

ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΑΡΑΛΙΑΣ ΛΟΥΤΡΩΝ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ

Επιβλέπων Καθηγητής: Κ.Αλμπανάκης



Γιαννακού Κατερίνα Α.Ε.Μ: 3838
Κεκρίδου Βασιλική Α.Ε.Μ : 4000

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ



- 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**
 - 1.1 ΓΕΝΙΚΑ**
 - 1.2 ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**
 - 1.3 ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ**
 - 1.3.1 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟ ΠΕΔΙΟ**
 - 1.3.2 ΤΟ ΦΡΑΓΜΑ ΤΟΥ ΜΑΡΜΑΡΑ**

- 2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ**
 - 2.1 ΓΕΩΛΟΓΙΑ**
 - 2.2 ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ**
 - 2.2.1 ΠΤΥΧΟΓΟΝΟΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ**
 - 2.2.2 ΡΗΞΙΓΕΝΗΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ**
 - 2.2.2.1 Κατατμήσεις**
 - 2.2.2.2 Ρήγματα**

- 3. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ**
 - 3.1 ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ**
 - 3.1.1 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΑΡΑΚΤΙΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**
 - 3.1.1.1 Ισοζύγιο παράκτιων ιζημάτων**
 - 3.1.1.2 Παράγοντες που επιδρούν στην ιζηματογένεση των ακτών**
 - 3.2 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΠΑΡΑΛΙΑΣ ΛΟΥΤΡΩΝ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ**
 - 3.2.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΦΙΛ**
 - 3.2.2 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΤΟΜΕΣ**
 - 3.2.2.1 Μορφολογικές τομές από το τμήμα της παραλίας ανατολικά της εκβολής του χειμάρρου**
 - 3.2.2.2 Μορφολογικές τομές από το τμήμα της παραλίας δυτικά της εκβολής του χειμάρρου**

- 4. ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ**
 - 4.1 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΙΖΗΜΑΤΩΝ**
 - 4.2 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ**
 - 4.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ**
 - 4.3.1 Σφαιρικότητα – Στρογγυλότητα**
 - 4.4 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ**
 - 4.4.1 ΚΑΤΑΤΑΞΗ Φ**
 - 4.4.2 ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ**
 - 4.4.3 ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ**
 - 4.4.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ**

- 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

- 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έγινε υπό την επίβλεψη και καθοδήγηση του καθηγητή κ. Κωνσταντίνου Αλμπανάκη, στα πλαίσια των προπτυχιακών σπουδών του τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης με κατεύθυνση «Εφαρμοσμένη και Περιβαλλοντική Γεωλογία».

Η περιοχή μελέτης είναι η παραλία Λουτρών Ελευθερών του Δήμου Παγγαίου στον Νομό Καβάλας. Το κύριο αντικείμενο μελέτης είναι ο προσδιορισμός των ιζηματολογικών και μορφολογικών χαρακτηριστικών της παραλίας. Για την επίτευξη του προσδιορισμού αυτού χρειάστηκε να γίνει δειγματοληψία στην παραλία καθώς και μέτρηση του υψομέτρου και γενικά παρατήρηση της περιοχής. Οι εργασίες αυτές έγιναν κατά τη διάρκεια του Απριλίου το έτος 2010.

Τα δείγματα αναλύθηκαν στο εργαστήριο του τμήματος Ιζηματολογίας και οι τιμές που προέκυψαν χρησιμοποιήθηκαν για την εφαρμογή συγκεκριμένης μεθόδου. Στο δεύτερο κομμάτι της παρούσας εργασίας παρουσιάζονται τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα που τελικά προέκυψαν από αυτή.

Πριν την παρουσίαση των αποτελεσμάτων θα γίνει μία εισαγωγή με τα μορφολογικά, γεωλογικά και δημογραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής ώστε να γίνει μια γνωριμία με την περιοχή. Στη συνέχεια, αναφέρονται γενικές ορολογίες για το παράκτιο περιβάλλον καθώς και επεξήγηση της μεθόδου που χρησιμοποιήθηκε για τη δειγματοληψία και την ανάλυση των δειγμάτων, με σκοπό, την καλύτερη κατανόηση των συμπερασμάτων.



Ακολουθεί μια πλήρης παρουσίαση των αποτελεσμάτων μέσω πινάκων και διαγραμμάτων και τέλος υπάρχουν τα συμπεράσματα που προέκυψαν από όλη την παραπάνω μελέτη της περιοχής.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Ο Νομός Καβάλας βρίσκεται στο βορειοανατολικό τμήμα της ελληνικής επικράτειας και ανήκει στο γεωγραφικό διαμέρισμα της Ανατολικής Μακεδονίας. Συνορεύει βόρεια με τους νομούς Δράμας και Σερρών, νότια βρέχεται από το βόρειο Αιγαίο και ανατολικά συνορεύει με το νομό Ξάνθης. Καταλαμβάνει έκταση 2.113 τετραγωνικά χιλιόμετρα (1,6% της Ελλάδας) και έχει πληθυσμό 145.054 κατοίκους (στοιχεία 2001). Στο βόρειο τμήμα του νομού υψώνονται τα όρη Λεκάνης, στο δυτικό το όρος Παγγαίο και στο νοτιοανατολικό το όρος Σύμβολο. Το Παγγαίο έχει μήκος 40 χιλιόμετρα και πλάτος 20 χιλιόμετρα περίπου. Η κυριότερη κορυφή του είναι το Μάτι και έχει ύψος 1956 μέτρα καλυμμένα από πλούσια βλάστηση. Οι απολήξεις του φτάνουν μέχρι τις εκβολές του Στρυμόνα κι η μικρή κοιλάδα του Μαρμαρά ή Πιέρια λεκάνη το χωρίζει από το όρος Σύμβολο.

Δύο διεθνείς ποταμοί περιβάλλουν το νομό Καβάλας. Ανατολικά από το Νέστο που αποτελεί και το φυσικό όριο με το νομό Ξάνθης και δυτικά από τον ποταμό Στρυμόνα που αποτελεί το όριο με το νομό Σερρών. Μεταξύ των λεκανών απορροής των δύο αυτών ποταμών παρεμβάλλονται μικρές αυτοδύναμες λεκάνες όπως η Πιέρια λεκάνη που αποτελεί την ευρύτερη περιοχή μελέτης μας. Αποστραγγίζεται από τον χείμαρρο Μαρμαρά και εκβάλλει στο Θρακικό Πέλαγος. Πηγάζει από το Παγγαίο, έχει μήκος 30 χιλιόμετρα και τροφοδοτείται από τους χείμαρρους Ποδοχωρίου, Μουσθένης, Μεσορόπης, Πλατανότοπου και Δωματίων. Η μέση παροχή του κατά το μήνα αιχμής είναι 0,227 κυβικά μέτρα ανά δευτερόλεπτο. Η περιοχή μελέτης της παρούσας εργασίας είναι η παραλία Λουτρών Ελευθερών όπου και εκβάλλει ο Μαρμαράς, κοντά στο χωριό Ελευθερές, που ανήκει στην Δημοτική Ενότητα Πιερέων του Δήμου Παγγαίου.

1.2 ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ



Εικ. 1 Δήμος Παγγαίου (www.dhmospagaiou.com)

Ο Δήμος Παγγαίου προέκυψε από την εφαρμογή του Ν.3852/2010 "Νέα Αρχιτεκτονική της Αυτοδιοίκησης και της Αποκεντρωμένης Διοίκησης – Πρόγραμμα Καλλικράτης", έχει ως έδρα του την Ελευθερούπολη και αποτελείται από τις δημοτικές ενότητες α. Ελευθερούπολης β. Πιερέων γ. Παγγαίου δ. Ελευθερών και ε. Ορφανού.

Σύμφωνα με την τελευταία απογραφή του πραγματικού πληθυσμού της 18ης Μαρτίου 2001, και την αριθμ. 45892/11.08.2010 απόφαση του Υπουργού Εσωτερικών, Αποκέντρωσης και Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης (ΦΕΚ 1292/Β'/11.08.2010), ο πληθυσμός του Δήμου Παγγαίου διαμορφώνεται ως εξής:

ΔΗΜΟΣ ΠΑΓΓΑΙΟΥ (Έδρα: Ελευθερούπολη): 33.683

α. ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥΠΟΛΗΣ 11.401

Δημοτική Κοινότητα Ελευθερούπολης 6.116

Τοπική Κοινότητα Αμισιανών 1.122

Τοπική Κοινότητα Αντιφιλίππων 1.073

Τοπική Κοινότητα Κηπίων 657

Τοπική Κοινότητα Κοκκινοχώματος 1.746

Τοπική Κοινότητα Χρυσοκάστρου 687

β. ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ 7.376

Δημοτική Κοινότητα Νέας Περάμου 2.489

Τοπική Κοινότητα Αγίου Ανδρέου 314

Τοπική Κοινότητα Ελαιοχωρίου 1.152

Τοπική Κοινότητα Ελευθερών 1.325

Τοπική Κοινότητα Μυρτοφύτου 496

Τοπική Κοινότητα Νέας Ηρακλίτισης 1.003

Τοπική Κοινότητα Φωλεάς 597

γ. ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΟΡΦΑΝΟΥ 5.140

Τοπική Κοινότητα Ακροποτάμου 697

Τοπική Κοινότητα Γαληψού 433



Τοπική Κοινότητα Καριανής 985
Τοπική Κοινότητα Ορφανίου 774
Τοπική Κοινότητα Οφρυνίου 1.302
Τοπική Κοινότητα Ποδοχωρίου 949

δ. ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΑΓΓΑΙΟΥ 4.764

Δημοτική Κοινότητα Νικήσιανης 2.451
Τοπική Κοινότητα Γεωργιανής 706
Τοπική Κοινότητα Παλαιοχωρίου 1.607

ε. ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΙΕΡΕΩΝ 5.002

Τοπική Κοινότητα Αυλής 556
Τοπική Κοινότητα Δωματίων 590
Τοπική Κοινότητα Μελισσοκομείου 512
Τοπική Κοινότητα Μεσιάς 412
Τοπική Κοινότητα Μεσορόπης 610
Τοπική Κοινότητα Μουσθένης 1.075
Τοπική Κοινότητα Πλατανοτόπου 631
Τοπική Κοινότητα Σιδηροχωρίου 616

1.3 ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος της Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας – Θράκης βρίσκονται πλέον οι νέες μορφές ενέργειας που κινούνται πάνω στον άξονα της πράσινης και αειφόρου ανάπτυξης, όπως είναι η αξιοποίηση των γεωθερμικών πεδίων της ΠΑΜ-Θ και η εκμετάλλευση του χειμάρρου Μαρμαρά με την κατασκευή φράγματος.

1.3.1 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

Γεωθερμία (γεωθερμικό δυναμικό) ονομάζεται η αποθηκευμένη ενέργεια υδρολογικών και γεωλογικών σχηματισμών του γλοιού της γης σε μορφή θερμότητας, όταν η θερμοκρασία του σχηματισμού υπερβαίνει τους 25 βαθμούς. Η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού ποικίλει από περιοχή σε περιοχή και μπορεί να έχει τιμές από 25- 350 βαθμούς. Σύμφωνα με την Ελληνική νομοθεσία, τα γεωθερμικά πεδία διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

-Στα πεδία χαμηλής θερμοκρασίας, στα οποία η θερμοκρασία του προϊόντος είναι από 25 έως 90 βαθμούς.

-Στα υψηλής θερμοκρασίας πεδία, στα οποία η θερμοκρασία του προϊόντος υπερβαίνει τους 90 βαθμούς.

Εκτός από αυτές τις δύο εκμεταλλεύσιμες κατηγορίες υπάρχει και η αβαθής γεωθερμία. Έτσι χαρακτηρίζονται οι περιπτώσεις όπου είτε ο σχηματισμός είτε το γεωθερμικό ρευστό έχει θερμοκρασία χαμηλότερη από 25 βαθμούς. Αυτή προέρχεται από την προσπίπτουσα ακτινοβολία του ήλιου στη γη και το βάθος εκμετάλλευσης συνήθως δεν υπερβαίνει τα 150 μέτρα.

Η γεωθερμία αποτελεί μια καινοτομία της εξέλιξης στον τομέα θέρμανσης και δροσιάς. Η χρήση της ενδείκνυται για όλους τους χώρους (κατοικίες,

ξενοδοχεία, βιομηχανίες, κτηνοτροφικές μονάδες, θερμοκήπια, ιχθυοκαλλιέργειες) όπου απαιτείται η ύπαρξη θέρμανσης και δροσιάς. Στις περιπτώσεις που τα γεωθερμικά ρευστά έχουν θερμοκρασία πάνω από 150 βαθμούς η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως δημοσιεύτηκαν τα παρακάτω χαρακτηριστικά του γεωθερμικού πεδίου χαμηλής θερμοκρασίας στην περιοχή Ακροποτάμου:

Έκταση: 6,9 τετραγωνικά μέτρα

Θερμοκρασία γεωθερμικού ταμιευτήρα: 45-90 βαθμοί

Δύο ταμιευτήρες με βάθη: ο ρηχός 100- 185 μέτρα και ο βαθύς 240- 515 μέτρα.

Παροχή: περίπου 415 κυβικά μέτρα ανά ώρα.

Το γεωθερμικό πεδίο της περιοχής μελέτης μέχρι και σήμερα παραμένει ανεκμετάλλευτο παρά τις οικονομικές δυσκολίες της περιοχής και τις προσπάθειες που έχουν γίνει από διάφορους φορείς. Τα έξοδα εκμετάλλευσης δεν καλύπτονται από κρατικές επιχορηγήσεις και η μόνη λύση είναι η ανεύρεση ιδιωτικού φορέα για να χορηγήσει τις εγκαταστάσεις που πρέπει να γίνουν για είναι εκμεταλλεύσιμο το γεωθερμικό πεδίο.

1.3.2 ΤΟ ΦΡΑΓΜΑ ΤΟΥ ΜΑΡΜΑΡΑ

Με την κατασκευή του Φράγματος Μαρμαρά θα συγκεντρωθούν σε τεχνητή λίμνη (565.000 τ.μ.) τα επιφανειακά ύδατα που απορρέουν από τους ορεινούς όγκους του Παγγαίου και του Συμβόλου. Το ύψος του Φράγματος θα είναι 43μ. (μέγιστο) και το μήκος του 162,5 μ. Η ολοκλήρωση του έργου θα πραγματοποιηθεί με την κατασκευή αρδευτικού δικτύου, που θα εξυπηρετήσει τις προαναφερθείσες περιοχές. Το Φράγμα Μαρμαρά, στην περιοχή Ακροποτάμου του δήμου Ελευθερών, θα συμβάλει αποφασιστικά στην περαιτέρω ανάπτυξη της αγροτικής αυτής περιοχής, όπου ευδοκούν δενδρώδεις (αμπέλια, αμυγδαλιές, ελιές) κι άλλες καλλιέργειες. Με το Φράγμα θα αντιμετωπιστεί –εκτός των άλλων- το σοβαρό πρόβλημα υφαλμύρωσης των εδαφών του δυτικού τμήματος του νομού Καβάλας και θα αρδευτούν 13.000 στρέμματα στις περιοχές Ποδοχώρι, Ακροπόταμος, Κοκκινοχώρι, Γαληψός, Κάρυανη κ.α.

Το Φράγμα Μαρμαρά είναι το μεγαλύτερο έργο που έχει πραγματοποιήσει ποτέ η Νομαρχία Καβάλας, συμβάλλοντας στην κατασκευή του και με ιδίους πόρους, όμως η κύρια χρηματοδότηση του έργου (με συνολικό προϋπολογισμό 25 εκατ. ευρώ) τελικά δεν εξασφαλίστηκε έγκαιρα, με αποτέλεσμα να κινδυνεύει με ματαιώση. Με τη δέσμευση της υπουργού Αγροτικής Ανάπτυξης και την εξασφάλιση πόρων από το Πρόγραμμα "Αλέξανδρος Μπαλτατζής" φαίνεται πως σύντομα οι εργασίες κατασκευής θα συνεχιστούν, προκειμένου να ολοκληρωθεί το έργο το συντομότερο. Η ολοκλήρωση της κατασκευής έχει προγραμματιστεί για το 2013.



Εικ.2 Φράγμα Μαρμαρά (www.dhmospagaiou.com)

2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

2.1 ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Οι ενότητες των μεταμορφωμένων πετρωμάτων της Πιέριας λεκάνης ανήκουν στη νοτιοδυτική Ροδόπη και έχουν προ- Παλαιοζωική ηλικία. Σήμερα επικρατεί η άποψη ότι είχαν το ρόλο των εσωτερικών μαζών στην αλπική ορογένεση και σε αυτό συνηγορεί το γεγονός ότι η ορογένεση των Ελληνικών Μεταμορφωμένων της Ροδόπης έγινε κατά τον Kronberg ανάμεσα στο κάτω κρητιδικό και το Ολιγόκαινο. Επίσης, βρέθηκαν απολιθώματα παλαιοζωικών κοραλλιών στη σειρά μαρμάρων της Δράμας που επιβεβαιώνουν την ηλικία τους.

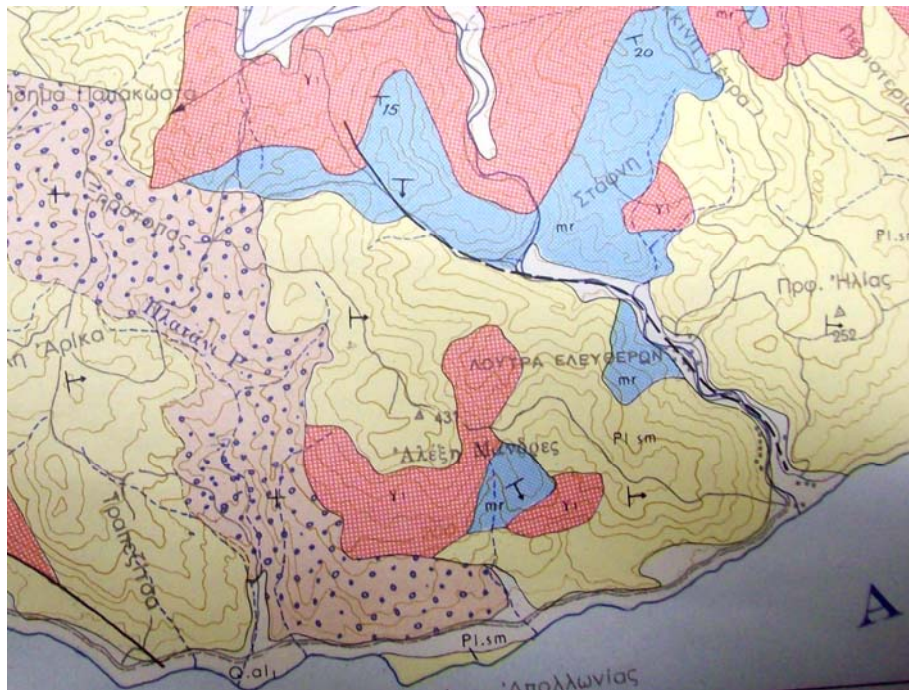
Πιο ειδικά η Πιέρια λεκάνη τοποθετείται στην Ενότητα Παγγαίου της Ροδοπικής μάζας που αποτελείται από κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα όπως μάρμαρα, γνευσίους, μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους και πρασινοσχιστόλιθους. Γενικά υπάρχουν πλουτωνίτες και ηφαιστίτες στην περιοχή καθώς και νεογενείς σχηματισμούς αλλά αυτοί δεν συναντώνται στην Πιέρια λεκάνη. Όμως οι Πλειστοκαινικές και Ολοκαινικές αποθέσεις είναι άφθονες.

Η μεταμορφωμένη σειρά της περιοχής είναι σχιστογνευσιακή και αναγνωρίζεται σε εκτεταμένες επιφάνειες στο νότιο Παγγαίο και βόριο Σύμβολο. Η σειρά αυτή αποτελείται από γνευσίους και σχιστογνευσίους ανοιχτού τεφρού χρώματος. Οι γνεύσιοι παρουσιάζονται σε στρώματα και όγκους και δείχνουν σχιστοφυή μέχρι πλακώδη δυνατότητα σχιστοποίησης. Τέλος υπάρχει η σειρά μαρμάρων που αποτελούν και την κυριότερη υδρογεωλογική μονάδα. Εμφανίζονται σε όλο τους το ανάπτυγμα καρστικοποιημένα, διακόπτονται από γνευσιακά υλικά και είναι σε μεγάλο βαθμό ρηγματωμένα.

Στο νοτιοδυτικό τμήμα της λεκάνης υπάρχουν Πλειστοκαινικά ιζήματα όπως άμμοι, ψαμμίτες, άργιλοι, κροκαλοπαγή και τοφφώδεις ασβεστόλιθοι που αποτελούν θαλάσσιες αποθέσεις. Υπάρχουν, επίσης, χειμάρριες αποθέσεις όπως ψαμμιτικές μάργες, πηλοί, ψαμμίτες, άμμοι και κροκαλοπαγή.

Τα κροκαλοπαγή προέρχονται από τα μεταμορφωμένα πετρώματα, αναπτύσσονται στο νοτιοδυτικό όριο της λεκάνης, την χωρίζουν από τη θάλασσα και σταματούν απότομα στο ίδιο άκρο της κοιλάδας και δεν βρίσκονται μέσα ή στα περιθώρια της λεκάνης. Αυτή η απότομη διακοπή μάλλον είναι αποτέλεσμα ενός ρήγματος BBA- NNΔ διεύθυνσεως, το οποίο είχε ως αποτέλεσμα την μετάπτωση του ανατολικού τμήματος το οποίο διέκοψε έτσι την λεκάνη προς ΔΝΔ.

Τέλος, οι Ολοκαινικές χαλαρές αποθέσεις κροκάλων που αναπτύσσονται κυρίως στα βόρεια περιθώρια της λεκάνης προς τα μάρμαρα ίσως είναι αποτέλεσμα έντονης χημικής αποσάθρωσης που αντιπροσωπεύει θερμή περίοδο.



Εικ.3 Γεωλογικός χάρτης περιοχής (Φύλλο Y.G.M.E Ελευθερές)

2.2 ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

2.2.1 ΠΤΥΧΟΓΟΝΟΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Στις δύο πλευρές της λεκάνης, από την πλευρά του Παγγαίου και του Συμβόλου, υπάρχουν πτυχές από κάμψη και πτυχές από διάτμηση με διάφορο μήκος κύματος (Flick, Guade, Stache, Wellmer, F.W. 1972) και που είναι προσιτές στην παρατήρηση. Από τις πτυχές αυτές εξάγονται συμπεράσματα για ολόκληρη την πτυχωσιγενή κατασκευή της περιοχής διότι σε ολόκληρο το μήκος της λεκάνης παρατηρήθηκαν αντίστοιχες πτυχές. Μια αξιόλογη περίπτωση πτυχών, από διαδοχικές όρθιες, ισομεγέθεις πτυχές κάμψεως παρατηρείται στα μάρμαρα BA του χωριού Πλατανότοπος. Οι άξονες των πτυχών αυτών είναι παράλληλοι μεταξύ τους με διεύθυνση 60 μοίρες και μικρή βύθιση. Τέτοιες πτυχές BA- NΔ διεύθυνσεως παρατηρούνται γενικά

στα μεταμορφωμένα της Ροδοπικής μάζας ανατολικά της Στρυμονικής γραμμής. Όμως, πολύ πιο συχνά καθ' όλο το μήκος του νότιου Παγγαίου και του βόριου Συμβόλου, παρατηρούνται ισοκλινείς, συνήθως κεκλιμένες πτυχές κάμψεως με μήκος κύματος που κυμαίνεται μέχρι 150 μέτρα, οι οποίες έχουν διεύθυνση ΒΔ- ΝΑ και νοτιοανατολική κλίση 20 μοίρες. Όλα τα παραπάνω φανερώνουν την ύπαρξη δύο παραμορφωτικών τάσεων. Η μία με διεύθυνση ΒΔ- ΝΑ εμφανίζεται πολύ πιο συχνά αλλά σε μικρότερες πτυχές και είναι νεότερη από αυτήν που είναι ΒΑ- ΝΔ διεύθυνσης και εμφανίζεται σε μακροπτυχές αλλά πολύ πιο σπάνια.

2.2.2 ΡΗΞΙΓΕΝΗΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Η δημιουργία της Πιέριας λεκάνης ερμηνεύεται με τις ρήξεις που παρατηρούνται στην περιοχή μέσω του συσχετισμού των φάσεων πτύχωσης.

2.2.2.1 ΚΑΤΑΤΜΗΣΕΙΣ

Σύμφωνα με ροδοδιαγράμματα των κατατμήσεων του μεταμορφωμένου συστήματος της περιοχής διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν δύο κύρια σύνολα κατατμήσεων.

Το πρώτο σύνολο κατατμήσεων έχει ΒΑ- ΝΔ διεύθυνση (30- 210) και το δεύτερο ΒΔ- ΝΑ διεύθυνση (130-310 και 140- 320). Η διεύθυνση του δεύτερου αυτού συνόλου ταυτίζεται με τη γενική διεύθυνση των αξόνων β2 τεκτονικών στοιχείων, που παρατηρείται και σε όλο το μεταμορφωμένο σύστημα του Παγγαίου και του Συμβόλου. Σύμφωνα με τις παρατηρήσεις αυτές εξάγουμε συμπεράσματα για τις κατατμήσεις. Είναι επιμήκεις, παράλληλες στον άξονα β της β2 τεκτονικής και επομένως άμεσα συνδεδεμένες με την πτύχωση. Για το πρώτο σύνολο όμως δυσκολευόμαστε να βγάλουμε συμπέρασμα διότι παρουσιάζει δύο μέγιστα. Γενικά όμως μπορούμε να πούμε ότι πρόκειται για δύο συστήματα κατμήσεων που διευθύνονται παράλληλα με τους άξονες β1 και β2 τεκτονικών δομών. Το ένα με τη ΒΑ- ΝΔ διεύθυνση συνδέεται με την πρώτη φάση πτυχώσεων και το δεύτερο με ΒΔ- ΝΑ διεύθυνση με τη δεύτερη φάση. Όσο για τις ενδιάμεσες διευθύνσεις θεωρούνται αποτελέσματα μεταβλητών δράσεων.

2.2.2.2 ΡΗΓΜΑΤΑ

Παρά το γεγονός ότι ολόκληρο το μεταμορφωμένο σύστημα της Πιέριας λεκάνης κατανέμεται πλήρως στις διευθύνσεις β1 και β2 των τεκτονικών δομών και την έντονη πτύχωση, τα μεγάλα ρήγματα σπανίζουν στην περιοχή. Μία εσωτερική εφίπλευση στο κρυσταλλοσχιστώδες με διεύθυνση 60 μοίρες και μήκος λίγο παραπάνω από 6 χιλιόμετρα διακόπτει το αντίκλινο Παγγαίου Συμβόλου, ενώ κάποια ρήγματα με ΒΑ διεύθυνση συναντώνται στις βάσεις των δύο οροσειρών. Επίσης, παρατηρώντας την μορφολογία της περιοχής και τις μεταβολές της ασυνέχειας των πετρωμάτων συναντούμε ρήγματα με ΒΔ- ΝΑ διεύθυνση (ΒΑ των Δωματίων) όπως επίσης και σε άλλες περιοχές του Παγγαίου και του Συμβόλου. Τα παραπάνω ρήγματα το πιθανότερο να



συνδέονται με τη δημιουργία του Αιγαίου και άρα χρονολογούνται μεταξύ Πλειόκαινου και Πλειστοκαινού.

3. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

3.1 ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Στα πλαίσια της παρουσίασης των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών της παράκτιας περιοχής των Λουτρών Ελευθερών και συγκεκριμένα στο σημείο εκβολής του χειμάρρου, που είναι υπεύθυνος για την μεταφορά των τοπικών υλικών, θα αναλυθούν κάποια γενικά χαρακτηριστικά των παράκτιων περιβαλλόντων.

Ακτή ονομάζουμε τη ζώνη γύρω από το όριο επαφής ξηράς θάλασσας η οποία περιλαμβάνει κάθε τύπο ορίου με απόκρημνο ή χαμηλό προφίλ, με βραχώδη ή χαλαρά υλικά. Το πλάτος της παράκτιας ζώνης φτάνει ως εκεί που επιδρούν οι ενεργές παράκτιες διεργασίες σε περιόδους έντονων φαινομένων. Παράκτιες διεργασίες δεν είναι μόνο η δράση των κυμάτων αλλά και η αιολική δράση που μεταφέρει μεγάλες ποσότητες παράκτιας άμμου και σχηματίζει θίνες. Σε πολλές περιπτώσεις πίσω από τις θίνες βρίσκεται μια ζώνη με λαγγούνες και έλη. Σε αυτές τις περιπτώσεις ολόκληρο το σύστημα ανήκει στην παράκτια ζώνη.

Παραλία ονομάζουμε την ακτή που αποτελείται από άμμο και κροκάλες και αποτελεί ένα δυναμικά μεταβαλλόμενο περιβάλλον. (Αλμπανάκης 2004-05)

3.1.1 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΑΡΑΚΤΙΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

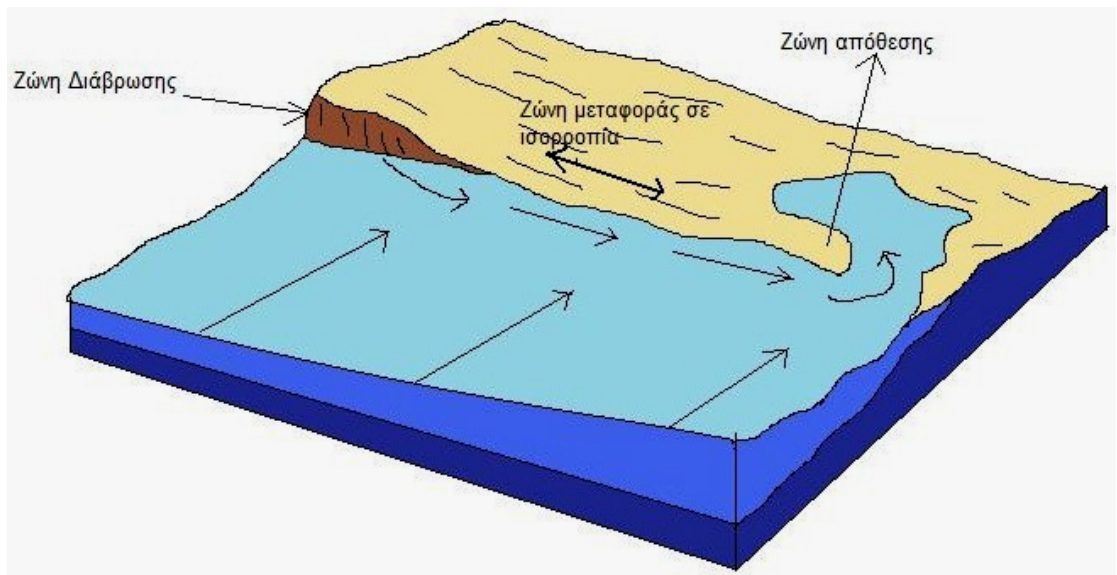
Η κυριότερη διεργασία που δημιουργεί όλα τα μορφοδυναμικά χαρακτηριστικά μιας παραλίας είναι η **παράκτια στερεομεταφορά** και αναφέρεται στην φαινομενική ροή της παράκτιας άμμου προς μία κατεύθυνση κατά μήκος της ακτής.

Ζώνη Παλινδρόμησης: Είναι ο χώρος όπου τα κύματα πλησιάζουν μια ευθύγραμμη παραλία με γωνία πρόσπτωσης που μεταβάλλεται με τη διάθλαση και τείνει να γίνει κάθετη στην παραλία και προσπίπτει στην παραλία. Το κύμα που φτάνει στα αβαθή παθαίνει θραύση, προσπερνάει την παράκτια άμμο μπροστά από τη θάλασσα και επιστρέφει λόγω της βαρύτητας κάθετα προς την ακτή. Έτσι μεταφέρονται τελικά οι κόκκοι της άμμου στην ακτή. Το πλάτος της ζώνης εξαρτάται από το μέγεθος του κυματισμού, την κλίση της παραλίας και την κοκκομετρία των υλικών της ακτής με τις παρακάτω σχέσεις: Αύξηση ύψους κύματος -> αύξηση πλάτους ζώνης παλινδρόμησης
Αύξηση μεγέθους υλικών ακτής -> μεγάλη κλίση ακτής -> ελάττωση του πλάτους της ζώνης παλινδρόμησης.

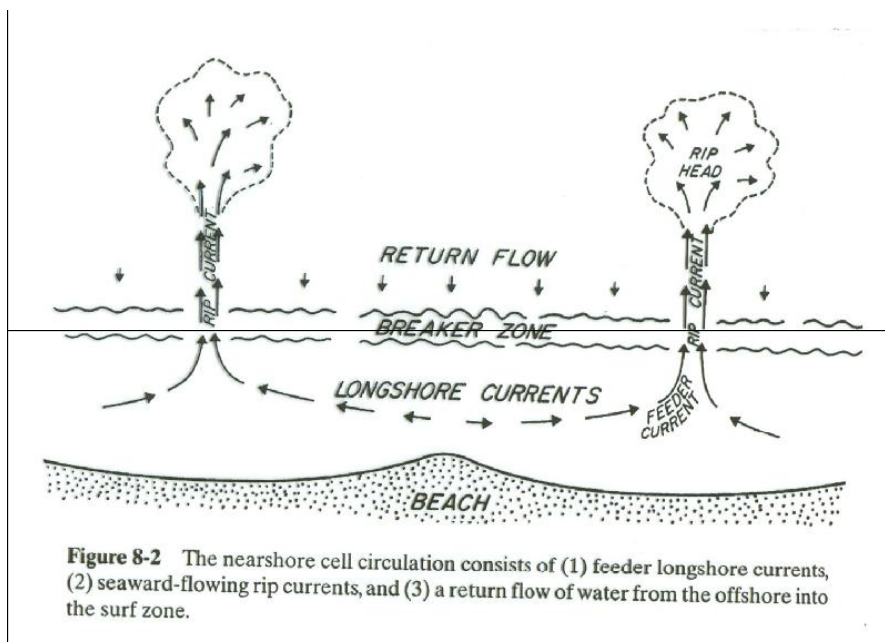
Σε κάθε επιμήκη ακτή που προσβάλλεται από κυματισμούς με συγκεκριμένη γωνία πρόσπτωσης σε επικρατούσα διεύθυνση μπορεί να παρατηρηθούν τρεις καταστάσεις κατά μήκος της ακτής:

- 1) Περιοχή διάβρωσης και σχηματισμού της παράκτιας αναβαθμίδας με κάθετο μέτωπο καθώς τα κύματα απομακρύνουν τα υλικά που διαβρώνονται από τη βάση της αναβαθμίδας.

- 2) Περιοχή ισοροπίας όπου η ποσότητα του υλικού που απομακρύνεται είναι ίση με αυτήν του υλικού που προστίθεται.
 3) Περιοχή απόθεσης υλικών επειδή δεν μπορούν να προωθηθούν περαιτέρω.



Εικ.4 Οι τρεις ζώνες κατά μήκος της ακτής (Αλμπανάκης 2004)



Εικ.5 Κυκλοφορία υλικών (Αλμπανάκης 2004)

3.1.1.1 Ισοζύγιο παράκτιων ιζημάτων

Είσοδος	Έξοδος
- Ποταμοί/ Χείμαρροι	- Πρόσκαιρη απομάκρυνση ιζημάτων
- Παράκτια διάβρωση	- Μόνιμη απομάκρυνση ιζημάτων στην κατώφεια και εξωτερική υφαλοκρηπίδα
- Αιολικές αποθέσεις	- Παγίδευση σε ποταμόκολπους και λιμνοθάλασσες
- Θαλάσσια ιζήματα	- Αιολική μεταφορά στα ενδότερα
- Ανθρώπινες παρεμβάσεις	- Ανθρώπινες παρεμβάσεις

3.1.1.2 Παράγοντες που επιδρούν στην ιζηματογένεση των ακτών

- **Τεκτονικό καθεστώς**
 - Στάθμη της θάλασσας
 - Ανάγλυφο
 - Τεκτονικές κινήσεις
- **Υδρογραφικό καθεστώς**
 - Κύματα
 - Παλίρροιες
 - Θύελλες
- **Παροχή Ιζήματος**

3.2 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΠΑΡΑΛΙΑΣ ΛΟΥΤΡΩΝ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ

Η περιοχή μελέτης αποτελεί μια χαρακτηριστική παραλία με χαμηλό γενικά προφίλ εκτός από τοπικές περιπτώσεις κατολισθήσεων και υλικά αμμώδη έως κροκάλες. Οι κατολισθήσεις προκλήθηκαν λόγω των διεργασιών για την κατασκευή της Εγνατίας οδού που διασχίζει την περιοχή. Οι διεργασίες αυτές κατακερμάτισαν τα πετρώματα και με τη συμμετοχή του νερού προκλήθηκαν κατολισθήσεις με βράχια που κάλυψαν διάφορα σημεία της παραλίας κάνοντας τη δύσβατη και η προσέλευση γίνεται μόνο από πάνω. Πρόκειται για ένα τμήμα μήκους 1500μ που οριοθετείται δεξιά και αριστερά από κατολισθήσεις ενώ ένας χείμαρρος διασχίζει την περιοχή και την χωρίζει σε ένα τμήμα 500μ και σε ένα 1000μ.



Εικ.6 Περιοχή κατολίσθησης



Εικ.7 Περιοχή κατολίσθησης

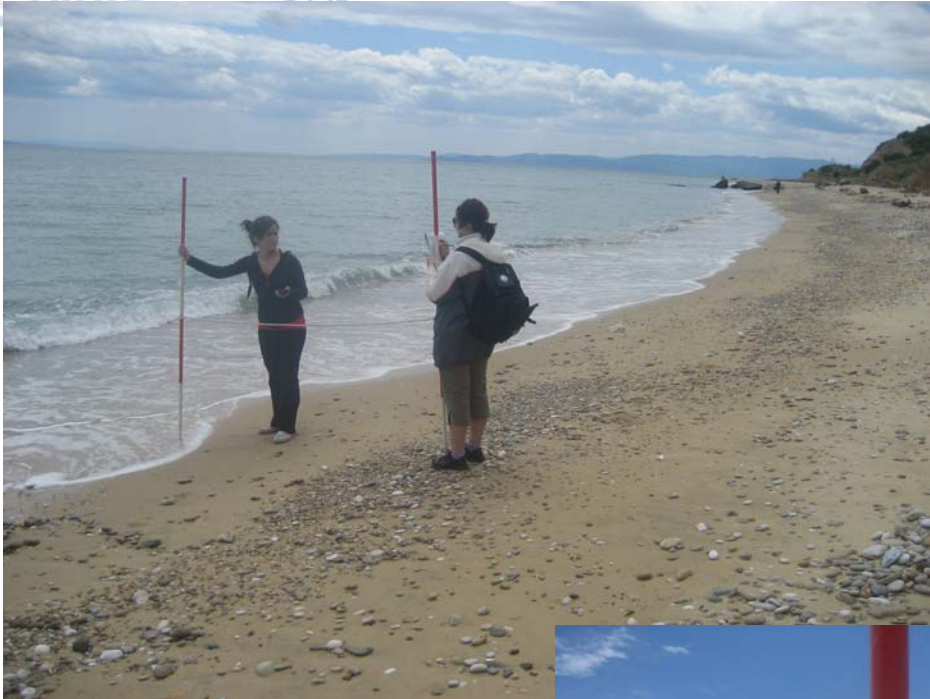


Εικ.8 Εκβολή χειμάρρου στην θάλασσα

3.2.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΦΙΛ

Παράλληλα με τη δειγματοληψία έγινε και η πραγματοποίηση των μορφολογικών προφίλ της υπό μελέτη ακτής, προκειμένου να μελετηθούν οι μορφολογικές διακυμάνσεις του μετώπου της παραλίας. Χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του Komar, η οποία βασίζεται στις λεγόμενες “δοκούς Emery”. Οι δοκοί είναι συνδεδεμένοι με ένα σχοινί μήκους δύο μέτρων, το οποίο αποτελεί και το βήμα της μεθόδου για την κατασκευή του προφίλ. Οι δοκοί είναι αριθμημένοι με μέτρο με αρχή την κορυφή τους. Παρακάτω δίνεται σχηματική απεικόνιση μέτρησης του μορφολογικού προφίλ.

Εικ.9 Χρήση μεθόδου δοκού (Komar)



Εικ.10 Δοκός Emery

3.2.2 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΤΟΜΕΣ

3.2.2.1 Μορφολογικές τομές από το τμήμα της παραλίας ανατολικά της εκβολής του χειμάρρου



Εικ.11 Τμήμα παραλίας ανατολικά του χειμάρρου





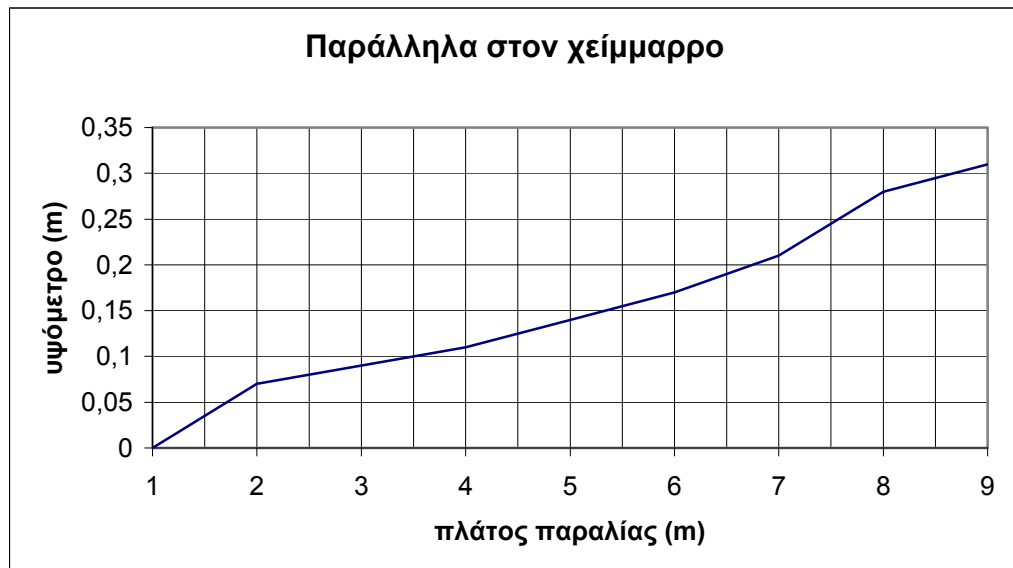




3.2.2.2 Μορφολογικές τομές από το τμήμα της παραλίας δυτικά της εκβολής του χειμάρρου



Εικ. 12 Τμήμα παραλίας δυτικά του χειμάρρου









4. ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

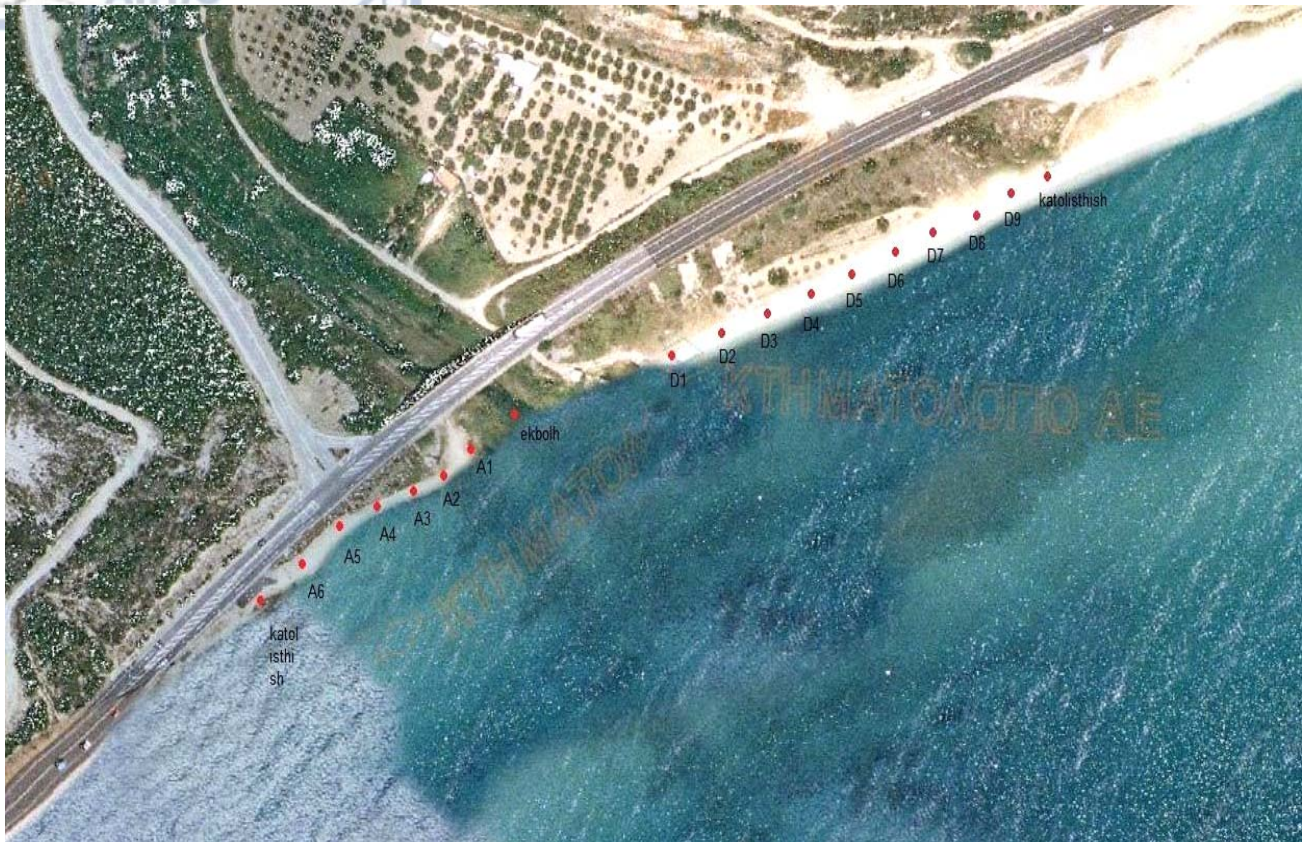
4.1 Ταξινόμηση Ιζημάτων

Τα ιζήματα ταξινομούνται με διάφορους τρόπους κατά μήκος της παραλίας. Οι πλέον σημαντικοί παράμετροι ταξινόμησης είναι το μέγεθος και το σχήμα. Οι μεγαλύτεροι κόκκοι βρίσκονται συνήθως στην περιοχή με τη μεγαλύτερη ενέργεια (επιμήκης ύφαλος). Το μέγεθος ελαττώνεται τόσο προς τα βαθύτερα όσο και στα ρηχότερα. Η ταξινόμηση κατά μήκος της παραλίας είναι αποτέλεσμα ιζηματομεταφοράς. Έτσι, αν το αρχικό ίζημα είναι μικτό, η κατά μήκος μεταφορά θα μετέφερε τα λεπτόκκοκα και θα άφηνε πίσω υπολειμματική απόθεση χονδρόκοκκων ιζημάτων. Όμως, η διεργασία αυτή δεν είναι τόσο απλή. Τα χονδρόκοκα ιζήματα ταξινομούνται επίσης σύμφωνα με το σχήμα τους ιδιαίτερα κατά πλάτος της παραλίας, όπου υπάρχει ζωνοποίηση με τους σφαιρικούς χάλικες να βρίσκονται χαμηλότερα και τους δισκοειδείς στο ανώτερο σημείο της παραλίας.

4.2 Δειγματοληψία

Η λήψη 15 δειγμάτων από την παραλία των Λουτρών Ελευθερών έγινε το Μάιο του 2010 από τη ζώνη θραύσης των κυμάτων, ενώ στην περιοχή επικρατούσαν συνθήκες νηνεμίας. Το πρώτο δείγμα (Α1) που πάρθηκε από την ανατολική πλευρά της εκβολής του χειμάρρου ήταν στο σημείο με συντεταγμένες (N 40 43,623 - E 024 06,012) και το τελευταίο δείγμα στο σημείο (Α6) με συντεταγμένες (N 40 43,510 - E 024 05,798). Από την δυτική πλευρά της εκβολής του χειμάρρου το πρώτο δείγμα πάρθηκε από το σημείο (Δ1) (N 40 43,626 - E024 06,055) και το τελευταίο από το σημείο (Δ9) (N 40

44,458 -Ε 025 06,012). Τα σημεία δειγματοληψίας φαίνονται στον παρακάτω χάρτη της περιοχής από το κτηματολόγιο.



Εικ.13 Παραλία Λουτρών Ελευθερών και σημεία δειγματοληψίας (Κτηματολόγιο)



Εικ.14 Σημείο Δειγματοληψίας

4.3 Μεθοδολογία κοκκομετρικής ανάλυσης

Το δείγμα αποτελείται από αδρόκοκα και χονδρόκοκκο υλικά στεγνά, χωρίς ξένα σώματα. Το υλικό που τοποθετείται στο κόσκινο, χωρίζεται από το υπόλοιπο δείγμα με τη μέθοδο του σταυρού. Ζυγίζονται 110 gr σε ζυγαριά ακριβείας, τα οποία στη συνέχεια τοποθετούνται στο πρώτο κόσκινο με διάμετρο πλέγματος 2mm. Η σειρά από τα επτά κόσκινα τοποθετείται στη συσκευή δόνησης για δέκα λεπτά όπου και γίνεται ο διαχωρισμός του υλικού.

Το υλικό από κάθε κόσκινο ζυγίζεται και σημειώνεται το βάρος του δίπλα από το αντίστοιχο μέγεθος .

Εικ.15 Ηλεκτρονική Ζυγαριά



Εικ.16 Συσκευή κοσκινίσματος

4.3.1 Σφαιρικότητα – Στρογγυλότητα

Στη συνέχεια έγινε μέτρηση σφαιρικότητας και στρογγυλότητας των κόκκων άμμου των δειγμάτων στο στερεοσκοπικό μικροσκόπιο . Από κάθε δείγμα που κοσκινίστηκε , εξετάστηκε η στρογγυλότητα και η σφαιρικότητα του υλικού κάθε κόσκινου χωριστά. Οι κόκκοι που παρατηρούνται είναι κυρίως χαλαζιακοί με διάμετρο περίπου 1mm.

Για τις μετρήσεις αυτές χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των Krumbein και Sloss , η οποία βασίζεται στον οπτικό υπολογισμό της σφαιρικότητας και της στρογγυλότητας όπως προκύπτει από την σύγκριση των κόκκων με πρότυπα από ένα διάγραμμα κόκκων ορισμένων τιμών των μεγεθών αυτών.

Μετριοούνται 25 κόκκοι από κάθε δείγμα και οι τιμές καταγράφονται σε σχεδιάγραμμα με τετράγωνα χωρισμένα στη μέση με διαγώνιο, όπου πάνω αριστερά σημειώνεται η σφαιρικότητα και κάτω δεξιά η στρογγυλότητα.

Από τις μέσες τιμές που προκύπτουν για κάθε δείγμα, μπορούμε να χαρακτηρίσουμε τους κόκκους άμμου με βάση ειδικούς πίνακες (Pettijohn 1949, Powers 1953, Folk 195)

Παρότι οι μετρήσεις δε είναι ασφαλείς για να βγάλουμε απόλυτα συμπεράσματα, εάν συνδυαστούν με παραμέτρους της γραφικής μεθόδου (π.χ. μέγεθος) μπορούν να μας παρέχουν σημαντικές πληροφορίες.



Εικ. 17 Μικροσκόπιο

4.4 Πίνακες με τα στοιχεία των δειγμάτων

Δείγμα Δ1

Μέγεθος Φ	Βάρος (gr)	% βάρος	Αθρ. % βάρος
-2	5,893	5,372	5,372
-1	16,823	15,335	20,707
0	40,5	36,919	57,626
1	42,45	38,696	96,322
2	4,035	3,678	100,000
3	0	0,000	0
4	0	0,000	0
	109,701	100	

Πίνακας 1.1

Δείγμα Δ2

Μέγεθος Φ	Βάρος (gr)	% βάρος	Αθρ. % βάρος
-2	12,498	11,278	11,278
-1	36,65	33,071	44,349
0	36,175	32,642	76,991
1	15,955	14,397	91,388
2	8,354	7,538	98,927
3	0,55	0,496	99,423
4	0,64	0,578	100,000
	110,822	100,000	

Πίνακας 1.2

Δείγμα Δ3

Μέγεθος Φ	Βάρος (gr)	% βάρος	Αθρ. % βάρος
-2	2,422	2,190	2,190
-1	6,513	5,889	8,079
0	86,25	77,987	86,065
1	12,75	11,528	97,594
2	2,146	1,940	99,534
3	0,403	0,364	99,899
4	0,112	0,101	100,000
	110,596	100	

Πίνακας 1.3

Δείγμα Δ4

Κροκάλες	Άξονας A (cm)	Άξονας B (cm)	Άξονας C (cm)
K1	6,9	4,7	3,3
K2	5,4	3,8	1,7
K3	5,5	3,6	1,8
K4	3,6	2,6	1,3
K5	4,3	2,8	1,3
K6	4,1	2,4	2,1
K7	4,7	3,2	2
K8	3,4	2,5	1,3
K9	3,4	2,8	1,5

Πίνακας 1.4

$B/A = 0.69$ και $C/B = 0.56$ άρα σχήμα δισκοειδές κατά Zingg.



Εικ.18 Δείγμα Δ4

Δείγμα Δ5

Μέγεθος Φ	Βάρος (gr)	% βάρος	Αθρ. % βάρος
-2	0	0	0
-1	0,305	0,275	0,275
0	14,163	12,772	13,047
1	65,73	59,273	72,320
2	28,108	25,347	97,666
3	2,143	1,932	99,599
4	0,445	0,401	100
	110,894	100	

Πίνακας 1.5

Δείγμα Δ6

Μέγεθος Φ	Βάρος (gr)	% βάρος	Αθρ. % βάρος
-2	14,738	13,402	13,402
-1	21,503	19,553	32,955
0	56,21	51,113	84,068
1	17,19	15,631	99,699
2	0,331	0,301	100,000
3	0	0	0
4	0	0	0
	109,972	100	

Πίνακας 1.6

Δείγμα Δ7

Μέγεθος Φ	Βάρος (gr)	% βάρος	Αθρ. % βάρος
-2	0	0	0
-1	0,047	0,042	0,042
0	0,875	0,790	0,832
1	26,378	23,806	24,639
2	74,26	67,020	91,659
3	2,777	2,506	94,165
4	6,465	5,835	100,000
	110,802	100	

Πίνακας 1.7

Δείγμα Δ8

Μέγεθος Φ	Βάρος (gr)	% βάρος	Αθρ. % βάρος
-2	9,397	8,545	8,545
-1	9,196	8,362	16,906
0	1,388	1,262	18,169
1	33,484	30,447	48,615
2	42,625	38,758	87,374
3	5,5209	5,020	92,394
4	8,365	7,606	100,000
	109,9759	100	

Πίνακας 1.8

Δείγμα Δ9

Μέγεθος Φ	Βάρος (gr)	% βάρος	Αθρ. % βάρος
-2	10,42	9,436	9,436
-1	24,61	22,286	31,723
0	67,78	61,380	93,103
1	5,908	5,350	98,453
2	1,708	1,547	100,000
3	0	0	0
4	0	0	0
	110,426	100	

Πίνακας 1.9

Δείγμα Α1

Μέγεθος Φ	Βάρος (gr)	% βάρος	Αθρ. % βάρος
-2	26,100	23,721	23,721
-1	33,890	30,801	54,522
0	31,338	28,482	83,004
1	15,296	13,902	96,906
2	3,404	3,094	100,000
3	0,000	0,000	100
4	0,000	0,000	100
	110,028	100,000	

Πίνακας 2.1

Δείγμα Α2

Μέγεθος Φ	Βάρος (gr)	% βάρος	Αθρ. % βάρος
-2	7,610	6,920	6,920
-1	13,194	11,998	18,918
0	19,317	17,565	36,483
1	57,140	51,959	88,442
2	12,102	11,005	99,446
3	0,001	0,001	99,447
4	0,608	0,553	100,000
	110	100,000	

Πίνακας 2.2

Δείγμα Α3

Μέγεθος Φ	Βάρος (gr)	% βάρος	Αθρ. % βάρος
-2	0,000	0	0
-1	0,615	0,560	0,560
0	34,797	31,679	32,239
1	52,380	47,687	79,926
2	20,638	18,789	98,715
3	0,947	0,862	99,578
4	0,464	0,422	100,000
	109,841	100	

Πίνακας 2.3



Δείγμα Α4

Μέγεθος Φ	Βάρος (gr)	% βάρος	Αθρ. % βάρος
-2	54,68	49,910	49,910
-1	23,68	21,614	71,524
0	8,067	7,363	78,888
1	9,896	9,033	87,920
2	12,379	11,299	99,220
3	0,543	0,496	99,715
4	0,312	0,285	100,000
	109,557	100	

Πίνακας 2.4

Δείγμα Α5

Μέγεθος Φ	Βάρος (gr)	% βάρος	Αθρ. % βάρος
-2	30,400	27,702	27,702
-1	79,180	72,153	99,855
0	0,159	0,145	100,000
1	0,000	0	100
2	0,000	0	100
3	0,000	0	100
4	0,000	0	100
	109,739	100	

Πίνακας 2.5

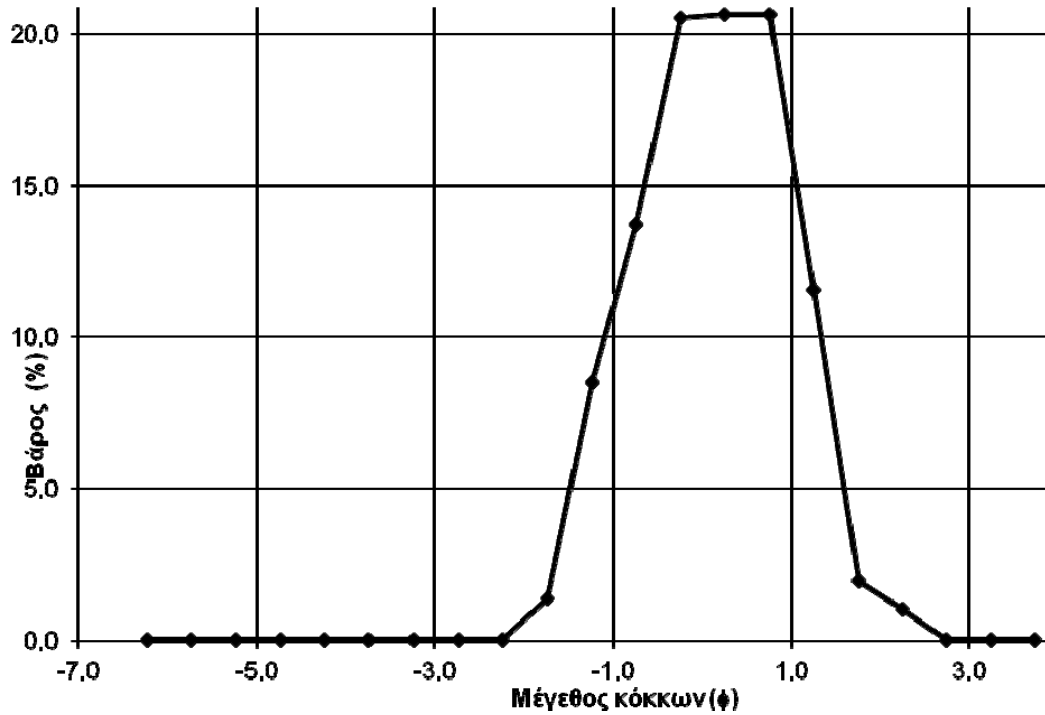
Δείγμα Α6

Μέγεθος Φ	Βάρος (gr)	% βάρος	Αθρ. % βάρος
-2	0,000	0	0
-1	0,086	0,078	0,078
0	1,132	1,030	1,109
1	59,640	54,289	55,397
2	46,410	42,246	97,643
3	1,243	1,131	98,775
4	1,346	1,225	100,000
	109,857	100	

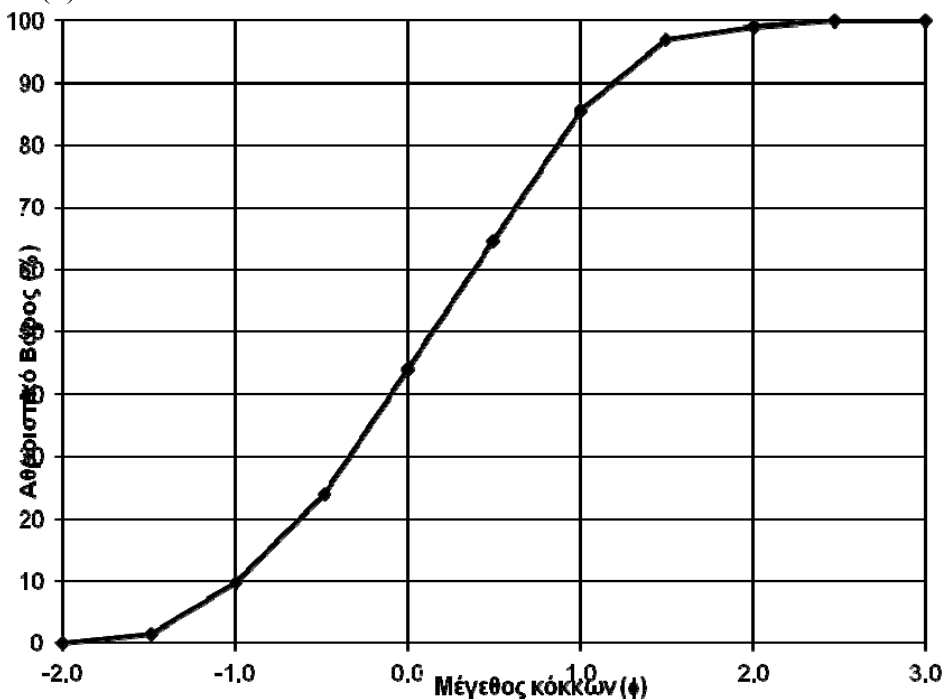
Πίνακας 2.6

4.4.2 Καμπύλες Συχνότητας (1) και Λογαριθμικές καμπύλες συχνότητας
 Α. (2) για κάθε δείγμα.

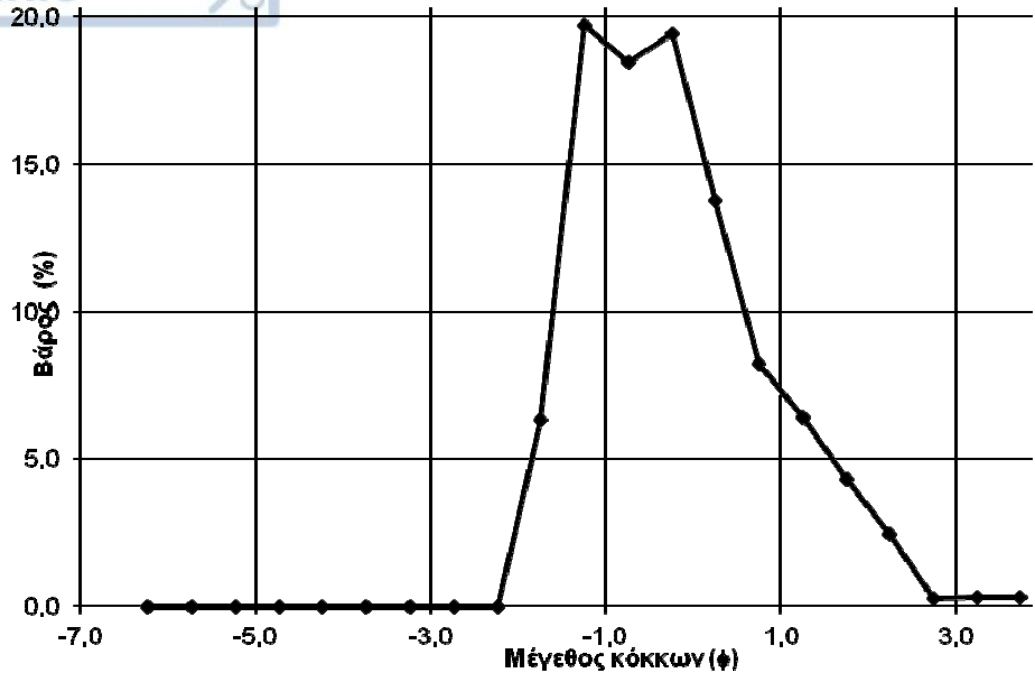
Δ1 (1)



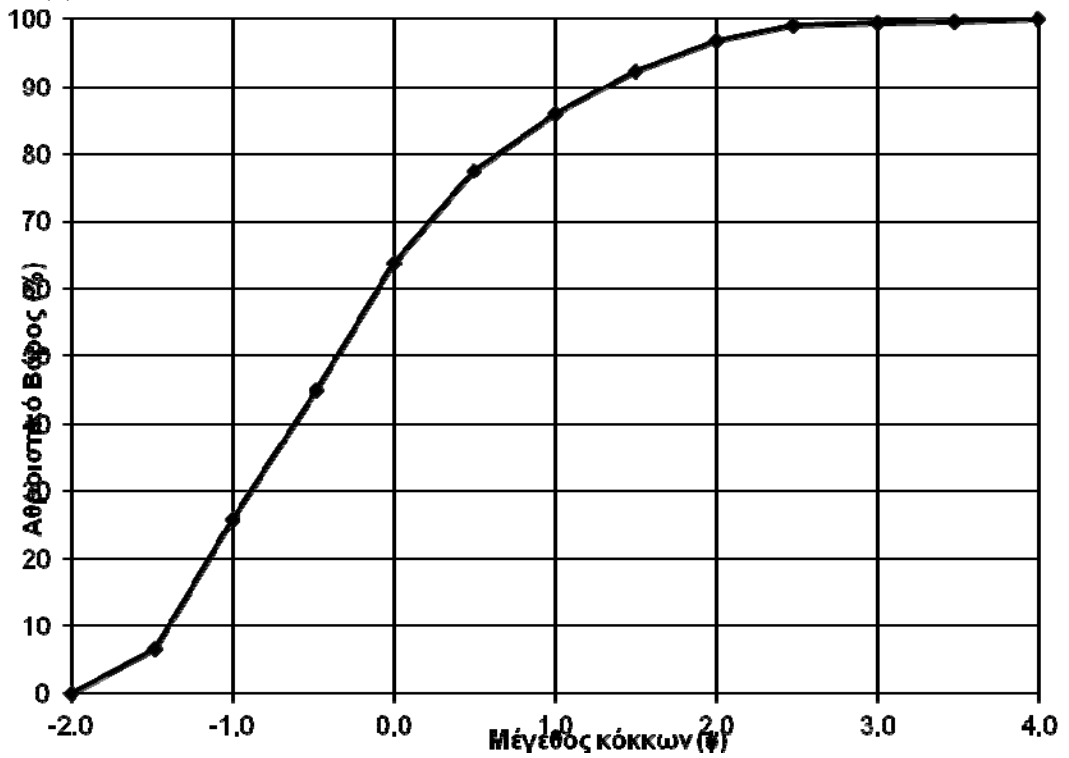
Δ1 (2)



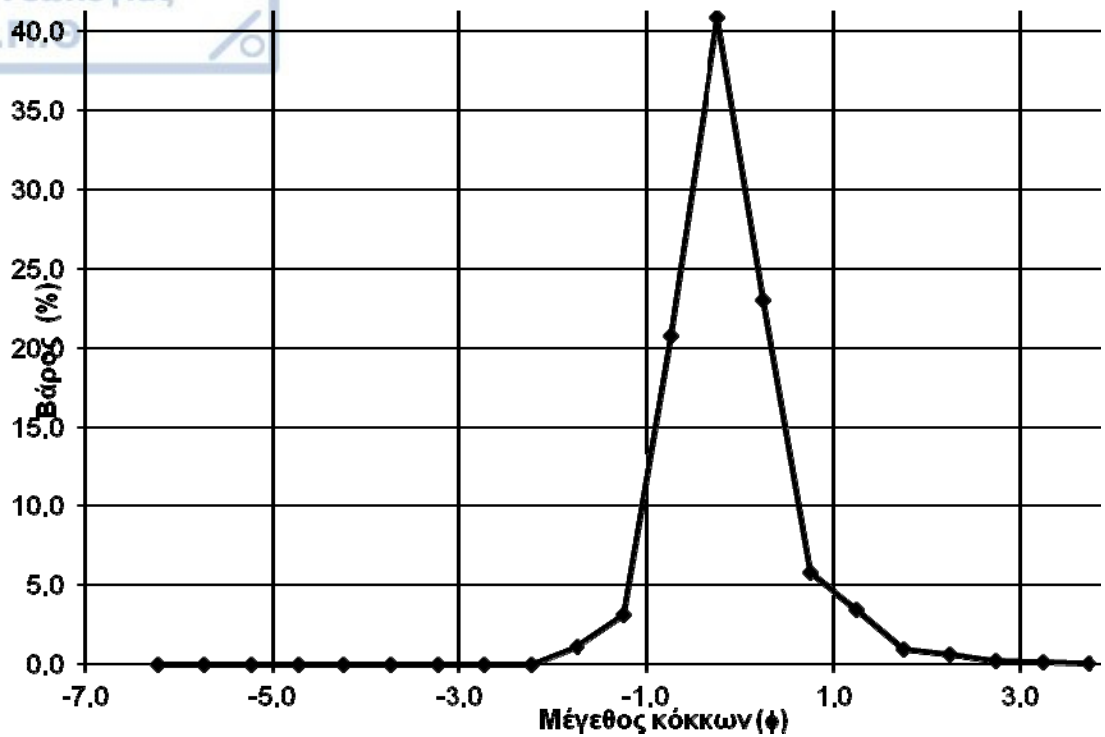
Δ2 (1)



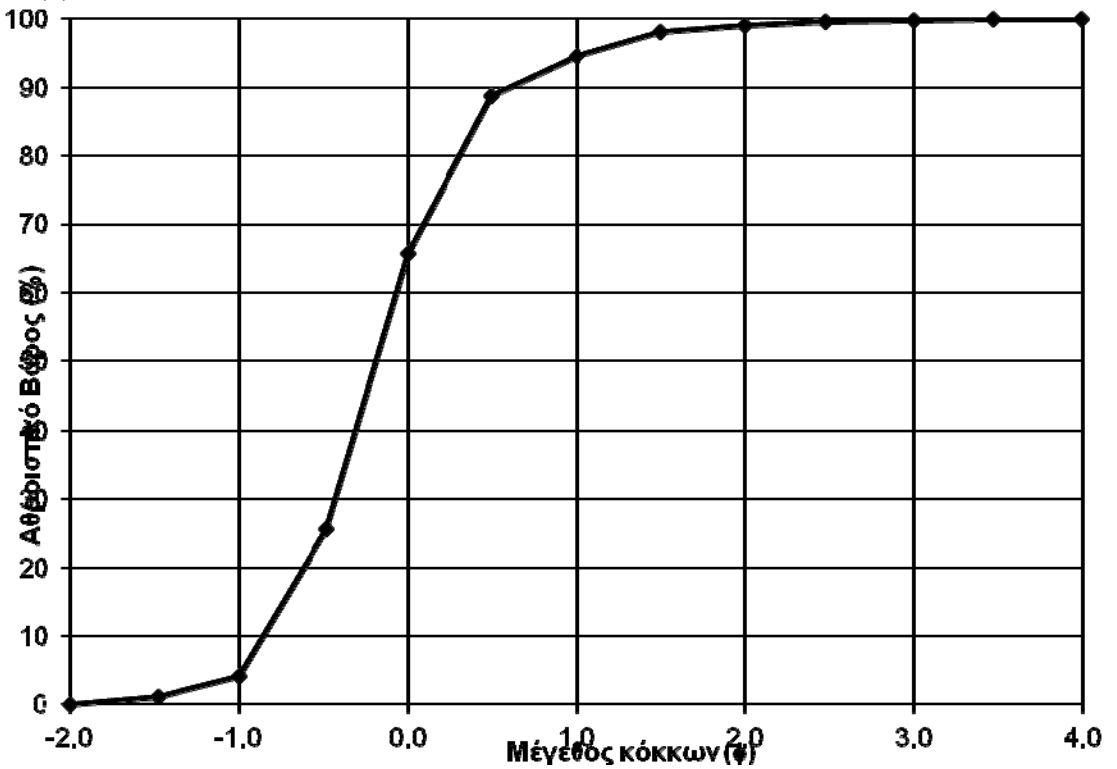
Δ2 (2)



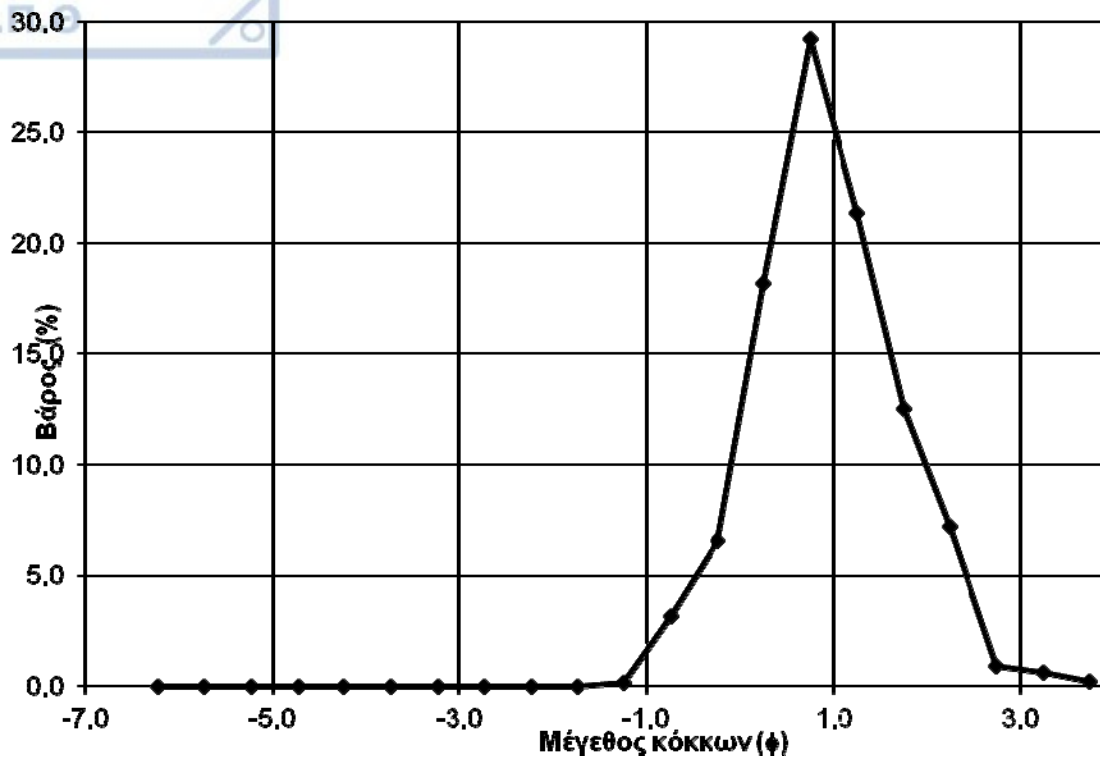
Δ3 (1)



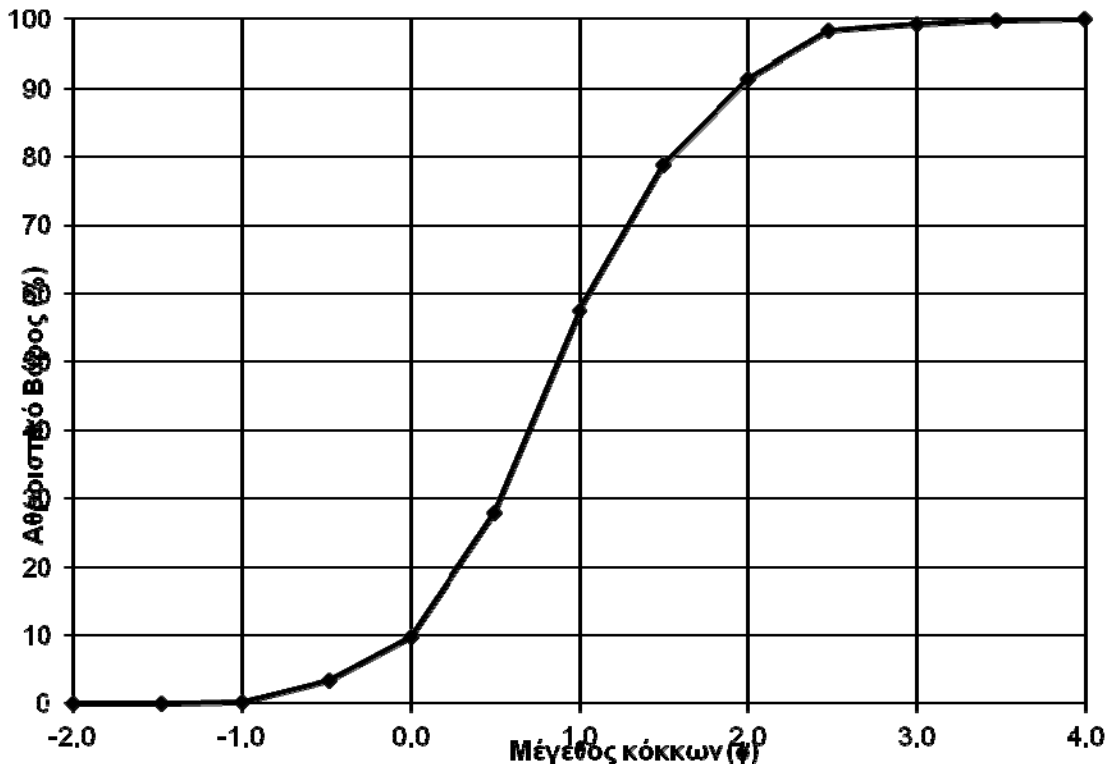
Δ3 (2)

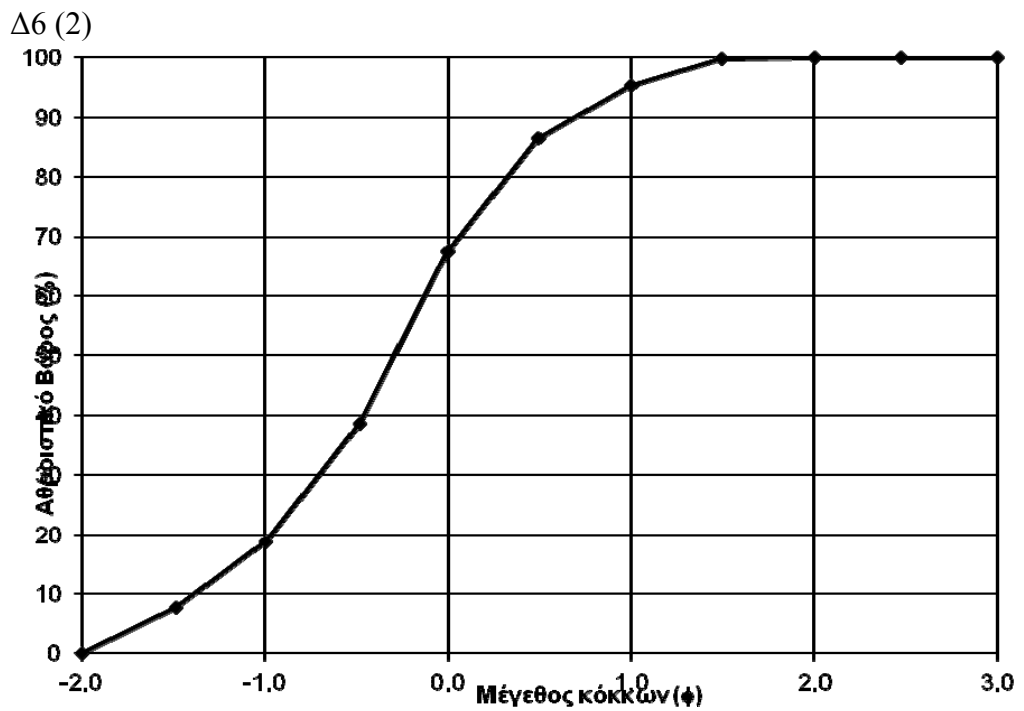
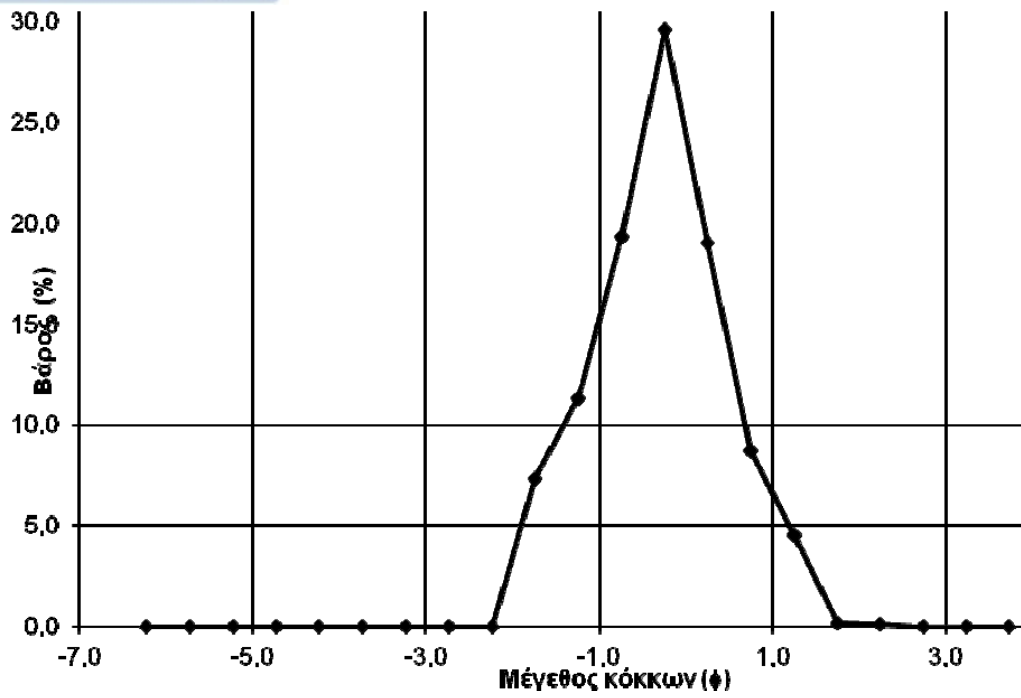


Δ5 (1)

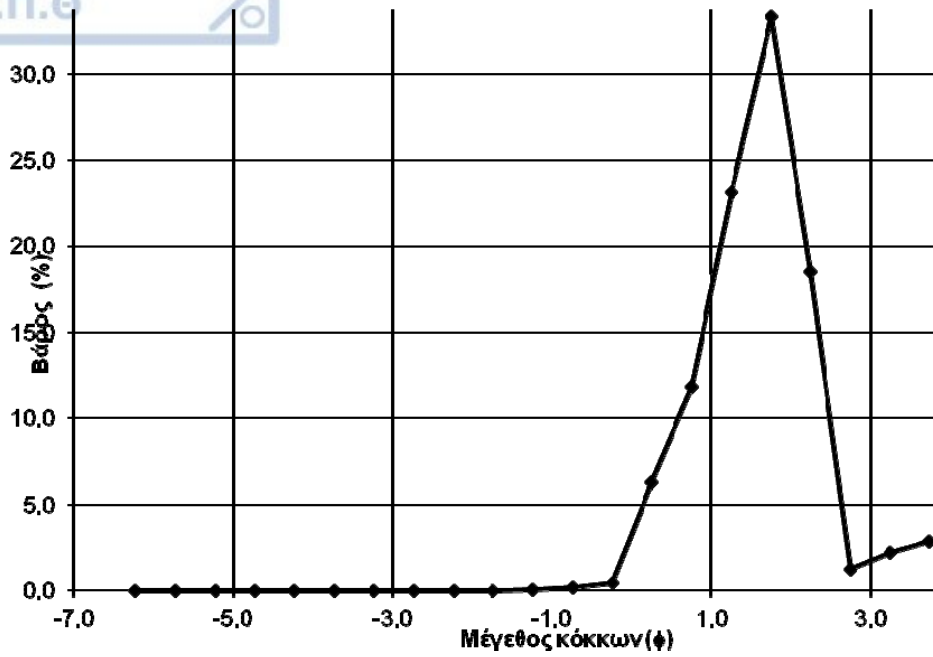


Δ5 (2)

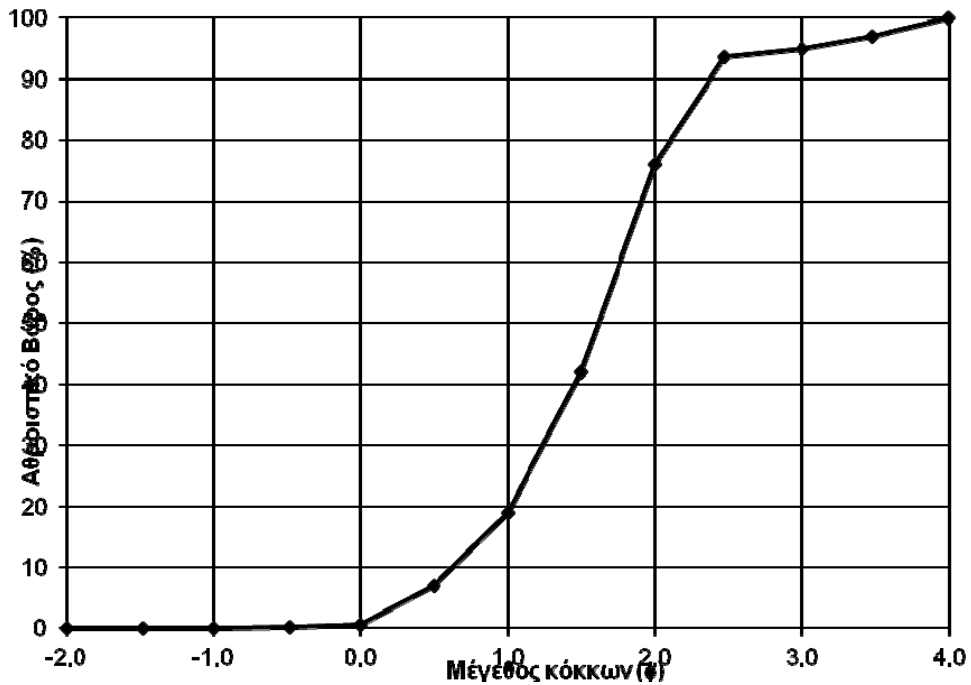


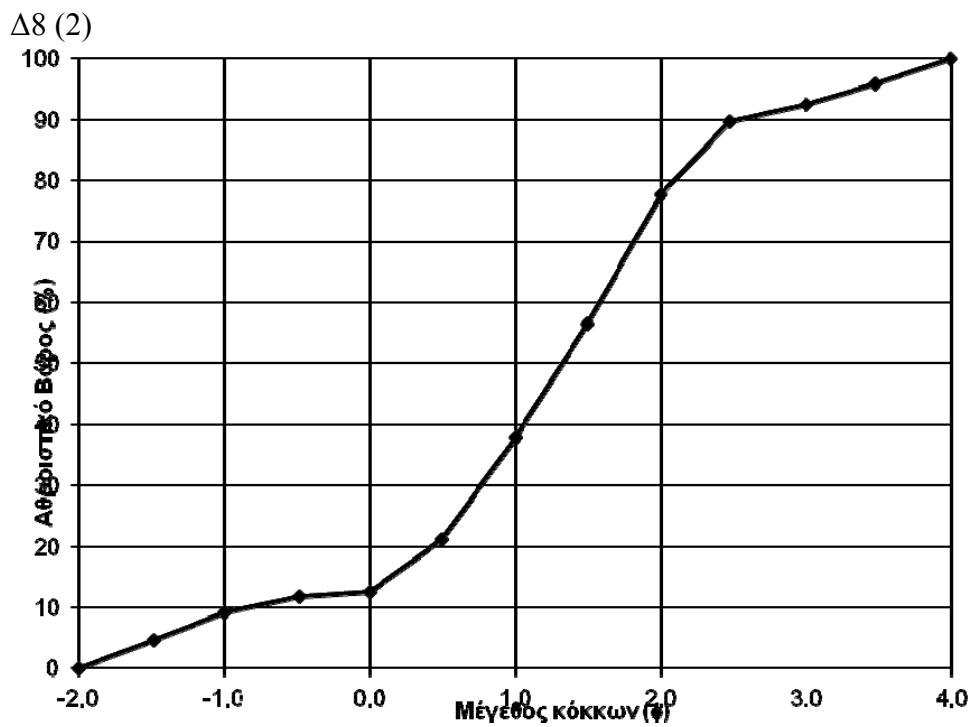
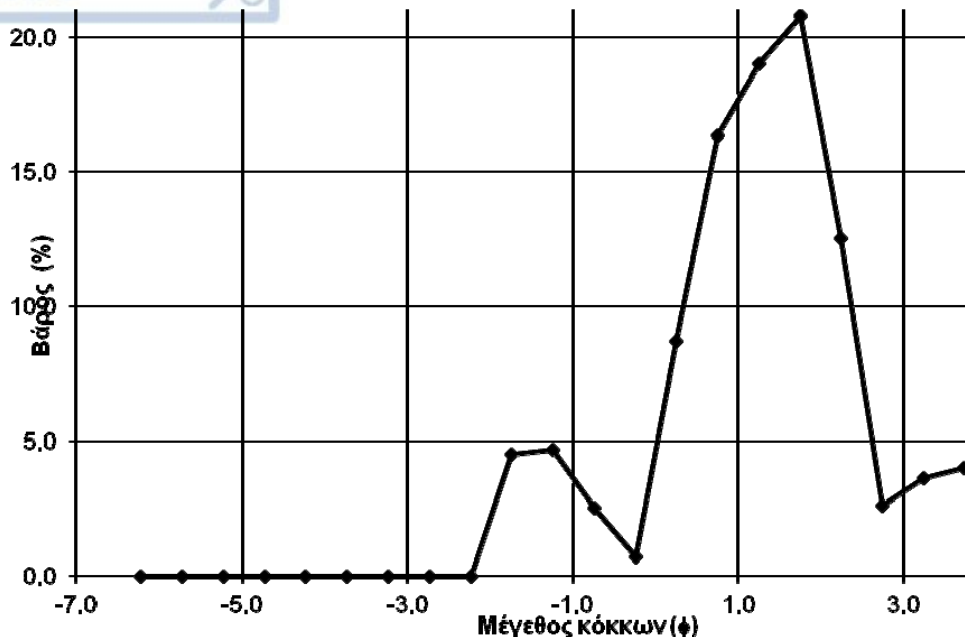


Δ7 (1)

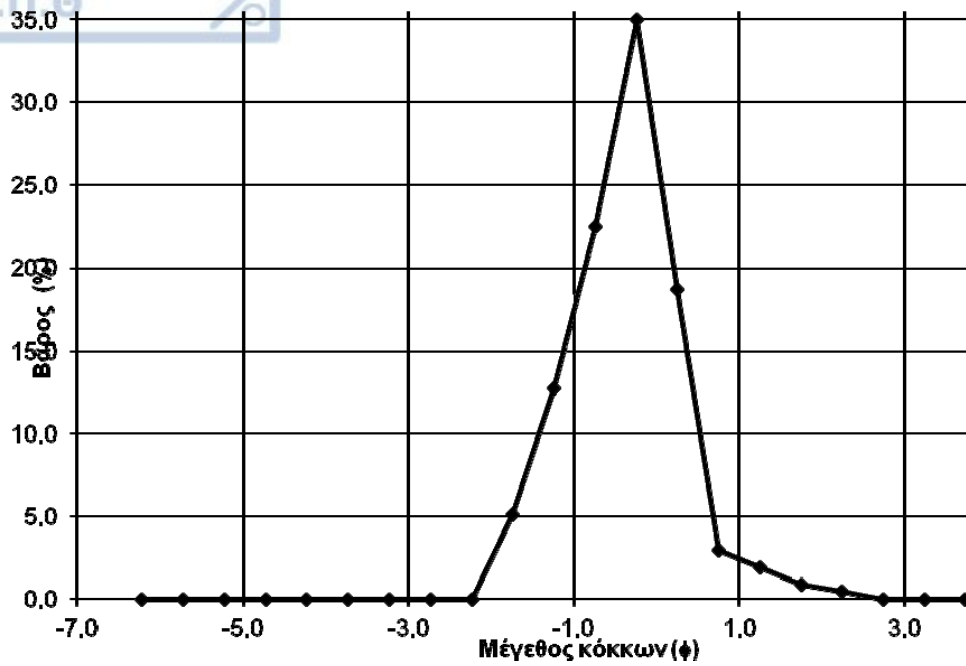


Δ7 (2)

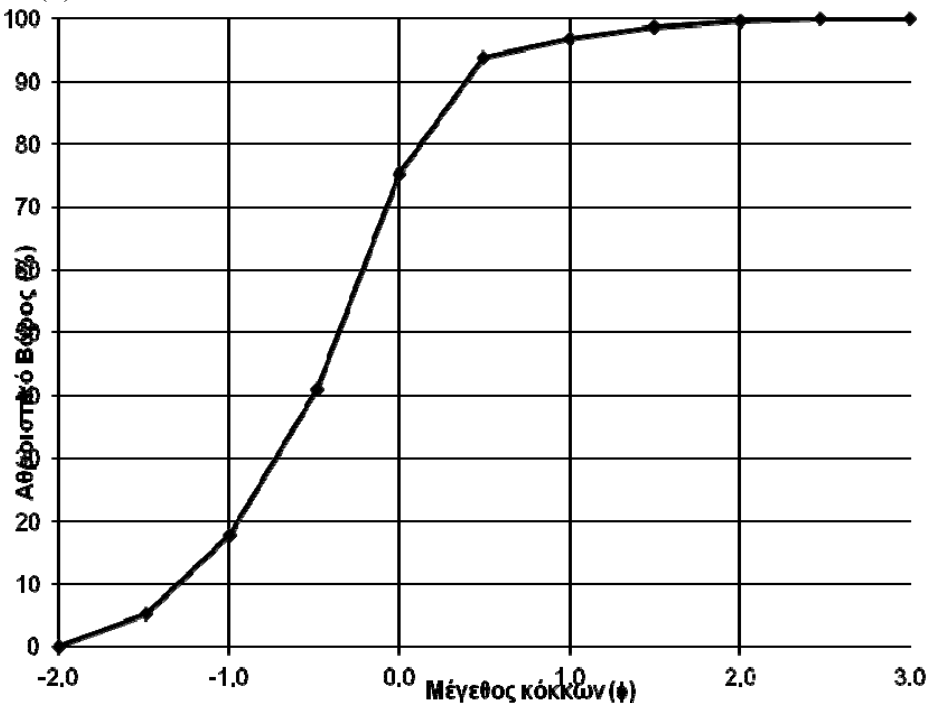




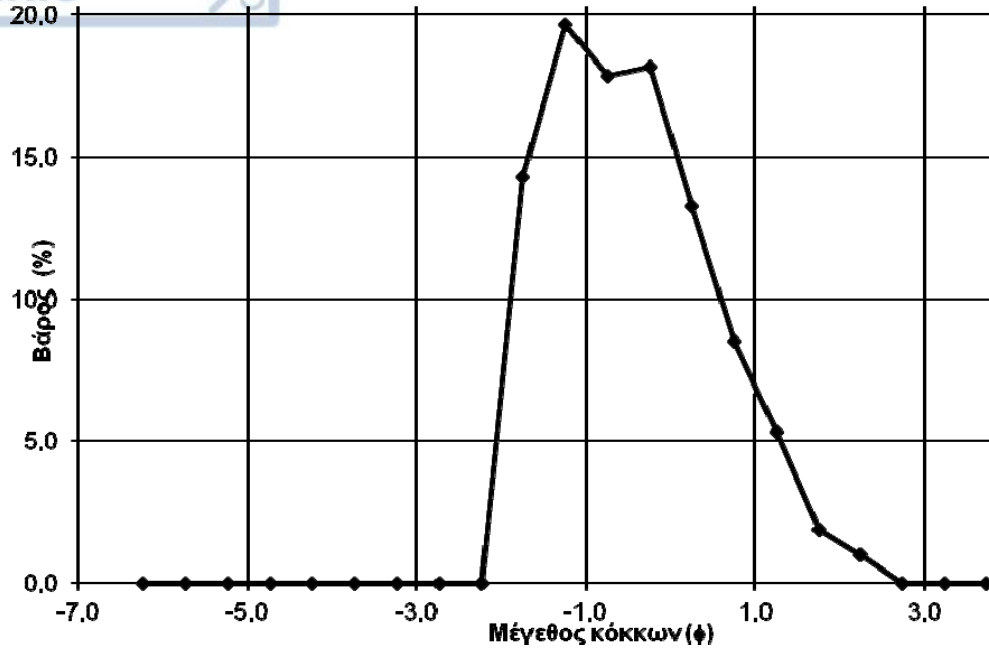
Δ9 (1)



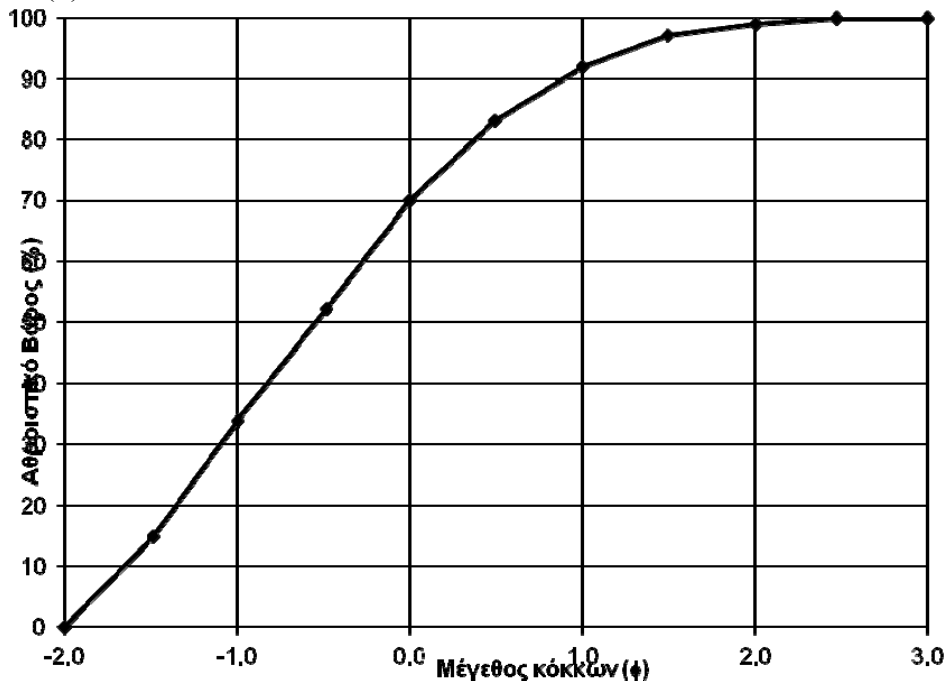
Δ9 (2)



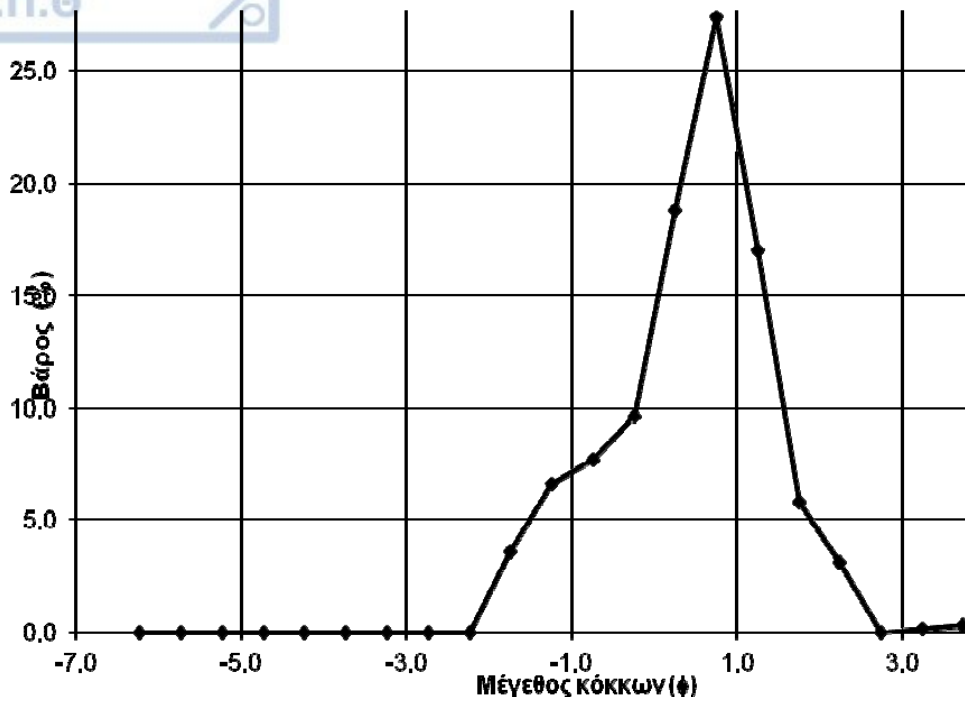
Α1 (1)



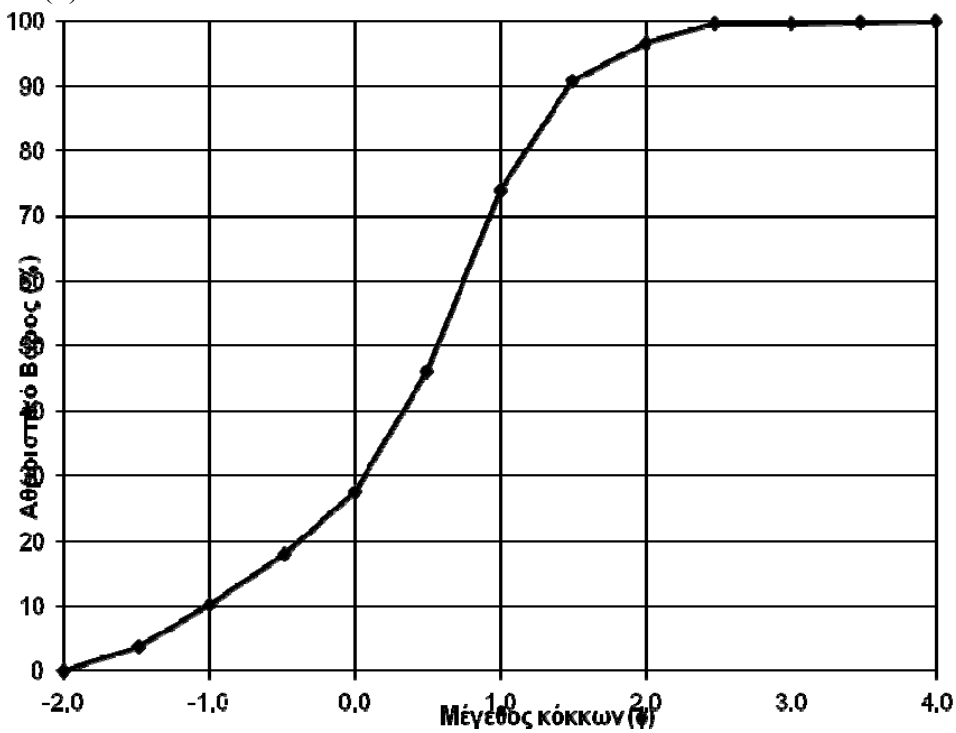
Α1 (2)



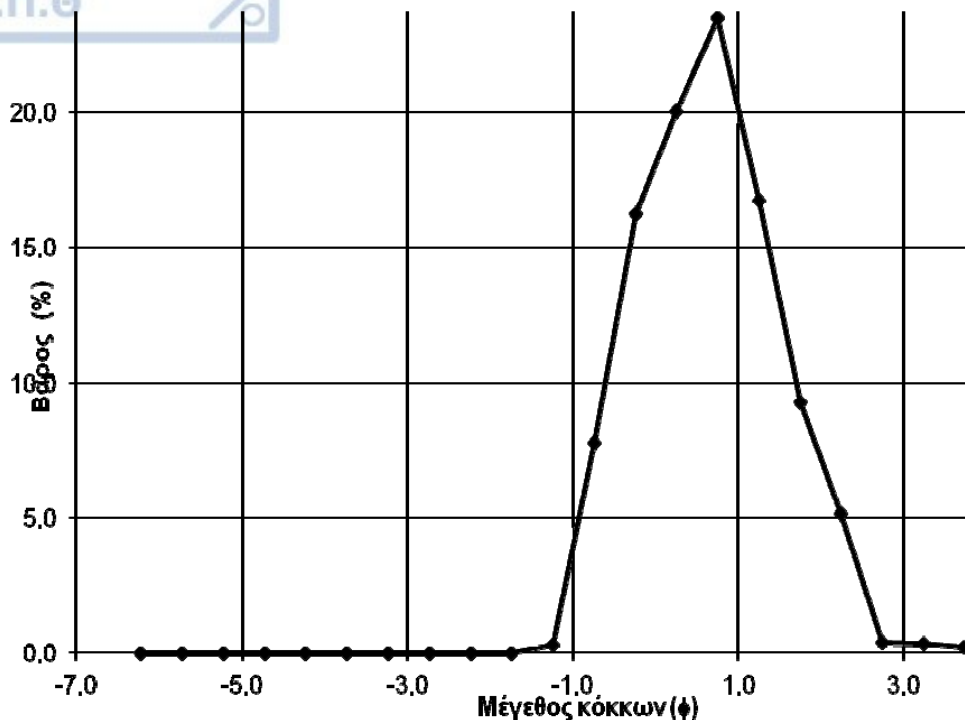
A2 (1)



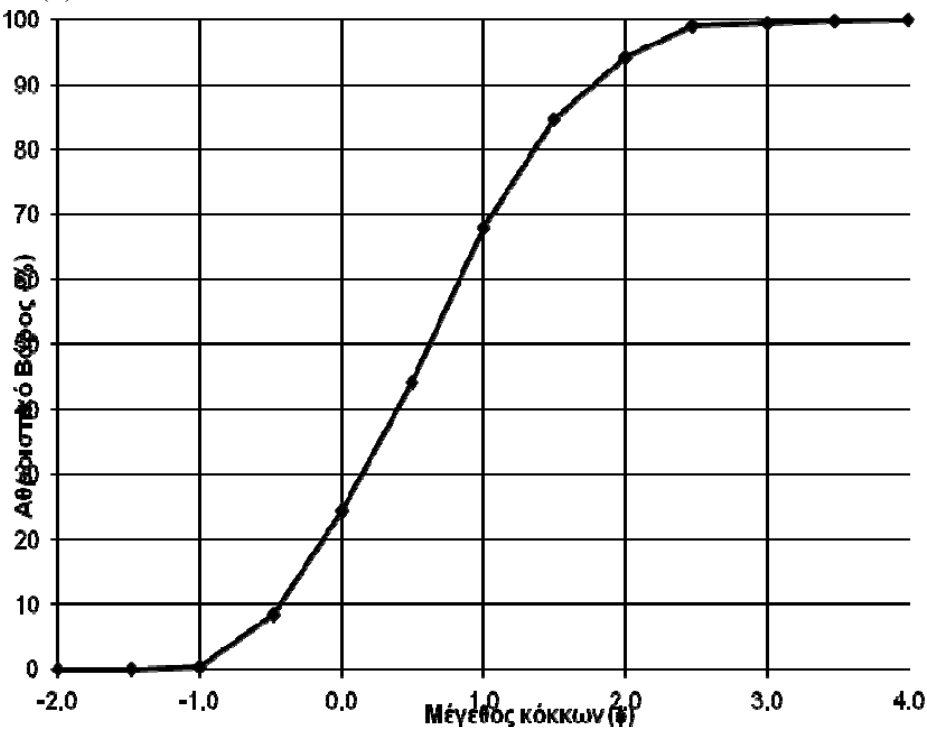
A2 (2)



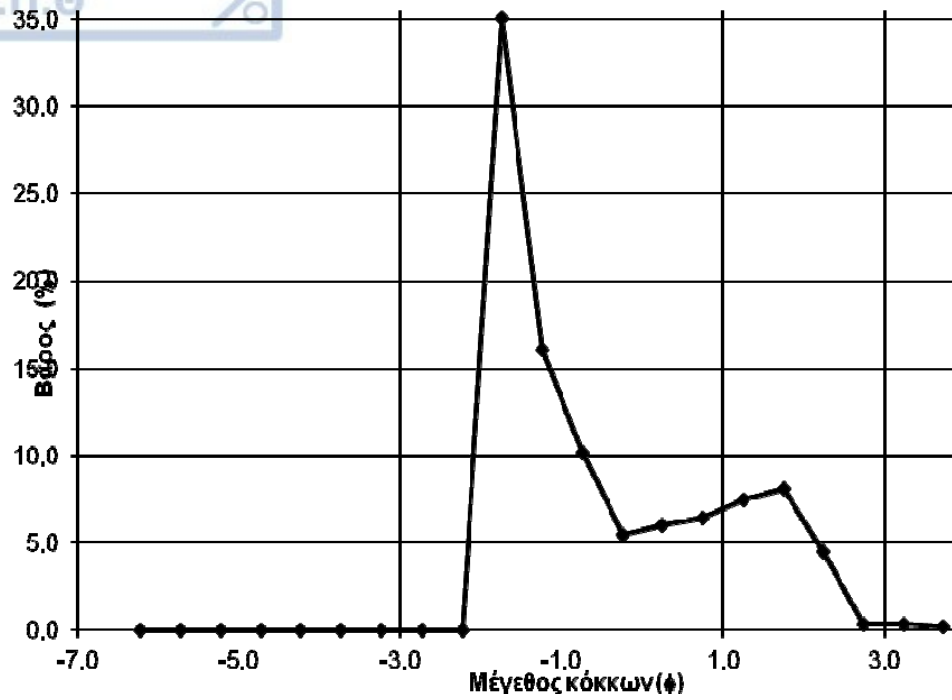
A3 (1)



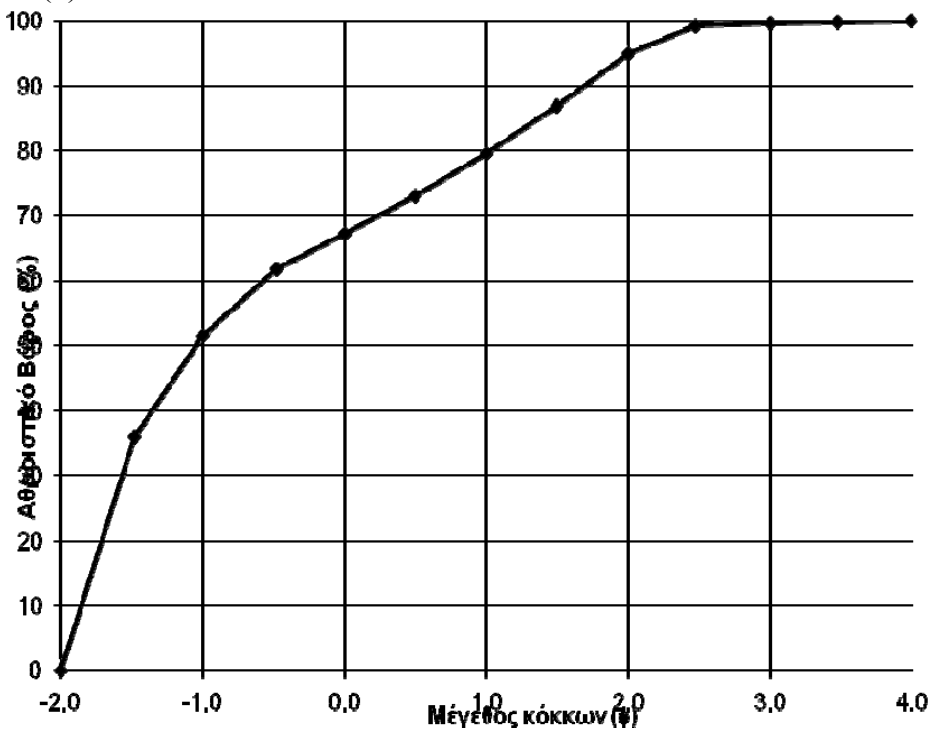
A3 (2)



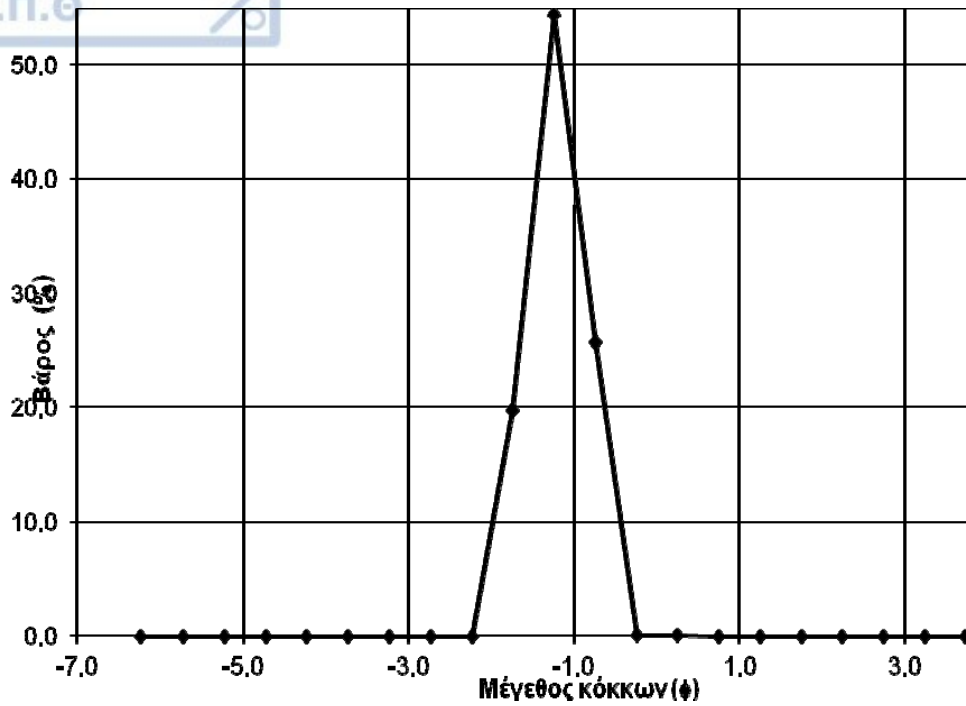
A4 (1)



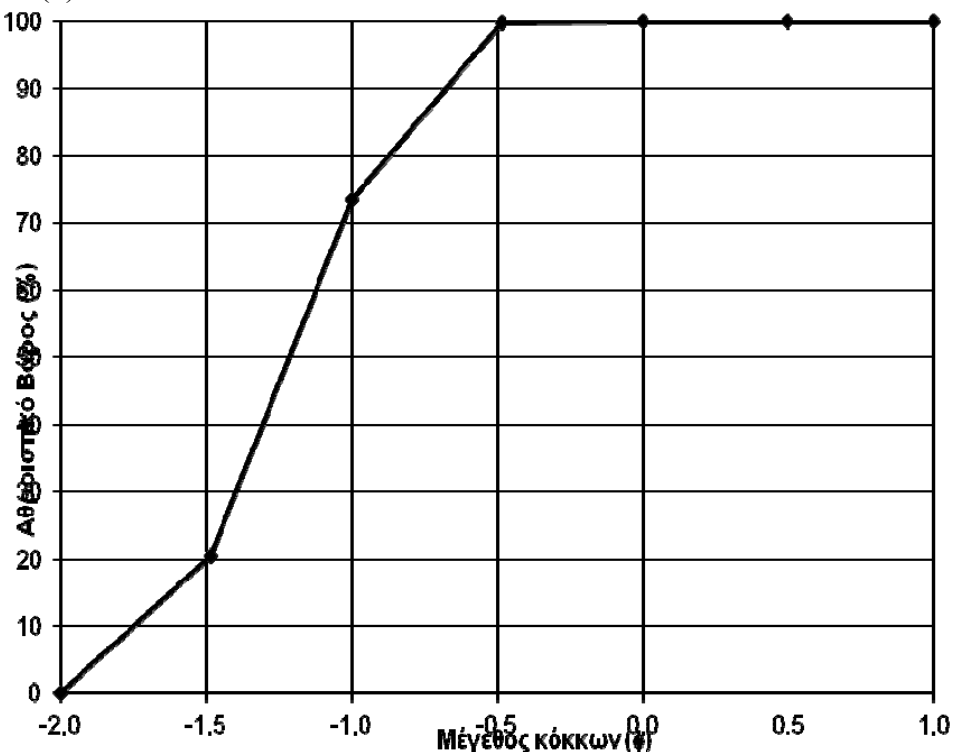
A4 (2)



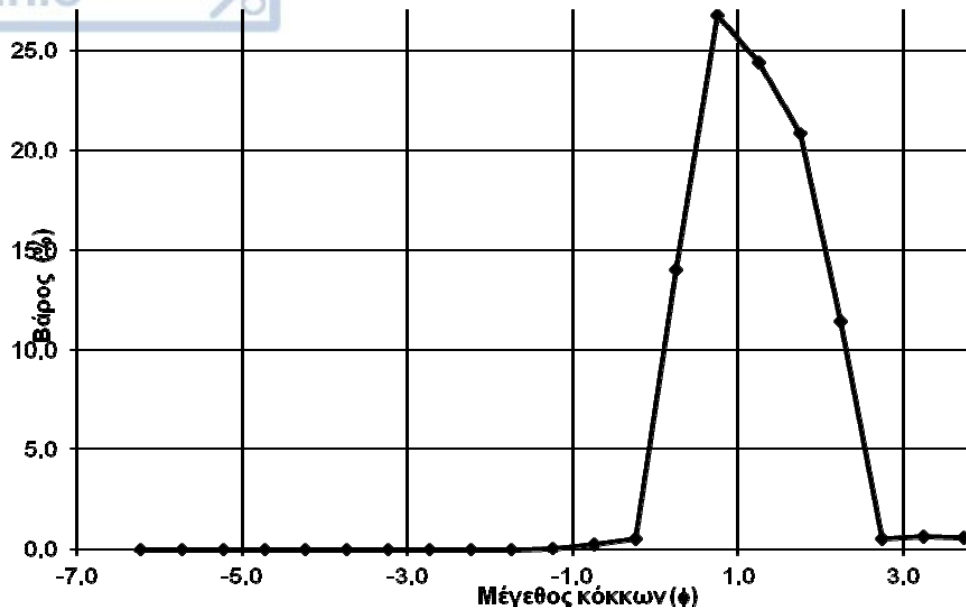
A5 (1)



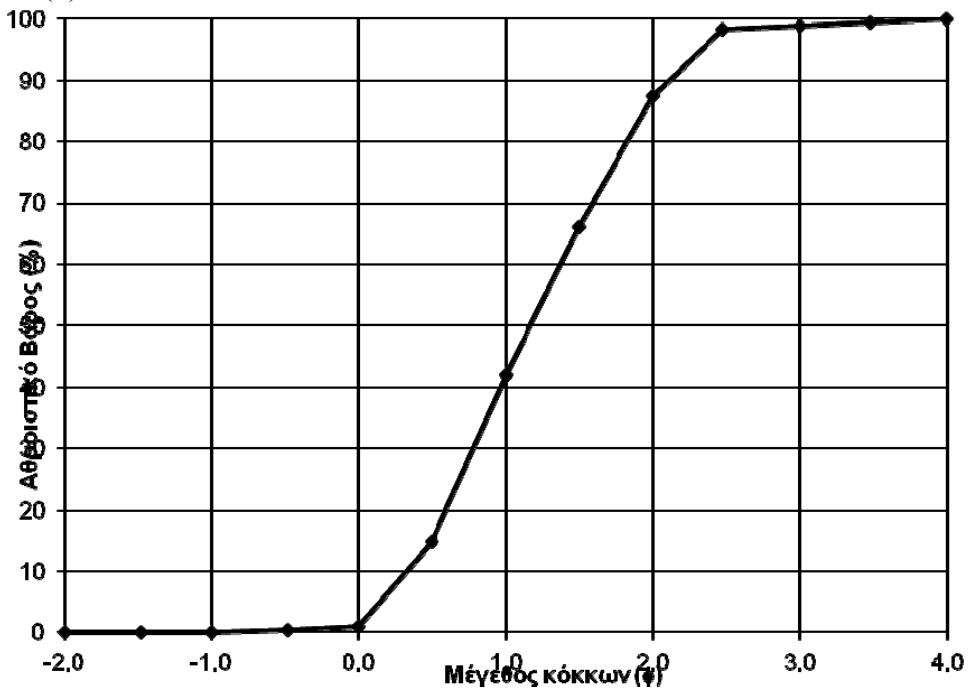
A5 (2)



Α6 (1)



Α6 (2)



4.4.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Δείγμα	Μέσος όρος (M)	Ταξινόμηση (σ)	Λοξότητα (sk)	Κύρτωση (ku)
A1	-0,487	0,972	0,139	0,906
A2	0,415	0,971	-0,219	1,149
A3	0,613	0,853	0,023	0,961
A4	-0,503	1,365	0,539	0,704
A5	-1,2	0,397	0,015	1,115
A6	1,201	0,682	0,074	0,878
Δ1	0,112	0,841	-0,058	0,912
Δ2	-0,240	1,049	0,214	0,983
Δ3	-0,171	0,586	0,139	1,190
Δ4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Δ5	0,915	0,780	0,070	1,081
Δ6	-0,326	0,788	-0,047	1,051
Δ7	1,568	0,739	-0,025	1,280
Δ8	1,256	1,240	-0,124	1,488
Δ9	-0,397	0,659	-0,067	1,083

Πίνακας 4.2 Τιμές M, σ, sk, ku.

Δείγματα	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Περιγραφή	Πολύ χονδρόκοκκη άμμος	Χονδρόκοκκη άμμος	Χονδρόκοκκη άμμος	Πολύ χονδρόκοκκη άμμος	Πολύ λεπτόκοκκες κροκάλες-Χαλίκια	Μεσόκοκκη άμμος

Δ1	Δ2	Δ3	Δ4	Δ5	Δ6	Δ7	Δ8	Δ9
Χονδρόκοκκη άμμος	Πολύ χονδρόκοκκη άμμος	Πολύ χονδρόκοκκη άμμος	Κροκάλες	Χονδρόκοκκη άμμος	Πολύ χονδρόκοκκη άμμος	Μεσόκοκκη άμμος	Μεσόκοκκη άμμος	Πολύ χονδρόκοκκη άμμος

Δείγματα	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Διαβαθμίσεις κύρτωσης	Μεσόκυρτη	Λεπτόκυρτη	Μεσόκυρτη	Πλατύκυρτη	Λεπτόκυρτη	Πλατύκυρτη

Πίνακας 4.3 Διαβαθμίσεις κύρτωσης δειγμάτων Ανατολικού τμήματος.

Δείγματα	Δ1	Δ2	Δ3	Δ5	Δ6	Δ7	Δ8
Διαβαθμίσεις κύρτωσης	Μεσόκυρτη	Μεσόκυρτη	Λεπτόκυρτη	Μεσόκυρτη	Μεσόκυρτη	Λεπτόκυρτη	Λεπτόκυρτη

Πίνακας 4.4 Διαβαθμίσεις κύρτωσης δειγμάτων Δυτικού τμήματος.

Δείγματα	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Διαβαθμίσεις λοξότητας	Θετική	Αρνητική	Συμμετρική	Έντονα θετική	Συμμετρική	Συμμετρική

Πίνακας 4.5 Διαβαθμίσεις λοξότητας δειγμάτων Ανατολικού τμήματος.

Δείγματα	Δ1	Δ2	Δ3	Δ5	Δ6	Δ7	Δ8	Δ9
Διαβαθμίσεις λοξότητας	Συμμετρική	Θετική	Θετική	Έντονα αρνητική	Συμμετρική	Συμμετρική	Αρνητική	Συμμετρική

Πίνακας 4.6 Διαβαθμίσεις λοξότητας δειγμάτων Δυτικού τμήματος.

Δείγματα	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Διαβαθμίσεις ταξινόμησης	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Κακή	Καλή	Μέτρια καλή

Πίνακας 4.6 Διαβαθμίσεις ταξινόμησης δειγμάτων Ανατολικού τμήματος.

Δείγματα	Δ1	Δ2	Δ3	Δ5	Δ6	Δ7	Δ8	Δ9
Διαβαθμίσεις ταξινόμησης	Μέτρια	Κακή	Μέτρια καλή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Κακή	Μέτρια καλή

Πίνακας 4.8 Διαβαθμίσεις ταξινόμησης δειγμάτων Δυτικού τμήματος.

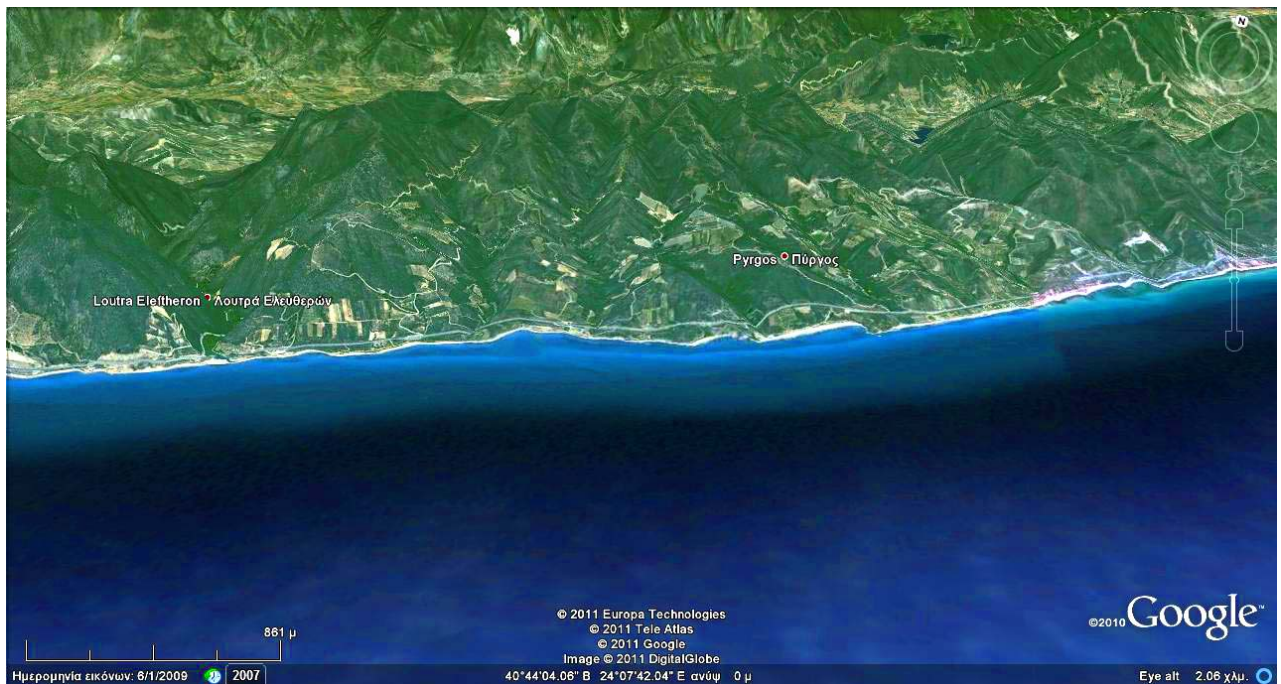
(A)

Δείγματα	Περιγραφή
A1	Πολύ χονδρόκοκκη άμμος
A2	Χονδρόκοκκη άμμος
A3	Χονδρόκοκκη άμμος
A4	Πολύ χονδρόκοκκη άμμος
A5	Πολύ λεπτόκοκκες κροκάλες-Χαλίκια
A6	Μεσόκοκκη άμμος
EKBOΛH XEIMAPPOY	EKBOΛH XEIMAPPOY
Δ1	Χονδρόκοκκη άμμος
Δ2	Πολύ χονδρόκοκκη άμμος
Δ3	Πολύ χονδρόκοκκη άμμος
Δ4	Κροκάλες
Δ5	Χονδρόκοκκη άμμος
Δ6	Πολύ χονδρόκοκκη άμμος
Δ7	Μεσόκοκκη άμμος
Δ8	Μεσόκοκκη άμμος
Δ9	Πολύ χονδρόκοκκη άμμος

(Δ)
Πίνακας 4.9 Περιγραφή δειγμάτων



Εικ. 18 Χείμαρρος Μαρμαράς



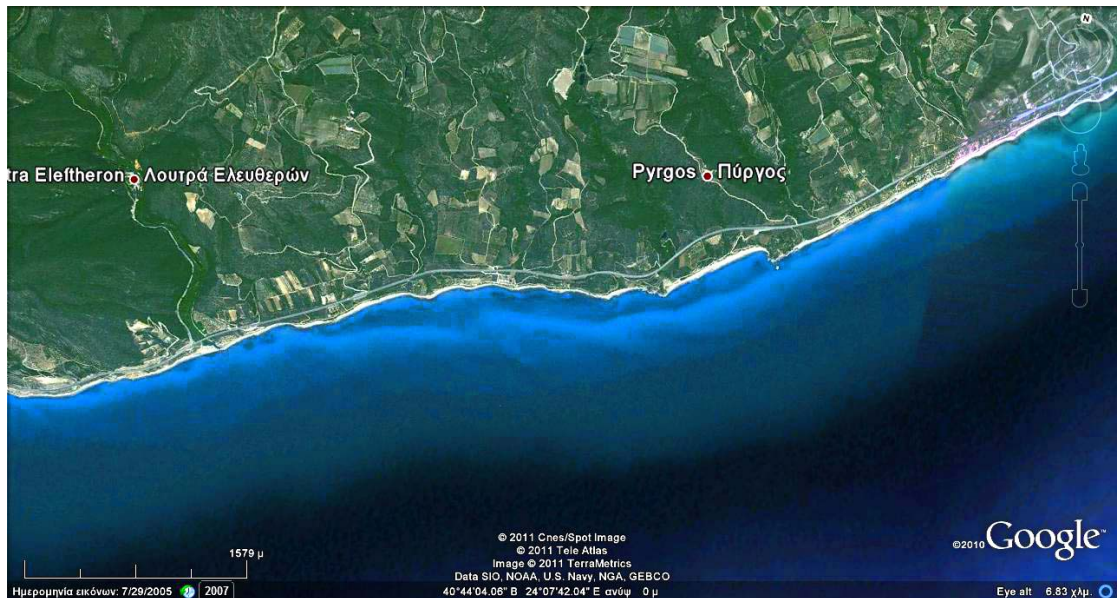
Εικ. 19 Περιοχή μελέτης (Google Earth)

Στο παραπάνω στιγμιότυπο της ευρύτερης περιοχής μελέτης είναι έντονα τα γενικά μορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής. Διακρίνεται η λεκάνη απορροής του χειμάρρου Μαρμαρά καθώς και η παραλία Λουτρών Ελευθερών. Παρατηρείται ότι το Δυτικό της τμήμα έχει μικρότερο εύρος από το Ανατολικό. Επίσης, από τις διακυμάνσεις του χρώματος της θάλασσας φαίνεται και η διακύμανση του υλικού. Κυρίως στο ανατολικό τμήμα της θάλασσας που ακολουθεί την παραλία με το μεγαλύτερο εύρος είναι έντονο υποθαλάσσιο φράγμα λεπτόκοκκου έως μεσόκοκκου υλικού. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι το ανατολικό τμήμα της παραλίας δέχεται μεγαλύτερη τροφοδοσία. Αυτό είναι αναμενόμενο καθώς η περιοχή είναι πλήρως εκτεθειμένη σε κάθετες κυματοθραύσεις και κυρίως το δυτικό τμήμα όπου τα κύματα παρασύρουν το λεπτόκοκκο υλικό. Σε αυτό το τμήμα της παραλίας η διάβρωση είναι πολύ εντονότερη της απόθεσης γι αυτό και είναι μικρότερο το εύρος της.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, στην περιοχή μελέτης, έχουν αρχίσει εργασίες για την κατασκευή φράγματος στον χειμάρρο Μαρμαρά. Το υλικό μεταφοράς του χειμάρρου είναι ζωτικής σημασίας για την τροφοδοσία της παραλίας. Τα περισσότερα φράγματα και κυρίως αυτά που αλλάζουν την ροή μικρότερων ποταμών σχεδόν σταματούν την κίνηση του υλικού. Αυτό θα ήταν καταστροφικό για την παραλία καθώς η τροφοδοσία της θα σταματούσε και θα κυριαρχούσε η διάβρωση. Η πρόβλεψη αυτού του προβλήματος και τα παραδείγματα από παρόμοιες καταστάσεις θα μπορούσαν να αποτελέσουν

κίνητρο για τους συντελεστές στην κατασκευή των φραγμάτων ώστε να μην επηρεάζεται η κίνηση του υλικού στους ποταμούς και να μην διαταράσσεται η ισορροπία της περιοχής.

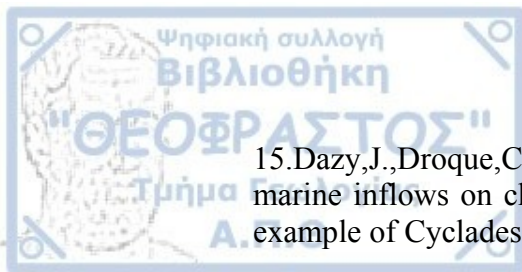
Γενικά, από τις μορφολογικές τομές, την κοκκομετρική ανάλυση και τις λογαριθμικές καμπύλες συχνότητας, τα παραπάνω επιβεβαιώνονται. Έτσι, η παραλία Λουτρών Ελευθερών, αποτελείται κυρίως από μεσόκοκκο έως χονδρόκοκκο υλικό κι αυτό δικαιολογείται πολύ καλά από την θέση της συγκεκριμένης παραλίας που βρίσκεται σε πολύ ανοιχτό σημείο του πελάγους ώστε το λεπτόκοκκο υλικό που υπάρχει στον χείμαρρο όταν φτάνει στην εκβολή του παρασύρεται και διασκορπάζεται μέχρι να δημιουργήσει το υποθαλάσσιο φράγμα παράλληλα με την ανατολική ακτή.



Εικ. 20 Κάτοψη της περιοχής μελέτης (Google Earth)

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1.Βουδουρης, Κ.,(2006-2007).Υδρογεωλογία Περιβάλλοντος, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.
- 2.Δημόπουλος,Γ.,(1978).Περί του σχηματισμού των υδροφόρων οριζόντων της λεκάνης μεταξύ των ορέων Παγγαίου-Συμβόλου(Πιέρια λεκάνη),Διδακτορική διατριβή, Φυσικομαθηματική Σχολή,Α.Π.Θ.,Θεσσαλονίκη,σελ.1-39.
- 3.Δημόπουλος,Γ.,(1983).Εφαρμοσμένη Γεωλογία, τόμος 1ος ,Υδρογεωλογία, Θεσσαλονίκη,σελ.248.
- 4.Καλλέργης,Γ.,(1986),Εφαρμοσμένη Υδρογεωλογία, τόμος Α,Β, Τ.Ε.Ε., Αθήνα.
- 5.Καλλέργης,Γ.,(2001),Εφαρμοσμένη - Περιβαλλοντική Υδρογεωλογία,2η έκδοση, τόμος Α,Β,Γ, Τ.Ε.Ε., Αθήνα.
- 6.Καλλιώρας,Α.,(2007).Διαχείριση υπόγειων υδατικών πόρων σε υδροφόρους που υπόκεινται σε καθεστώθ θαλάσσιας διείσδυσης.Η περίπτωση του Δυτικού παράκτιου τμήματος του Νομού Ροδόπης.Διδακτορική διατριβή,Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών,Δ.Π.Θ.,Ξάνθη,σελ.280.
- 7.Μουντράκης,Δ.,(2010), Γεωλογία και γεωτεκτονική εξέλιξη της Ελλάδας,University Studio Press,Θεσσαλονίκη.
- 8.Ψιλοβίκος, Α., Ψιλοβίκος ,Α. (2010), Ιζηματολογία, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.
- 9.Σούλιος,Γ.,(2006).Γενική Υδρογεωλογία,τέταρτος τόμος,University Studio Press,Θεσσαλονίκη,σελ.22-31,81-83,87-94.
- 10.Back,W.,(1986).Geologic significance of the groundwater mixing zone associated with seawater intrusion,5th Int.Symp.Water-Rock Interaction,Reykjavic,Iceland,pp25-28.
- 11.Boncef,F.,(1936)Versuch einer tektonische Synthese Westbulgaries,Geol.Balk.,2,1,Sofia.
- 12.Custodio,E.,(1987).Hydrochemistry and tracers in Groundwater problems in coastal areas:Studies and reports in hydrology No 45,UNESCO,pp.213-269.
- 13.Custodio,E.,Bruggenman,G.A.,Cotecchia,V.,(1987).Groundwater problems in coastal areas:Studies and Reports in Hydrology,35,pp.213-269.
- 14.Custodio,E.,Lamas,M.R.,(1976). Hidrologia Subterranea,2 vols, Ed.Omega,Barecelona.



15. Dazy, J., Droque, C., Charmanidis, Ph., Darlet, Ch., (1995). The influence of marine inflows on chemical composition of groundwater in small islands: the example of Cyclades (Greece), *Environmental Geology*, 31 (3/4), pp.133-141.

16. Dimitrov, Str., (1955). Kurze Übersicht der metamorphen Komplexe in Bulgarien, *Freib. Forschungsh.*, C57, Berlin.

17. Freeze, R. A., Cherry, J. A., (1979). *Groundwater*, Pentice Hall, Inc, Englewood Cliffs, New Jersey, pp.604.

18. Goldberg, L. C., Melloul, A. G., (1994). Hydrological and chemical management in the rehabilitation of an aquifer, *Environmental Management*, 42, pp.247-260.

19. Hanor, J. S., (1978). Precipitation of beachrock cements-mixing of marine and meteoric waters v.s. CO₂ degassing, *J. Sed Petrology*, 48 (2), pp.489- 501.

20. Kim, J., Kim, R., Lee, J., Chang, H., (2003). Hydrological characterization of major factors affecting the quality of shallow groundwater in the coastal area at Kimje in South Korea, *Environmental Geology*, 44, pp.478-489.

21. Kronberg, P., (1966). *Petrologie und Tektonik im Rhodopen - Kristallin des Tsal -Dag Simvolon und Ost - Pangaon (Griechisch - Makedonien)*, N.Jb.Geol.Palaont., Mh., 7, Stuttgart.

22. Laftouhi, E., Marnik, V., Jalal, M., Witam, O., Aboufirassi, M., Bahir, M., Persoons, E., (2003). Groundwater nitrate pollution in the Essaouira Basin (Morocco), *C.R. Geoscience*, 335, pp.307-317.

23. Leboeuf, P., (2004). Seawater intrusion and associated processing a small coastal complex aquifer (Castell de Ferro, Spain) *Applied Geochemistry*, 19, pp.1517-1527.

24. Martinez, D. E., Bocanegra E. M., (2002). Hydrochemistry and cation - exchange process in the coastal aquifer of Mae Del Plata, Argentina, *Hydrogeology Journal*, 10, pp.393-408.

25. Morse, J. W., Makenzie, F. T., (1990). *Geochemistry of sedimentary carbonates*, *Developments in Sedimentology*, 48, Elsevier, pp.707.

26. Payne, W. J., (1981). *Denitrification*, John Wiley, New York, pp.214.

27. Perez, M. J., Antiguada, I., Arrate, I., Garcia-Linares, C., Morreld, I., (2003). The influence of nitrate leaching through insaturated soil on groundwater pollution in an agricultural area of Basque country: a case study, *The Science of the Total Environment*.

28. Porta, J., Lopez-Acevedo, M., Roquero, C., (1996). *Edafologia para la Agricultura Medio Ambiente, Mundi - Presa*, Madrid.