

Διεθνές Συνέδριο

Προστατευόμενες Φυσικές Περιοχές

και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση

24 - 26 Σεπτεμβρίου 1999

Σύρι Λέσβου

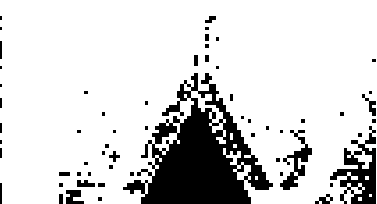
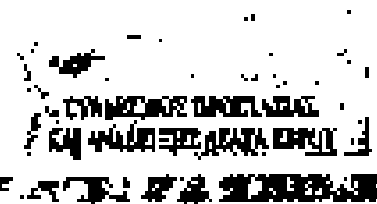


ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ - ΘΡΑΚΗΣ

&
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ:
ΘΡΑΚΗ - ΑΙΓΑΙΟ -
ΚΥΠΡΟΣ

ΟΡΓΑΝΩΣΗ



Οργανωτική Επιτροπή Συνεδρίου

Πρόεδρος	Αθανάσιος Καραμέρης	Αν. Καθηγητής Α.Π.Θ. Διευθυντής Σπουδαστηρίου Δασικής Πολιτικής - Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος Α.Π.Θ
Αντιπρόεδρος	Α. Αθανασιάδης	Περιβαλλοντολόγος, Συντονιστής Κέντρου Πληροφόρησης Δέλτα Έβρου
Γενικός Γραμματέας	Ζούρος Νικόλαος	Δρ. Γεωλόγος, Διευθυντής Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Απολιθωμένου Δάσους Λέσβου
Ταμίας	Ευαγγελία Καλούση	Γεωλόγος, Ταμίας Δ.Σ. Γεωτεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας
Μέλος	Γιάννης Γεώργιος	Δασολόγος, Πρόεδρος της Παγκύπριας Ένωσης Δασολόγων
Μέλος	Μιχαηλίδης Μιχαήλ	Δασοπόνος, Αντιπρόεδρος του Συνδέσμου Δασοπόνων - Αποφοίτων Δασικού Κολλεγίου Κύπρου
Μέλος	Αντώνης Μοντσαβέλας	Δασολόγος, Αντιπρόεδρος της Πανελληνίας Κίνησης Δασολόγων

Τοπική Οργανωτική Επιτροπή

Σεραφίδης Παναγιώτης	Δασολόγος, Γενικός Διευθυντής Περιφέρειας Β. Αιγαίου, Πρόεδρος Δ.Σ. Μουσείου
Βελιτζέλος Ευάγγελος	Καθηγητής Παλαιοβοτανικής και Παλαιοντολογίας Πανεπιστημίου Αθηνών, Μέλος Δ.Σ. Μουσείου
Τζανέτος Παύλος	Μαθηματικός, Διευθυντής Ι.Ε.Κ. Μυτιλήνης, Μέλος Δ.Σ. Μουσείου
Κοντής Ευάγγελος	Δρ. Γεωλόγος - Ερευνητής Μουσείου
Κράλης Φώτης	Δασολόγος Διεύθυνση Δασών Λέσβου
Σουλακέλλης Νικόλαος	Λέκτορας Τμήματος Γεωγραφίας Πανεπιστημίου Αιγαίου
Αρχοντούλη Αικατερίνη	Διεύθυνση Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Νομού Λέσβου, Υπεύθυνη Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης

ΜΕΛΕΤΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΤΟΥ ΑΠΟΛΙΘΩΜΕΝΟΥ ΔΑΣΟΥΣ ΤΗΣ ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ

Β. ΛΑΜΠΡΟΠΟΥΛΟΣ¹, Γ. ΠΑΝΑΓΙΑΡΗΣ¹, Ι. ΤΣΑΜΑΣΦΥΡΟΥ¹, Δ. ΜΠΙΚΑ¹,
Ε. ΒΕΛΙΤΖΕΛΟΣ²

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα απολιθωμένα δάση θεωρούνται διεθνώς μνημεία φύσεως ανυπολόγιστης επιστημονικής αξίας και ταυτόχρονα αποτελούν εθνική περιουσία και κληρονομιά. Τα απολιθωμένα δάση οφείλουν τη γένεσή τους στις ευνοϊκές συνθήκες απολίθωσης των δασών του παρελθόντος. Τα απολιθωμένα δάση της Ελλάδας έχουν υποστεί κατά κανόνα κύρια απολίθωση, δηλαδή αντικατάσταση οργανικής ύλης μόριο προς μόριο από ανόργανη ύλη του περιβάλλοντος. Άριστο υλικό απολίθωσης για την γένεση των απολιθωμένων δασών είναι ο χαλαζίας ή ο σπάλιος. Με την κύρια απολίθωση διατηρούνται πολύ καλά τα μορφολογικά γνωρίσματα των κορμών, τόσο σε εγκάρσια όσο και σε εφαπτομενική τομή.

Γνωστά απολιθωμένα δάση της Ελλάδας είναι της Λέσβου, της Θράκης, της Β. Εύβοιας κ.τ.λ. Το απολιθωμένο δάσος της Καστοριάς είναι γνωστό από παλαιότερες γεωλογικές χαρτογραφήσεις του 1961. Το απολιθωμένο δάσος χρονολογείται στα 20-22 εκατομμύρια χρόνια και εμφανίζεται σε μεγάλες συγκεντρώσεις σε διάφορες περιοχές της κοινότητας Νόστιμου που εκτείνονται μέχρι την κοινότητα της Ασπροκκλησιάς. Οι απολιθωμένοι κορμοί φιλοξενούνται μέσα σε χαλαρά ιζήματα που κατά θέσεις η απολίθωση είναι καλή ως μέτρια.

Το απολιθωμένο δάσος της Καστοριάς είναι ένα σπάνιο γεωλογικό μνημείο για τη χώρα μας. Σήμερα, υπάρχει μόνο μια υποτυπώδης έκθεση στο Δημοτικό σχολείο της κοινότητας Νόστιμου, όπου βρίσκονται εκθέματα από το απολιθωμένο δάσος. Όμως η πολιτεία για την καλύτερη προστασία, προβολή και ανάδειξή του, αποφάσισε την ίδρυση τόσο ενός πρότυπου κέντρου προβολής και προστασίας του απολιθωμένου δάσους στην κοινότητα του Νόστιμου, όσο και την δημιουργία ενός σύγχρονου Γεωπάρκου στην κοινότητα της Ασπροκκλησιάς, όπου ο επισκέπτης θα έχει τη δυνατότητα να θαυμάσει επί τόπου το γεωλογικό μνημείο. Το απολιθωμένο δάσος της Καστοριάς λοιπόν, μπορεί να αποτελέσει γεωλογικό και παλαιοντολογικό πόλο έλξης στον ελληνικό και στον ευρωπαϊκό χώρο.

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη του απολιθωμένου δάσους της Καστοριάς και η μελέτη των περιβαλλοντικών συνθηκών της περιοχής, έτσι ώστε να αξιολογηθούν οι κίνδυνοι διάβρωσης του εν λόγω υλικού και να καταστρωθεί ένα σχέδιο εργασιών συντήρησης. Με βάση τα παραπάνω έγινε μελέτη των επιλεχθέντων υλικών συντήρησης ώστε να καταλήξουμε στα καταλληλότερα εξ' αυτών για την εφαρμογή τους στο πετρωματικό υλικό του απολιθωμένου δάσους της Καστοριάς. Οι παραπάνω εργασίες θα έχουν πιλοτικό χαρακτήρα και για ανάλογες περιπτώσεις.

2. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΤΟΥ ΔΟΜΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

Οι αναλύσεις του δομικού υλικού είναι απαραίτητες, αρχικά γιατί αν γνωρίζουμε τα ορυκτολογικά, φυσικά και μηχανικά του χαρακτηριστικά, γνωρίζουμε και σε ποιες μορφές διάβρωσης είναι πιο ευαίσθητο. Από την άλλη για να βρεθεί μετά ένα κατάλληλο υλικό προστασίας, που να είναι συμβατό με το υλικό δομής και να μην το αλλοιώνει, πάλι είναι απαραίτητο να έχουν γίνει οι κατάλληλες αναλύσεις στο δομικό υλικό.

Επιλέχθηκαν λοιπόν 7 δείγματα απολιθωμένων κορμών από διάφορες περιοχές του απολιθωμένου δάσους της Καστοριάς (Ασπροκκλησιά, Βλαχός, Βέλος, Νόστιμο) και σε αυτά

¹Τμήμα Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης Σχολή Γραφικών Τεχνών και Καλλιτεχνικών Σπουδών Τ.Ε.Ι. Αθήνα

²Τομέας Ιστορικής Γεωλογίας και Παλαιοντολογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών

έγιναν χημικές και ορυκτολογικές αναλύσεις, μέτρηση υδαταπορρόφησης, πορώδους και σκληρότητας.

2.1. Χημικές αναλύσεις

Αρχικά εξετάσθηκαν σε Μεταλλογραφικό μικροσκόπιο, όπου παρατηρήθηκε η μεγάλη περιεκτικότητα των δειγμάτων σε SiO₂ (90-95%) και η παρουσία κάποιων άλλων οξειδίων που ταυτοποιήθηκαν μέσα από τη μέθοδο της ατομικής απορρόφησης (πίνακας 1). Για τη μέτρηση της ακριβούς ποσότητας του SiO₂ δοκιμάστηκε το πείραμα της σύντηξης, το οποίο όμως δεν πέτυχε, γιατί δεν διαλυτοποιήθηκε το SiO₂, που σημαίνει ότι βρίσκεται σε αναλογία μεγαλύτερη από 60%. Τα δείγματα επίσης περιέχουν και μια ποσότητα οργανικών υλικών, η οποία μετρήθηκε με τη μέθοδο της πύρωσης στους 950°C και η απώλεια του υλικού αντιστοιχεί στην οργανική ύλη που είχε απομείνει στο κάθε δείγμα (πίνακας 1).

2.2. Ορυκτολογική ανάλυση

Υστερα ακολούθησε η ανάλυση των 7 δειγμάτων με περιθλασιμετρία των ακτίνων Χ (XRD) και από τα περιθλασιγραφήματα επιβεβαιώνεται ότι έχουμε μεγάλη ποσότητα χαλαζία, αφού οι περισσότερες κορυφές αντιστοιχούν στον χαλαζία, ενώ μια κορυφή στο τέλος ανήκει μάλλον στον τριδημήτη.

2.3. % Υδαταπορρόφηση

Στη συνέχεια κόπηκαν τα 7 δείγματα, σε κυβικά δοκίμια διαστάσεων 2x2x2 εκ (συνολικά ήταν 20 δοκίμια) (Φωτ.10-11). Αυτά εμβαπτίστηκαν σε νερό και μετριόταν το βάρος τους μέχρι τη σταθεροποίησή τους στις 504 ώρες. Η % υδαταπορρόφηση υπολογίστηκε από τον τύπο: $W = (B_1 - B_2) / B_1 * 100$ (%)

όπου

W : υδροαπορροφητικότητα %

B₁ : βάρος ξηρού δείγματος (μετά από ξήρανση στους 105 ° C)

B₂ : βάρος του δείγματος κορεσμένου σε νερό

Ο μέσος όρος της τελευταίας μέτρησης % των δοκιμίων κάθε δείγματος φαίνεται στον πίνακα 1.

2.4. Ανοικτό πορώδες

Από τις μετρήσεις της υδαταπορρόφησης των δοκιμίων και αφού μετρήθηκε και ο όγκος τους, υπολογίστηκε το ανοικτό πορώδες των δοκιμίων, το οποίο κυμαίνεται από 1,33-12,07 (πίνακας 1). Δηλαδή το πορώδες των δειγμάτων χαρακτηρίζεται από μικρό έως μέσο.

2.5. Σκληρότητα

Η σκληρότητα των δειγμάτων υπολογίστηκε από 6-7 στην κλίμακα του Mohs (πίνακας 1). Τα αποτελέσματα φαίνονται στον πίνακα 1.

	K1	K2	K3	K4	K6	K8	K9
CaO (%)	0,1	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07
MgO (mg/kg)	252	269	161	138	101	123	189
K ₂ O (mg/kg)	119	149	62	48	57	97	157
Na ₂ O (mg/kg)	172	166	67	54	142	174	255
MnO (mg/kg)	26	26	52	26	103	26	155
Fe ₂ O ₃ (%)	0,46	0,28	0,48	0,63	3,26	0,59	0,46
Al ₂ O ₃ (%)	0,39	0,46	0,14	0,09	0,12	0,12	0,34
TiO ₂ (%)	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
C-H (%)	0,65	0,5	0,65	0,35	1,1	0,43	0,59
% Απορρόφηση νερού	0,9	5,58	3,16	1,41	0,53	2,83	0,96
Πορώδες (%)	2,14	12,07	7,6	3,2	1,33	6,6	2,45
Σκληρότητα (Mohs)	6-7	6-7	6-7	6-7	6-7	6-7	6-7

Πίνακας 1. Αποτελέσματα αναλύσεων

3. ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ & ΜΟΡΦΕΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ

3.1. Σχετική υγρασία

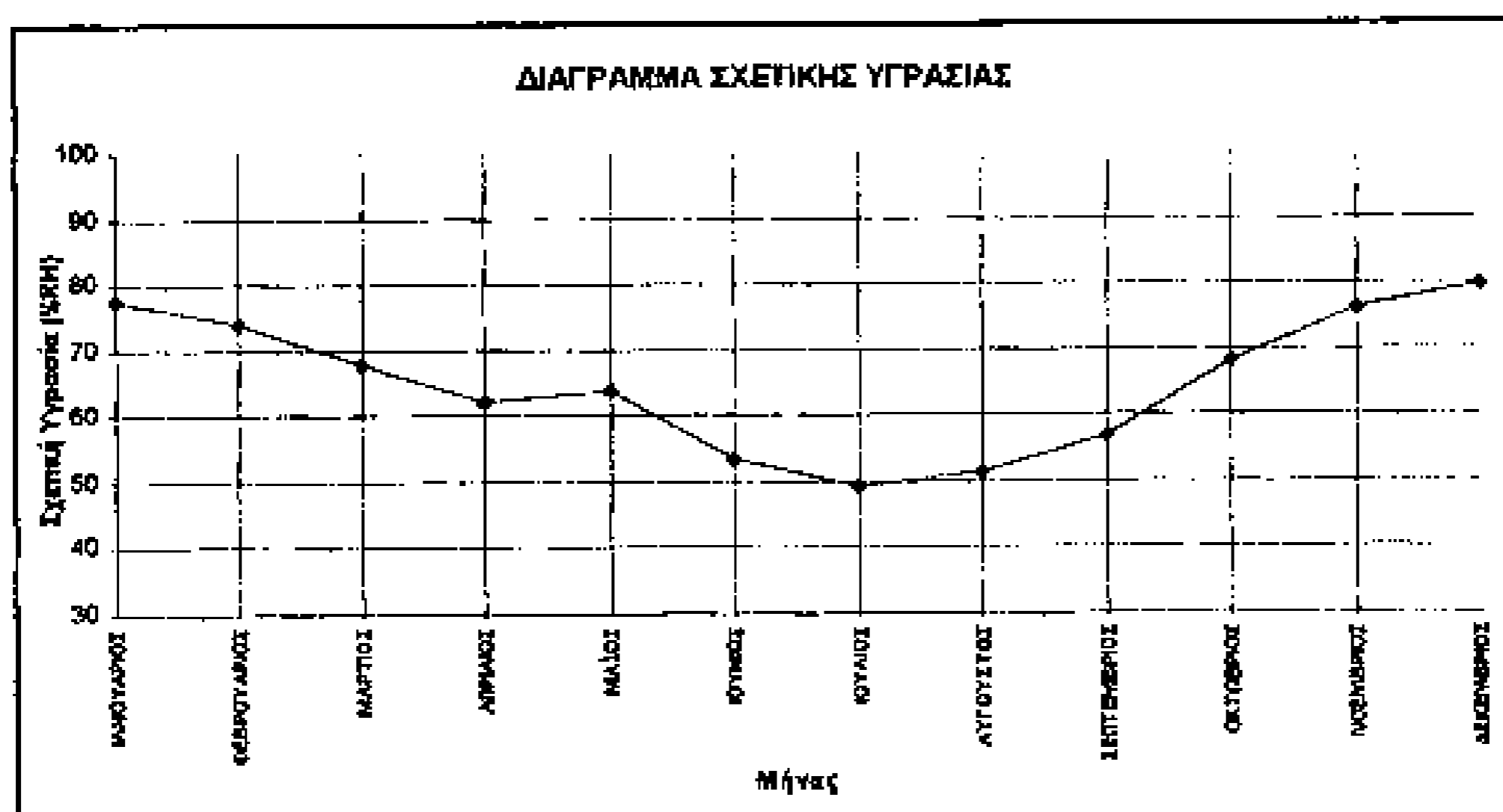
Από τον πίνακα 2 και το διαγράμμα 1 που αντιστοιχεί για την περίοδο 1980- 1997 παρατηρούμε ότι η Καστοριά χαρακτηρίζεται από μεγάλη σχετική υγρασία καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου. Συγκεκριμένα τους μήνες Οκτώβριο έως Μάρτιο η σχετική υγρασία είναι 70-80%, φαινόμενο που διευκολύνει την παρουσία βιολογικών οργανισμών και επομένως τη δράση τους ως μηχανισμού διάβρωσης στο απολιθωμένο δάσος της Καστορίας. Βιολογικές επικαθίσεις που παρατηρήθηκαν σε απολιθωμένους κορμούς της περιοχής, φαίνονται στις φωτογραφίες 1-8.

3.2. Θερμοκρασία

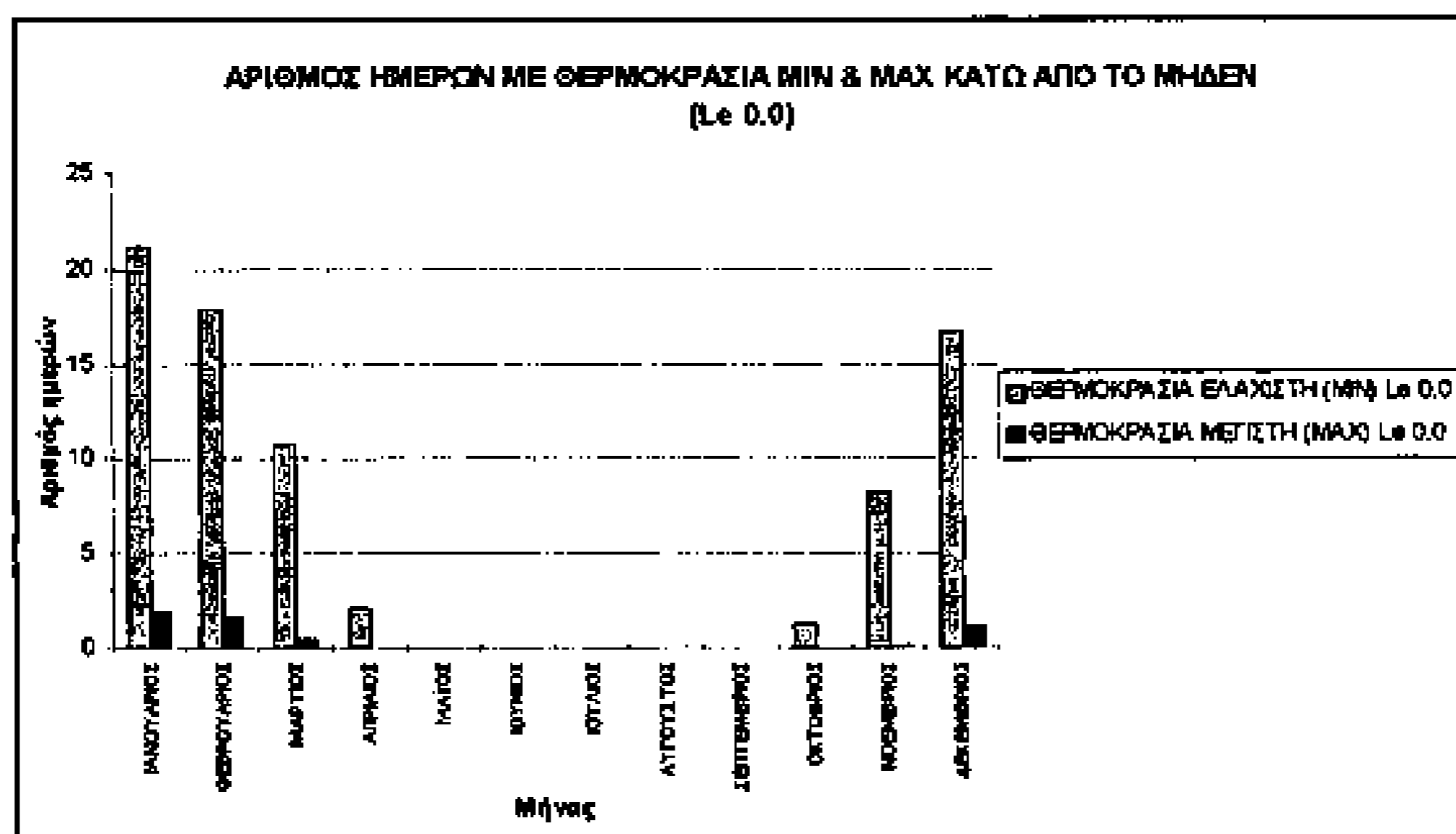
Από το ραβδόγραμμα, το οποίο έχει δημιουργηθεί από μετρήσεις που έχουν δοθεί από το σταθμό της Καστορίας για την περίοδο 1980-1997 παρατηρείται ότι πολλές μέρες σημειώνεται θερμοκρασία κάτω από το μηδέν τους μήνες Οκτώβριο έως Απρίλιο. Επίσης δυο μέρες τους μήνες Δεκέμβριο έως Μάρτιο παρατηρείται θερμοκρασία καθ' όλη τη διάρκεια της μέρας κάτω από το μηδέν. Βάσει αυτών των στοιχείων, είναι κατανοητό ότι μια από τις κύριες μορφές διάβρωσης είναι αυτή της δράσης του παγετού (Φωτ. 9).

ΜΗΝΑΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ					ΣΧ.ΥΓΡΑΣΙΑ	ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΙΣ	
	MEAN	AV. MAX	AV. MIN	ABS MAX	ABS MIN		TOTAL (mm)	Max24h (mm)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	2,1	6,6	-2,0	17,6	-22,4	77,6	39,8	51,9
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	3,1	7,7	-1,3	20,2	-15,8	74,2	49,6	37,9
ΜΑΡΤΙΟΣ	6,8	11,7	1,3	24,2	-11,9	67,7	44,7	36,5
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	11,5	16,8	4,7	28,0	-2,8	62,3	51,3	28,7
ΜΑΪΟΣ	16,1	21,5	8,5	32,0	0,4	63,8	52,9	44,4
ΙΟΥΝΙΟΣ	21,1	26,7	11,8	38,0	4,4	53,3	28,1	36,7
ΙΟΥΛΙΟΣ	23,7	29,3	14,2	41,6	8,4	49,1	25,6	38,2
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	23,0	29,3	14,0	37,8	3,6	51,4	28,8	83,9
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	19,0	25,6	10,8	34,2	3,0	57,1	25,6	36,0
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	13,3	19,1	7,4	31,4	-5,5	68,2	60,5	63,1
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	7,0	11,9	2,6	24,6	-9,6	76,3	82,7	49,5
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	3,2	7,3	-0,5	21,6	-18,6	79,6	68,0	53,4

Πίνακας 2. Κλιματολογικά στοιχεία Καστορίας (περιόδου 1980-1997)



Διάγραμμα 1. Σχετική υγρασία



Διάγραμμα 2. Ραβδόγραμμα θερμοκρασιών min και max Le 0.0

4. ΥΛΙΚΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΣΤ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥΣ

4.1. Υλικά προστασίας

Όπως προαναφέρθηκε, η μεγάλη υγρασία που παρατηρείται στην Καστοριά βοηθάει την ανάπτυξη μικροοργανισμών. Επίσης η εξωτερική υγρασία και η υδαταπορρόφηση του υλικού, παίζουν ρόλο στη διάβρωσή του από τον παγετό.

Επιλέχθηκαν προϊόντα προστασίας με βάση το πυρίτιο (πυριτικοί εστέρες και σιλάνια) λόγω της συνάφειας και συμβατότητάς τους (πορώδες και δομικό υλικό) με το υλικό του απολιθωμένου δάσους της Καστοριάς. Συγκεκριμένα διαλέχθηκαν το Tegonacon (ορθοπυριτικός εστέρας), Tegonacon T (μίγμα πυριτικού εστέρα και αλκυλοτριαλκοξυσιλάνιο), Tegosivin (σιλικονούχα ρητίνη) και ο συνδυασμός Tegosivin-Tegonacon ώστε να δοκιμασθεί η πλήρης αποτελεσματικότητά τους σε όλα τα επίπεδα. Αυτά εφαρμόστηκαν με εμφάνιση σε δοκίμια (στερεωμένα:Σ) στα οποία αντιστοιχούσε και ένας μάρτυρας (Μ) ενώ προσέχθηκε το κάθε ζευγάρι (Μ-Σ) να έχει παρόμοια ορυκτολογική και χημική σύσταση καθώς και φυσικομηχανικές ιδιότητες.

Ακολούθησαν πειράματα για την αποτελεσματικότητα των προϊόντων προστασίας τα οποία ήταν: το πείραμα της σταγόνας του νερού, η υδαταπορρόφηση των στερεωμένων δοκιμίων και τα test γήρανσης με διαλυτά άλατα (NaCl, Na₂SO₄).

4.2. Πείραμα σταγόνας νερού

Ξεκινώντας με το πείραμα της φωτογράφισης της σταγόνας του νερού στα δείγματα αρχικά σημειώνεται ότι δεν είναι μια μέθοδος αναγνωρισμένη από τα διεθνή πρότυπα και δεν έγινε με μεγάλη επιμέλεια παρά μόνο για να μας δώσει μια πρώτη εικόνα που θα δείχνει ή όχι την αποτελεσματικότητα του προϊόντος. Γενικά συμπεραίνουμε πως σε όλες τις περιπτώσεις η σταγόνα στα στερεωμένα δείγματα είχε πιο σφαιρική μορφή από εκείνη των μαρτύρων. Αυτό δηλώνει ικανοποιητική υδροφοβική δράση στα δείγματα (Φωτ. 12-13)

4.3. Σύγκριση υδαταπορρόφησης πριν και μετά τη στερέωση

Γνωρίζοντας πως η δράση του νερού αποτελεί τον κυρίαρχο καταλύτη για τις ποικίλες μορφές διάβρωσης που απαντώνται στο εν λόγω υλικό, έγινε υδαταπορρόφηση στα στερεωμένα με σκοπό την σύγκριση της μείωσης % απορρόφησης του νερού των δοκιμίων πριν και μετά τη στερέωση. Γενικά παρατηρείται μια μείωση της απορρόφησης του νερού μετά τη στερέωση (πίνακας 3). Από τα διαγράμματα μπορούμε να παρατηρήσουμε την σύγκλιση των καμπυλών μεταξύ Μ-Σ στις περιπτώσεις των Tegonacon και Tegonacon T, το οποίο σημαίνει πιθανή φθορά του προϊόντος μετά τις 25 ώρες εμφάνισης στο νερό. Αντίθετα η παράλληλη πορεία καμπυλών μεταξύ Μ-Σ στις άλλες δύο περιπτώσεις (Tegosivin και συνδυασμός) καθώς και η μεγάλη % μείωση της απορρόφησης νερού, δείχνει την αντοχή και αποτελεσματικότητα των υλικών.

Δείγματα	Στερεωτικό	Αύξηση βάρους Μ μετά Από 48 ώρες σε νερό (gr)	Αύξηση βάρους Σ μετά από 48 ώρες σε νερό (gr)	Μείωση απορρόφησης(%) μεταξύ Μ-Σ
K4α	Tegovagon	0,159	0,096	39,6
K6β	Tegovagon	0,060	0,037	38,3
K8α	Tegovagon T	0,359	0,155	56,8
K6γ	Tegovagon T	0,031	0,020	35,5
K3α	Tegosivin	0,476	0,233	51,0
K9β	Tegosivin	0,141	0,036	74,5
K1α	Tegosivin+ Tegovagon	0,095	0,037	61,1
K2α	Tegosivin+ Tegovagon	0,536	0,107	80,0

Πίνακας 3. Αποτελέσματα υδαταπορρόφησης πριν και μετά τη στερέωση

4.4. Τέστ τεχνητής γήρανσης με διαλυτά άλατα (NaCl, Na₂SO₄)

Λόγω των νερών του υπεδάφους στην περιοχή της Καστοριάς από όπου είναι πιθανή η μεταφορά διαλυτών αλάτων στα απολιθώματα μέσω του φαινομένου της τριχοειδούς αναρρίχησης και γνωρίζοντας τη σημαντική διαβρωτική δράση των διαλυτών αλάτων, αποφασίστηκε να γίνουν τεστ τεχνητής γήρανσης σε στερεωμένα και αστερέωτα δοκίμια, για να δούμε την αποτελεσματικότητα των προϊόντων προστασίας(Φωτ.14-16). Ετοιμάστηκαν διαλύματα NaCl και Na₂SO₄ περιεκτικότητας 3% κ.β. περίπου και έγινε εμφάνιση 8 δειγμάτων σε κάθε ένα από αυτά. Αυτά παρέμεναν 1 ώρα στα διαλύματα, ύστερα έμπαιναν στο φούρνο στους 105° C για μισή ώρα και ζυγίζονταν σε ηλεκτρονικό ζυγό. Η παραπάνω διαδικασία συνεχίστηκε για 12 κύκλους και από τις μετρήσεις έγιναν τα αντίστοιχα διαγράμματα. Τα δοκίμια που κατεργάστηκαν με Tegovagon δεν παρουσιάζουν κάποια αξιόλογη διαφορά με τον μάρτυρα στη μεταβολή του βάρους τους και στα δυο άλατα. Το Tegovagon T φαίνεται να προστατεύει περισσότερο το δοκίμιο, επειδή έχουμε μικρότερη διακύμανση του βάρους στο στερεωμένο σε σχέση με το μάρτυρα. Από την άλλη πλευρά το Tegosivin και ο συνδυασμός του με το Tegovagon δείχνουν ότι εμποδίζουν τα δοκίμια να απορροφήσουν άλατα και σημειώνουν μηδενική αυξομείωση του βάρους.

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Επιλέχθηκαν προϊόντα προστασίας που έχουν ως βάση το πυρίτιο , επειδή ακριβώς είναι συμβατά με το υλικό του απολιθωμένου δάσους της Καστοριάς αλλά και επειδή πολλά από αυτά παρέχουν στην πέτρα υδροφοβικό χαρακτήρα.

Συγκεκριμένα το Tegosivin όσο και ο συνδυασμός Tegosivin-Tegovagon είχαν ιδιαίτερα καλά αποτελέσματα σε όλες τις πειραματικές διαδικασίες συγκρινόμενα με τα άλλα δύο υλικά προστασίας, που φάνηκαν κάποιες φορές να μην αντιδρούν σε σχέση με την αρχική κατάσταση του δείγματος.

Για να ολοκληρωθούν όμως τα πειράματα για την αποτελεσματικότητά τους ως προϊόντα προστασίας του εν λόγω υλικού απέναντι σε όλες τις μορφές διάβρωσης που μπορεί να αντιμετωπίσει, προτείνεται να γίνουν πειράματα για την αντοχή και την προστασία που παρέχουν απέναντι και στον παγετό, ο οποίος αποτελεί μια επίσης πολύ σημαντική μορφή διάβρωσης στην Καστοριά.

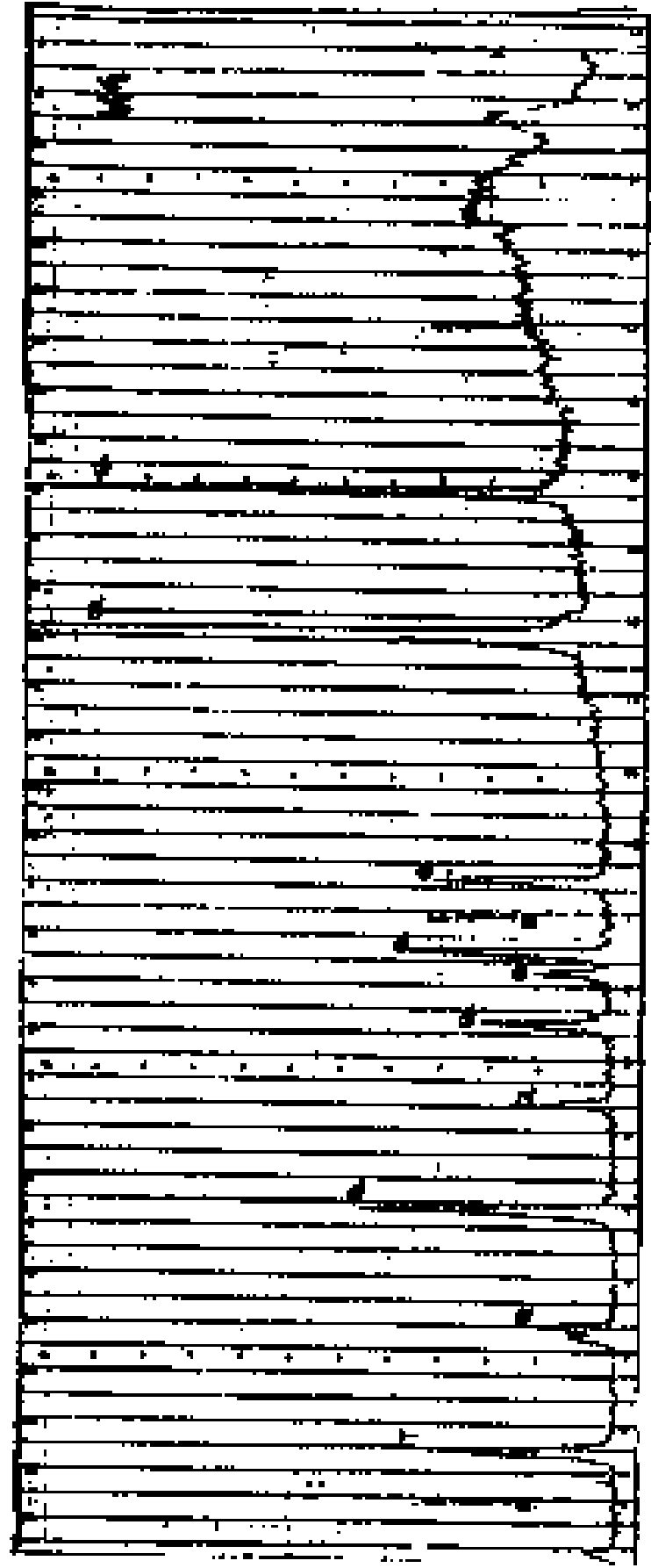
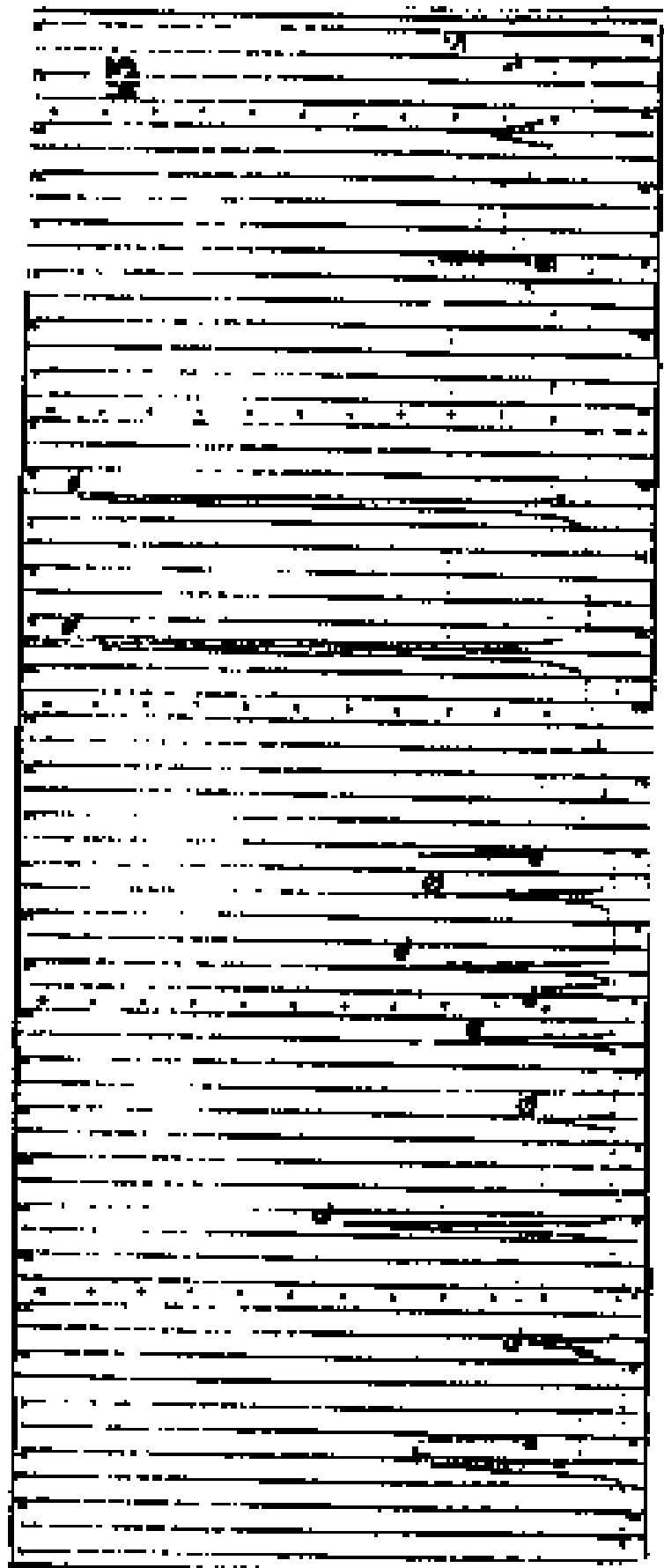
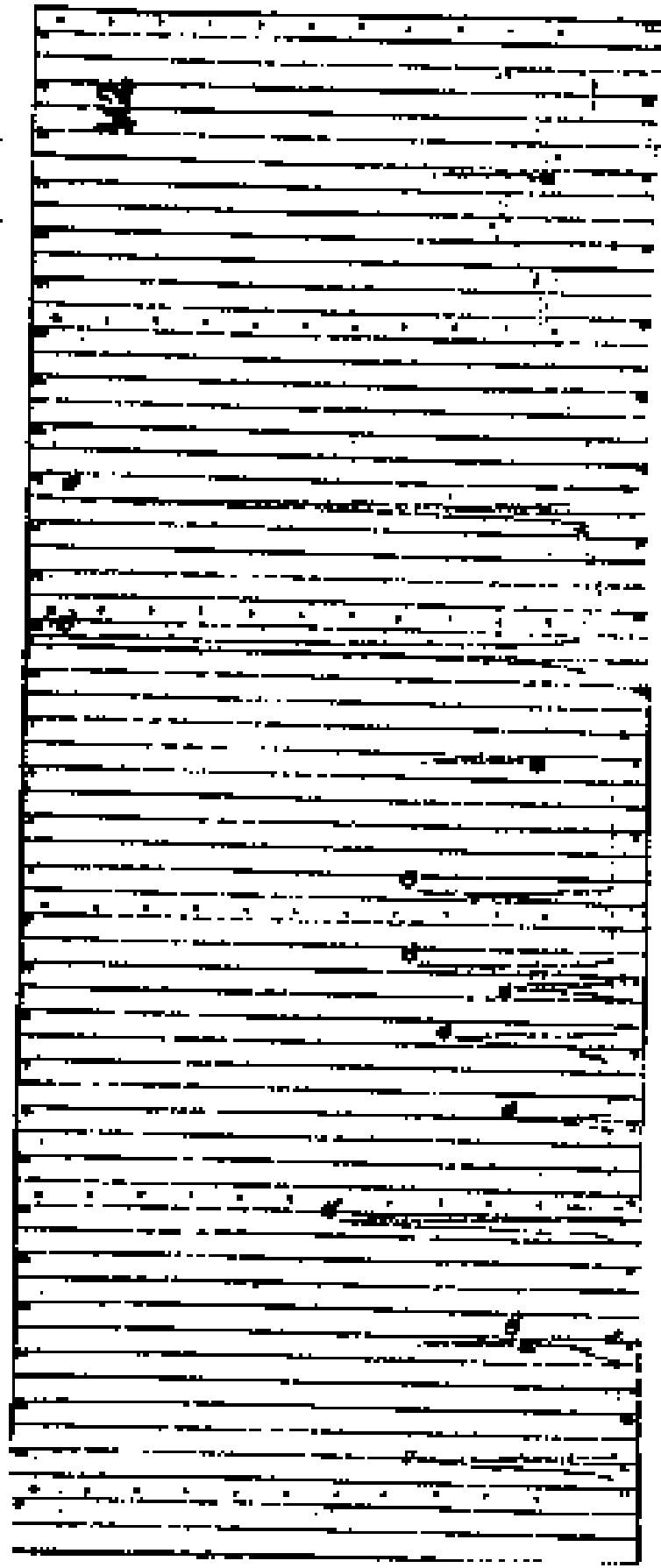
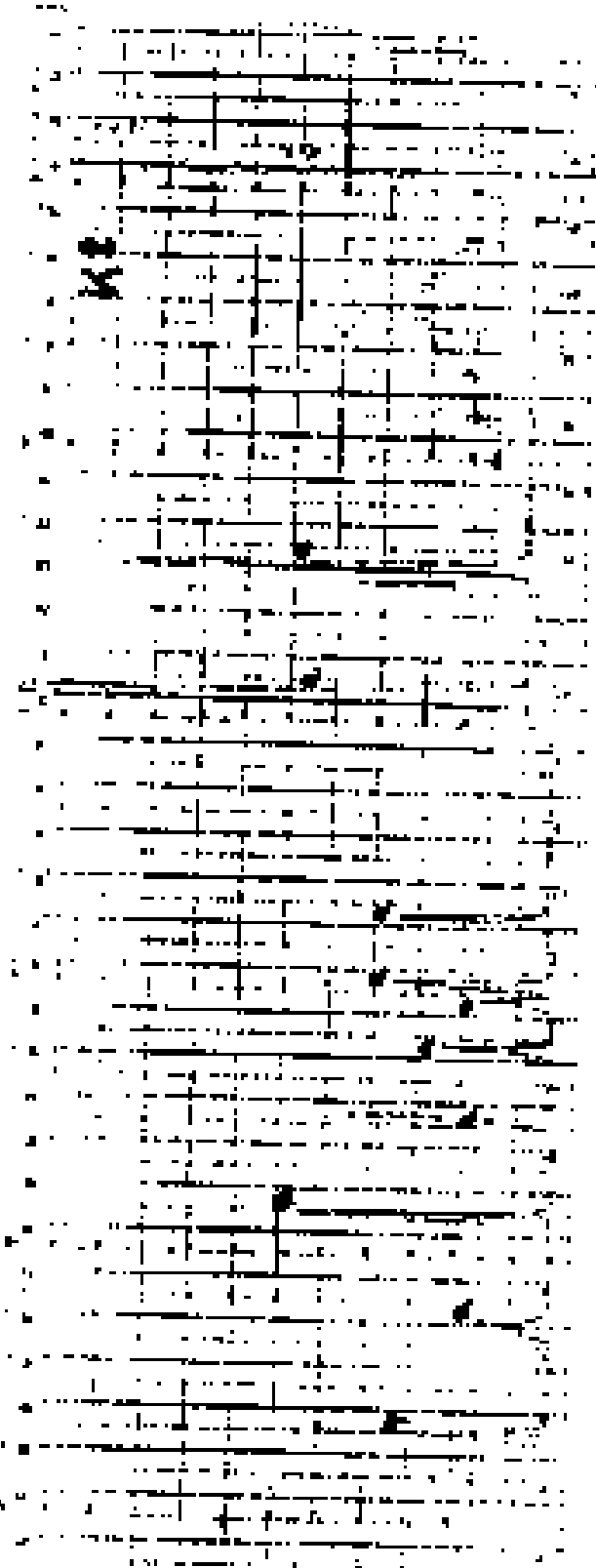
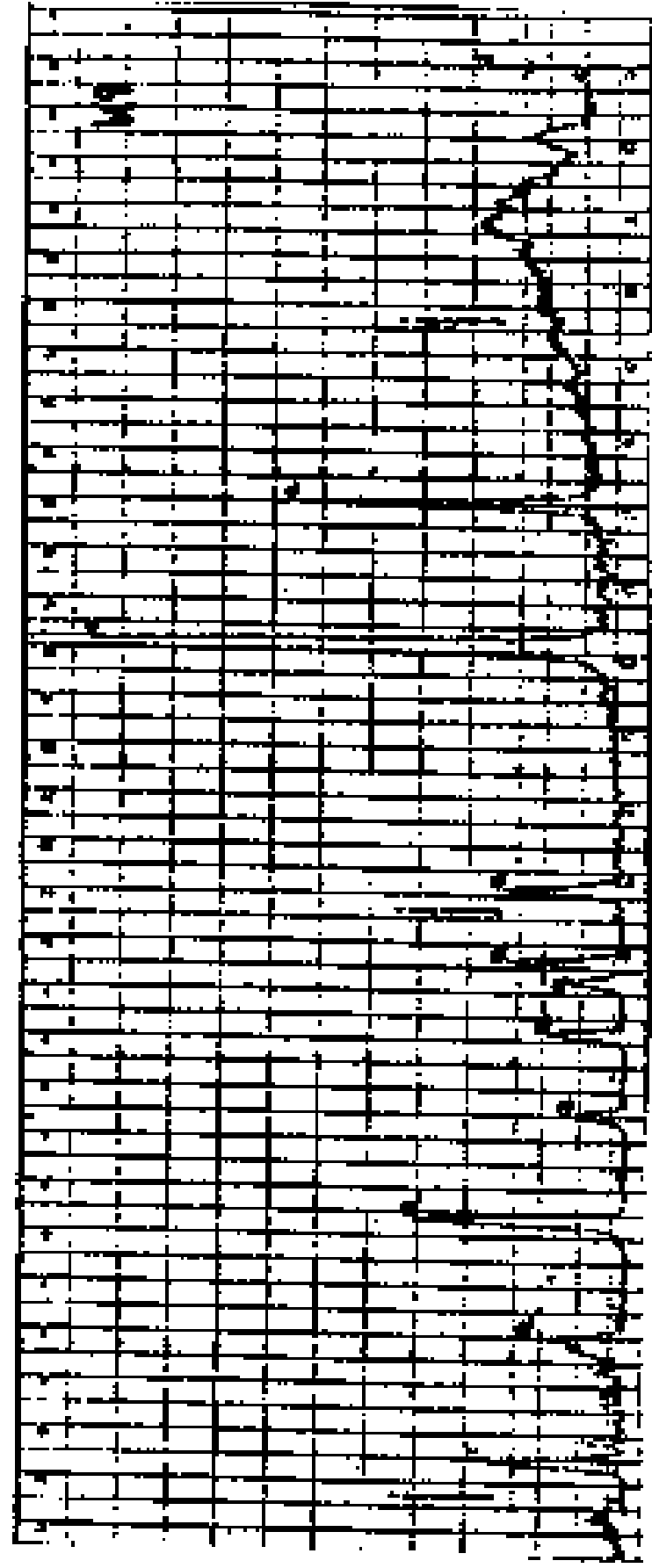
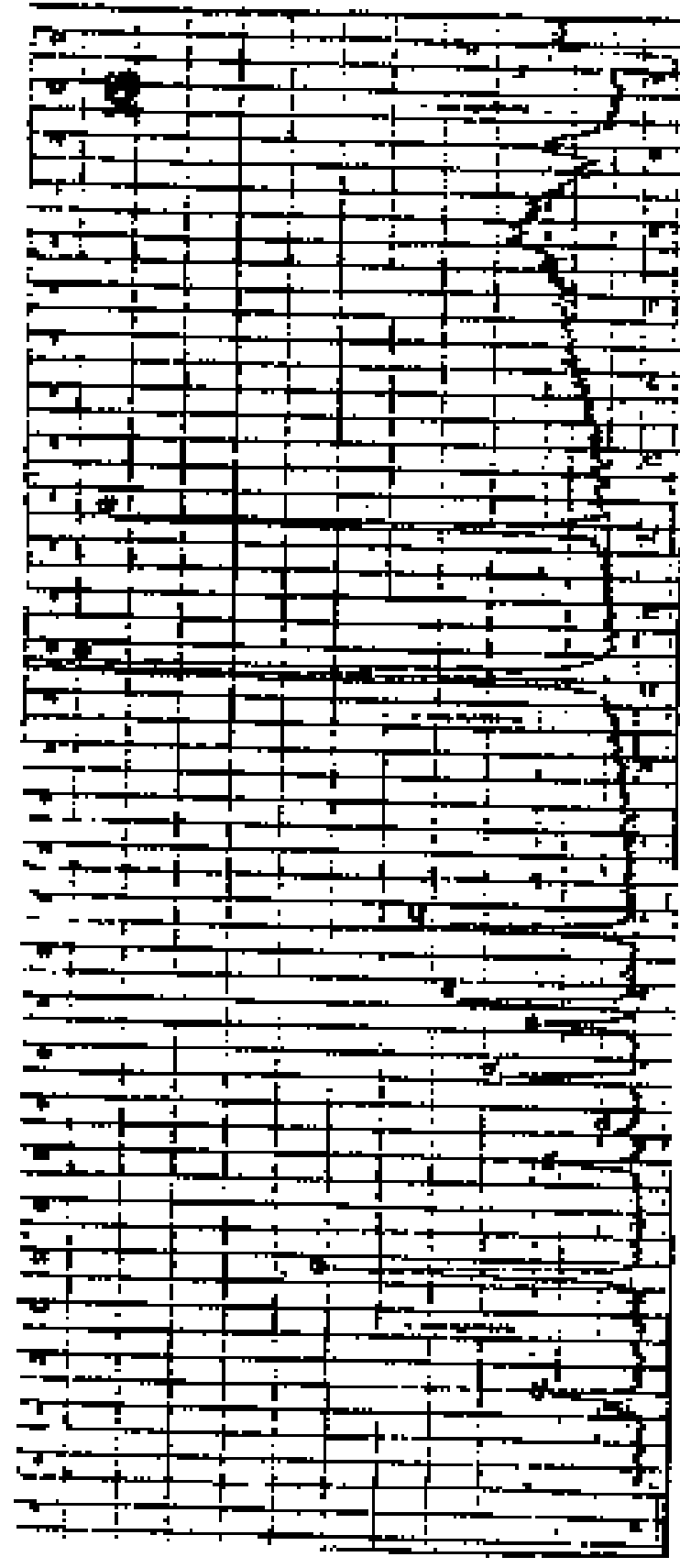
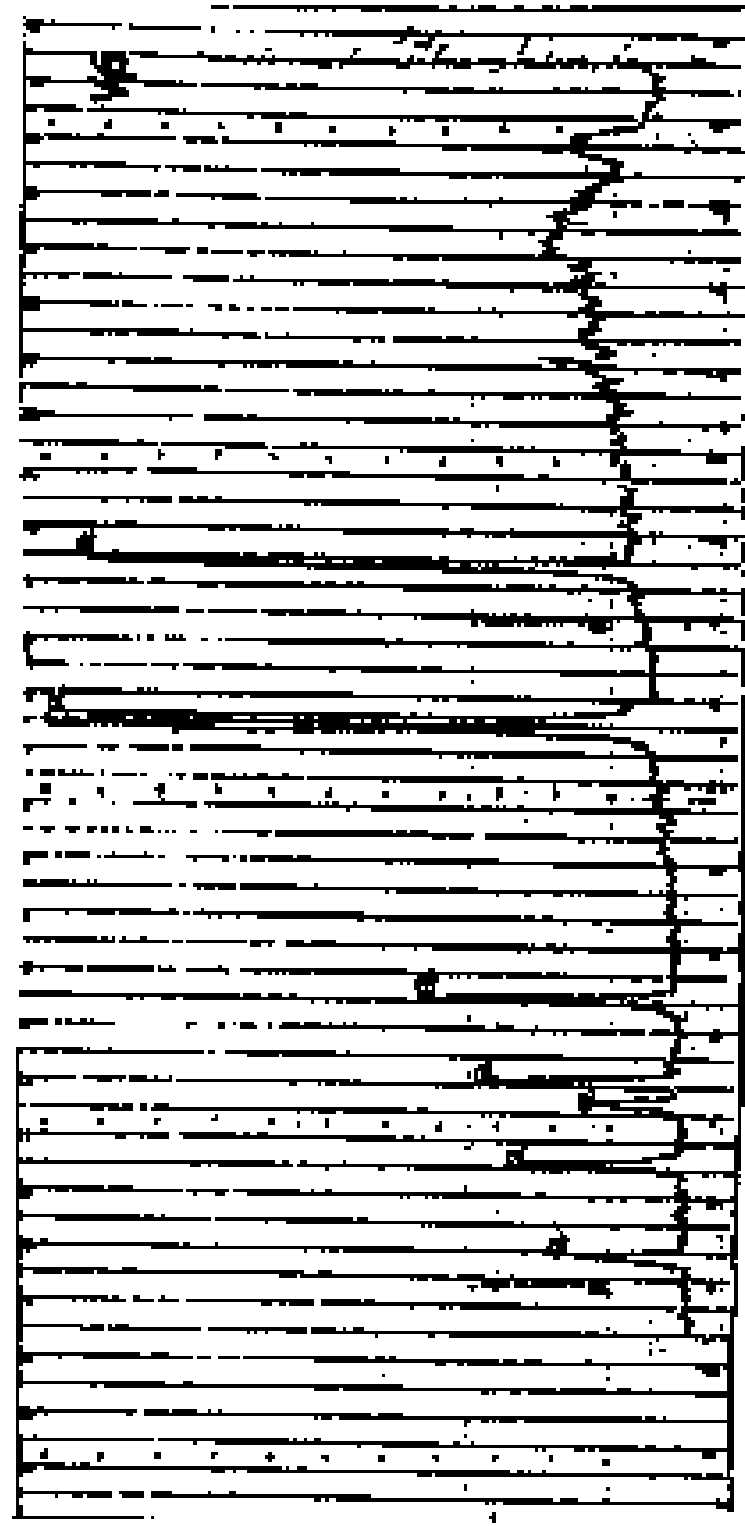
Ευχαριστίες

Καθοριστική ήταν η βοήθεια ορισμένων καθηγητών από το Μετσόβιο Πολυτεχνείο, που χωρίς τη συνεργασία τους δεν θα ήταν δυνατή η μικροσκοπική παρατήρηση καθώς επίσης και η διεξαγωγή των αναλύσεων του XRD, και της χημικής ανάλυσης. Συγκεκριμένα ευχαριστούμε την Επικ. Καθηγήτρια Τμήματος Μηχανικών Μεταλλείων –

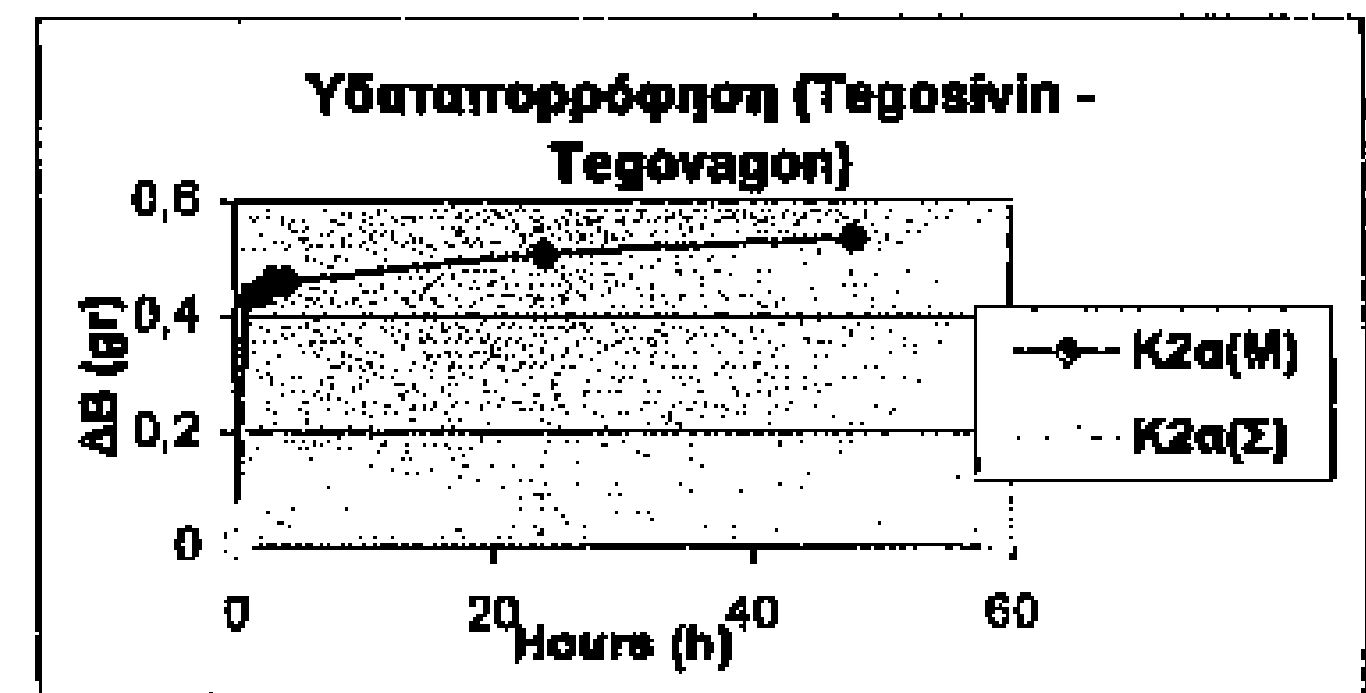
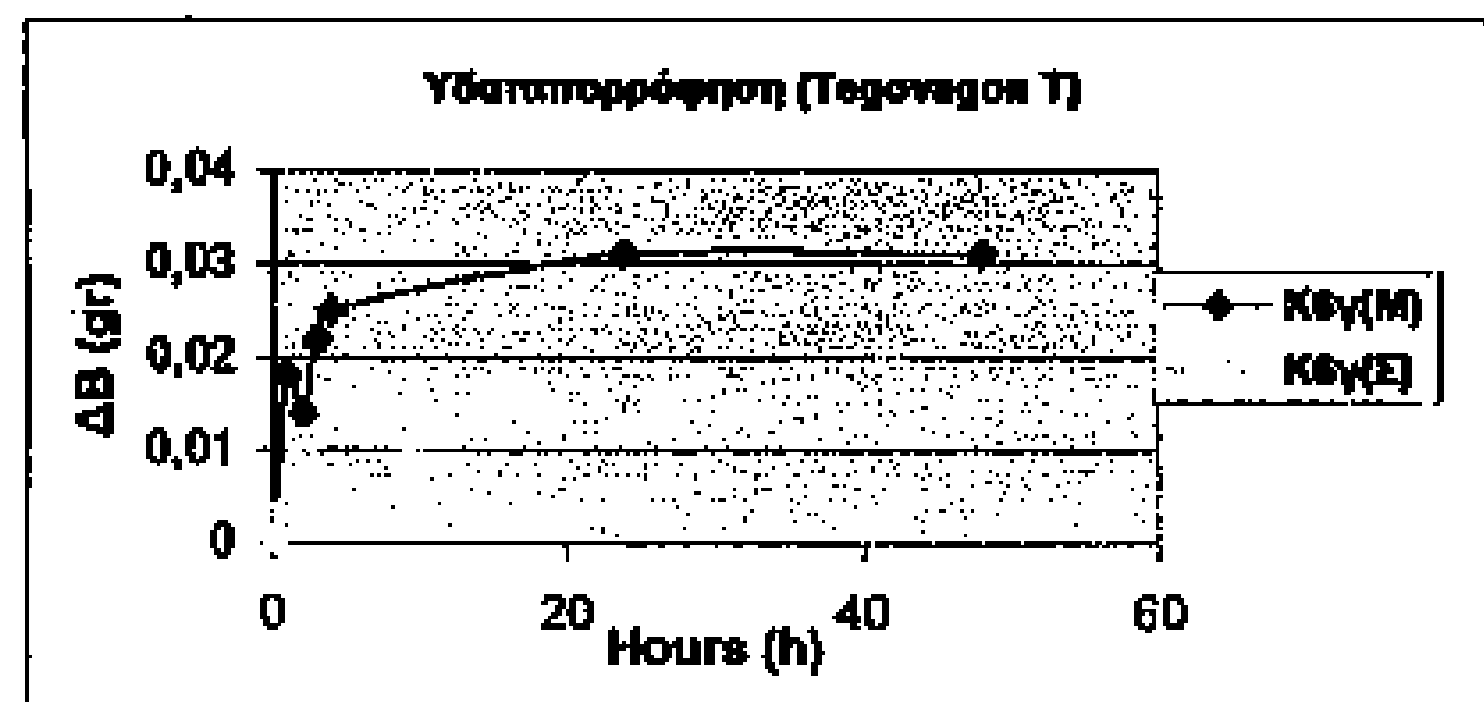
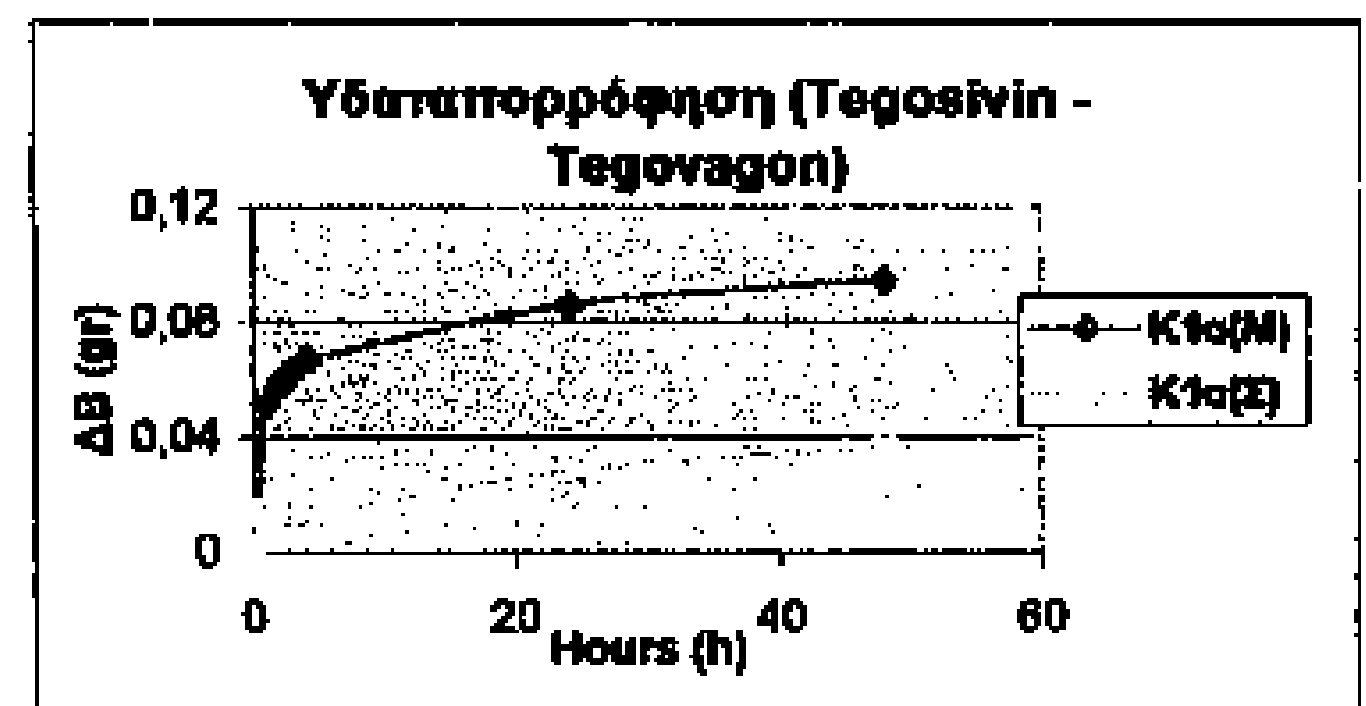
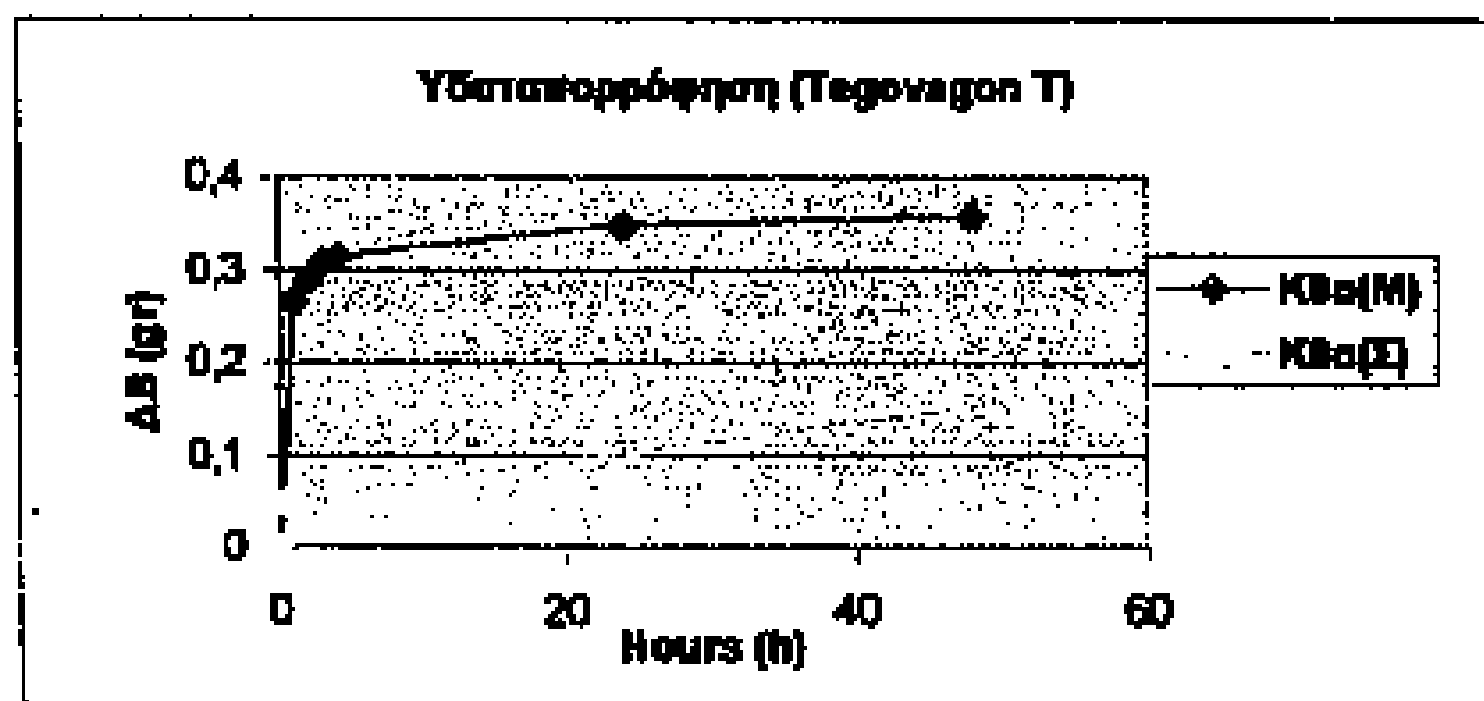
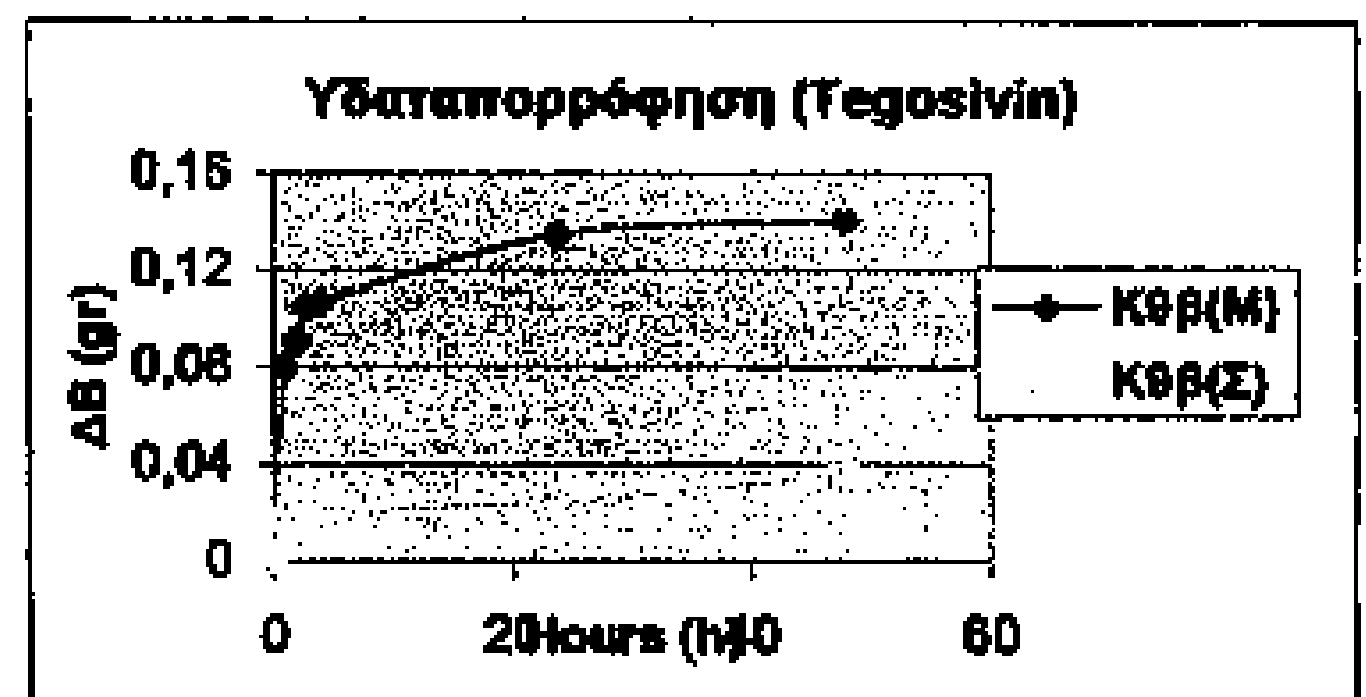
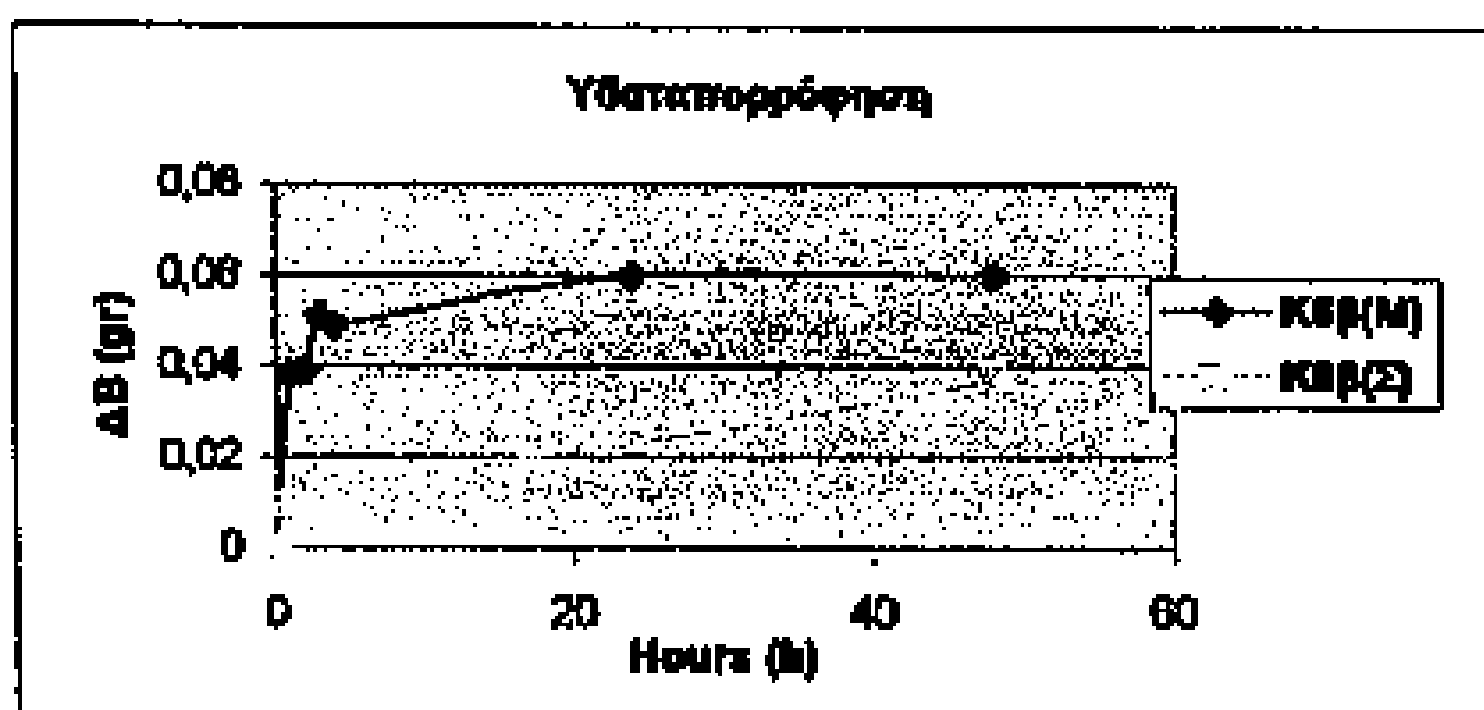
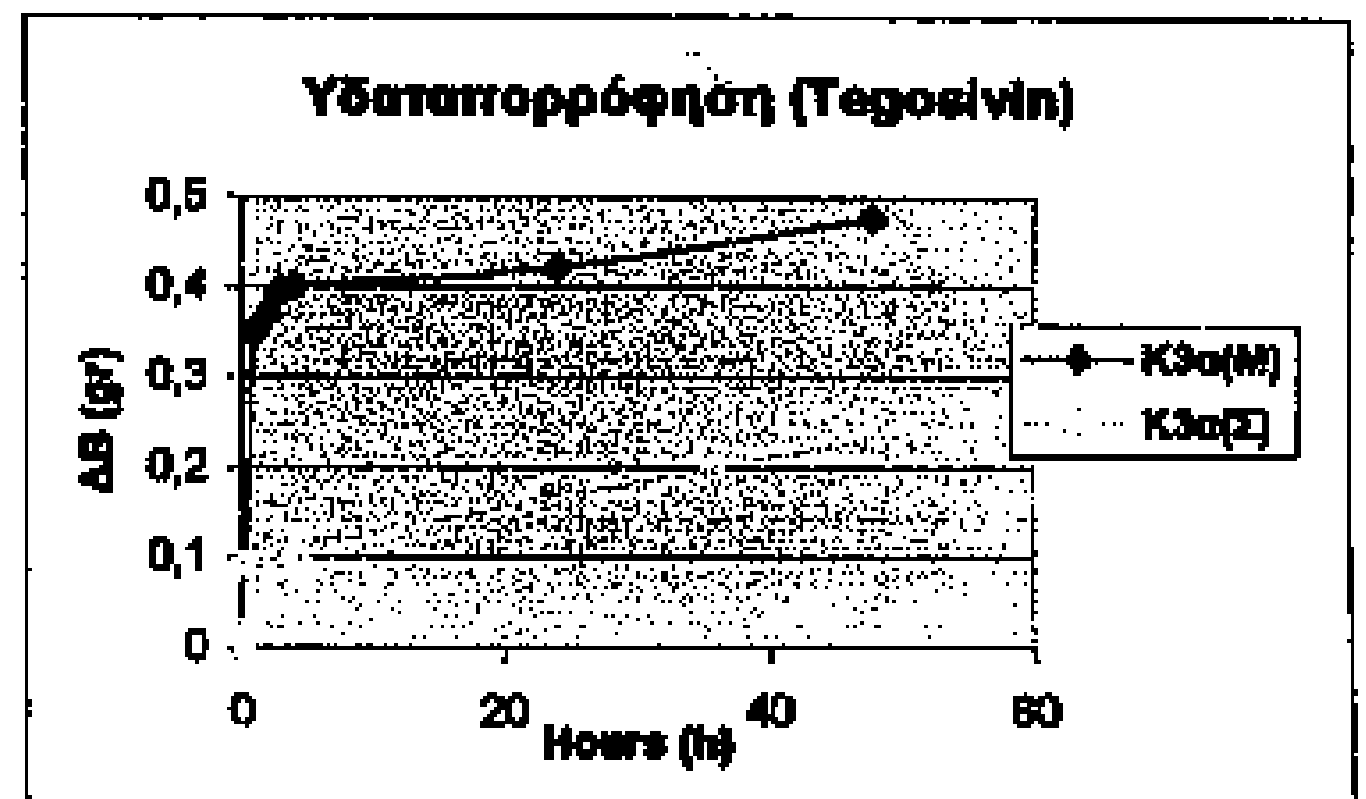
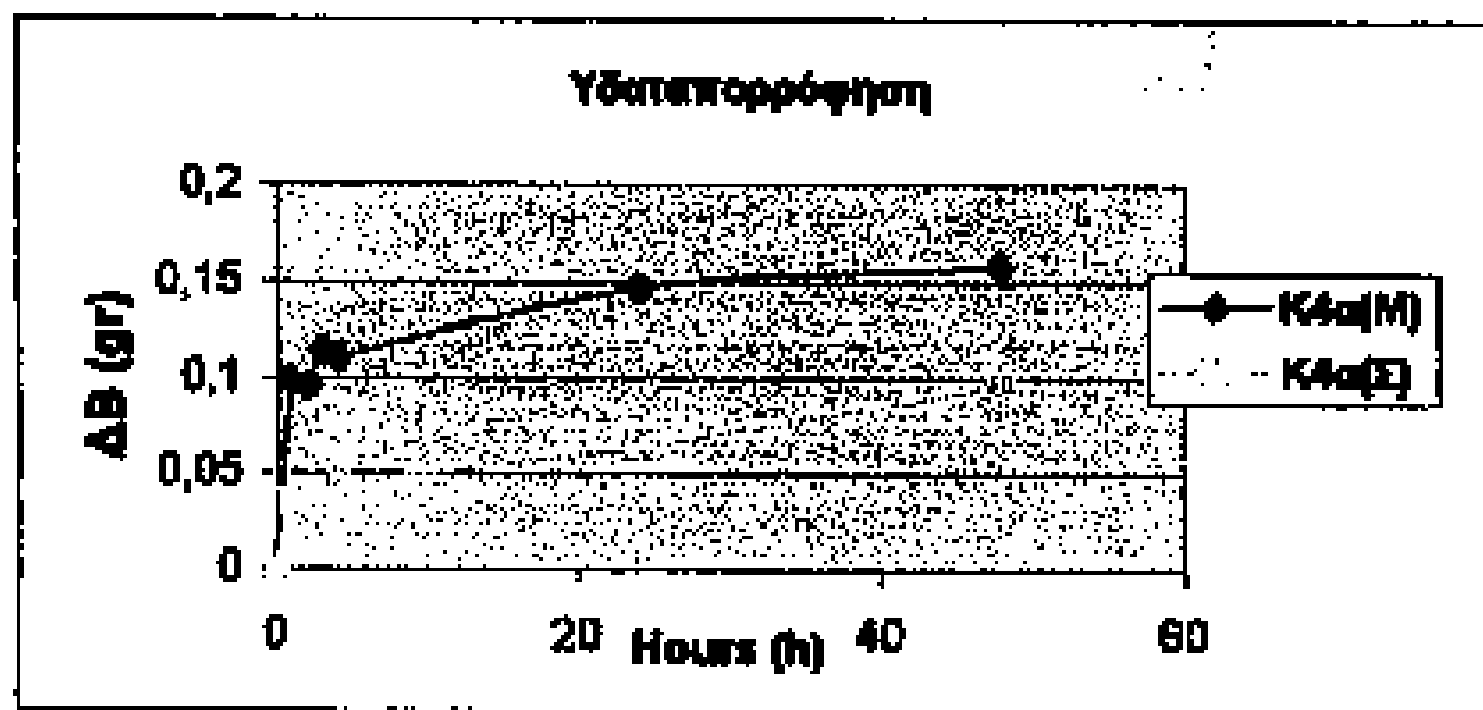
Μεταλλουργών κα Α. Ορφανουδάκη, τον Καθηγητή του Τμήματος Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών κ. Α. Βγενόπουλο, τον Επίκ. Καθηγητή του Τμήματος Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών κ. Ι. Πασπαλιάρη. Τέλος αξίζουν θερμές ευχαριστίες στην Κέλυ Γαλανοπούλου για τη βοήθειά της στην χημική ανάλυση.

Βιβλιογραφία

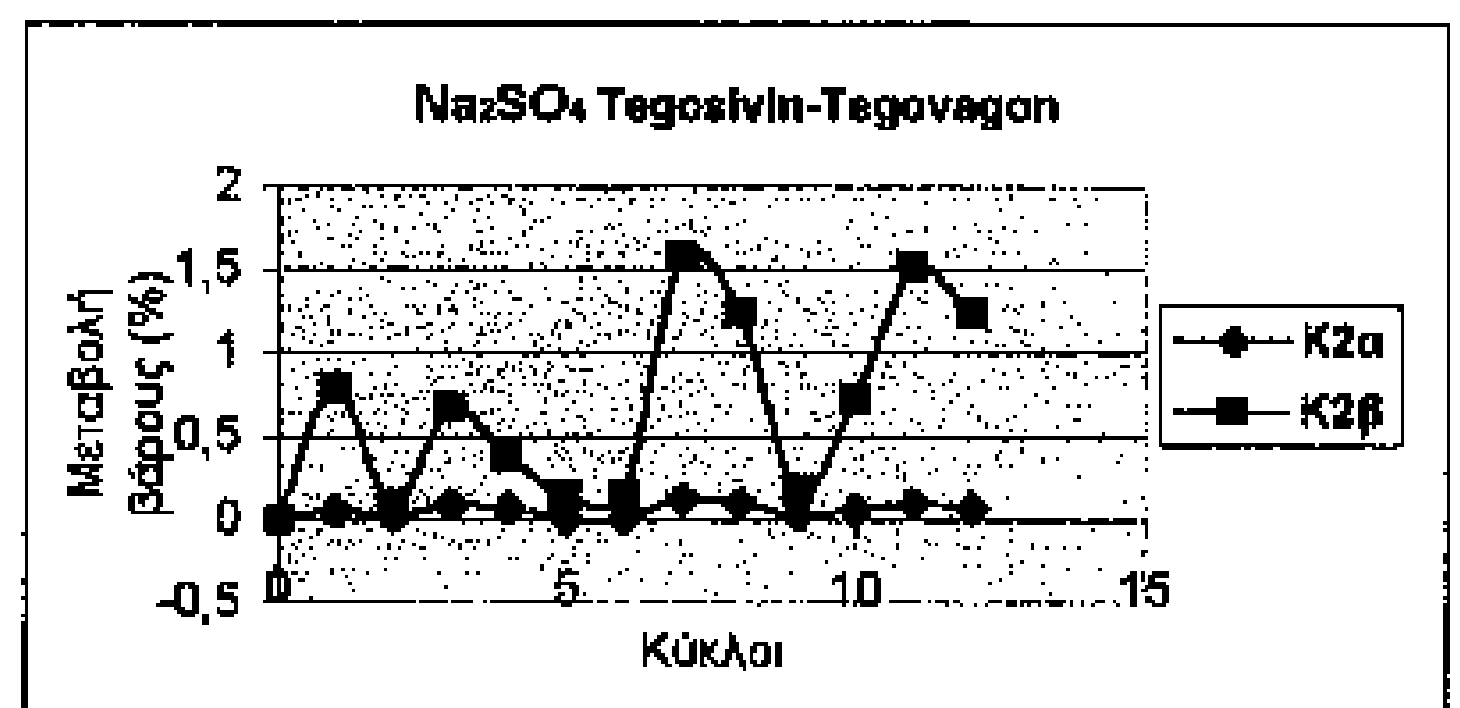
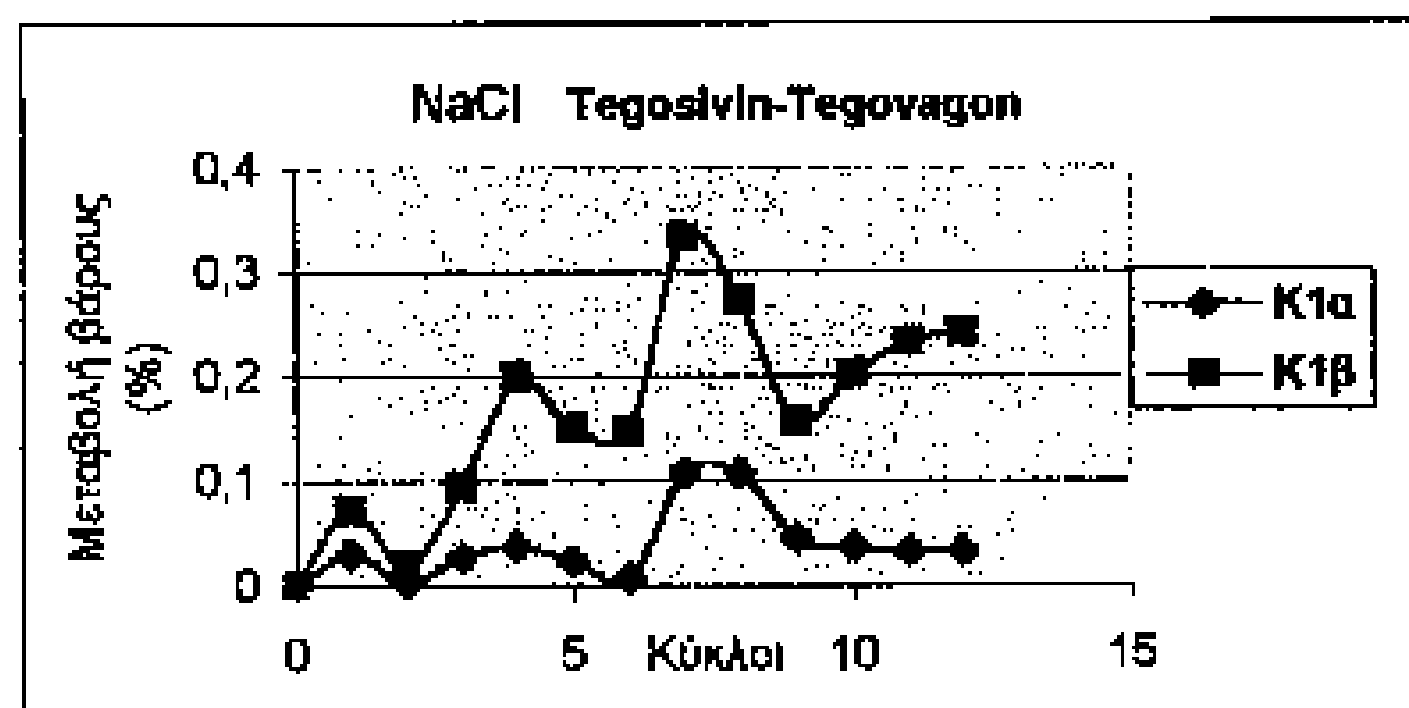
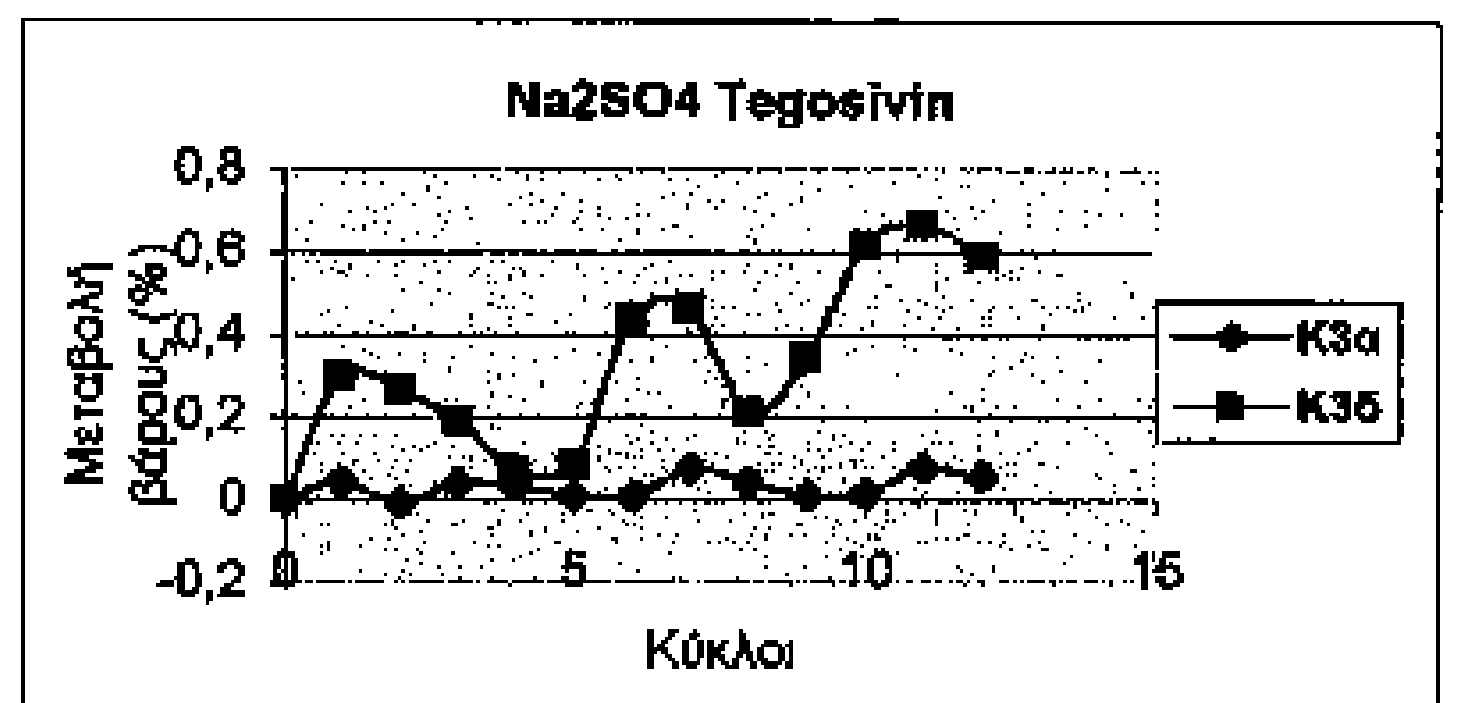
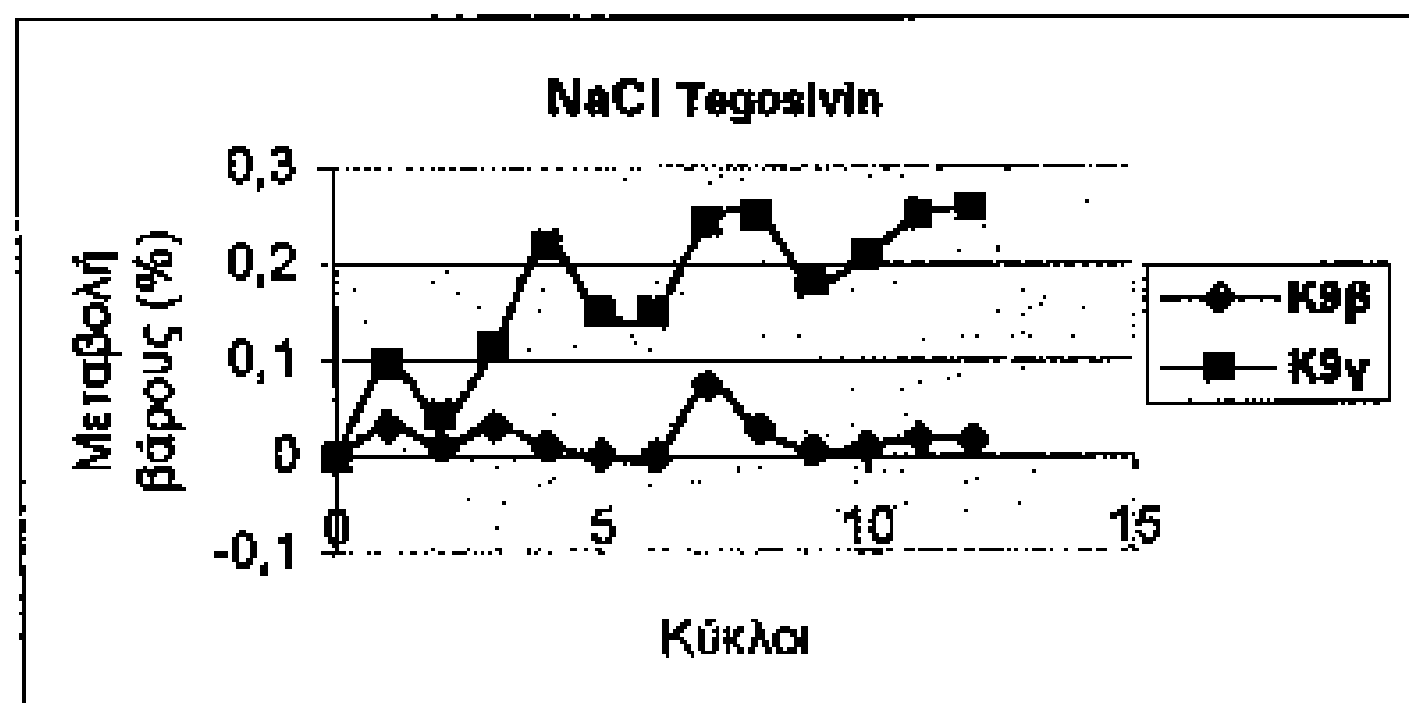
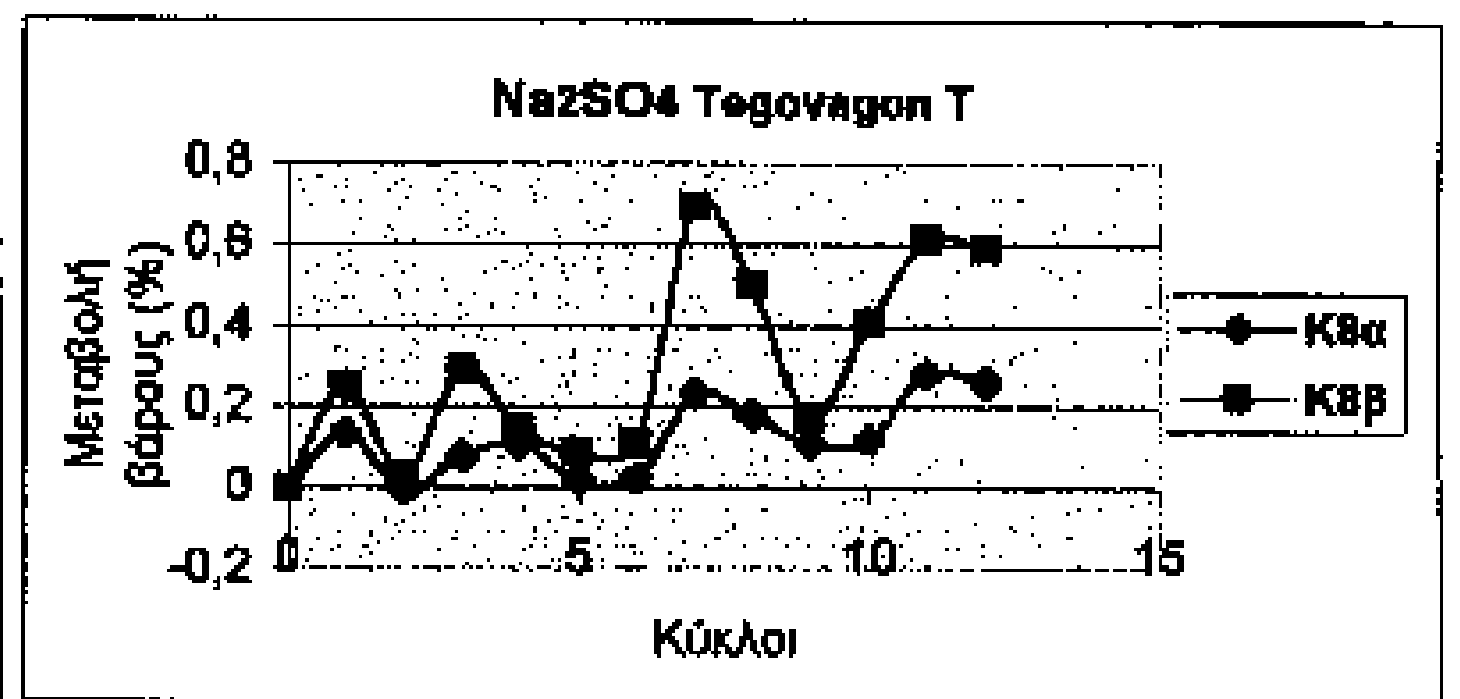
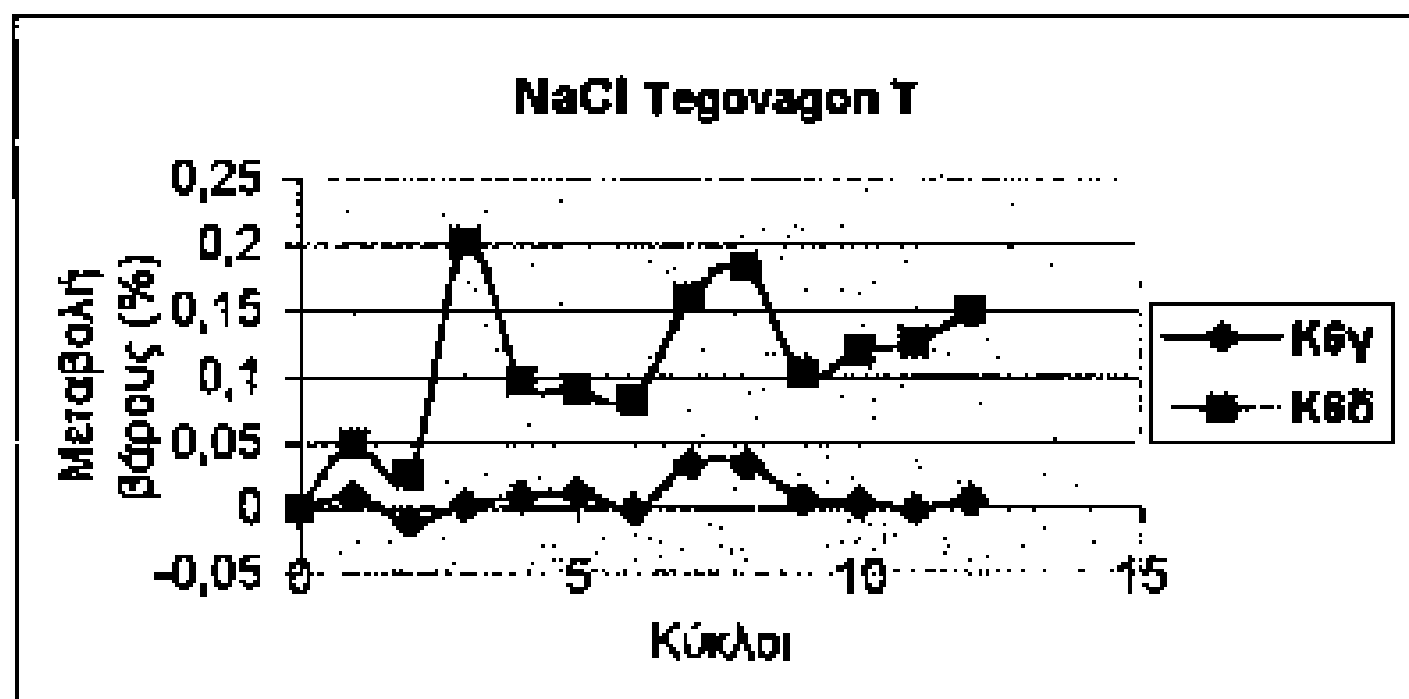
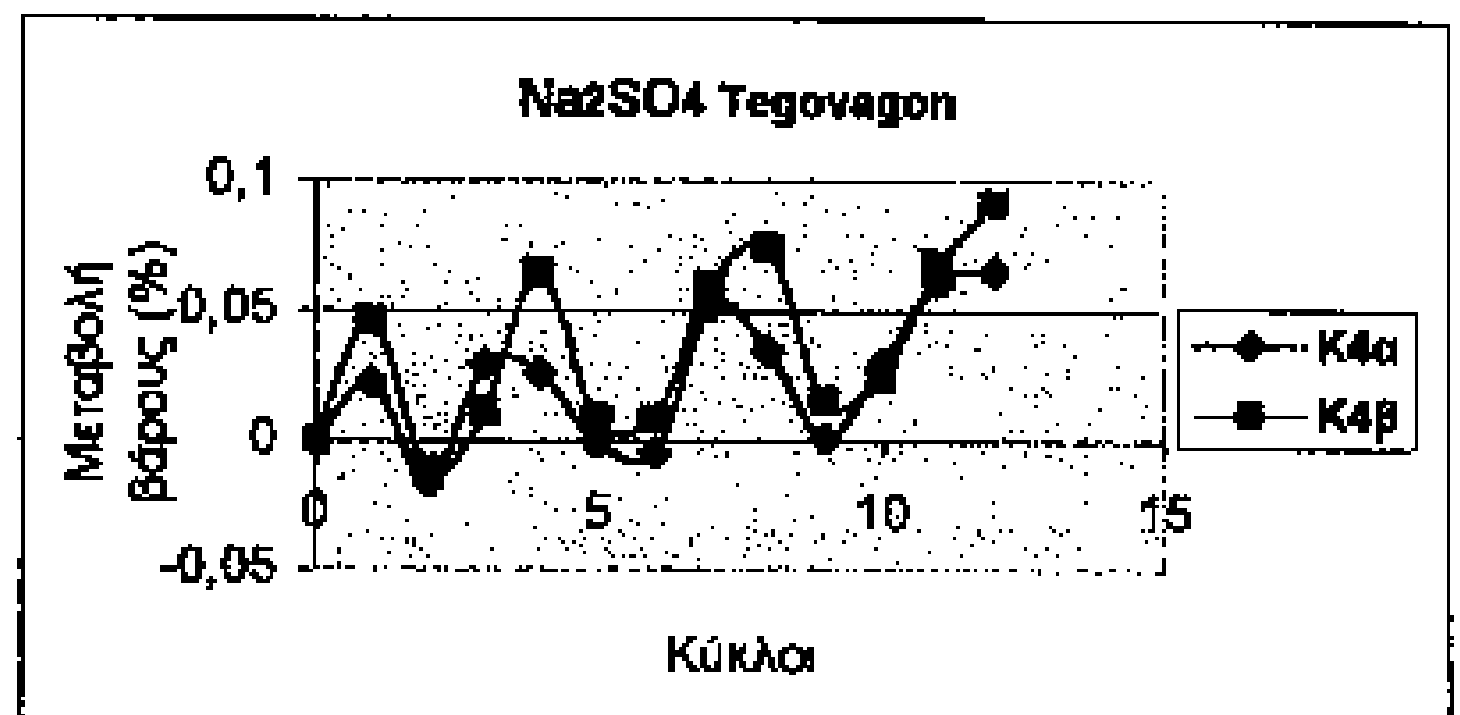
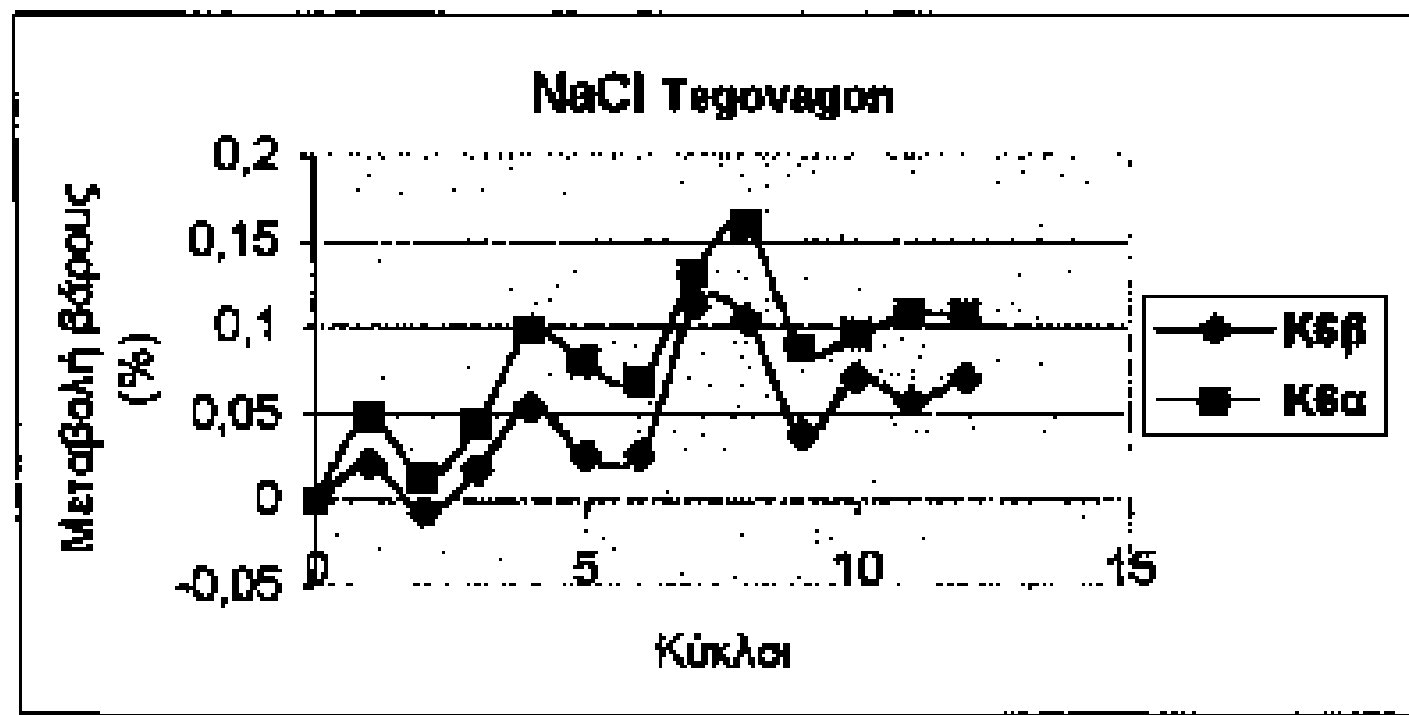
1. Μπίκα, Δ., Τσαμασφύρου, Ι., Μελέτη προστασίας του υλικού του Απολιθωμένου Δάσους της Καστοριάς από περιβαλλοντικούς παράγοντες, *Πτυχιακή εργασία*, Τ.Ε.Ι. Αθήνας Επαβλέπων Καθηγητής Παναγιάρης Γ. (1999)
2. Βελιζέλος, Ε., Πρόταση: Ίδρυση Μουσείου Απολιθωμένου Δάσους Καστοριάς ή Κέντρου Πληροφόρησης και Προβολής του Απολιθωμένου Δάσους Νόστιμου – Ασπροκκλησιάς και ευρύτερης περιοχής της 3ης Εδαφικής Περιφέρειας του Νομού Καστοριάς (1998)
3. Βελιζέλος, Ε., Θέμα: Έκθεση για την ορθολογική ανάδειξη και μουσειακή αξιοποίηση του Απολιθωμένου δάσους περιοχών των κοινοτήτων Νόστιμου, Ασπροκκλησιάς και ευρύτερης περιοχής (1998)
4. Bruss, J., Kotlík, P., “Consolidation of stone by mixtures of alkoxysilane and acrylic polymer”, *Studies in Conservation* 41 (1996) 109-119
5. Θεουλιάκης, Π., «Συντήρηση Πέτρας II» Σημειώσεις του μαθήματος, Τ.Ε.Ι. Αθήνας (1994)
6. Λαμπρόπουλος, Β.Ν., Διάβρωση και Συντήρηση της Πέτρας, Αθήνα (1993)
7. Παναγιάρης, Γ., «Στοιχεία Βιολογίας» Σημειώσεις του μαθήματος, Τ.Ε.Ι. Αθήνας (1992)
8. Αποκατανίδης, Α., Σπανόπουλος, Α., Υλικά στερέωσης και υδροφοβίωσης της πέτρας, με βάση το πυρίτιο, *Πτυχιακή Εργασία*, Τ.Ε.Ι. Αθήνας (1998)
9. Ντουκάκης, Μ., Δοκιμές στερέωσης σε απολιθωμένο σκελετικό υλικό, *Πτυχιακή εργασία*, Τ.Ε.Ι. Αθήνας (1996)
10. Τζαμαλής, Α., Έλεγχος, Μελέτη της αποτελεσματικότητας μεθόδων και επεμβάσεων συντήρησης ασβεστολιθικών δομικών υλικών, *Πτυχιακή εργασία*, Τ.Ε.Ι. Αθήνας (1998).
11. Fang, J., Bloss, D., X-RAY Diffraction Tables, Southern University Press (1966)
12. Joint Comitee on powder diffraction standards, Selected powder Diffraction Data for Minerals (1974)
13. White, E., Johnson, G., X-RAY EMISSION and Absorption edge wavelengths and interchange settings for Lif Geared curved crystal spectrometer Pennsylvania (1970)



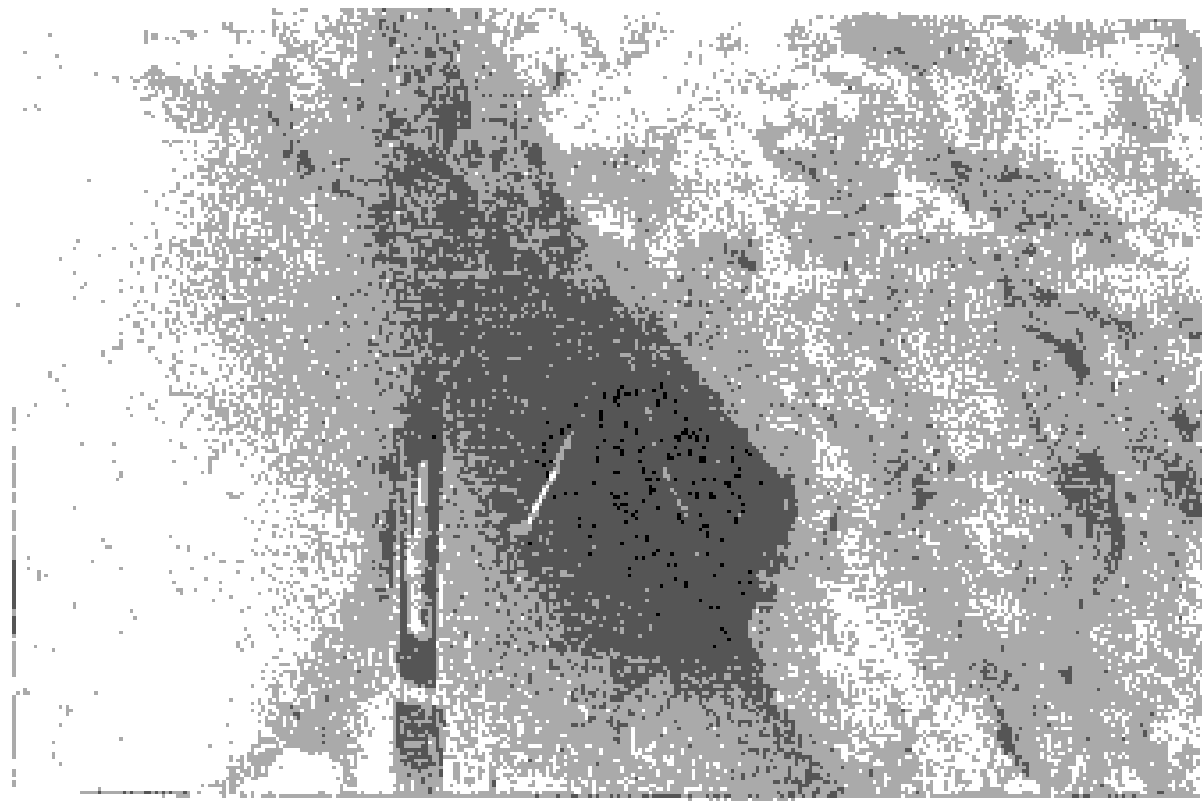
ΠΕΡΙΘΑΛΑΣΙΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΤΩΝ 7 ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ
ΑΠΟ ΤΟ ΑΠΟΛΙΘΩΜΕΝΟ ΔΑΣΟΣ ΤΗΣ
ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ



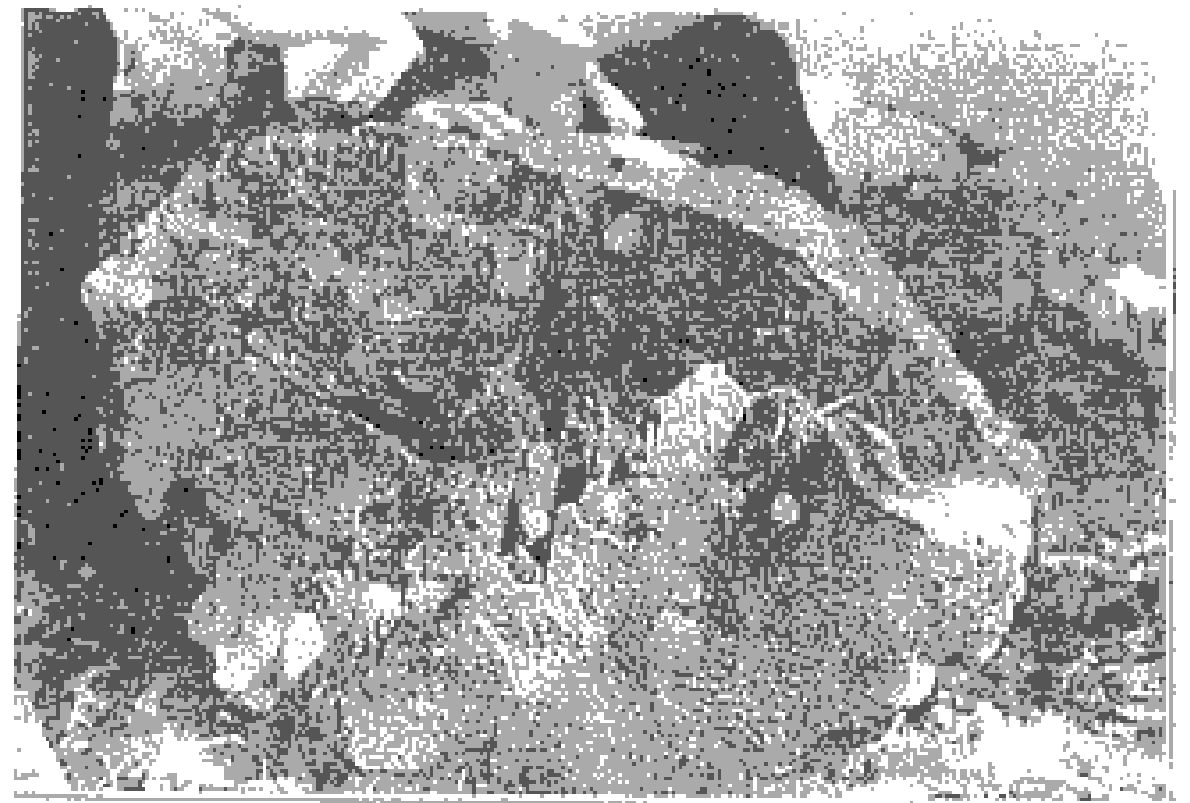
Διαγράμματα για την υδαταπορρόφηση.
 Οι καμπύλες με τα τετράγωνα σημεία είναι τα στερεωμένα δοκίμια, ενώ με τους ρόμβους είναι οι μάρτυρες.



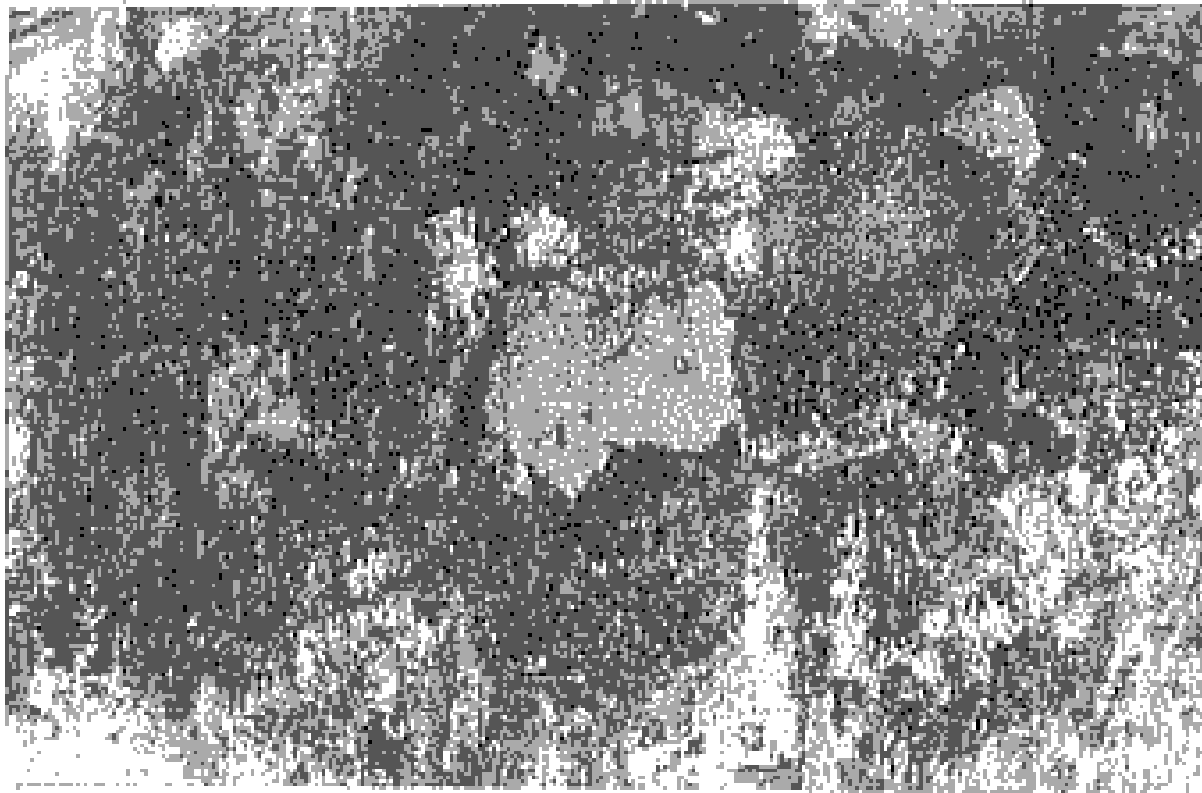
Διαγράμματα με τους κύκλους διαλυτών αλάτων.
 Οι καμπύλες με τα τετράγωνα σημεία είναι οι μάρτυρες, ενώ με τους ρόμβους είναι τα στερεωμένα δοκίμια.



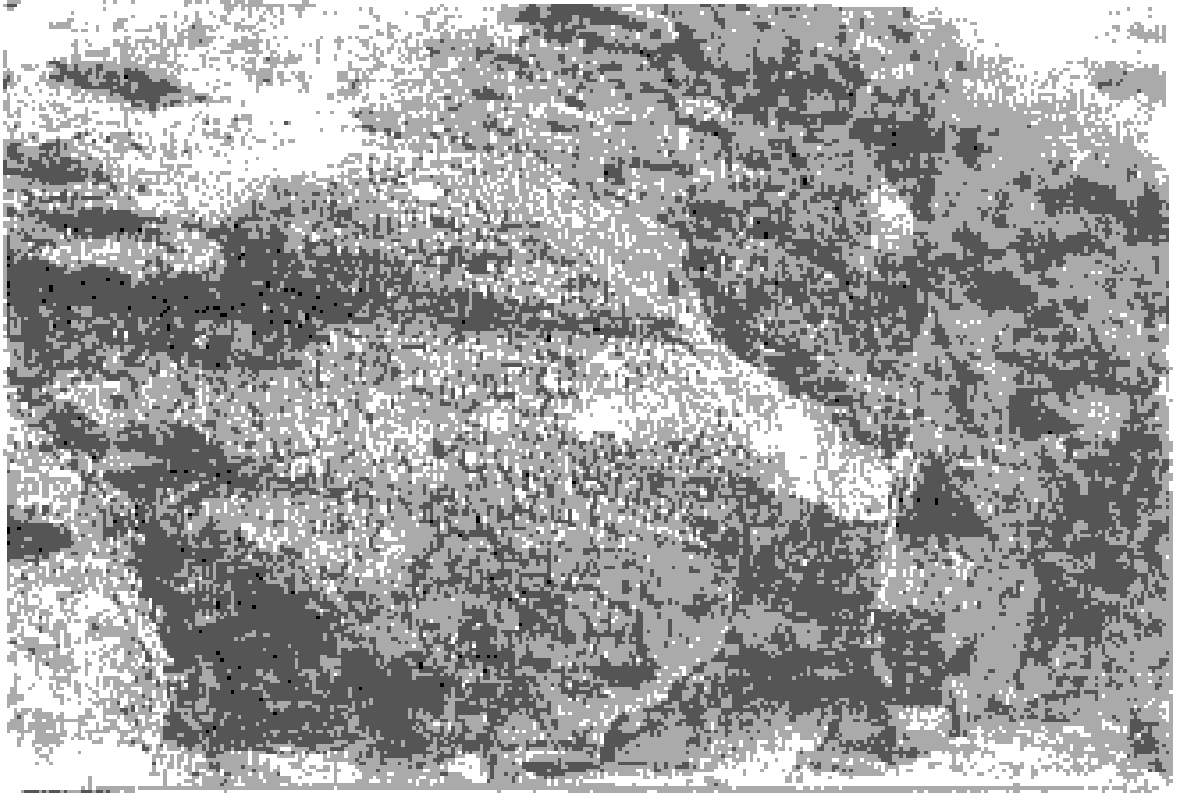
Φωτ. 1



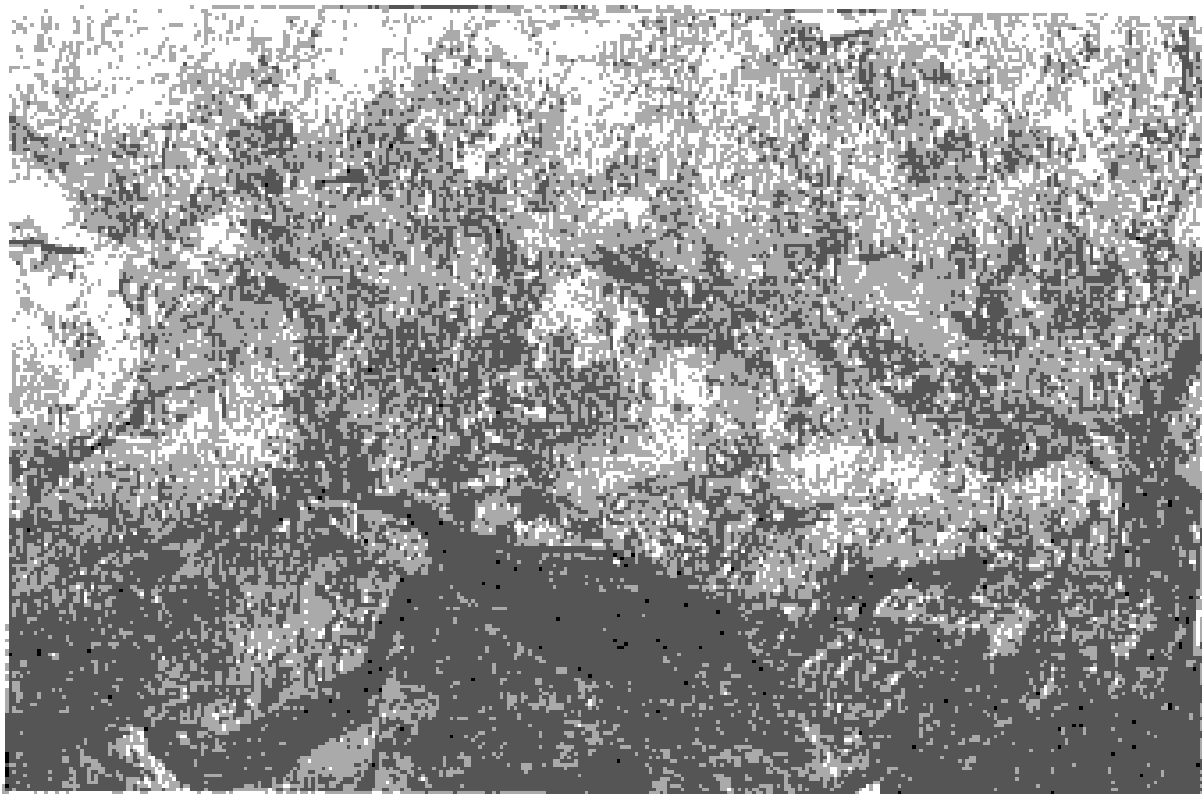
Φωτ. 2



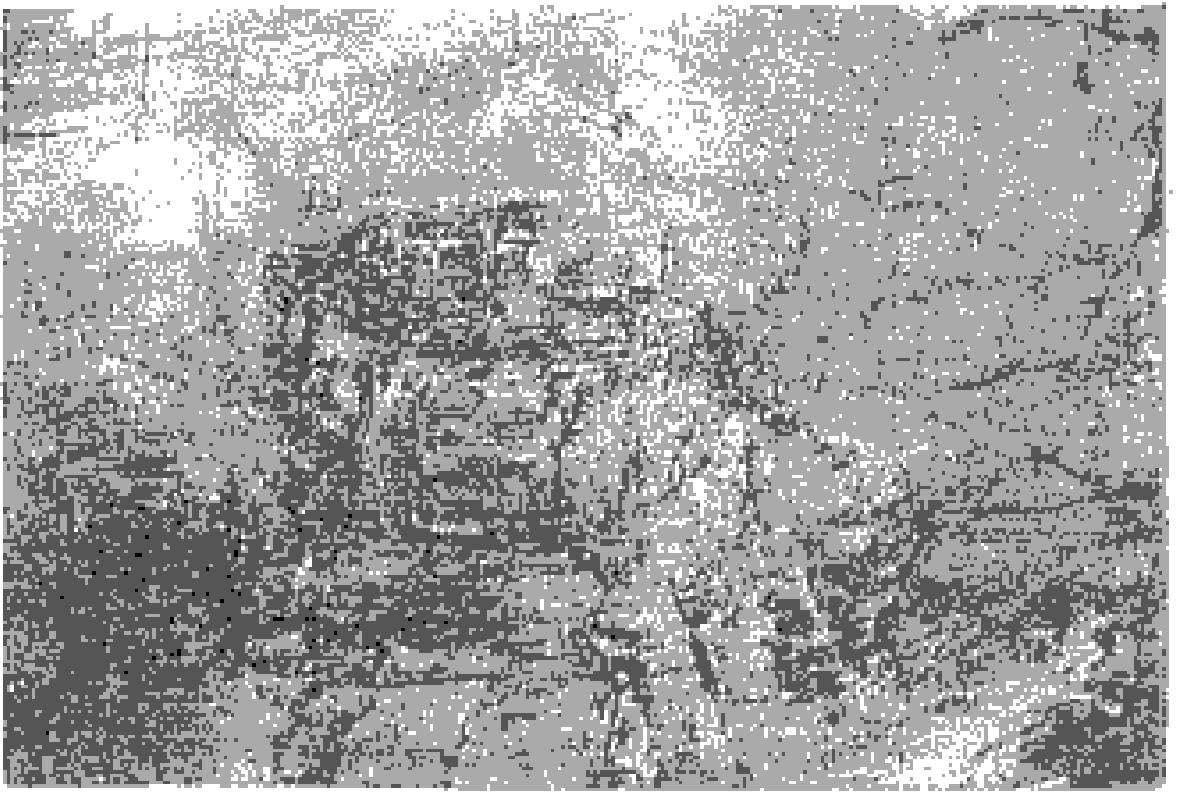
Φωτ. 3



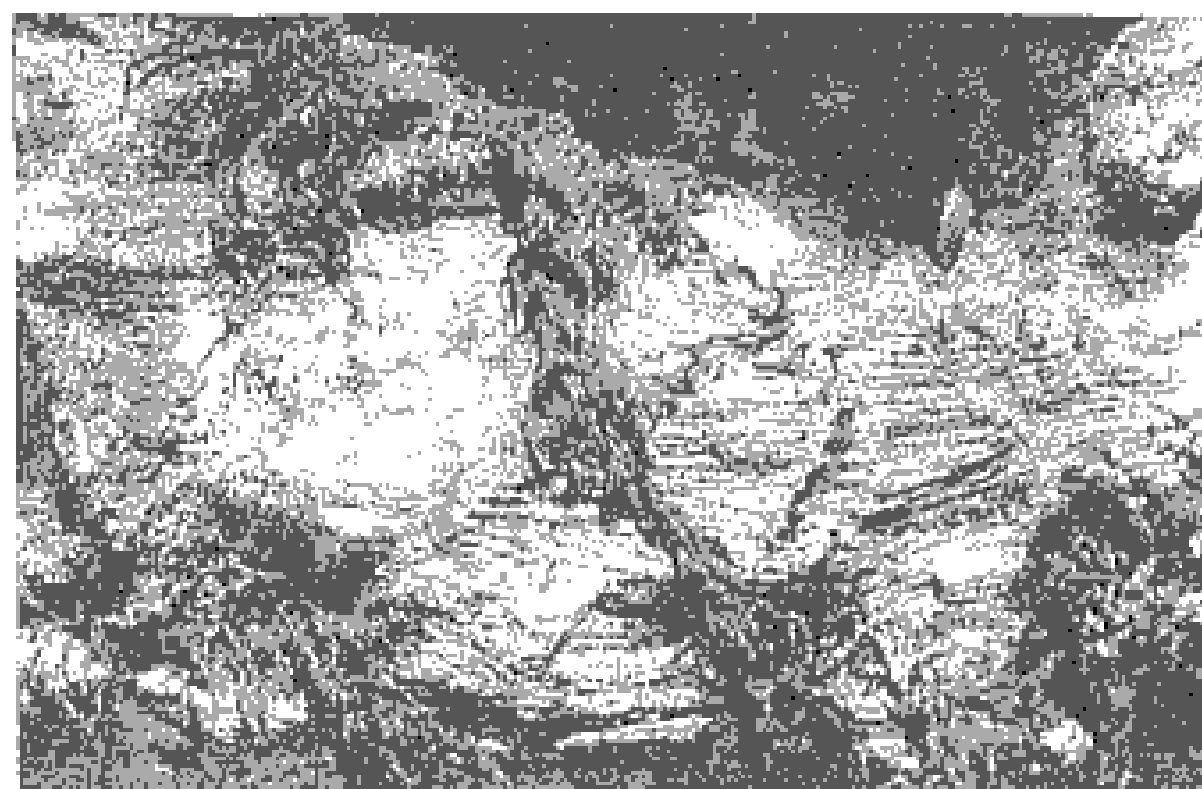
Φωτ. 4



Φωτ. 5



Φωτ. 6

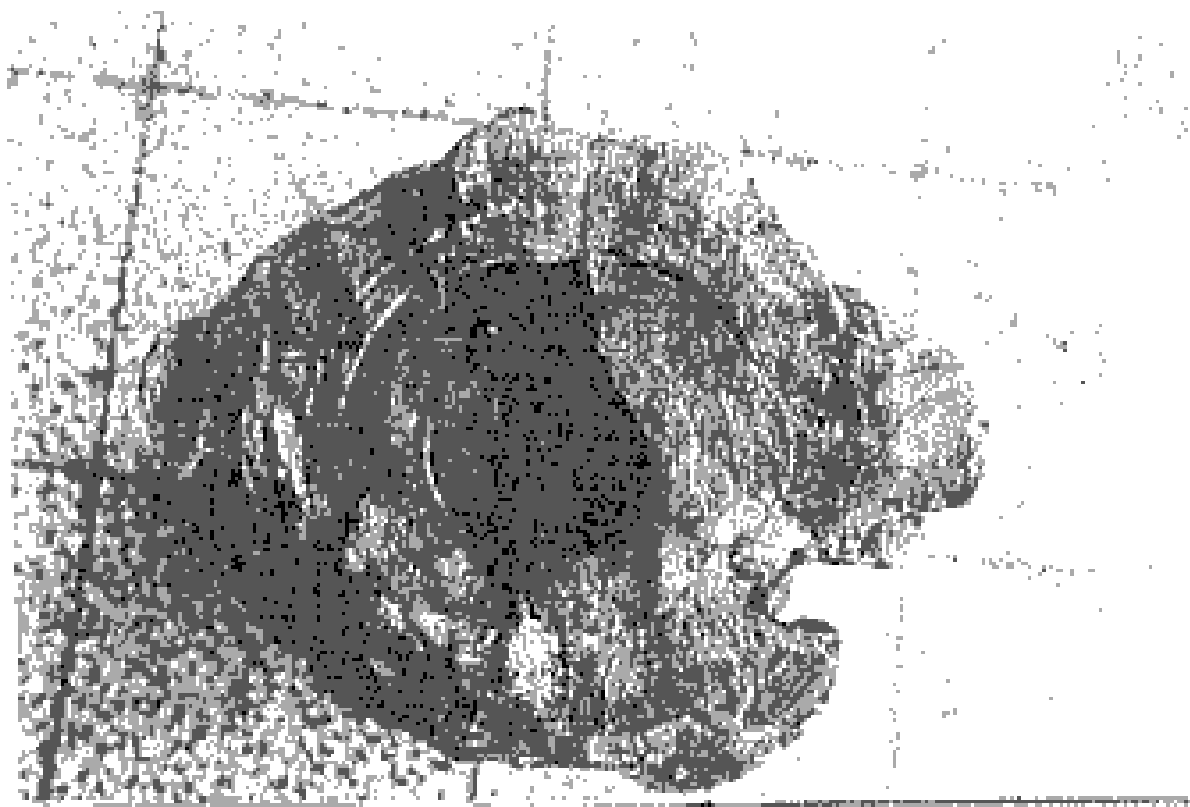


Φωτ. 7

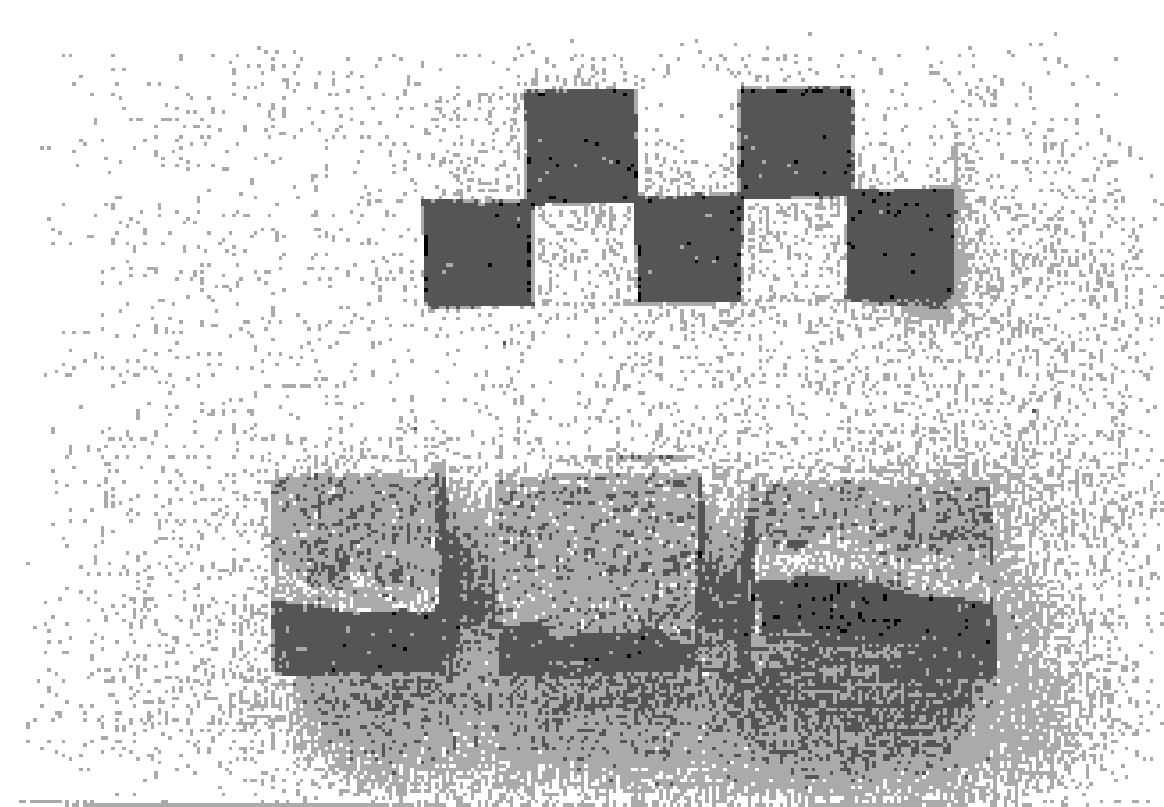


Φωτ. 8

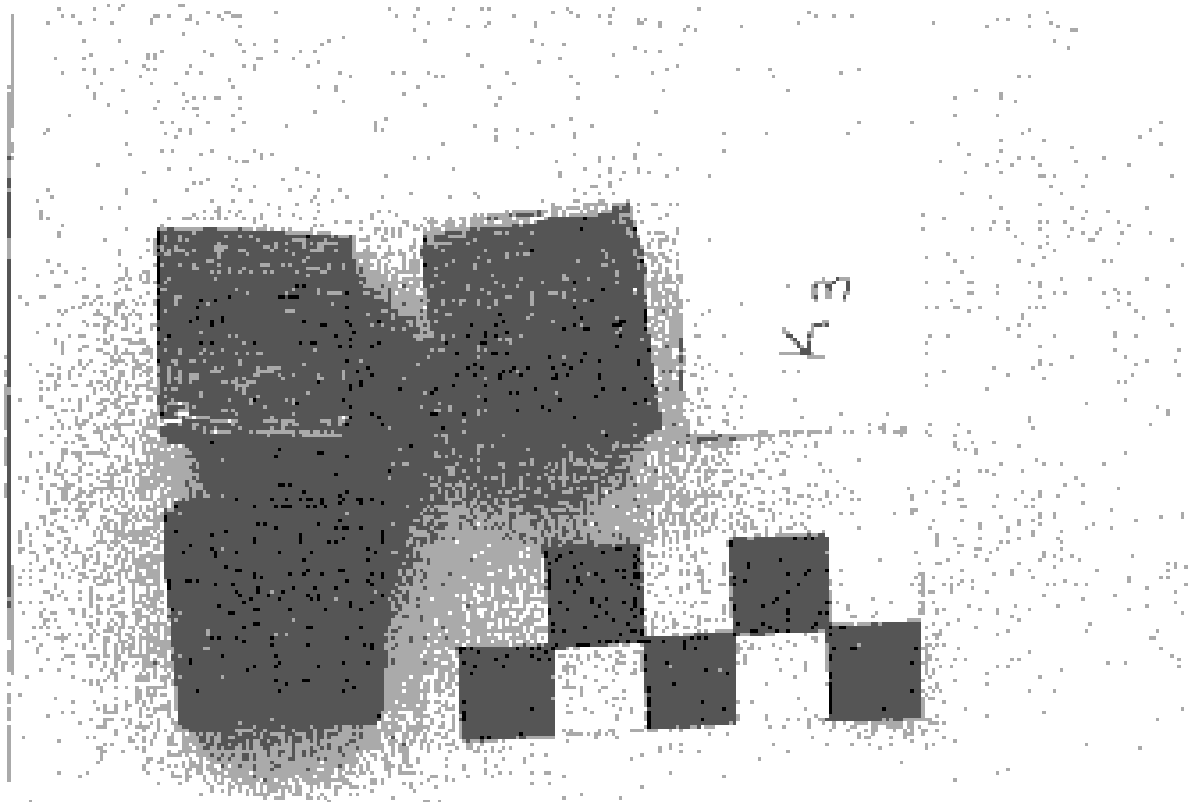
Φωτ. 1-7: Διάφορες μορφές βιολογικών επικαθήσεων και φυτών. Φωτ. 8 Προσπάθεια καθαρισμού βιολογικών επικαθήσεων .



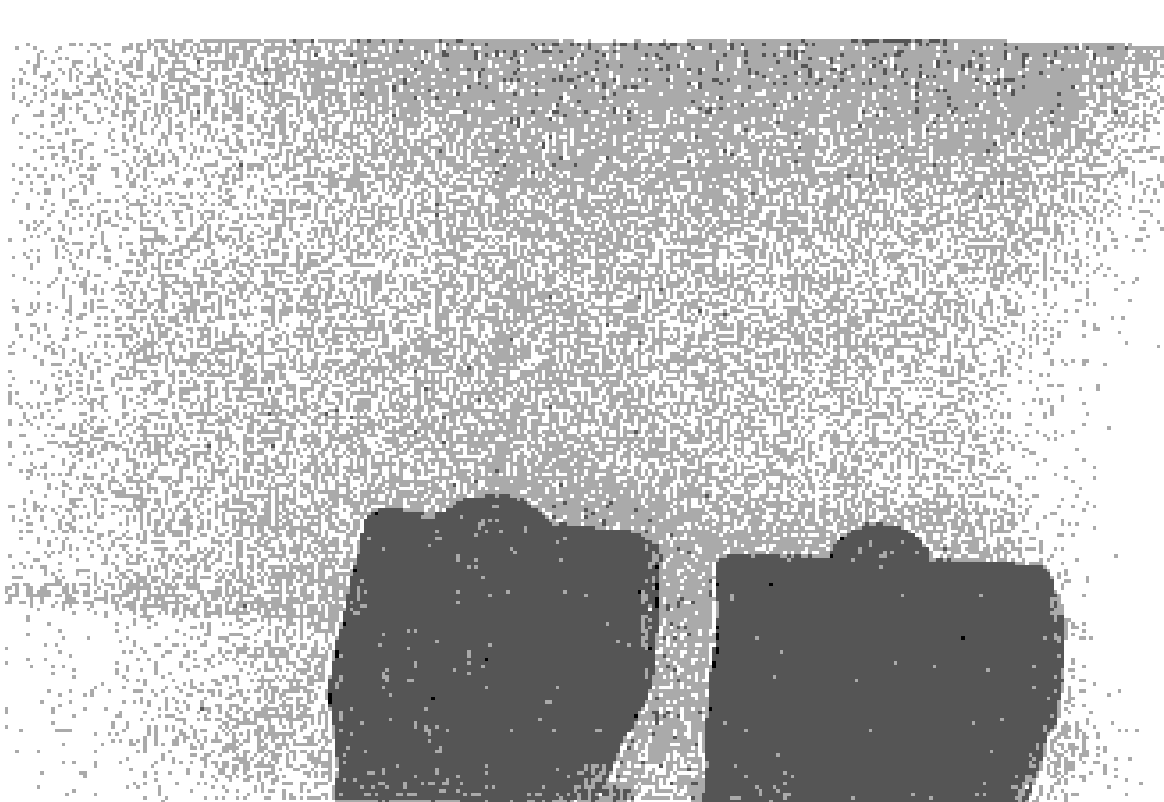
Φωτ. 9



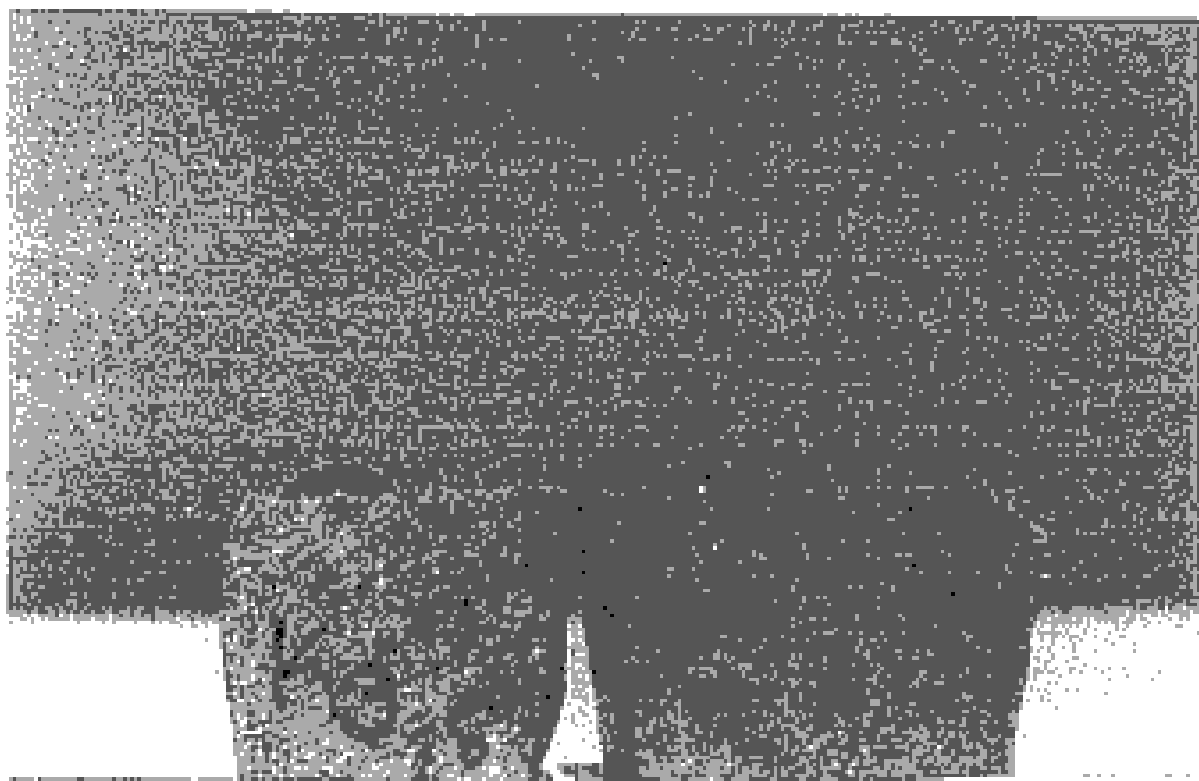
Φωτ. 10



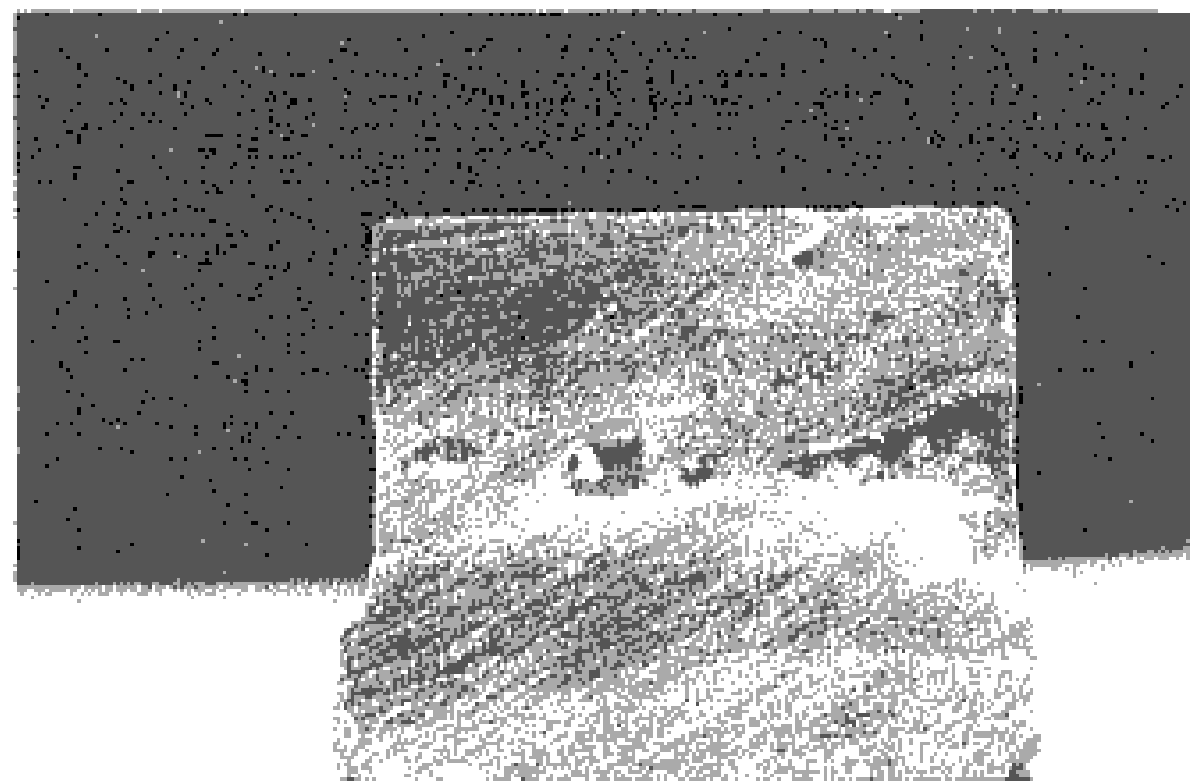
Φωτ. 11



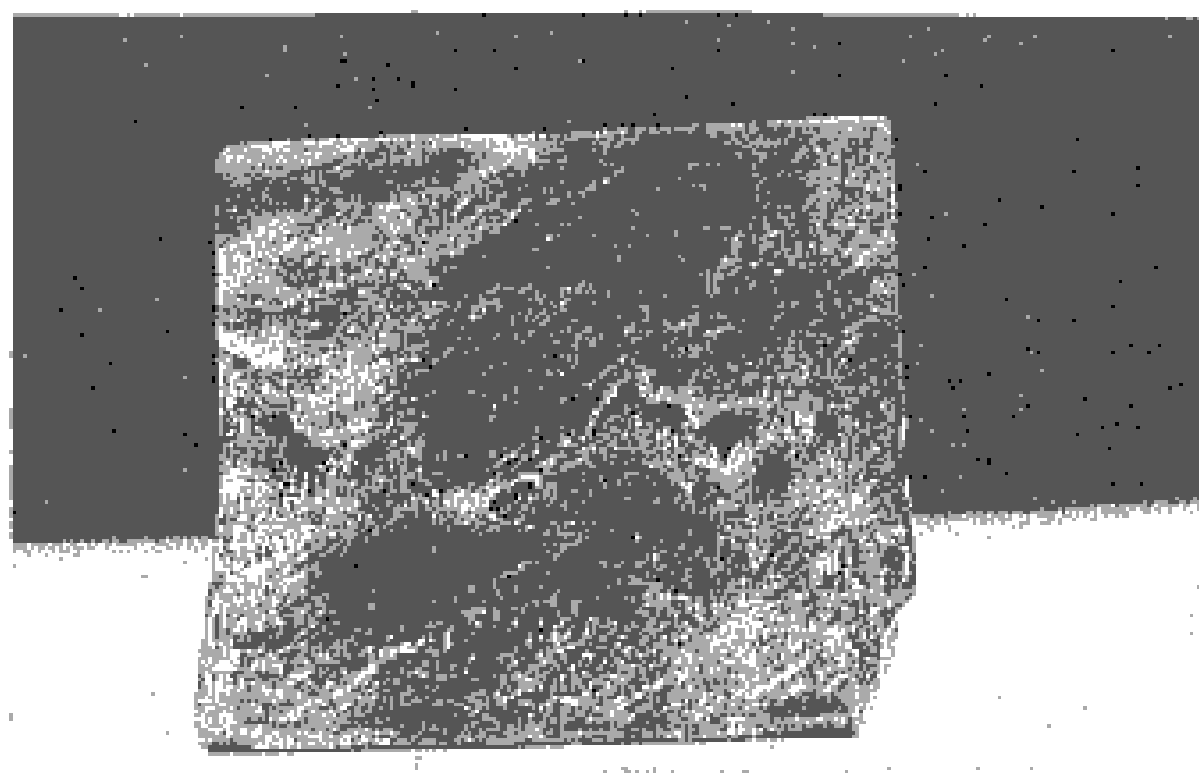
Φωτ. 12



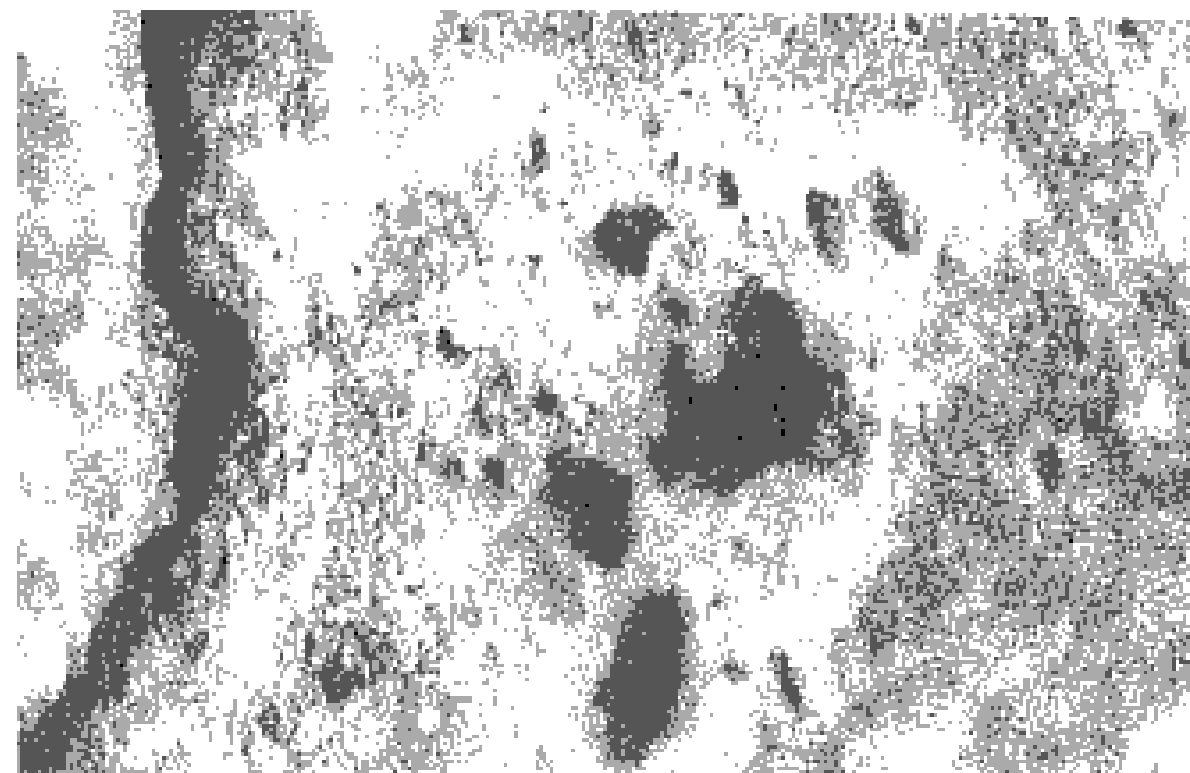
Φωτ. 13



Φωτ. 14



Φωτ. 15



Φωτ. 16

Φωτ. 9: Ρηγματώσεις λόγω της δράσης του παγετού, Φωτ. 10-11: Κομμένα δοκίμια, Φωτ. 12-13: Εφαρμογή σταγόνας (δεξιά είναι το στερεωμένο δοκίμιο), Φωτ. 14-15: Δοκίμια μετά την τεχνητή γήρανση με άλατα. Τα διαλυτά άλατα φαίνονται στις άκρες των πόρων, Φωτ. 16: Το ίδιο φαινόμενο ύστερα από την παρατήρηση άλλου δοκιμίου μέσα από στερεομικροσκόπιο.