΔΑΡΙΒΑΚΗ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ** / ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΔΙΑΒΡΟΧΗΣ ΜΕΣΩ ΓΩΝΙΑΣ ΕΠΑΦΗΣ (CONTACT ANGLE) - ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΝΑΝΟΣΥΝΘΕΤΩΝ ΑΝΤΙΜΟΛΥΣΜΑΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΩΝ
- **ΓΙΑΝΝΟΥ ΑΝΘΗ ΜΠΑΜΠΟΥ ΚΥΡΙΑΚΗ** / ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΚΑΙ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ
- **ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΘΕΟΥΛΑΚΗΣ** / Η ΦΘΟΡΑ ΤΩΝ ΛΙΘΩΝ ΣΤΑ ΜΝΗΜΕΙΑ – ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ
- **ΜΠΟΤΗ ΜΙΧΑΕΛΑ/ΜΩΡΑΪΤΗ ΜΑΡΙΕΝΤΙΝΑ** / ΟΡΥΚΤΑ ΚΑΙ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΟΡΥΚΤΩΝ , ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΑ
- **ΧΡΥΣΗ Μ. ΚΑΠΡΙΔΑΚΗ** /ΕΛΕΓΧΟΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ ΛΙΘΟΥ ΜΕ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
- **ΚΩΝ/ΝΟΣ ΤΣΙΤΣΙΛΙΑΝΗΣ, ΟΥΡΑΝΙΑ ΚΟΥΛΗ**, Ε.ΔΙ.Π./ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ ΕΝΟΤΗΤΑ : ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ, FTIR
- **ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ Ν. ΜΑΝΟΥΔΗ** / ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΝΗΜΕΙΩΝ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ
- **ΣΤΑΥΡΟΣ ΛΑΓΚΑΔΙΝΟΣ** / ΥΔΡΟΦΟΒΑ ΣΤΑΘΕΡΑ ΝΑΝΟΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΩΝ ΚΑΙ ΜΑΡΜΑΡΩΝ
- **ΔΗΜΗΤΡΑ Ν. ΚΟΡΑΚΑΚΗ** / ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΣΙΛΙΚΟΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΔΙΑΒΡΩΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΩΝ
- **ΧΟΛΙΔΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ** / ΝΑΝΟΣΥΝΘΕΤΑ ΠΟΛΥΜΕΡΗ: ΤΥΠΟΙ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
- **ΔΗΜΗΤΡΙΑΔΟΥ ΠΙΠΙΝΑ** / ΕΞΥΠΝΑ ΥΛΙΚΑ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΩΡΟΛΙΘΩΝ, ΜΑΡΜΑΡΩΝ, ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΤΟΙΧΟΓΡΑΦΙΩΝ
- **Α. ΚΑΡΑΜΑΝΗ** /ΧΡΩΜΑ ΓΡΑΦΙΚΩΝ ΤΕΧΝΩΝ ΚΑΙ ΕΚΤΥΠΩΣΕΩΝ
- **ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ ΒΕΡΓΑΝΕΛΑΚΗ** /ΒΙΟ-ΜΙΜΗΤΙΚΑ, ΒΙΟ-ΔΙΑΣΠΩΜΕΝΑ ΝΑΝΟ-ΣΥΝΘΕΤΑ ΚΑΙ ΜΗ ΤΟΞΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΩΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΕ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ
- **ΔΡ. Γ. ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ** /ΔΟΜΙΚΑ ΚΑΙ ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ
- **ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ Π.** /ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΥΠΕΡΥΔΡΟΦΟΒΩΝ /ΥΔΑΤΟΑΠΟΘΗΤΙΚΩΝ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΩΝ ΥΜΕΝΙΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΛΥΜΑΤΟΣ ΠΗΚΤΗΣ (SOL-GEL) ΚΑΙ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΑΒΡΟΧΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ
- **ΒΕΡΓΑΝΕΛΑΚΗ, Α.** /ΒΙΟΜΙΜΗΤΙΚΑ, ΒΙΟΔΙΑΣΠΩΜΕΝΑ ΝΑΝΟ-ΣΥΝΘΕΤΑ ΚΑΙ ΜΗ ΤΟΞΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΩΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΕ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ
- **ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ, Κ.** /ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΗΣ ΣΕ ΥΠΕΡΥΔΡΟΦΟΒΑ ΚΑΙ ΥΠΕΡΥΔΡΟΦΙΛΑ ΜΙΚΡΟΚΑΝΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΑΝΑΜΙΚΤΕΣ
- **ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ ΔΗΜΟΥ** /ΟΙ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΛΙΘΩΝ ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ
- **ΔΑΝΙΑ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ** /ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΩΝ ΚΑΙ ΜΑΡΜΑΡΩΝ ΜΕ ΚΑΙΝΟΤΟΜΑ ΝΑΝΟΎΛΙΚΑ
- [11. ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ IR.PDF](#)
- Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΠΑΛΑΙΟΛΙΘΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΕΣΟΛΙΘΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΜΕΧΡΙ ΤΙΣ ΑΣΤΙΚΕΣ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ ΤΗΣ ΠΡΩΙΜΗΣ ΕΠΟΧΗΣ ΤΟΥ ΧΑΛΚΟΥ
- ΥΔΡΟΦΟΒΑ ΠΟΛΥΜΕΡΗ ΓΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΣΕ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ/ [ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΜΝΗΜΕΙΩΝ ΔΙΑΛΕΞΗ 11.PDF](#)

7.2/ ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

- [1] <https://el.wikipedia.org/wiki/>
- [2] PDF /Η ΜΙΚΡΟΔΟΜΗ ΩΣ ΚΡΙΣΙΜΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΤΗΣ ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ/ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ /ΣΕΛ.15
- [3] <https://eclass.aegean.gr/modules/document/file.php/>
- [4] PDF /Η ΜΙΚΡΟΔΟΜΗ ΩΣ ΚΡΙΣΙΜΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΤΗΣ ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ/ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ /ΣΕΛ.16
- [5] <https://www.athinodromio.gr/>
- [6] PDF /Η ΜΙΚΡΟΔΟΜΗ ΩΣ ΚΡΙΣΙΜΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΤΗΣ ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ/ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ /ΣΕΛ.16
- [7] <https://www.orykta.gr/geologia-oryktologia/dimiourgia-ekseliksi-gis>
- [8] Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΜΗΤΡΙΚΟΥ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΦΡΥΓΑΝΙΚΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ:Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΣΥΡΟΥ /ΒΑΒΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ /ΣΕΛ.28-29
- [9] <https://www.orykta.gr/geologia-oryktologia/dimiourgia-ekseliksi-gis>
- [10] <https://www.orykta.gr/geologia-oryktologia/dimiourgia-ekseliksi-gis>
- [11] <https://www.orykta.gr/geologia-oryktologia/dimiourgia-ekseliksi-gis>
- [12] PDF /Η ΜΙΚΡΟΔΟΜΗ ΩΣ ΚΡΙΣΙΜΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΤΗΣ ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ/ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ /ΣΕΛ.25
- [13] PDF /Η ΜΙΚΡΟΔΟΜΗ ΩΣ ΚΡΙΣΙΜΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΤΗΣ ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ/ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ /ΣΕΛ.25-26
- [14] PDF /Η ΜΙΚΡΟΔΟΜΗ ΩΣ ΚΡΙΣΙΜΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΤΗΣ ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ/ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ /ΣΕΛ.26
- [15] PDF /Η ΜΙΚΡΟΔΟΜΗ ΩΣ ΚΡΙΣΙΜΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΤΗΣ ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ/ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ /ΣΕΛ.30
- [16] PDF /Η ΜΙΚΡΟΔΟΜΗ ΩΣ ΚΡΙΣΙΜΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΤΗΣ ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ/ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ /ΣΕΛ.32
- [17] PDF /Η ΜΙΚΡΟΔΟΜΗ ΩΣ ΚΡΙΣΙΜΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΤΗΣ ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ/ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ /ΣΕΛ.33-34
- [18] PDF /Η ΜΙΚΡΟΔΟΜΗ ΩΣ ΚΡΙΣΙΜΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΤΗΣ ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ/ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ /ΣΕΛ.33-34
- [19] PDF /ΕΛΕΓΧΟΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ ΛΙΘΟΥ ΜΕ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ / ΧΡΥΣΗ Μ. ΚΑΠΡΙΔΑΚΗ /ΣΕΛ.12
- [20] PDF /ΕΛΕΓΧΟΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ ΛΙΘΟΥ ΜΕ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ / ΧΡΥΣΗ Μ. ΚΑΠΡΙΔΑΚΗ PDF /ΣΕΛ.12-13

- [21] PDF /Η ΜΙΚΡΟΔΟΜΗ ΩΣ ΚΡΙΣΙΜΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΤΗΣ ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ/ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ /ΣΕΛ 18
- [22] <https://el.wikipedia.org/wiki/>
- [23] http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_sedimentary.htm
- [24] <https://paschalidis.gr/product/surfapore-fx-1lt/>
- [25] <https://www.chempoint.com/products/grace/ludox-monodispersed-colloidal-silica/ludox-colloidal-silica/ludox-hs-30>
- [26] <https://www.qianzelithium.com/TEGOSIVIN-HE-328-Water-Repellent-pd501061998.html>
- [27] <https://www.wacker.com/h/en-us/silanes-siloxanes-silicates/ethyl-silicates/silres-bs-oh-100/p/000008022>
- [28] <https://www.calosil.de/calosil-en>
- [29] <https://el.wikipedia.org/wiki/>
- [30] https://www.dinolite.com/products_detail.php
- [31] PDF /ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ/ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΣΙΛΙΚΟΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΔΙΑΒΡΩΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΩΝ/ ΔΗΜΗΤΡΑ Ν. ΚΟΡΑΚΑΚΗ /ΣΕΛ.20
- [32] PDF /ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΝΑΝΟΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΠΥΡΙΤΙΑΣ ΚΑΙ ΑΛΟΥΜΙΝΑΣ ΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟ/ΤΣΑΜΠΑΛΗ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ/ΣΕΛ.20
- [33] ΧΡΩΜΑ ΓΡΑΦΙΚΩΝ ΤΕΧΝΩΝ ΚΑΙ ΕΚΤΥΠΩΣΕΩΝ/Α. ΚΑΡΑΜΑΝΗ/ ΣΕΛ.60
- [34] ΒΕΡΓΑΝΕΛΑΚΗ, 2015 ΣΕΛ/41
- [35] ΦΥΣΙΚΑ,ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΑ ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΑ ΩΣ ΒΙΩΣΙΜΗ ΛΥΣΗ ΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ/ΠΕΝΤΑΡΗ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ /ΣΕΛ.78

- [36] ΦΥΣΙΚΑ,ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΑ ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΑ ΩΣ ΒΙΩΣΙΜΗ ΛΥΣΗ ΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ/ΠΕΝΤΑΡΗ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ/ ΣΕΛ.60
- [37] PDF /ΥΔΡΟΦΟΒΑ ΣΤΑΘΕΡΑ ΝΑΝΟΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΩΝ ΚΑΙ ΜΑΡΜΑΡΩΝ / ΣΤΑΥΡΟΣ ΛΑΓΚΑΔΙΝΟΣ /ΣΕΛ. 45
- [38] ΠΕΤΟΥΣΗ, 2011, ΣΕΛ. 1
- [39] ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΔΙΑΒΡΟΧΗΣ ΜΕΣΩ ΓΩΝΙΑΣ ΕΠΑΦΗΣ (CONTACT ANGLE) - ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΝΑΝΟΣΥΝΘΕΤΩΝ ΑΝΤΙΜΟΛΥΣΜΑΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΩΝ / ΔΑΡΙΒΑΚΗ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ ΣΕΛ 14

7.3/ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

- <https://www.chempoint.com/products/grace/ludox-monodispersed-colloidal-silica/ludox-colloidal-silica/ludox-hs-30>
- <https://coatings.specialchem.com/product/a-grace-ludox-hs-30>
- <https://www.chempoint.com/products/grace/ludox-monodispersed-colloidal-silica/ludox-colloidal-silica>
- <https://www.qianzelithium.com/TEGOSIVIN-HE-328-Water-Repellent-pd501061998.html>
- <https://corporate.evonik.com/en/products-and-solutions/industry-teams/bau/Products/tegosivin>
- <https://www.wacker.com/h/en-us/silanes-siloxanes-silicates/ethyl-silicates/silres-bs-oh-100/p/000008022>
- <https://www.matweb.com/search/datasheettext.aspx?matguid=a070d1942>
- https://anaskamma.files.wordpress.com/2009/10/theoulakis_etal.pdf
- <https://www.calosil.de/calosil-en>
- https://www.revivo.si/calosil_ip-25_1l
- https://polynoe.lib.uniwa.gr/xmlui/bitstream/handle/11400/2107/fst_161015_161102.pdf?sequence=7&isAllowed
- <https://ikee.lib.auth.gr/record/294018/files/%CE%A0%CF%84%CF%85%CF%87%CE%B9%CE%B1%CE%BA.2.pdf>
- <https://www.newport.com/n/introduction-to-ftir>
- <https://www.meteorologiaenred.com/el/diferencias-entre-mineral-y-roca>
- <https://www.alamy.com/stock-image-various-raw-mineral-stones-with-names-isolated-169246434.html>
- <https://www.orykta.gr/geologia-oryktologia/dimiourgia-ekseliksi-gis>
- <https://www.orykta.gr/geologia-oryktologia/orykta>
- [ΕΛΕΓΧΟΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΣΤΕΡΕΩΤΙΚΩΝ ΛΙΘΟΥ ΜΕ NANOTEXΝΟΛΟΓΙΑ.pdf](#)
- <http://ikee.lib.auth.gr/record/301343/files/GRI-2018-23139.pdf>
- https://opencourses.uoc.gr/courses/pluginfile.php/16127/mod_resource/content/1/00.%20Electron_Microscopy_Notes_VBinas2.pdf
- <https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/41796/%CE%B4%CE%B9%CF%80%CE%BB%CF%89%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- <http://ikee.lib.auth.gr/record/112395/files/%CE%94%CE%B9%CE%B4%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AE%20%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%B2%CE%AE%20%CE%9C%CE%B1%CE%BD%CE%BF%CF%8D%CE%B4%CE%B7%CF%82%20%CE%A0%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%B3%CE%B9%CF%8E%CF%84%CE%B7%CF%82.pdf>
- http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/1999/Istoria_G-Dimotikou_html-empl/index2_7.html
- http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/4706/Istoria-tis-Technis_B-G-EPAL_html-apli/index1.html
- [ΥΓΡΑ ΓΕΝΙΚΟΙ ΝΟΜΟΙ. α\) Ανηγμένη καταστατική εξίσωση van der Waals. Θεώρημα αντίστοιχων καταστάσεων.pdf](#)

7.3.1 / ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ (ΣΕΛ.10-11)

Εικ.9 : http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/1999/Istoria_GDimotikou_ht

Εικ.10 : http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/1999/Istoria_GDimotikou_ht

Εικ.11 : http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/4706/Istoria-tis-Technis_B

Εικ.12 : <https://www.ekriti.gr/kriti/ta-matala-oi-spilies-toys-kai-to-tragoydi>

Εικ.13 : <https://in-cyprus.philenews.com/discover/archaeological-sites/>

Εικ.14 : <https://www.offlinepost.gr/2022/07/28/sexology-enas-neolithikos->

Εικ.15 : <http://wikimapia.org/8806863/el/>

Εικ.16 : <https://www.apollo-magazine.com/stonehenge-british-museum-druids-/>

Εικ.17 : <https://www.lifo.gr/culture/aigyptos-anoigei-gia-proti-fora-i>

Εικ.18 : http://archaia-ellada.blogspot.com/2014/11/blog-post_36.html

Εικ.19 : <https://www.vimaorthodoxias.gr/theologikos-logos>

Εικ.20 : <https://www.freepik.com/free-photos-vectors/aerial-colosseum/2>

Εικ.21 : <https://www.lifo.gr/now/entertainment/arhaio-theatro-epidayroy->

Εικ.22 : <https://www.mazitravel.com/proorismoi-ellada/ipeiros/zagoroxoria>

Εικ.23 : <https://www.doma.archi/index/projects/spiti-gia-diakopes>