



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ



**ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΦΑΡΑΓΓΙΟΥ ΤΟΥ ΑΒΑΚΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ
ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΠΑΦΟΥ, ΝΑ ΚΥΠΡΟΣ
ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

ΑΓΑΘΗ Σ. ΣΠΑΝΟΥ
ΑΕΜ 5345





ΑΓΑΘΗ Σ.ΣΠΑΝΟΥ

Φοιτητής Τμήματος Γεωλογίας, ΑΕΜ:5345

ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΦΑΡΑΓΓΙΟΥ ΤΟΥ ΑΒΑΚΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΠΑΦΟΥ, ΝΔ ΚΥΠΡΟΣ

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας, Τομέα Φυσικής και Περιβαλλοντικής
Γεωγραφίας

Επιβλέπων Καθηγητής:

Κωνσταντίνος Β. Βουβαλίδης

© Αγάθη Σ. Σπανού, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., Τομέας Φυσικής και
Περιβαλλοντικής
Γεωγραφίας, 2019



Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΦΑΡΑΓΓΙ ΤΟΥ ΑΒΑΚΑ ΣΤΗ ΚΥΠΡΟ ΣΤΗ
ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΠΑΦΟΥ – Διπλωματική Εργασία

©Agathi S. Spanou , School of Geology, Dept. Physical and Environmental Geography
All rights reserved.

GEOMORFOLOGY OF THE AVAKAS GORGE IN THE WIDER AREA OF
PAPHOS, SW CYPRUS

– Bachelor Thesis

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του Α.Π.Θ.

Εικόνα Εξωφύλλου: Φαράγγι του Άβακα



Ευχαριστίες

Με την περάτωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. **Βουβαλίδη Κωνσταντίνο**, Αναπληρωτή Καθηγητή του Τομέα Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας του Τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (Α.Π.Θ), που μου δίδαξε το μάθημα της Φυσικής Γεωγραφίας και για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε στην εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Επίσης θα ήθελα να τον ευχαριστήσω για όλες τις υποδείξεις, συμβουλές και για τις γνώσεις που αποκόμισα απ' αυτόν καθ' όλη την διάρκεια των φοιτητικών μου χρόνων.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τη **Σοφία Δοναή** και την **Αντριανή Βαρνάβα**, Υποψήφιες Διδάκτορες του Τομέα Εφαρμοσμένης Γεωλογίας και Τομέα Γεωλογίας, αντίστοιχα, του Τμήματος Γεωλογίας Α.Π.Θ, τόσο για την βοήθεια τους όσο και για την υπομονή τους. Τις φίλες μου, Υπ. Διδάκτορα Αντριανή Βαρνάβα και προπτυχιακή φοιτήτρια Μαρίνα Στεφάνου, επίσης ευχαριστώ θερμά για τις γνώσεις και τη βοήθεια που μου προσέφεραν στην υπαίθρια εργασία.

Ιδιαίτερα θερμές ευχαριστίες, χρωστάω **στην οικογένεια μου** και συνάμα στους **πολύ καλούς φίλους μου** για τη συνεχή συμπαράσταση, τη στήριξη και τις πολύτιμες συμβουλές τους, καθώς επίσης και για την προσφορά τους σε όλα αυτά τα χρόνια της ζωής μου, αλλά και των σπουδών μου.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω πολύ το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης Κύπρου για τα δωρεάν δεδομένα που μου προσέφεραν και συγκεκριμένα τον κ. **Φίλιππο Κατσούρη**, ο οποίος με εμπιστεύτηκε δίνοντας μου έτσι τη δυνατότητα να ολοκληρώσω την παρούσα διπλωματική εργασία.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία μελετάται το Φαράγγι του Άβακα, που συναντάται στην περιοχή της Πέγειας, στη Χερσόνησο του Ακάμα που βρίσκεται στη ΔΝΔ Κύπρο. Το φαράγγι εκτείνεται και ακολουθεί τον ποταμό Αυγά, από τον οποίο πήρε και το όνομα του. Λόγω της φυσικής ομορφιάς του συγκαταλέγεται εντός των περιοχών του δικτύου NATURA 2000.

Η συγκεκριμένη έρευνα εστιάζει στο υδρογραφικό δίκτυο του ποταμού Αυγά, εντός του οποίου πραγματοποιήθηκε επιτόπια έρευνα, με σκοπό την γεωλογική χαρτογράφηση σημαντικών σημείων ενδιαφέροντος και την αποτύπωση τους στον χάρτη. Αρχικά, συλλέχθηκαν δεδομένα, όπως για παράδειγμα γεωλογικοί και τοπογραφικοί χάρτες, βιβλιογραφία κ.α. για την περιοχή της Πάφου, ειδικότερα για την περιοχή της Πέγειας. Έπειτα, αναλύθηκαν τα γεωλογικά, τεκτονικά και γεωμορφολογικά στοιχεία της περιοχής του φαραγγιού που καταγράφηκαν κατά την υπαίθρια εργασία, κι ακολούθως με τη χρήση του λογισμικού ArcGIS ψηφιοποιήθηκαν τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά του ποταμού Αυγά και χαράχθηκε το υδρογραφικό δίκτυο του. Τέλος, σύμφωνα τα γεωμορφολογικά αποτελέσματα πραγματοποιήθηκε συσχέτιση τόσο των διεργασιών όσο και της μορφής του Ποταμού Αυγά, η οποία οδήγησε σε ποικίλα συμπεράσματα σχετικά με την αλληλεπίδραση των υδρογραφικών δικτύων με το εγγύς περιβάλλον τους.

Λέξεις κλειδιά: Ποτάμια, Γεωμορφές, Κοίτη, Φαράγγι του Άβακα, Κύπρος



ABSTRACT

In this dissertation, the Avakas Gorge is studied, which is in the region of Pegeia, in the Akamas Peninsula where is located in the WSW Cyprus. The gorge extends and follows the Avgas River, from which it took its name. As a gorge is included of the NATURA 2000 network, due to its natural beauty.

The research focuses on the hydrographic network of the Avgas River, in which a fieldwork was carried out, in order to the geologically mapping of the significant points of interests and the imprinting them on the map. Primarily, data were collected, such as geological and topographic maps, bibliography, etc. about the area of Paphos, more precise about the area of Pegeia. Then, the geological, tectonic, and geomorphological data of the gorge area were recorded during the fieldwork study, and after that the geomorphological characteristics and the hydrographic network of the Avgas River were digitized with the use of ArcGIS software. Finally, according to the geomorphological results, a correlation of the Avgas River was carried out, both the processes and the form of the Avgas River, which led to various conclusions regarding the interaction of the hydrographic networks with their immediate environment.

Keywords: Fluvial, Landforms, Channel, Avakas Gorge, Cyprus



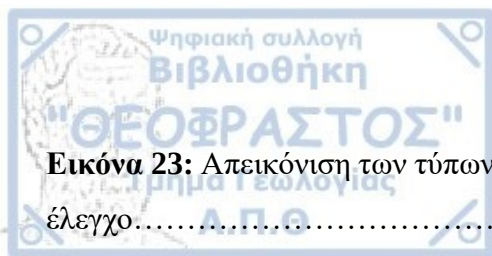
Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
ABSTRACT.....	7
1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ	13
1.1 Θέμα και σκοπός εργασίας.....	13
2 - ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	14
2.1 Γεωμορφολογική Ανάλυση	14
2.1.1 Γεωμορφολογική Χαρτογράφηση.....	15
2.2 Χαρακτηριστικά υδάτινου ποτάμιου ρεύματος.....	18
2.3 Υδρογραφικό δίκτυο.....	21
2.3.1 Μορφή υδρογραφικού δικτύου	22
2.3.2 Αρίθμηση υδρογραφικού δικτύου.....	23
2.3.3 Άνω, μέσος και κάτω ρους.....	24
2.4 Ποτάμια γεωμορφολογία.....	26
2.4.1 Μορφολογικά Στάδια.....	27
2.4.2 Ποτάμιες αναβαθμίδες	29
2.4.3 Μορφοτεκτονικοί δείκτες υπολεκάνης απορροής	32
2.4.3.1 Υψομετρική καμπύλη και υψομετρικό ολοκλήρωμα (Hi)	32
3 – ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	34
3.1 Τι είναι φαράγγι;.....	34
3.2 Γεωγραφική θέση της περιοχής.....	35
3.3 Γεωλογία της περιοχής	37
3.4 Τεκτονικά στοιχεία της ευρύτερης περιοχής.....	44
3.5.Κλιματολογικά στοιχεία	47
3.6 Υδρολογία-Υδρογεωλογία	49
4 – ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	53
4.1 Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών	53
4.1.1 Γεωαναφορά Χαρτών.....	55
4.1.2 Ψηφιοποίηση Δεδομένων.....	57
4.1.3 Δημιουργία DEM.....	58
5 – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	61

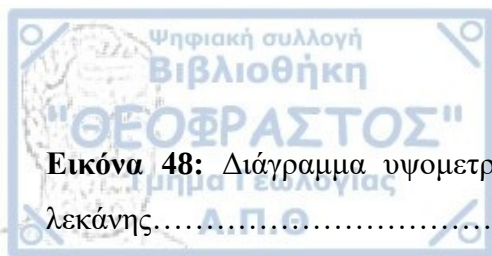


5.1 Εργασία Πεδίου.....	61
5.1.1 Υπαίθριες Παρατηρήσεις.....	62
5.2 Αποτύπωση γεωλογικού χάρτη με τη χρήση ArcMap	73
5.3 Μορφολογικές αναλύσεις.....	74
5.3.1 Άνω-Μέσο-Κάτω	74
5.3.2 Χάρτες.....	75
5.3.3 Αποτελέσματα μορφοτεκτονικών δεικτών	77
5.4.3 Επιμήκες προφίλ	78
6 – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	80
7 – ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	81
7.1 Ξένη Βιβλιογραφία.....	81
7.2 Ελληνική Βιβλιογραφία.....	83
7.3 Πηγές Διαδικτύου.....	84

Εικόνα 1: Απεικόνιση των χαρακτηριστικών της υδάτινης ροής.....	20
Εικόνα 2: Απεικόνιση της μεταβολής της ταχύτητας του νερού σε ένα υδάτινο ρεύμα.....	21
Εικόνα 3: Παράδειγμα υδρογραφικού δικτύου δενδριτικής μορφής και υδρογραφικό δίκτυο του ποταμού Αυγά.....	23
Εικόνα 4: Αρίθμηση του υδρογραφικού δικτύου κατά Strahler.....	24
Εικόνα 5: Η αρίθμηση του υδρογραφικού δικτύου του ποταμού Αυγά κατά Strahler.....	24
Εικόνα 6: Σχηματική οριζόντια απεικόνιση, του άνω, του μέσου και του κάτω ρου του ποταμού.....	25
Εικόνα 7: Στάδιο νεότητας ποταμού.....	27
Εικόνα 8: Στάδιο ωριμότητας ποταμού.....	28
Εικόνα 9: Στάδιο γήρατος ποταμού.....	29
Εικόνα 10: Απεικόνιση των μορφολογικών χαρακτηριστικών της επιφάνειας αναβάθμισης.....	30
Εικόνα 11: Σχηματική απεικόνιση των ποτάμιων αναβαθμίδων.....	31
Εικόνα 12: Ποτάμιες αναβαθμίδες στο φαράγγι του Άβακα.....	31
Εικόνα 13: Παράδειγμα υψομετρικού ολοκληρώματος.....	33
Εικόνα 14: Τύπος υψομετρικού ολοκληρώματος.....	33
Εικόνα 15: Φωτογραφίες από το Φαράγγι του Άβακα.....	35
Εικόνα 16: Δορυφορική εικόνα της περιοχής μελέτης.....	37
Εικόνα 17: Γεωλογικές ζώνες της Κύπρου.....	38
Εικόνα 18: Οι σχηματισμοί της Ιζηματογενής Ακολουθίας του Τροόδους.....	42
Εικόνα 19: Λιθοστρωματογραφική στήλη της Ιζηματογενής Ακολουθίας του Τροόδους.....	43
Εικόνα 20: Απεικόνιση της γεωτεκτονικής εξέλιξη του νησιού της Κύπρου με τα σημαντικότερα τεκτονικά γεγονότα, από το Ανώτερο Κρητιδικό έως το Πλειο-Πλειστόκαινο.....	46
Εικόνα 21: Υδρογεωλογικός χάρτης της Κύπρου που παρουσιάζει τη μέση ετήσια βροχόπτωση σε mm.....	48
Εικόνα 22: Η περιοχή της λεκάνης απορροής ποταμών της Κύπρου, με τους ποταμούς και τους υδροκρίτες της.....	50



Εικόνα 23: Απεικόνιση των τύπων ποτάμιων υδάτων στην Κύπρο, σύμφωνα με τον Κυβερνητικό έλεγχο.....	51
Εικόνα 24: Διάγραμμα ροής των τύπων των ποταμών της Κύπρου.....	51
Εικόνα 25: Έναρξη της διαδικασίας γεωαναφοράς.....	55
Εικόνα 26: Απεικόνιση του παραθύρου του διαλόγου γεωαναφοράς.....	56
Εικόνα 27: Εισαγωγή του τοπογραφικού χάρτη.....	57
Εικόνα 28: Δημιουργία shapefile τύπου point.....	58
Εικόνα 29: Απεικόνιση κόκκινου πλαισίου «Add data».....	59
Εικόνα 30: Ενεργοποίηση του «Spatial Analyst Tools», του «Interpolation» και του «Top to Raster».....	60
Εικόνα 31: Ασπρόμαυρη χρωματική έκδοση του DEM.....	60
Εικόνα 32: Πέτρωμα γύψος σελενίτης.....	62
Εικόνα 33: Γεωλογική τομή επαφή του γύψου σελενίτη με τον υφαλογενή ασβεστόλιθο.....	63
Εικόνα 34: Πέτρωμα υφαλογενής ασβεστόλιθος.....	64
Εικόνα 35: Γεωλογική τομή υφαλογενή ασβεστόλιθου.....	64
Εικόνα 36: Απεικόνιση της μέτρησης ρηγμάτων από την εργασία πεδίου.....	66
Εικόνα 37: Απεικόνιση της μέτρησης ρηγμάτων από την εργασία πεδίου.....	66
Εικόνα 38: Γεωλογική τομή με απεικόνιση των ρηγμάτων.....	67
Εικόνα 39: Γεωλογική τομή με απεικόνιση της ασύμφωνης επαφής των υπερκείμενων αλλούβιων με τον υφαλογενή ασβεστόλιθο.....	68
Εικόνα 40: Φωτογραφία του κοκκώδης ασβεστόλιθου.....	69
Εικόνα 41: Φωτογραφίες από πριν την είσοδο του Φαραγγιού, απεικόνιση σταλαγμίτων, αζουριτών και μαλαχιτών.....	70
Εικόνα 42: Φωτογραφίες από την αιωρούμενη πέτρα κατά το τέλος του Φαραγγιού.....	70
Εικόνα 43: Φωτογραφία του Ποταμού Αυγά που διατρέχει το Φαράγγι.....	71
Εικόνα 44: Φωτογραφίες από το τέλος του Φαραγγιού και η επαφή της Κρητιδικής μάργας με τον πελαγικό ασβεστόλιθο.....	72
Εικόνα 45: Απεικόνιση τεκτονικής δομής τουλίπας εντός του Φαραγγιού.....	72
Εικόνα 46: Απεικόνιση των τμημάτων του άνω, του μέσου και του κάτω ρου του Ποταμού Αυγά.....	74
Εικόνα 47: Το υψομετρικό ολοκλήρωμα του ποταμού Αυγά.....	77



Εικόνα 48: Διάγραμμα υψομετρικού ολοκληρώματος ανάλογα με το στάδιο εξέλιξης της λεκάνης.....78

Εικόνα 49: Επιμήκες προφίλ του Ποταμού Αυγά.....79

Πίνακας Περιεχομένων Πινάκων:

Πίνακας 1: Υδρολογικά χαρακτηριστικά των λεκανών απορροής.....52

Πίνακας 2: Μετρήσεις ρηγμάτων εντός του φαραγγιού.....65

Πίνακας Περιεχομένων Χαρτών:

Χάρτης 1: Ο γεωλογικός χάρτης της λεκάνης του Ποταμού Αυγά, στην περιοχή της Πάφου...73

Χάρτης 2: Χάρτης σκιασμένου ανάγλυφου για την λεκάνη απορροής του Ποταμού Αυγά.....75

Χάρτης 3: Η κατανομή του προσανατολισμού (Aspect) στην λεκάνη του Ποταμού Αυγά.....76

Χάρτης 4: Η κατανομή κλίσεων ανάγλυφου (Slope) του Ποταμού Αυγά.....76



1.1 Θέμα και σκοπός εργασίας

Η παρούσα εργασία έχει ως κύριο σκοπό τη διενέργεια της γεωμορφολογικής ανάλυσης του ποταμού Αυγά, πιο συγκεκριμένα του φαραγγιού του Άβακα, στην περιοχή της Πέγειας. Ως περιοχή η Πέγεια, συναντάται στην επαρχία της Πάφου, και αποτελείται από σχηματισμούς Ολοκαινικής ηλικίας. Το κλίμα της περιοχής χαρακτηρίζεται ως ήπιο λόγω της συνύπαρξης θάλασσας και βουνού, κάτι που αποτελεί το βασικότερο πλεονέκτημα για την περαιτέρω ανέλιξη της Πέγειας.

Η Πέγεια «επιβλέπει» από ψηλά τη δυτική ακτογραμμή της Μεγαλονήσου. Συνδυάζει μια μακρά αρχαιολογική κληρονομιά και ένα σύνθετο φυσικό τοπίο από χρυσές αμμουδιές (Κόλπος των Κοραλλίων, Παραλία Λαουρού), καθώς και διαβρωμένα σπήλαια (τις Θαλασσινές σπηλιές Πέγειας, με το βυθισμένο Ναυάγιο EDRO III). Εντοπίζεται μια ανάσα πριν την αχανή χερσόνησο του Ακάμα, διαθέτοντας ένα πυκνό πευκόδασος, που καλείται ως δάσος Πέγειας, το οποίο κι αποτελεί την ανατολική είσοδο προς το δυτικότερο άκρο του νησιού (Ακρωτήριο Αρναούτη). Κάπου εκεί ξεκινάει την πορεία του και το ξακουστό φαράγγι του Άβακα, που αποτελεί την περιοχή μελέτης.

Η περιοχή μελέτης εξετάζεται με βάση τη γεωλογική και γεωμορφολογική πλευράς της, καθώς και τον ρόλο που διαδραμάτισε το υδρογραφικό δίκτυο του ποταμού Αυγά στη διαμόρφωση των υφιστάμενων σχηματισμών. Για να επιτευχθεί αυτό, πρόκειται να γίνει γεωμορφολογική ανάλυση συνδυαστικά με υπαίθρια γεωμορφολογική χαρτογράφηση και δημιουργία γραφημάτων μέσω του προγράμματος ArcGIS, ούτως ώστε να εξαχθούν τα ανάλογα συμπεράσματα.

2 - ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

2.1 Γεωμορφολογική Ανάλυση

Η επιστήμη της Γεωμορφολογίας μελετάει την εξέλιξη μιας περιοχής με την πάροδο του χρόνου, σε ότι αφορά τη γεωλογία της. Με τον όρο «γεωμορφολογική εξέλιξη» αναφερόμαστε στην δυναμική διαδικασία μετάβασης από ένα περιβάλλον σε ένα άλλο που χαρακτηρίζεται από διαφορετικές συνθήκες, όταν μια χρονική περίοδος εξαρτάται από την γεωλογία της περιοχής, δηλαδή την τεκτονική, την εξέλιξη, τον χρόνο επίδρασης και την ένταση των διεργασιών, τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες, τις ανθρώπινες επεμβάσεις κ.α.

Ως «γεωμορφολογική ανάλυση», καλείται η διαδικασία περιγραφής της γεωμορφολογικής εξέλιξης μίας περιοχής. Άλλωστε, σύμφωνα με την εργασία Καρκάνα (2010), σκοπός της «γεωμορφολογικής ανάλυσης» είναι η κατανόηση του παλαιοπεριβάλλοντος και της εξέλιξης μίας περιοχής μελέτης, καθώς και η κατανόηση του τρόπου αξιοποίησης του φυσικού δυναμικού μίας περιοχής με τον καλύτερο δυνατό τρόπο από τον άνθρωπο, χωρίς να διαταραχθούν οι φυσικές ισορροπίες.

Για την γεωμορφολογική μελέτη και ανάλυση μιας περιοχής υπάρχουν 2 κύριοι μέθοδοι: η περιγραφική γεωμορφολογική ανάλυση, στην οποία εστιάζει η παρούσα μελέτη, και η ποσοτική γεωμορφολογική ανάλυση.

Η περιγραφική γεωμορφολογική ανάλυση βασίζεται κυρίως στην συλλογή στοιχείων και πληροφοριών των γεωμορφών που παρουσιάζουν την πραγματική κατάσταση ενός περιβάλλοντος, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις συνθήκες που επικρατούν, όσο και όλους τους γεωμορφολογικούς παράγοντες που διαμορφώνουν και επηρεάζουν το υπαρκτό ανάγλυφο.

Η ποσοτική γεωμορφολογική ανάλυση βασίζεται κυρίως στις μετρήσεις των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των υδρολογικών λεκανών απορροής, όπου έπειτα από την κατάλληλη στατιστική επεξεργασία παρέχουν ως δεδομένο την εικόνα της εξέλιξης μιας περιοχής. Στα τελικά συμπεράσματα που προκύπτουν από την συγκεκριμένη μέθοδο λαμβάνονται υπόψη και οι υφιστάμενες γεωλογικές και κλιματολογικές συνθήκες της συγκεκριμένης περιοχής. (Παυλόπουλος, 2011)

2.1.1 Γεωμορφολογική Χαρτογράφηση

Η ανάπτυξη της γεωμορφολογικής χαρτογράφησης ακολουθεί διαφορετικά στάδια ανάλογα με τη χώρα που πραγματοποιείται λόγω των ειδικότερων ενδιαφερόντων και της έμφασης που δίνουν οι εκάστοτε γεωμορφολόγοι σε διαφορετικά πράγματα, καθώς και λόγω της διαφοροποίησης που παρατηρούνται στις γεωμορφές ανά περιοχή. Έως τώρα, η πιο λεπτομερής γεωμορφολογική χαρτογράφηση έχει γίνει για την Ευρώπη. Σε γενικές γραμμές, οι Αμερικάνοι γεωμορφολόγοι ενδιαφέρονται κυρίως για μελέτες ειδικών χαρακτηριστικών ή την χαρτογράφηση συγκεκριμένων παραγόντων του αναγλύφου και όχι τόσο για την διεκπεραίωση εμπειριστατωμένων μελετών (Short and Blair, 1986). Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται, εν μέρει, στο μειωμένο ενδιαφέρον των Αμερικανών για την ενοποιητική προσέγγιση της Γεωγραφίας. (Short and Blair, 1986)

Μερικοί Ευρωπαίοι γεωμορφολόγοι, κυρίως Γάλλοι, Τσεχοσλοβάκοι και Ούγγροι, έχουν επιλέξει την λιθολογική-δομική μονάδα ως το βασικό στοιχείο στην ανάλυση γεωμορφών. Άλλοι επιστήμονες, κυρίως Πολωνοί, Ρώσοι, Ρουμάνοι και Γερμανοί, θεωρούν ως βασική μονάδα τη γεωμορφή. Το εγχειρίδιο της λεπτομερούς γεωμορφολογικής χαρτογράφησης και το υπόμνημα του διεθνούς χάρτη της Ευρώπης στην κλίμακα 1: 2.500.000, σε γενικά πλαίσια διαμορφώνεται με τις Πολωνικές, Ρωσικές και Γερμανικές συμβάσεις. Στη Μεγάλη Βρετανία, οι γεωμορφολόγοι έχουν αναπτύξει ένα «εμπειρικό σύστημα», βασισμένοι στον διαχωρισμό του τοπίου σε «πλαγιές και επίπεδα». Παρόμοια συστήματα έχουν υιοθετηθεί από μερικούς Βέλγους και Καναδούς γεωμορφολόγους, επειδή τους δίνουν τη δυνατότητα να δίνουν ποσοτικές αξίες σε όλες τις γεωμορφές, γενικά σε βάρος της ακρίβειας εκτιμήσεων για τη χρονολογία. Επιπλέον, μερικοί γεωμορφολόγοι έχουν επιχειρήσει να συνδυάσουν ορισμένες από τις προαναφερθείσες προσεγγίσεις. (Short and Blair, 1986).

Στην Αυστραλία, το Division of Land Research and Regional Survey of The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) ανέπτυξε ένα σύστημα γεωμορφολογικής χαρτογράφησης για έρευνες πρώτων υλών, βασιζόμενη σε ένα πλαίσιο (concept) μονάδων γης και συστημάτων γης. Σύμφωνα με την εργασία των Christian and Stewart (1968), η προσέγγιση αυτή είχε ως στόχο να παρέχει μία βασική και λειτουργική υποδιαίρεση του τοπίου. Μία μονάδα γης οριζόταν ως μία περιοχή στην οποία κυριαρχούσε ένα είδος επιφάνειας με παρόμοια προέλευση και που τώρα διαθέτει παρόμοια τοπογραφία, σύσταση εδάφους, βλάστηση και κλίμα. Το σύστημα γης ήταν «ένα σύνολο μονάδων γης που σχετίζονται γεωγραφικά και γενεσιολογικά (Christian C.L., 1958). Το συγκεκριμένο σύστημα, το οποίο είναι ιδιαίτερα καλά προσαρμοσμένο

σε γρήγορες αναγνωριστικές έρευνες μεγάλων περιοχών βασισμένες στις πληροφορίες που προέρχονται από αεροφωτογραφίες, έχει χρησιμοποιηθεί στην χαρτογράφηση μεγάλων περιοχών της Αυστραλίας και της Νέας Γουινέας (Mabbutt and Stewart, 1963).

Η ανάπτυξη ενός διεθνούς υπομνήματος, γνωστού ως "Unified Key", και η εφαρμογή του σε έναν διεθνή γεωμορφολογικό χάρτη της Ευρώπης (το πρώτο φύλλο του οποίου έχει ήδη εκδοθεί), θεωρείται καινοτόμο βήμα από τους περισσότερους Ευρωπαίους γεωμορφολόγους, όμως ακόμη υπάρχουν πολλές λεπτομέρειες που πρέπει να υλοποιηθούν. Σε παγκόσμιο επίπεδο, αν και οι επιστήμονες εκτιμάνε Unified Key, προς το παρόν δεν είναι αποδεκτό ως βασικό υπόμνημα. Στην εργασία του ο Demek (1982), επισημαίνει πόσο επιθυμητή είναι η καθιέρωση ενός και μοναδικού υπομνήματος για γεωμορφολογικούς χάρτες σε διάφορες κλίμακες, αλλά τονίζει επίσης κι ότι τα υπομνήματα που έχουν προταθεί έως τώρα δεν πληρούν όλες τις προϋποθέσεις. Ωστόσο, παρά τον μεγάλο αριθμό διαφορών υπάρχει μία υποκείμενη ενότητα στην κατάταξη του εδάφους. Όλοι οι γεωμορφολόγοι επιθυμούν να αναγνωρίσουν την πιο απλή γεωμορφή με χαμηλή μεταβλητότητα και προσπαθούν να συνδυάσουν τις γεωμορφές αυτές σε μία ιεραρχία, ολοένα αυξανόμενων περιοχών (Gardiner, 1976).

Η γεωμορφολογική χαρτογράφηση ξεκινά με την αναγνώριση των θεμελιωδών μονάδων που συνθέτουν το τοπίο. Η εγκαθίδρυση της φύσης και του χαρακτήρα αυτών των μονάδων είναι σημαντική για την επιτυχία οποιασδήποτε γεωμορφολογικής έρευνας. Ωστόσο, δεν υπάρχει μία ενιαία συμφωνημένη ομάδα που να ικανοποιεί όλους τους τύπους και όλες τις κλίμακες της ερευνητικής χαρτογράφησης. Γενικά, η εργασία του Miyogi et al. (1970) έχει περιγράψει την γεωμορφική μονάδα ως μία μεμονωμένη, γενεσιολογικά ομογενή γεωμορφή, που παράγεται από μία προσδιορισμένη, κατασκευαστική ή καταστροφική γεωμορφολογική διαδικασία. Οι περισσότεροι γεωμορφολόγοι θα συμφωνούσαν με τον ορισμό αυτό, αλλά θα διαφωνούσαν στα περιγραφικά χαρακτηριστικά της γενετικά ομογενούς γεωμορφής. Επιπροσθέτως, αν και οι περισσότερες γεωμορφές μπορούν να θεωρηθούν «γενεσιολογικά ομογενείς», σε ό,τι αφορά τις παρούσες διεργασίες, οι περισσότερες γεωμορφές οφείλουν τα χαρακτηριστικά τους, εν μέρει, σε διαδικασίες διαφορετικού είδους, που έχουν λάβει χώρα στο παρελθόν. Στην εργασία του ο Wright (1972) έχει επισημάνει ότι, κάθε τμήμα της επιφάνειας της γης είναι το προϊόν μιας εξέλιξης που καθορίζεται από το γονικό γεωλογικό υλικό, τις γεωμορφολογικές διεργασίες, το παρελθοντικό και παροντικό κλίμα, αλλά και τον χρόνο. Οι περισσότεροι γεωμορφολόγοι συμφωνούν ότι είναι απαραίτητο να προσεγγιστεί το τοπίο στα πλαίσια διακριτών μοτίβων που είναι, εν μέρει,

επαναλαμβανόμενα. Έτσι, ο Gardiner (1976), δικαιολόγησε ότι οι μονάδες γης, όπως και να είναι ορισμένες, επαναλαμβάνονται στο τοπίο σε αναγνωρίσιμα μοτίβα.

Υπάρχουν δύο γενικότερες προσεγγίσεις για τις γεωμορφολογικές μονάδες, οι οποίες διαχωρίζονται στην εργασία του Speight (1974), σε μοντέλα γεωμορφολογικών στοιχείων (Landform Elements Model) και σε μοντέλα γεωμορφολογικών μοτίβων (Landform Patterns Model). Ο ίδιος θεωρεί ότι οι συγκεκριμένες προσεγγίσεις είναι αλληλο-συμπληρωματικές. Κάθε μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει οποιοδήποτε κομμάτι της γης, με την επιλογή να εξαρτάται από την κλίμακα και τον σκοπό της χαρτογράφησης. Στο Μοντέλο Γεωμορφολογικών Στοιχείων (Landform Elements Model) οι μονάδες του τοπίου συγκρίνονται με μία απλή κυρτή γεωμετρική επιφάνεια χωρίς έντονες αποκλίσεις, με έμφαση στις κλίσεις του εδάφους και την μέτρησή τους. Στο Μοντέλο Γεωμορφολογικών Μοτίβων (Landform Patterns Model), η επιφάνεια της γης θεωρείται ως ένα τρισδιάστατο κυκλικό ή επαναλαμβανόμενο φαινόμενο, στα πλαίσια του οποίου απλά στοιχεία επαναλαμβάνονται σε ημι-τακτά χρονικά διαστήματα σε καθορισμένο μοτίβο. Εδώ οι μονάδες είναι τα στοιχεία που διαμορφώνουν τα μοτίβα.

Τα ρωσικά, πολωνικά και τσεχοσλοβακικά συστήματα γεωμορφολογικής χαρτογράφησης ακολουθούν το Μοντέλο Γεωμορφολογικών Μοτίβων, θεωρώντας ότι οι βασικές μονάδες είναι μορφοδομές που ταιριάζουν σε μια ένθετη ταξινόμηση μορφών (Bashenina, 1978). Οι Βρετανοί γεωμορφολόγοι και μερικοί άλλοι, χρησιμοποιούν ένα μοντέλο γεωμορφολογικών στοιχείων που κατατάσσει της βασικές μονάδες του ανάγλυφου σε γεωμετρικούς όρους, ως έδρες και τμήματα, τα οποία καθορίζονται από τις μετρήσεις των κλίσεων και των εκτάσεων (Savigear, 1965). Άλλα εθνικά γκρουπ έχουν αναπτύξει συστήματα που ακολουθούν παραλλαγές των δύο προαναφερθέντων μοντέλων.

Οι διαφορές στην αναγνώριση των γεωμορφολογικών μονάδων συνδέονται με ζητήματα περιφερειοποίησης και κλίμακας. Σε διαφορετικές κλίμακες καλύπτονται περιοχές διαφορετικού μεγέθους και διαφορετικά χαρακτηριστικά μπορούν να προσδιοριστούν ως βασικές ομοιογενείς μονάδες. Η επιλογή μονάδας εξαρτάται από την κλίμακα της ανάλυσης. Οι Howard and Mitchell (1980) αναφέρουν ότι η πιο ξεκάθαρη και απλή βάση ταξινόμησης, είναι η ταξινόμηση των τοπίων σε ομογενείς μονάδες οι οποίες είναι κατάλληλες για την χαρτογραφική κλίμακα που απαιτείται για αυτό τον σκοπό. Μία ιεράρχηση των μονάδων της γης μπορεί να προσδιοριστεί εύκολα στις περισσότερες περιοχές ανάλογα με την κλίμακα της χαρτογράφησης. Σύμφωνα με τον Nicholayev

(1974), το τοπίο είναι ένα πολύ-επίπεδο γεωσύστημα. Σε κάθε επίπεδο, διαφορετικές ταξινομικές μονάδες σχηματίζουν τις βασικές γεωμορφολογικές μονάδες του αναγλύφου. Όταν μελετώνται μεγαλύτερες περιοχές σε μικρότερες κλίμακες, μικρότερα χαρακτηριστικά και διεργασίες, τείνουν να χάνονται από τη συνολική εικόνα, ενώ τα μεγαλύτερα χαρακτηριστικά είναι αδιόρατα στις μεγαλύτερες κλίμακες και έρχονται στο προσκήνιο.

Η γεωμορφολογία είναι ένα πολύπλοκο αντικείμενο με πολλαπλές προσεγγίσεις στην γεωμορφολογική ανάλυση και πολλαπλές κλίμακες χαρτογράφησης. Η φύση της γεωμορφολογικής μονάδας ελέγχεται από το επιλεγμένο μοντέλο της ανάλυσης και της κλίμακας της χαρτογράφησης που απαιτούνται. Η βασική γεωμορφολογική μονάδα δεν είναι μια ενιαία οντότητα ή χαρακτηριστικό, αλλά πρέπει να είναι προσεκτικά επιλεγμένη ώστε να είναι ουσιαστικά ομοιογενής και αδιαίρετη στην επιλεγμένη κλίμακα. Παρά το γεγονός ότι αρκετοί επιστήμονες συμφωνούν ότι η βασική γεωμορφολογική μονάδα θα πρέπει να είναι μια ομοιογενής οντότητα, ωστόσο ορίζεται είτε με βάση το γενετικό ή δομικό σχέδιο, την προσέγγιση που ακολουθεί η IGU και τους περισσότερους Ευρωπαίους γεωμορφολόγους, είτε ορίζεται αναφορικά με την τοποθεσία και τις διαστάσεις των γεωμετρικών στοιχείων, με βάση τις κατευθυντήριες γραμμές του βρετανικού συστήματος (Short and Blair, 1986).

Οι περισσότεροι λεπτομερείς γεωμορφολογικοί χάρτες αναπτύσσονται για μικρές περιοχές σε αρκετά μεγάλες κλίμακες και συνήθως κυμαίνονται από 1:10.000 και 1:50.000. Ένας σημαντικός τομέας με αυξανόμενο ενδιαφέρον στην γεωμορφολογία είναι η δυνατότητα περιφερειακής ανάλυσης των γεωμορφών σε εκτεταμένο χωρικό επίπεδο. Η έρευνα απαιτεί την περιφερειοποίηση των γεωμορφολογικών χαρτών. Για αυτό, έχει ήδη προταθεί ένας αριθμός μεθόδων μέσω του οποίου μπορεί να αναπτυχθεί η ιεραρχία των γεωμορφολογικών περιοχών (Gallet, 1972).

2.2 Χαρακτηριστικά υδάτινου ποτάμιου ρεύματος

Με τον όρο υδάτινο ποτάμιο ρεύμα χαρακτηρίζεται μία στενή, επιμήκης μάζα νερού που συσσωρεύεται κατά μήκος μιας κοίτης ή στη βάση μιας κοιλότητας, μετακινούμενο με τη δύναμη της βαρύτητας προς τα κατάντη. Ένα υδάτινο ρεύμα διοχετεύεται σε μία στενή αύλακα με

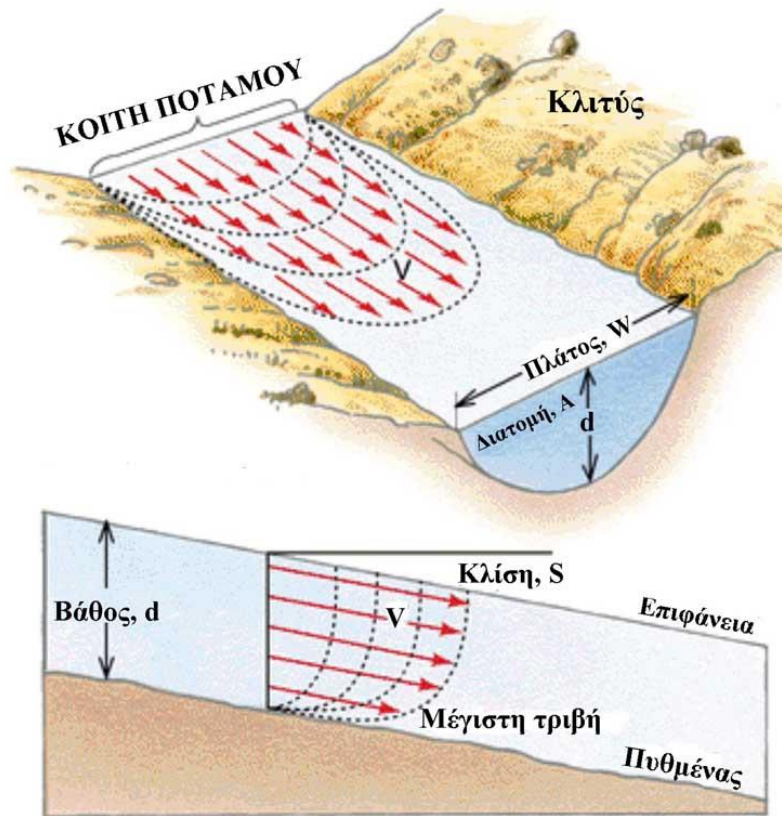
πλευρικές όχθες, και εξαιτίας της βαρύτητας η ροή του γίνεται ευκολότερη προς τα κατάντη. (Βουβαλίδης, 2011)

Η αύλακα που συγκεντρώνει την υδάτινη μάζα του ποταμού, καλείται ως κοίτη του ποταμού. Η κοίτη μπορεί να έχει ποικίλα μεγέθη, με τις διαστάσεις της να κυμαίνονται από λίγα μέτρα έως μερικά χιλιόμετρα. Τα ρεύματα των ποταμών συγκεντρώνονται σε ένα κύριο κορμό, διοχετεύοντας την υδάτινη μάζα και τα υλικά από τα υψηλότερα σημεία προς τα χαμηλότερα. Εντός της κοίτης η συμπεριφορά των μορίων του νερού διαφοροποιείται στα διάφορα σημεία της διατομής της. Για παράδειγμα, κοντά στα τοιχώματα της κοίτης λόγω της δύναμης που ασκείται από την τριβή που δημιουργείται από την επαφή των μορίων του νερού με την κοίτη, τα μόρια του νερού έχουν μικρότερη ταχύτητα. Εν' αντίθεση, στο κέντρο και στην επιφάνεια της κοίτης εξαιτίας της μειωμένης τριβής και της δράσης της βαρύτητας, τα μόρια του νερού κινούνται με μεγαλύτερη ταχύτητα (Εικόνα 1). (Βουβαλίδης, 2011)

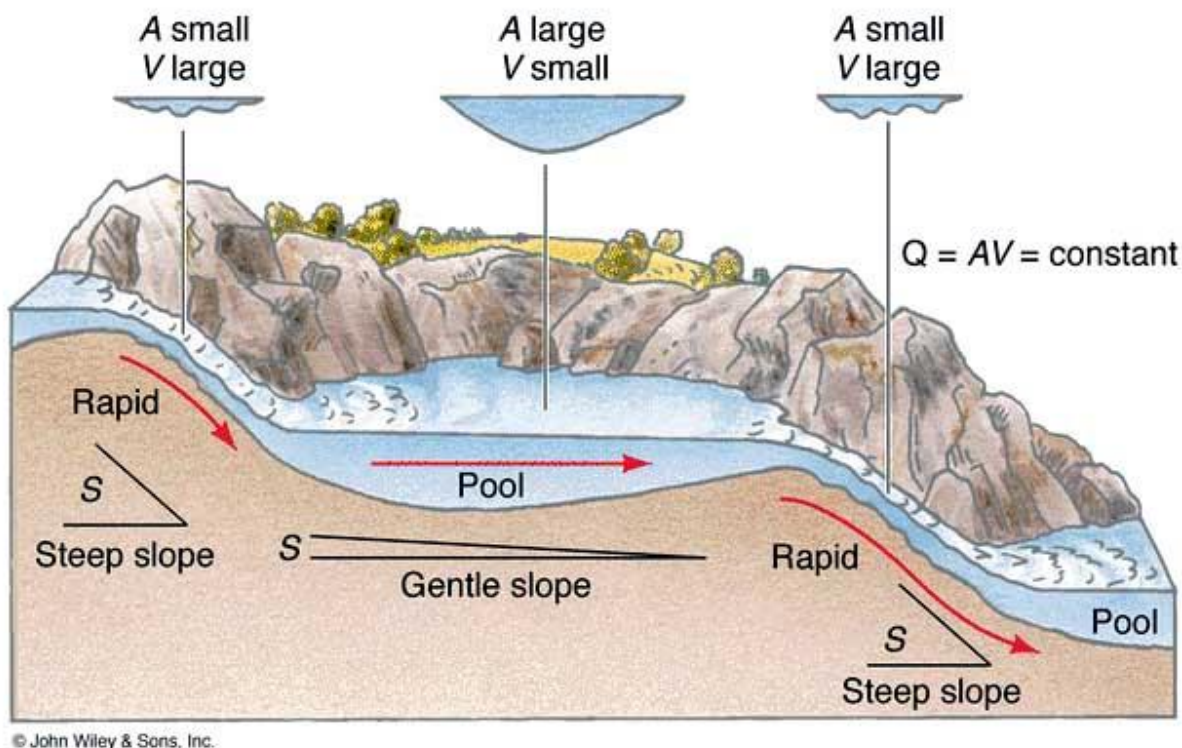
Αναφορικά ένα ποτάμι από την αρχή έως το τέλος του, έχει διαφορετικές μορφές και συνθήκες μεταφοράς, οι οποίες εξαρτώνται άμεσα από την μορφολογία, τη τροφοδοσία σε νερό και τα υλικά τροφοδοσίας του. Επίσης, πιθανόν να επικρατούν διαφορετικές συνθήκες, μηχανισμοί και μορφές του ποταμού, καθώς διατρέχει την πορεία του από τα υψηλότερα προς τα χαμηλότερα τμήματα της λεκάνης απορροής (Ψιλοβίκος και Ψιλοβίκος, 2010). Οι μεγαλύτερες ταχύτητες παρατηρούνται στα εξωτερικά τμήματα της όχθης, στο σημείο που η κοίτη του ποταμού σημειώνει καμπή (Βουβαλίδης, 2011). Επίσης, όταν ο πυθμένας της κοίτης δεν είναι ομαλός δημιουργούνται τοπικοί στροβιλισμοί του νερού, με αποτέλεσμα η ροή από γραμμική να μεταπίπτει σε τυρβώδη (Βουβαλίδης, 2011).

Η ταχύτητα του νερού επηρεάζεται επιπρόσθετα κι από την κλίση της κοίτης. Δηλαδή, όσο μεγαλύτερη είναι η κλίση, τόσο μεγαλύτερη είναι η επίδραση της βαρύτητας, άρα και η ταχύτητα του νερού. Στα τμήματα της κοίτης που έχουν παρόμοια κλίση, για να παρατηρηθεί αύξηση της ταχύτητας του νερού θα πρέπει να παρατηρηθεί συνάμα, και αύξηση της ποσότητας του εντός της κοίτης. Έτσι, η αύξηση της ποσότητας του νερού ισοδυναμεί με αύξηση της παροχής του. Η παροχή ενός υδάτινου ρεύματος, αναφέρεται ως ο όγκος του νερού ανά μονάδα χρόνου που διαπερνάει από μία καθορισμένη διατομή της ποτάμιας κοίτης. Σε ποτάμια συστήματα όπου κατά το ροι τους προς τη θάλασσα συμβάλλουν μικρότεροι παραπόταμοι, παρατηρείται σταδιακή αύξηση του μεγέθους της κοίτης τους. Αυτό συμβαίνει γιατί συσσωρεύονται μεγαλύτερες ποσότητες νερών στις κοίτες τους με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι παροχές τους. Στην Εικόνα 2

απεικονίζεται η μεταβολή του μεγέθους της κοίτης ενός ποταμού, ως αποτέλεσμα της μεταβολής της κλίσης της, δεδομένου ότι υπάρχει σταθερή παροχή, παρατηρείται ότι μειώνεται η ταχύτητα του νερού στο τμήμα που έχει την μεγαλύτερη διατομή. (Βουβαλίδης, 2011)



Εικόνα 1: Χαρακτηριστικά της υδάτινης ροής. Οι ταχύτητες αυξάνονται προς το κέντρο της υδάτινης μάζας (τροποποιημένο από Βουβαλίδης, 2011 μετά από Stahler and Stahler, 1998).



Εικόνα 2: Απεικόνιση της μεταβολής της ταχύτητας του νερού σε ένα υδάτινο ρεύμα, αν θεωρηθεί δεδομένη η σταθερή παροχή, εξαιτίας της μεταβολής της κλίσης και της διατομής της κοίτης (John Wiley and Sons, Inc; Βουβαλίδης, 2011).

2.3 Υδρογραφικό δίκτυο

Ένα υδρογραφικό δίκτυο θεωρείται ως το μεταφορικό μέσο που διακινεί τα επιφανειακά νερά και τα ιζήματα που προσφέρονται σε μία υδρολογική λεκάνη, η οποία είναι καλά καθορισμένη τόσο υδρολογικά, όσο και τοπογραφικά, αποτελώντας τη στοιχειώδη χωρική μονάδα σε μία επιφάνεια της χέρσου. Τα βασικά στοιχεία μίας υδρολογικής λεκάνης, είναι οι κλάδοι και οι πλαγιές που ορίζουν το υδρογραφικό δίκτυο (Βουβαλίδης, 2011). Η μελέτη του υδρογραφικού δικτύου καθορίζεται με βάση τους ποικίλους τρόπους που μπορεί να αναπτυχθεί και τις ιδιότητες του.

Για να προσδιοριστεί η εξέλιξη ενός υδρογραφικού δικτύου χρειάζεται χρόνο και δεν μπορεί να υπάρξει άμεση παρατήρηση του, καθώς πρέπει να γνωρίζουμε για τις φυσικές διεργασίες του, τις αρχικές συνθήκες δημιουργίας του, τον χρόνο εξέλιξης του κλπ., ενώ για την μελέτη των ιδιοτήτων του απλά επιλέγεται ποσοτική ανάλυση των υπάρχοντων κλάδων που το απαρτίζουν.

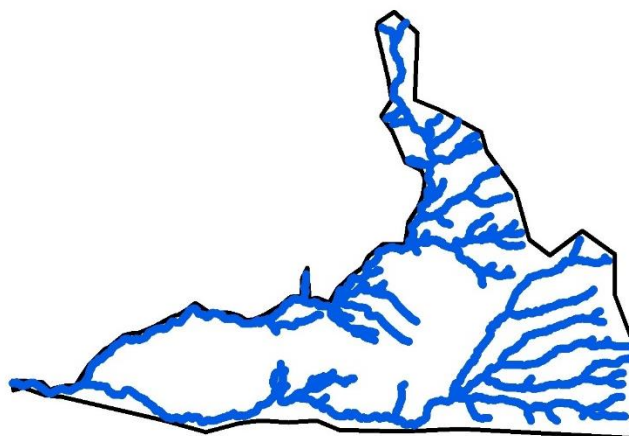
Όταν αναφερόμαστε στην εξέλιξη του υδρογραφικού δικτύου, θεωρούμαι τον τρόπο ανάπτυξης του και τον τρόπο που καθοδηγεί τα μεταφερόμενα ιζήματα στην καλύτερη δυνατή απομάκρυνση τους, καθώς και το νερό που το διατρέχει με βάση τις συνθήκες που υφίστανται σε τοπικό επίπεδο.

Για την ποσοτική ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου θα πρέπει να χαρακτηρίζεται η δομή του, καθώς και η εξέλιξη του, να προβλέπονται οι επιπτώσεις περιβαλλοντικής φύσεως, και να υπολογίζεται η υδρολογική συμπεριφορά των λεκανών απορροής του. Για την συλλογή των συγκεκριμένων δεδομένων θα πρέπει να λάβει χώρα η υπαίθρια παρατήρηση τους, ο προσδιορισμός των συμπερασμάτων από την ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου και ακολούθως τα αποτελέσματα από τα ήδη υπάρχοντα θεωρητικά μοντέλα προσομοίωσης. Σχετικά με την υπαίθρια παρατήρηση του υδρολογικού δικτύου, αναφέρεται σε εργασίες ότι προσφέρει ένα περιορισμένο φάσμα μελέτης του τρόπου που αναπτύσσεται, καθώς βασίζεται σε κάποιες ειδικές επιφάνειες που έχουν διαμορφωθεί τεχνητά (Schumm, 1956; Βουβαλίδης, 2011) και οι οποίες έχουν αποκαλυφθεί πολύ πρόσφατα (Morisawa, 1964).

2.3.1 Μορφή υδρογραφικού δικτύου

Η συνηθέστερη μορφή υδρογραφικού δικτύου είναι η δενδριτική μορφή, όπως αναφέρεται και για τον ποταμό Αυγά στην περιοχή μελέτης (Εικόνα 3). Η ονομασία αυτή δόθηκε από την ομοιότητα που αναπτύσσει ένα δίκτυο με τα κλαδιά δένδρου. Η συγκεκριμένη μορφή υδρογραφικού δικτύου, παρατηρείται σε περιοχές που είναι πετρογραφικά ομοιόμορφες, δηλαδή χαρακτηρίζονται μόνο από ένα είδος πετρώματος, σε περιοχές που δεν έχουν επηρεαστεί από τεκτονική και σε περιοχές που οι κλίσεις τους είναι μηδενικές ή πολύ μικρές.

Σύμφωνα με την εργασία Λαμπρινός (2009), στην περίπτωση που σε μία συγκεκριμένη διεύθυνση παρατηρούνται μεγάλες κλίσεις, τότε το δίκτυο διαμορφώνεται ακολουθώντας την μορφολογική κλίση, άρα την συγκεκριμένη διεύθυνση. Έτσι, σε αυτή την περίπτωση δεν αναπτύσσεται η δενδριτική μορφή, αλλά ένα δίκτυο με παράλληλη μορφή.

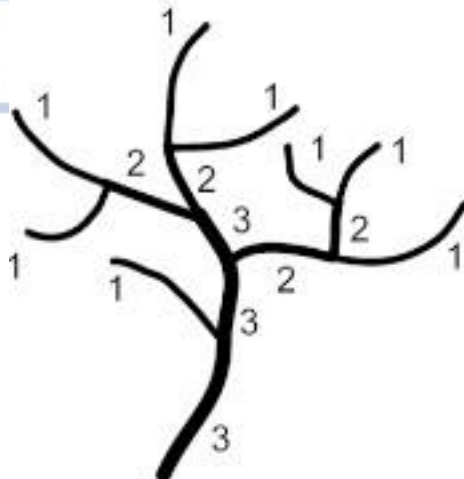


Εικόνα 3: Παράδειγμα υδρογραφικού δικτύου δενδριτικής μορφής (αριστερή εικόνα; Βουβαλίδης, 2011) και υδρογραφικό δίκτυο του ποταμού Αυγά (δεξιά εικόνα).

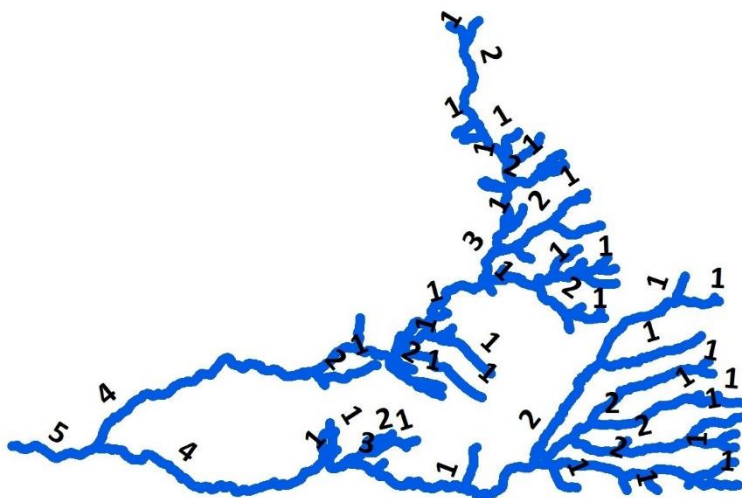
2.3.2 Αρίθμηση υδρογραφικού δικτύου

Η ανάπτυξη ενός υδρογραφικού δικτύου μπορεί να εκφραστεί ποσοτικά με την αρίθμηση των υδρογραφικών κλάδων του. Σύμφωνα με τον Strahler (1952) τα ρέματα που αναπτύσσονται χωρίς να δέχονται νερά από μικρότερους κλάδους, καλούνται (1^{ης}) τάξεως. Κατά τη σύνδεση δύο κλάδων ίδιας ή ίσης τάξης δημιουργείται ένας καινούριος κλάδος της αμέσως επόμενης τάξης. Για παράδειγμα, στη σύνδεση δύο κλάδων (1^{ης}) τάξεως δημιουργείται ένας κλάδος (2^{ης}) τάξεως κλπ. (Βουβαλίδης, 2011). Σε γενικά πλαίσια αν και υπήρξαν κι άλλοι ερευνητές όπως ο Horton (1945), ο Sheidegger (1965) κ.α. οι οποίοι πρότειναν παρομοίως συστήματα ταξινόμησης στην αρίθμηση του υδρογραφικού δικτύου, έχει επικρατήσει η ταξινόμηση να γίνεται κατά τον Strahler (1952) όπως παρουσιάζεται και στην Εικόνα 4.

Το υδρογραφικό δίκτυο του ποταμού Αυγά, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 5, είναι 5^{ης} τάξεως με βάση την αρίθμηση του Strahler (1952).



Εικόνα 4: Η αρίθμηση του υδρογραφικού δικτύου κατά Strahler (1952).



Εικόνα 5: Η αρίθμηση του υδρογραφικού δικτύου του ποταμού Αυγά κατά Strahler (1952).

2.3.3 Άνω, μέσος και κάτω ρους

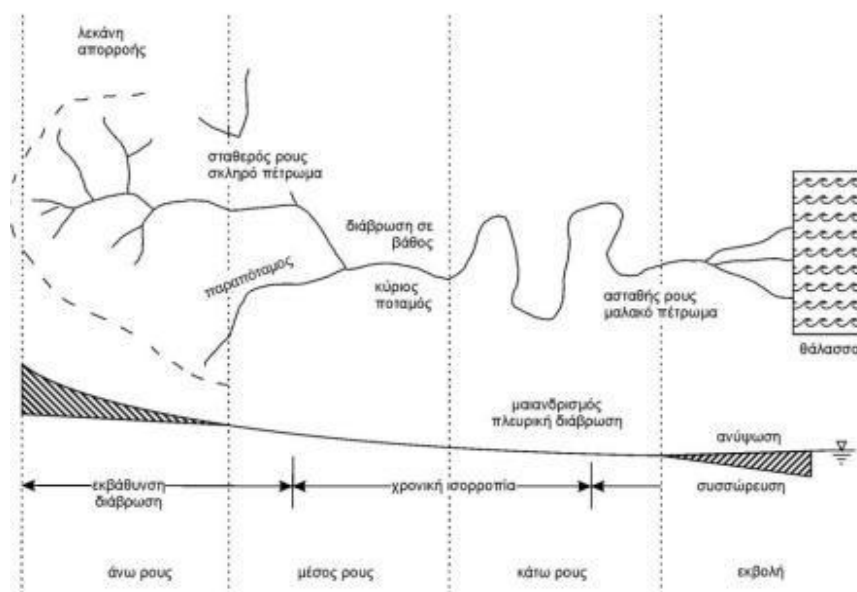
Καθώς προχωράμε από τα ανάντη προς τα κατόντη διακρίνονται τρεις μορφολογικές ενότητες, ο άνω, ο μέσος και ο κάτω ρου, όπως αυτές παρουσιάζονται στην Εικόνα 6.

Αρχικά στον άνω ρου του ποταμού παρατηρούνται κλιτύες που έχουν έντονες κλίσεις, και μεγάλες υψομετρικές διαφορές που αποτέλεσμα έχουν η κίνηση του ρέματος να γίνεται ορμητική, δημιουργώντας έτσι πολύ συχνά χειμάρρους. Επίσης, στον άνω ρου συναντώνται μικροί και πολλοί παραπόταμοι που συνοδεύουν το ποτάμι, και σχηματικά έχει ακανόνιστη μορφή που

χαρακτηρίζεται από μικρά ευθύγραμμα τμήματα. Σε αυτό το μέρος συμβάλλει η κύρια διάβρωση σε βάθος, με αποτέλεσμα το ποτάμι να διακινεί χονδρόκοκκα έως πολύ λεπτόκοκκα υλικά διάβρωσης.

Συνεχίζοντας στον μέσο ρου του ποταμού, παρατηρούνται ομαλότερες κλίσεις, καθόσον το υψόμετρο είναι χαμηλότερο σε σχέση με τον άνω ρου του ποταμού, η διάβρωση σε βάθος αντικαθίσταται σταδιακά από την πλευρική διάβρωση, καθώς επίσης υπάρχει μία ισορροπία ανάμεσα στα φερτά υλικά και το ρέμα. Στο συγκεκριμένο μέρος αυξάνεται το πλάτος του ποταμού και όλοι οι παραπόταμοι που αποστραγγίζουν τα νερά τους στην κύρια κοίτη του μειώνονται αισθητά σε αριθμό. Επίσης, χαρακτηριστικές μορφές που παρατηρούνται στον μέσο ρου είναι οι συχνές ήπιες καμπυλώσεις του ποταμού.

Τέλος, στον κάτω ρου του ποταμού, παρατηρείται χαμηλό υψόμετρο και το νερό ρέει σε περιοχές πιο πεδινές, με μόνη διαφορά ότι δεν έχει την ίδια ορμή πλέον. Στο συγκεκριμένο μέρος το ρέμα σχηματίζει καμπυλωτή μορφή, η διάβρωση συμβαίνει μόνο πλευρικά, και παρατηρείται ομαλή όχθη του ποταμού με πολύ χαμηλό υψόμετρο και με πλατιά κοιλάδα.



Εικόνα 6: Σχηματική οριζόντια απεικόνιση, του άνω, του μέσου και του κάτω ρου του ποταμού (τροποποιημένο από Χρυσάνθου (2015) μετά από Vollmers, 1990).

2.4 Ποτάμια γεωμορφολογία

Ένας σημαντικός παράγοντας που διαμορφώνει τη μορφολογία της επιφάνειας της Γης είναι το νερό που διατρέχει τα ποτάμια. Ως ποτάμια μορφολογία αναφέρεται η μορφολογία του ανάγλυφου της Γης που δημιουργείται από το ρέον νερό. Οι κύριες διεργασίες που παρατηρούνται είναι η διάβρωση, η μεταφορά και η απόθεση, που καλούνται ως ποτάμιες διεργασίες. Δεν υπάρχει σαφής διαχωρισμός μεταξύ των συγκεκριμένων διεργασιών, ωστόσο είναι άμεσα συνδεδεμένες μεταξύ τους. (Βουβαλίδης, 2011)

Κατά τη διαδικασία της ποτάμιας διάβρωσης, το ρέον νερό παίρνει υλικά τόσο από την κοίτη, όσο και πλευρικά του ποταμού. Όταν τα υποκείμενα πετρώματα αποτελούνται από χαλαρά υλικά, η διαβρωτική ικανότητα ολοένα και αυξάνεται. Λόγω της τριβής που δημιουργείται από την πρόσκρουση των αποσπώμενων υλικών, δημιουργούνται συνέχεια μικρότερα υλικά που με τη σειρά τους διαβρώνουν κι άλλη ποσότητα υλικού. Αποτέλεσμα αυτού, δηλαδή της πρόσκρουσης των υλικών που μεταφέρονται στη βάση της κοίτης, είναι η μείωση του μεγέθους τους, η στρογγυλοποίηση των παρυφών τους και η δημιουργία λείας εξωτερικής επιφάνειας. Η συγκεκριμένη δράση του νερού, καλείται ως υδραυλική δράση.

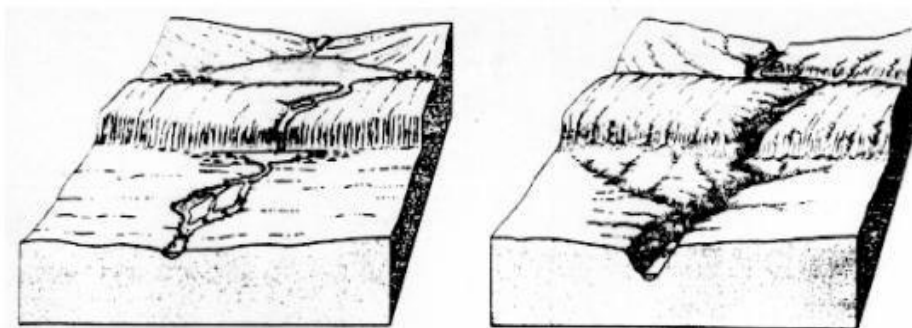
Κάπως έτσι το ποτάμιο φορτίο που πιθανόν συναντάται σε διάλυση μέσα στο νερό με τη μορφή ιόντων τα οποία συνδέονται άμεσα με τη χημική σύσταση των πετρωμάτων που αποτελούν την περιοχή, μεταφέρεται με το νερό προς τα κατάντη. Τα χονδρόκοκκα υλικά, όπως είναι τα χαλίκια και οι κροκάλες, μεταφέρονται με τη μορφή πυθμένιου φορτίου, ενώ τα λεπτόκοκκα υλικά αποτελούν το στρώμα αιώρησης. Η μεταφορική ικανότητα των ποταμών επηρεάζεται άμεσα και αλλάζει ανάλογα με την ταχύτητα του νερού. Δηλαδή, η μεταφορική ικανότητα του ποταμού είναι μεγάλη, καθόσον η ταχύτητα αυξάνεται όταν το μορφολογικό ανάγλυφο έχει μεγάλες κλίσεις. Εν' αντίθεση σε συνθήκες ίδιας παροχής αλλά μικρότερων κλίσεων, η ταχύτητα μειώνεται άρα και η μεταφορική ικανότητα του ποταμού είναι πολύ μικρότερη. Κάπως έτσι, καθόσον μειώνεται η μεταφορική ικανότητα ενεργοποιείται η αποθετική δράση του ποταμού. Πάντοτε το χονδρότερο υλικό αποτίθεται πρώτο.

2.4.1 Μορφολογικά Στάδια

Το κάθε ποτάμι από την αρχή της δημιουργίας του μέχρι να φτάσει στην κατάσταση ισορροπίας του περνάει από συγκεκριμένα μορφολογικά στάδια. Τα ακολούθως στάδια, νεότητας, ωριμότητας και γήρατος, αποτελούν τον κύκλο απογύμνωσης του ποταμού.

1. ΣΤΑΔΙΟ ΝΕΟΤΗΤΑΣ

Με τη δημιουργία ενός ποταμιού σε μία καινούρια ξηρά, ξεκινάει και το στάδιο νεότητας του (Εικόνα 7). Σε αυτό το στάδιο αναγνωρίζονται μεγάλες κλίσεις με οξύληκτες κι απότομες κορυφές στις πλαγιές, με αποτέλεσμα το ρέον νερό του ποταμού να έχει μεγάλη ταχύτητα, άρα να αυξάνεται και η μεταφορική ικανότητα του. Η διαβρωτική δράση σε αυτό το στάδιο γίνεται κυρίως σε βάθος και οι κοιλάδες που δημιουργούνται έχουν απότομες κλιτύς αναπτύσσοντας μορφή κλειστού V, με αποτέλεσμα να αναπτύσσονται καταρράκτες και φαράγγια μέσα σε αυτές. Η απότομη μεταβολή του ανάγλυφου είναι απόλυτο χαρακτηριστικό του συγκεκριμένου σταδίου.

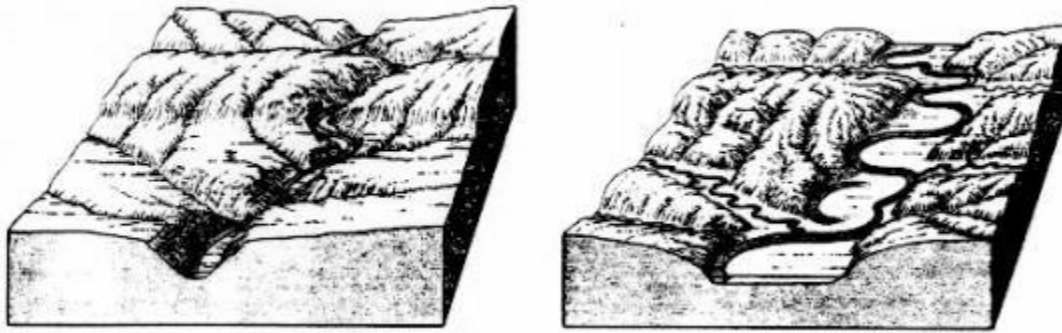


Εικόνα 7: Στάδιο νεότητας του ποταμού (Βουβαλίδης, 2011).

2. ΣΤΑΔΙΟ ΩΡΙΜΟΤΗΤΑΣ

Στο στάδιο ωριμότητας (Εικόνα 8) οι αρχικές κοιλάδες που έχουν σχήμα κλειστού V μετατρέπονται σε κοιλάδες με σχήμα ανοιχτού U, οι κλίσεις των κλιτύων είναι πολύ μικρότερες και η ταχύτητα απορροής μικρότερη σε σχέση με την ταχύτητα απορροής του σταδίου νεότητας. Στην εργασία Λαμπρινός (2009) αναφέρεται ότι το ανάγλυφο είναι πιο ήπιο με αποστρογγυλεμένες κορυφές, και ο ποταμός τείνει να φτάσει σε κατάσταση ισορροπίας. Επίσης στο στάδιο ωριμότητας το ανάγλυφο παρατηρείται με εμφανή ταπείνωση σε σχέση με το

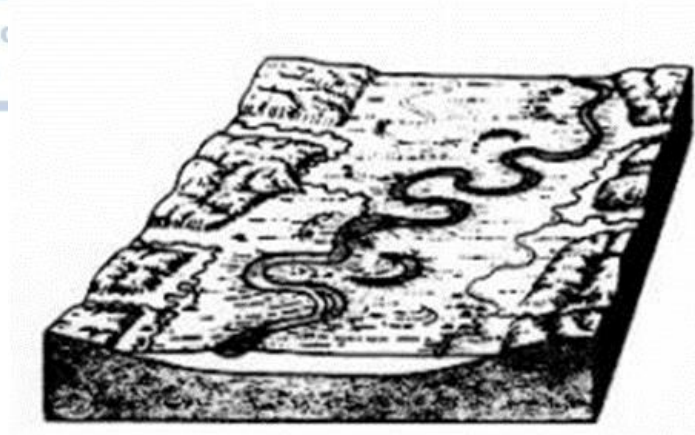
προηγούμενο στάδιο νεότητας, οι κλίσεις μειώνονται σταδιακά με τις κορυφές να εξομαλύνονται, και οι κλιτύες της κοίτης είναι λιγότερο απότομες χωρίς να εμφανίζουν το σχήμα κλειστού V στην κοίτη. Το υδρογραφικό δίκτυο σε αυτό το στάδιο είναι πλήρως ανεπτυγμένο και η διαβρωτική δράση του νερού γίνεται πλευρικά καθόσον το ποτάμι συναντάται πολύ κοντά σε βασικό επίπεδο.



Εικόνα 8: Στάδιο ωριμότητας του ποταμού (Βουβαλίδης, 2011).

3. ΣΤΑΔΙΟ ΓΗΡΑΤΟΣ

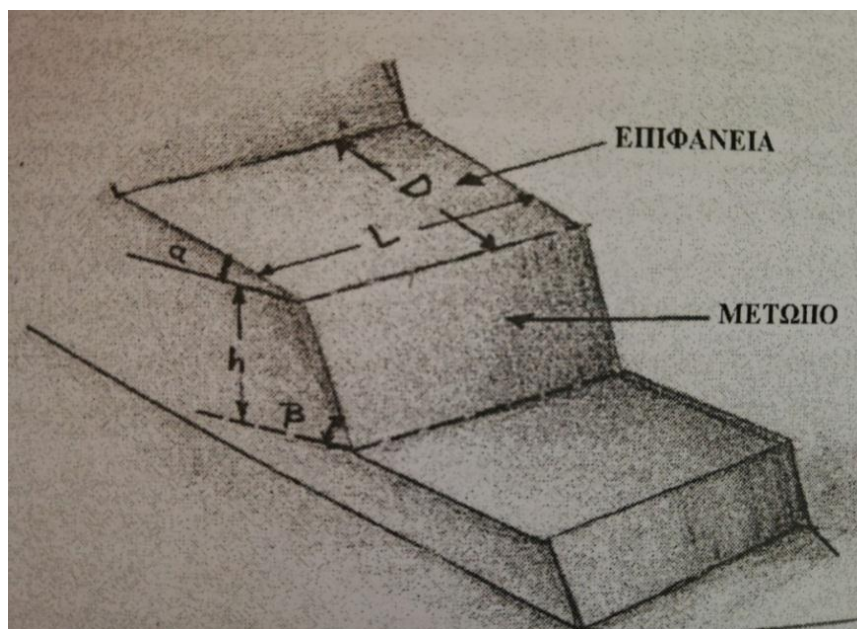
Τελευταίο στάδιο είναι αυτό του γήρατος (Εικόνα 9) όπου ο ποταμός με την πάροδο του χρόνου έχει φτάσει σε κατάσταση ισορροπίας, αναπτύσσοντας χαρακτηριστικούς ελεύθερους μαιανδρισμούς. Παρατηρείται ότι το ποτάμι τείνει να πλησιάσει το βασικό επίπεδο (πανεπίπεδο) και ότι οι κλίσεις της κοίτης μειώνονται σημαντικά. Επίσης, η διαβρωτική δράση του ποταμού σταματάει με αποτέλεσμα η μεταφορική ικανότητα του να ελαττώνεται χωρίς να υπάρχει το φαινόμενο της μεταφοράς υλικών μέσα στο ποτάμι. Το ανάγλυφο ομαλοποιείται εντελώς, και αποτελείται από χαμηλούς λοφίσκους και εκτεταμένα αλλουβιακά ριπίδια.

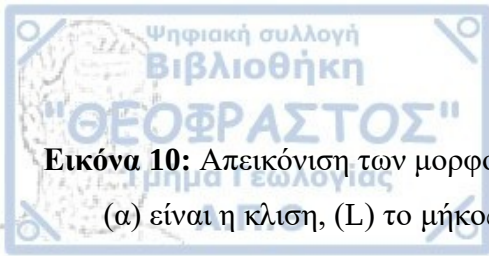


Εικόνα 9: Στάδιο γήρατος του ποταμού (Βουβαλίδης, 2011).

2.4.2 Ποτάμιες αναβαθμίδες

Όταν αναφέρεται ο όρος αναβαθμίδα γίνεται λόγος για το μορφολογικό σχηματισμό της επιφάνειας της γης που αποτελείται από μία σχεδόν επίπεδη επιφάνεια η οποία σταματάει λόγω ενός απότομου μετώπου (Βουβαλίδης, 2011). Η αναβαθμίδα έχει δύο βασικά μορφολογικά χαρακτηριστικά, την επιφάνεια και το μέτωπο της, όπως αυτά παρουσιάζονται στην Εικόνα 10.

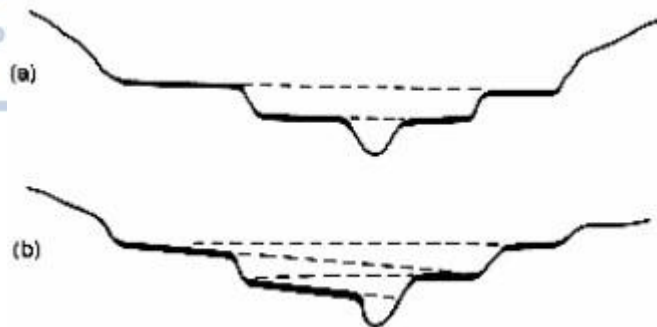




Εικόνα 10: Απεικόνιση των μορφολογικών χαρακτηριστικών της επιφάνειας αναβάθμισης, όπου (α) είναι η κλίση, (L) το μήκος, (D) το πλάτος, (H) το υψόμετρο και των μορφολογικών χαρακτηριστικών του μετώπου, όπου (β) είναι η κλίση και (H) το ύψος (Βουβαλίδης, 2011).

Γενικά υπάρχουν δύο τρόποι δημιουργίας των ποτάμιων αναβαθμίδων. Ο πρώτος τρόπος δημιουργίας τους σχετίζεται με τις ποικίλες διεργασίες διάβρωσης που επικρατούν σε ένα ποτάμι, οι οποίες τον αναγκάζουν να διαβρώνει την κοίτη του. Κάθε επίπεδο μίας αναβαθμίδας δημιουργείται μετά από την πτώση του βασικού επιπέδου και είναι ο πυθμένας μίας παλαιότερης κοίτης η οποία είχε επηρεαστεί από τη διαβρωτική δράση του νερού. Ο δεύτερος τρόπος δημιουργίας τους σχετίζεται με την μείωση και αύξηση του νερού και των μεταφερόμενων υλικών που προσφέρονται από τον ποταμό κατά την διάρκεια των τεσσάρων εποχών του χρόνου.

Πιο συγκεκριμένα, κατά την εποχή των έντονων βροχοπτώσεων και κατά το λιώσιμο των χιονιών, η ποσότητα του νερού και των μεταφερόμενων υλικών αυξάνεται, με αποτέλεσμα όταν η αύξηση είναι πολύ μεγάλη ο ποταμός να πλημμυρίζει το παλαιότερο αλλουβιακό ριπίδιο και να αποθέτει ξανά πάνω σ' αυτό τα μεταφερόμενα υλικά του, προσθέτοντας ακόμη ένα επίπεδο ή στρώμα υλικών πάνω στα παλαιότερα του αλλούβιου. Εν' συνεχεία, κατά την περίοδο ξηρασίας, όπου η παροχή ελαττώνεται, το πλάτος της κοίτης μικραίνει και ο ποταμός ξεκινάει να διαβρώνει τα υλικά που είχε αποθέσει κατά την περίοδο των έντονων βροχοπτώσεων, δημιουργώντας έτσι τις αναβαθμίδες. Στην Εικόνα 11 απεικονίζονται τα δύο είδη ποτάμιων αναβαθμίδων και στην Εικόνα 12 παρουσιάζονται οι ποτάμιες αναβαθμίδες που παρατηρήθηκαν κατά την υπαίθρια παρατήρηση στον ποταμό Αυγά και πιο συγκεκριμένα, εντός του φαραγγιού του Άβακα.



Εικόνα 11: Σχηματική απεικόνιση των ποτάμιων αναβαθμίδων, όπου στο (α) σχήμα παρουσιάζονται οι συζυγείς αναβαθμίδες και στο (β) σχήμα παρουσιάζονται η μη συζυγείς αναβαθμίδες (Λαμπρινός, 2009).



Εικόνα 12: Ποτάμιες αναβαθμίδες του ποταμού Αγγά.

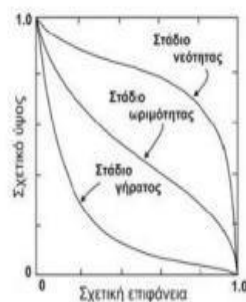
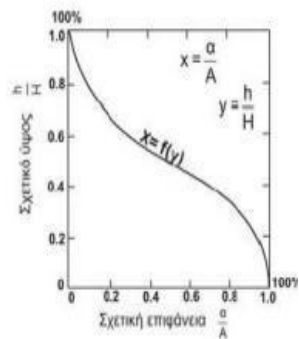
2.4.3 Μορφοτεκτονικοί δείκτες υπολεκάνης απορροής

2.4.3.1 Υψομετρική καμπύλη και υψομετρικό ολοκλήρωμα (Hi)

Τα χαρακτηριστικά μορφομετρικά στοιχεία του ανάγλυφου, καλούνται ως υψομετρική καμπύλη και υψομετρικό ολοκλήρωμα. Η υψομετρική καμπύλη αναφέρεται ως η κατανομή των υψομέτρων μίας περιοχής (Mayer, 1990; Strahler, 1952; Keller, 2002; Σμπόρας, 2005), δηλαδή παρουσιάζει με απλό τρόπο την κατανομή του ανάγλυφου εντός σε μία λεκάνης. Για το χαρακτηρισμό του σχήματος μίας υψομετρικής καμπύλης, καθώς και μίας καθορισμένης λεκάνης απορροής, υπολογίζεται το υψομετρικό ολοκλήρωμα (hypsometric integral).

Το υψομετρικό ολοκλήρωμα υπολογίζεται ως το εμβαδόν μίας επιφάνειας η οποία βρίσκεται κάτω από την υψομετρική καμπύλη. Αν το υψομετρικό ολοκλήρωμα παρουσιάσει υψηλές τιμές τότε η τοπογραφία είναι απότομη και μεγάλη σε σχέση με την μέση τιμή του υψομέτρου της περιοχής, ενώ αν το υψομετρικό ολοκλήρωμα παρουσιάσει μεσαίες έως χαμηλές τιμές τότε υποδεικνύει ομαλότερες περιοχές.

Σχετικά με τους παραμέτρους x και y υποδεικνύουν τη σχέση μεταξύ του υψομέτρου και της επιφάνειας μίας λεκάνης απορροής (Strahler, 1952), και στην Εικόνα 13 παρουσιάζονται χωρίς διαστάσεις. Το x αντικατοπτρίζει τη σχετική επιφάνεια η οποία υπολογίζεται ως ο λόγος της οριζόντιας προβολής μίας «α» επιφάνειας προς ολόκληρη την οριζόντια προβολή της «Α» επιφάνειας της λεκάνης. Το y αντικατοπτρίζει το σχετικό ύψος το οποίο υπολογίζεται ως ο λόγος του ύψους «h» για κάθε ισοϋψή καμπύλη προς το τοπικό ανάγλυφο της λεκάνης. Έπειτα, οι τιμές των λόγων του x και του y , υπολογίζεται ότι κυμαίνονται από 0 έως 1, δηλαδή από 0% έως 100% και στο σύνολό τους οι συγκεκριμένοι λόγοι υποδεικνύουν την υψομετρική καμπύλη της λεκάνης απορροής.



Εικόνα 13: Παράδειγμα υψομετρικού ολοκληρώματος. Στα αριστερά διαγράμματα παρουσιάζεται ο υπολογισμός x και y , και στα δεξιά διαγράμματα παρουσιάζεται το υψομετρικό ολοκλήρωμα (Μορφομετρικές Παράμετροι Λεκανών Απορροής (n.d.)).

Το υψομετρικό ολοκλήρωμα εκφράζεται ως το εμβαδόν της υψομετρικής καμπύλης, ή διαφορετικά μπορεί να εκτιμηθεί κι από τον παρακάτω τύπο (Εικόνα 14):

$$\frac{\text{μέσο υψόμετρο} - \text{ελάχιστο υψόμετρο}}{\text{μέγιστο υψόμετρο} - \text{ελάχιστο υψόμετρο}}$$

Εικόνα 14: Τύπος υψομετρικού ολοκληρώματος

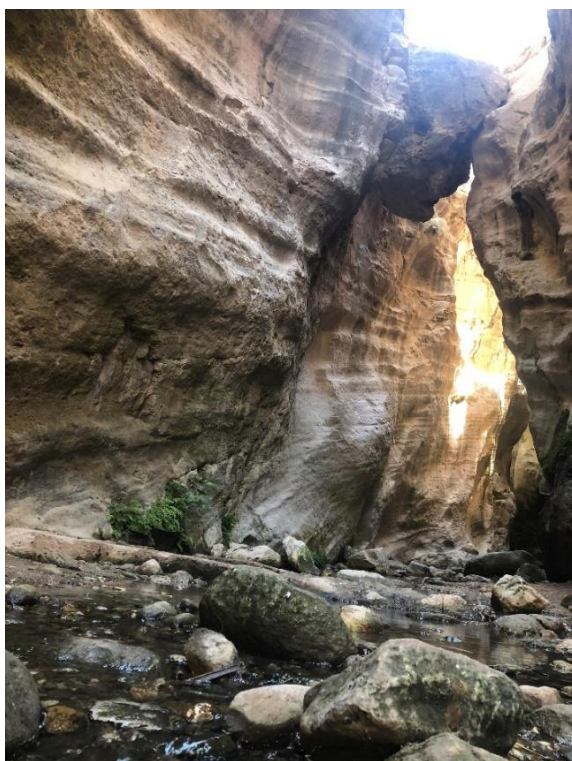
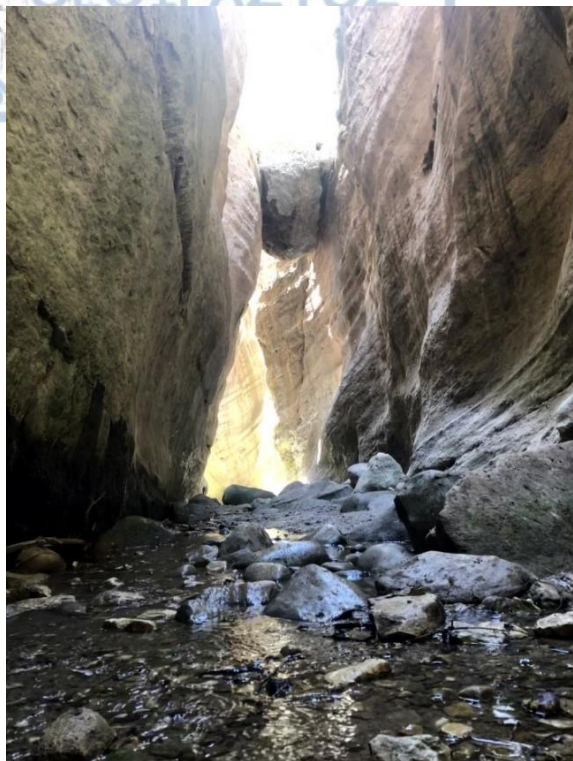
3 – ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

3.1 Τι είναι φαράγγι;

Εξ 'ορισμού, φαράγγι ονομάζεται μια βαθιά χαράδρα με σχεδόν απόκρημνες βραχώδης πλευρές. Ο σχηματισμός τους προκύπτει από τα ορμητικά υδάτινα ρεύματα που δημιουργούν μια διαβρωτική δράση, επιτυγχάνοντας μια συνεχόμενη εκβάθυνση της κοίτης μεταξύ συμπαγών και ανθεκτικών πετρωμάτων. Άλλος ένας τρόπος δημιουργίας φαραγγιών είναι μέσω τεκτονικής διεργασίας ενός σεισμού, κατάπτωση θόλων, υπόγειων σπαραγγών, όπως παρατηρείται κυρίως σε καρστικές περιοχές, καθώς επίσης και με τη δράση των παγετώνων που δημιουργεί εκτενή ρήγματα. Για παράδειγμα η πλειοψηφία των φαραγγιών στις Άλπεις, οφείλεται σε παγετωνικές δράσεις.

Πιο συγκεκριμένα για την περιοχή μελέτης, δηλαδή το φαράγγι του Άβακα (Εικόνα 15), πιστεύετε ότι η δημιουργία του ξεκίνησε όταν αναδύθηκε ολόκληρη η περιοχή από την θάλασσα, κι ακολούθως, λόγω της μακροχρόνιας διαβρωτικής δράσης του ποταμοχειμάρου Αυγά στο εύκολα διαβρώσιμο γεωλογικό υπόβαθρο ασβεστολιθικών πετρωμάτων και στο επικλινές της περιοχής, που αποτελείται από μάργες, κιμωλίες, υφαλογενείς και μπεντονιτικούς άργιλους, και κοκκώδεις ασβεστόλιθους.

Στα παλαιότερα χρόνια, η φυσική τοποθεσία του Φαραγγιού χρησιμοποιούνταν από τους κατοίκους της περιοχής ως χώρος καταφυγίου, και εύρεσης τόσο νερού όσο και φαγητού. Ωστόσο στις μέρες μας το φαράγγι του Άβακα θεωρείται ένα αριστουργήματα της φύσης, και πλημμυρίζεται κάθε χρόνο από χιλιάδες επισκέπτες, οι οποίοι το χαρακτηρίζουν ως «επίγειο» παράδεισο.



Εικόνα 15: Φαράγγι του Άβακα (αριστερά η μπροστά όχθη και δεξιά η πίσω όχθη του φαραγγιού).

3.2 Γεωγραφική θέση της περιοχής

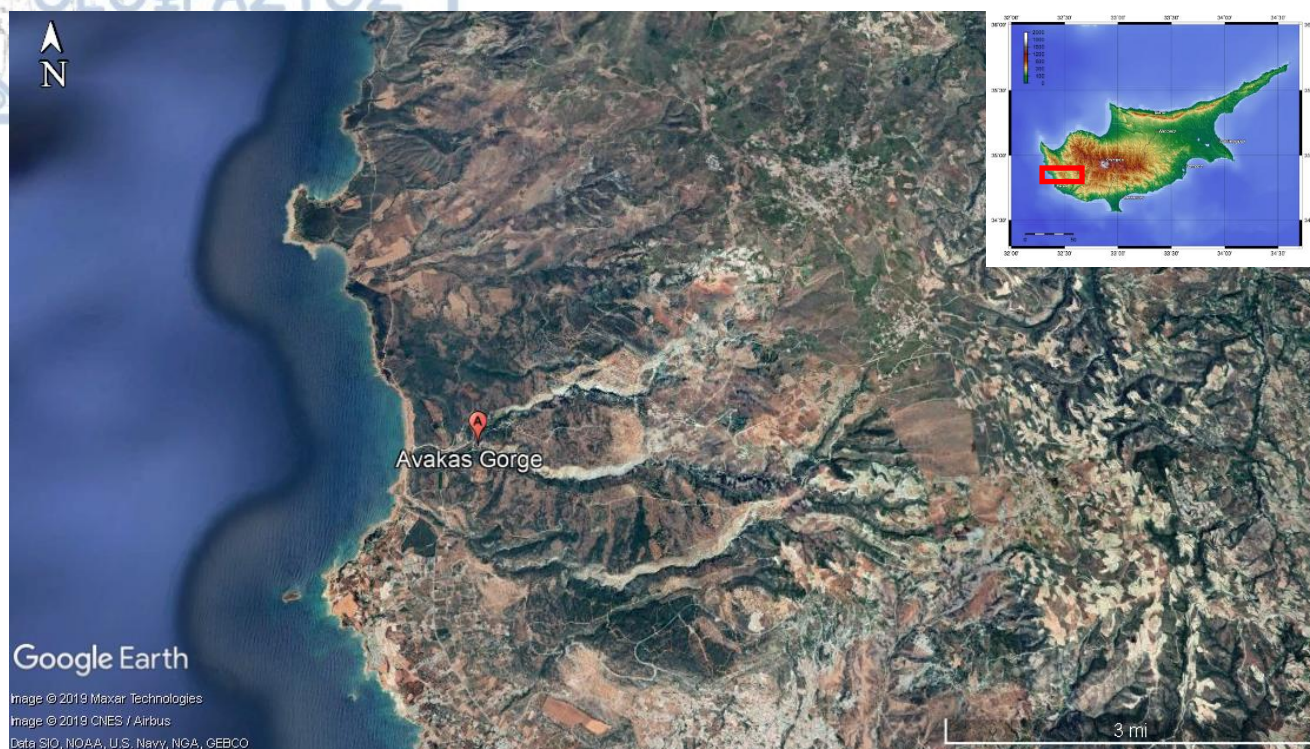
Το Φαράγγι του Άβακα, όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 16, αποτελεί το πιο εντυπωσιακό και συνάμα το πιο ξακουστό Φαράγγι της Κύπρου, και χαρακτηρίζεται από απότομους και ψηλούς γκρεμούς τύπου «canyon». Το Φαράγγι αποτελείται από μόνιμη παρουσία νερού, ενδιαφέρουσα γεωλογία και σπάνια πλούσια χλωρίδα και πανίδα. Ολόκληρη η περιοχή της Χερσονήσου του Ακάμα, όπου μέσα σε αυτήν εντάσσεται και το Φαράγγι του Άβακα, έχει ενταχθεί στο Δίκτυο Natura 2000. Επιπρόσθετα, το μεγαλύτερο μέρος του Φαραγγιού πρόκειται να ανακηρυχθεί ως «μικροαπόθεμα» ούτως ώστε να προστατευθεί η σπάνια και εντυπωσιακή χλωρίδα, και πανίδα του. (Μονοπάτι Μελέτης της Φύσης «Φαράγγι του Άβακα»)

Το φαράγγι έχει γραμμικό σχήμα, με αποτέλεσμα όταν το προσεγγίζεις από την ανατολικότερη πλευρά του η διαδρομή να ξεκινά από την παραλία της Τοξεύτρας και φτάνει στο χωρίο Αρόδες, ενώ όταν το προσεγγίζεις από την δυτικότερη πλευρά του η διαδρομή να ξεκινά από το χωρίο Αρόδες έως την παραλία της Τοξεύτρας. Η αρχή της ανατολικής διαδρομής, από την παραλία της Τοξεύτρας έως τις Αρόδες έχει συντεταγμένες $34^{\circ}55'13.75''\text{B}$ και $32^{\circ}20'15.78''\text{A}$, απέχοντας 25

χιλιόμετρα από το κέντρο της Κάτω Πάφου και 3,5 χιλιόμετρα από την περιοχή Άγιος Γεώργιος της Πέγειας. Εν' αντίθεση η δυτική διαδρομή έχει συντεταγμένες $34^{\circ}55'37.31''\text{B}$ και $32^{\circ}21'55.81''\text{A}$, απέχοντας 5.5 χιλιόμετρα από το χωριό πάνω Αρόδες, το οποίο απέχει 30 χιλιόμετρα από την Κάτω Πάφο και 13 χιλιόμετρα από την Πόλη Χρυσοχούς.

Το Φαράγγι του Άβακα, και κυρίως το μονοπάτι που ακολουθείται μέσα σε αυτό, αποτελεί πόλο έλξης για χιλιάδες τουρίστες και ντόπιους, που κάθε χρόνο το επισκέπτονται για να βιώσουν μοναδικές εμπειρίες αγγίζοντας τη φύση (Μονοπάτι Μελέτης της Φύσης «Φαράγγι του Άβακα»). Στο σημείο αφετηρίας, όπου συναντάται μία μεγάλη ανοιχτή κοιλάδα με φυσική βλάστηση στα εκατέρωθεν πλευρά της, υπάρχει υψόμετρο 47m, αλλά γενικά βαδίζοντας κατά μήκος του φαράγγιού το υψόμετρο ελαττώνεται στα 40-45m, και στο τέλος του το υψόμετρο φθάνει τα 150m. Το συνολικό μήκος του φαράγγιού φθάνει τα 1,2 km και ο εκτιμώμενος χρόνος για να εξερευνηθεί, από την αφετηρία μέχρι τον τερματισμό του, είναι κατά προσέγγιση 2 - 2,5 ώρες.

Με βάση την κλίμακα δυσκολίας των πεζοπόρων σε μονοπάτια της Κύπρου, το φαράγγι του Άβακα στα πρώτα 700m έχει βαθμό δυσκολίας 1 και το υπόλοιπο τμήμα του βαθμό δυσκολίας 2. κατατάσσεται στα φαράγγια που έχουν βαθμό δυσκολίας 1-2. Μέσα στο Φαράγγι δεν παρατηρούνται κατωφέρειες ή ανωφέρειες, και ο μικρός βαθμός δυσκολίας του υπολογίζεται με βάση τις διασταυρώσεις του ποταμού, όπου ο περπατητής χρειάζεται να βαδίζει σε γλιστερές πέτρες. (Μονοπάτι Μελέτης της Φύσης «Φαράγγι του Άβακα»)



Εικόνα 16: Δορυφορική εικόνα της περιοχής μελέτης (πηγή: : <https://earth.google.com/web/>)

3.3 Γεωλογία της περιοχής

Σύμφωνα με διάφορους ερευνητές (Gass, 1960; Robertson and Woodcock, 1979; Swarbrick and Robertson, 1980; Malpas et al., 1992, 1993; Robertson and Xenophontos 1993 κτλ) η γεωλογία της Κύπρου διαχωρίζεται σε τρεις κύριες γεωτεκτονικές ζώνες, οι οποίες είναι οι Οφιόλιθοι του Τροόδους, το Σύμπλεγμα των Μαμωνίων και η Ακολουθία της Κερύνειας. Ωστόσο, υπάρχουν και τα αυτόχθονα ιζήματα της ακολουθίας του Τροόδους, τα οποία αποτελούν μία επιπρόσθετη γεωλογική ενότητα. Οι εν' λόγω ζώνες υποδεικνύονται στην Εικόνα 27.



Εικόνα 17: Γεωλογικές ζώνες της Κύπρου (τροποποίηση από Βαρνάβα, Α., 2016; μετά το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης Κύπρου).

Στην συγκεκριμένη διατριβή δίνεται έμφαση στους σχηματισμούς της αυτόχθονης ιζηματογενής ακολουθίας του Τροόδους, όπως παρουσιάζεται στις Εικόνες 18 και 19, η οποία δημιουργήθηκε κατά την τεκτονική ηρεμία που επικράτησε μετά τη σύγκρουση του συμπλέγματος Μαμωνίων με το σύμπλεγμα του Τροόδους, καθώς και μετέπειτα την τεκτονική ανύψωση κατά το τέλος του Μέσου Μαιστρίχτιου. Η ιζηματογένεση της ακολουθίας επικράτησε κατά τη διάρκεια του Ανώτερο Κρητιδικό (Μαιστρίχτιο) μέχρι και το Πλειστόκαινο, έχοντας μικρά στρωματογραφικά κενά (Πογιατζής, Λ., 2011).

Η Ιζηματογενής Ακολουθία του Τροόδους, καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος του νησιού της Κύπρου και σε σχέση με τις άλλες τρεις γεωλογικές ζώνες έχει την πιο μεγάλη εξάπλωση. Πιο συγκεκριμένα, η ολική επιφανειακή εξάπλωση της συγκεκριμένης ακολουθίας ανέρχεται στα 5,476km² και καλύπτει το 57% του εδάφους του νησιού (Πογιατζής, Λ., 2011). Η Ιζηματογενής Ακολουθία του Τροόδους καλύπτει την κοιλάδα της Μεσαορίας που οριοθετείται μεταξύ των οροσειρών του Τροόδους και του Πενταδακτύλου, καθώς επίσης και την νότια πλευρά του νησιού.

Το περιβάλλον απόθεσης των ιζημάτων της ακολουθίας του Τροόδους μεταπίπτει προοδευτικά από πελαγικό σε αβαθές (Πογιατζής, Λ., 2011). Έτσι, τα ποικίλα πετρώματα που δομούν την Ιζηματογενή Ακολουθία του Τροόδους, διαφοροποιούνται μεταξύ τους ως προς τον τρόπο σχηματισμού τους. Πιο συγκεκριμένα η ακολουθία αυτή αποτελείται από κρητίδες, ηφαιστειοκλαστικά πετρώματα, μάργες, μπεντονίτες, , κλαστικά μείγματα πετρωμάτων καθώς

επίσης και οφιολιθικά mélange, τα οποία συναντώνται σε περιοχές που συνδέονται με κλαστικά ιζήματα, ασβεστιτικούς ψαμμίτες, κερατόλιθους, οφιολιθικές ακολουθίες, εβαπορίτες, κλαστικά ιζήματα και ασβεστόλιθους.

Τα πρώτα ιζήματα της αυτόχθονης ακολουθίας, ηλικίας Ανώτερο Κρητιδικό, αποτελούν το Σχηματισμό της Κανναβιού, που αναπτύσσεται στην δυτική Κύπρο και αποτελείται ως επί το πλείστον από μπεντονιτικούς αργίλους με ενστρώσεις ηφαιστειοκλαστικών ιλυολίθων, ραδιολαριτών και μαγγανιούχων πηλινών. Οι μπεντονιτικοί άργιλοι, ιδιαίτερα στην ΝΔ Κύπρο, είναι έντονα τεκτονισμένοι και διαταραγμένοι στις περιοχές όπου καλύπτονται με ασυμφωνία από νεότερα ιζήματα. Η δημιουργία του συγκεκριμένου σχηματισμού συνδέεται άμεσα με τον οφιόλιθο του Τροόδους και την επώθηση του Συμπλέγματος των Μαμωνίων. Ο Σχηματισμός της Κανναβιού υπέρκειται με ασυμφωνία πάνω από τις ηφαιστειακές λάβες ή και από το Σχηματισμό του Πέρα Πεδίου. (Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης Κύπρου, 2019).

Επίσης, κατά το Ανώτερο Κρητιδικό (Μαιστρίχτιο), χρονολογούνται και οι Σχηματισμοί του Κάθηκα στη δυτική Κύπρο και της Μονής στη νότια πλευρά του Δάσους της Λεμεσού. Οι συγκεκριμένοι Σχηματισμοί αποτελούν οφιολιθικά mélange, τα οποία περιέχουν ογκόλιθους διάφορων πετρωμάτων, όπως ιλυόλιθους, χαλαζιακούς ψαμμίτες, σερπεντινίτες και πετρώματα των οφιολίθων του Τροόδους και του Συμπλέγματος των Μαμωνίων. (Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης Κύπρου, 2019)

Εν' συνεχεία κατά το τέλος του Ανώτερου Κρητιδικού έως το Παλαιογενές (Ολιγόκαινο) αποτέθηκε ο Σχηματισμός των Λευκάρων με την χαρακτηριστική ανθρακική ιζηματογένεση η οποία δομείται από πελαγικές μάργες και κρητίδες λευκού χρώματος, μέσα στις οποίες ενίοτε εμφανίζονται κερατόλιθοι. Ο συγκεκριμένος Σχηματισμός, σε κάποιες παλαιότερες εργασίες εμφανίζεται ως Σχηματισμός της Λαπήθου, αργότερα όμως μετονομάστηκε σε Σχηματισμό των Λευκάρων, λόγω της μεγάλης εξάπλωσης του στην περιοχή του συγκεκριμένου χωριού. Ο Σχηματισμός από τα κατώτερα έως τα ανώτερα στρώματα του, χωρίζεται σε τέσσερις επιμέρους στρωματογραφικές ενότητες: (Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης Κύπρου, 2019)

- τις κατώτερες μάργες,
- τις κρητίδες με στρώσεις κερατόλιθων,
- τις συμπαγείς κρητίδες και,
- τις ανώτερες μάργες

Οι κατώτερες μάργες του Σχηματισμού αποτελούνται από λεπτοστρωματώδεις μάργες γκρίζου ή ροδόχρου/καστανόχρου χρώματος με εμφανίσεις καστανόχρωων φακών κερατολίθων, που προς τα ανώτερα στρώματα τους μεταπίπτουν σε μαργαϊκές κρητίδες. Ακολούθως εμφανίζεται το μέλος των κρητίδων με ενστρώσεις κερατολίθων, το οποίου τα πετρώματα του είναι ανθεκτικά στη διάβρωση σχηματίζοντας απότομους κρημνούς. Στη συνέχεια εμφανίζονται οι συμπαγείς κρητίδες ως ένα ακόμη μέλος, που είναι μία σειρά ιζηματογενών πετρωμάτων χωρίς την παρουσία κερατολίθων. Τέλος στα ανώτερα στρώματα του Σχηματισμού απαντώνται οι ανώτερες μάργες, με τυπική λιθολογία μαργών. Τα πετρώματα στα ανώτερα στρώματα εμφανίζουν κίτρινο χρώμα σε συνδυασμό με τις ενστρώσεις ασβεστικού ψαμμίτη, και σε συγκεκριμένα σημεία εμφανίζονται και στρώματα κροκαλοπαγών. (Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης Κύπρου, 2019)

Για το λόγο αυτόν τα ανώτερα στρώματα του Σχηματισμού των Λευκάρων, διαχωρίζονται σε ένα περεταίρω σχηματισμό, ο οποίος ονομάζεται Σχηματισμός Πάχνας. Τα πετρώματα του Σχηματισμού Πάχνας χαρακτηρίζονται από υποκίτρινες κρητίδες και μάργες Μειοκαινικής ηλικίας. Στα κατώτερα και ανώτερα στρώματα του Σχηματισμού Πάχνας συναντώνται τα μέλη Τέρρα, ηλικίας Κατώτερο Μειόκαινο, και Κορώνεια, ηλικίας Ανώτερο Μειόκαινο. Τα μέλη αποτελούνται από υφαλογενείς και βιοκλαστικούς ασβεστόλιθους (Robertson et al., 1995), έτσι αποδεικνύεται ότι κατά την αρχική και τελική απόθεση του σχηματισμού Πάχνας επικρατούσε περιβάλλον αβαθούς θάλασσας. (Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης Κύπρου, 2019)

Κατά το Μεσσήνιο (Ανώτερο Μειόκαινο) σχηματίζεται ο Σχηματισμός Καλαβασού, με τις χαρακτηριστικές αποθέσεις των εβαποριτών. Πιο συγκεκριμένα τα πετρώματα αυτά αποτελούνται από γυψούχες μάργες και γύψους. Σχετικά με τον γύψο αναγνωρίζονται τρεις τύποι οι οποίοι είναι η ελασματοειδής γύψος (γύψος παράλληλη με τη διάταξη των στρωματιδίων της), η ελασματοειδής με κονδύλους (γύψος με τα στρωματίδια του να περικλείουν κονδύλους γύψου), και ο σελενίτης. Οι συγκεκριμένοι τύποι υποδεικνύουν ότι η απόθεση του Σχηματισμού έγινε εντός του νερού. (Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης Κύπρου, 2019)

Κατά το Πλειόκαινο καθώς τελείωσε η κρίση αλμυρότητας, ξεκινάει μια καινούργια ιζηματογένεση, της οποίας τα πετρώματα ανήκουν στο Σχηματισμό Λευκωσίας. Ο συγκεκριμένος Σχηματισμός, αποτελείται κυρίως από μάργες που περιέχουν παρεμβολές τόσο λεπτόκοκκων όσο και χονδρόκοκκων ασβεστιτικών ψαμμιτών. Από τα κατώτερα έως τα ανώτερα στρώματα ο Σχηματισμός Λευκωσίας χαρακτηρίζεται από σταδιακή μετάβαση λεπτόκοκκων ιζημάτων, όπως είναι οι ιλυόλιθοι, σε αδρόκοκκα ιζήματα, όπως είναι οι ψαμμίτες. Κάτι τέτοιο φανερώνει τη

σταδιακή ανύψωση του νησιού της Κύπρου και τη σταδιακή ή συνεχόμενη μείωση της θαλάσσιας στάθμης. (Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης Κύπρου, 2019)

Τέλος, στα ανώτερα στρώματα της Ιζηματογενούς Ακολουθίας του Τροόδους, συναντώνται οι Σχηματισμοί της Αθαλάσσιας, της Κακκαρίστας, και του Απαλού, ηλικίας Άνω Πλειόκαινο, Ανώτερο Πλειόκαινο και Κατώτερο Πλειστόκαινο, αντίστοιχα (Robertson et al., 1995; Manzi, V., et al., 2016). Οι Σχηματισμοί αυτοί αποτελούνται από ψαμμίτες, αμμούχες μάργες και κροκαλοπαγή.

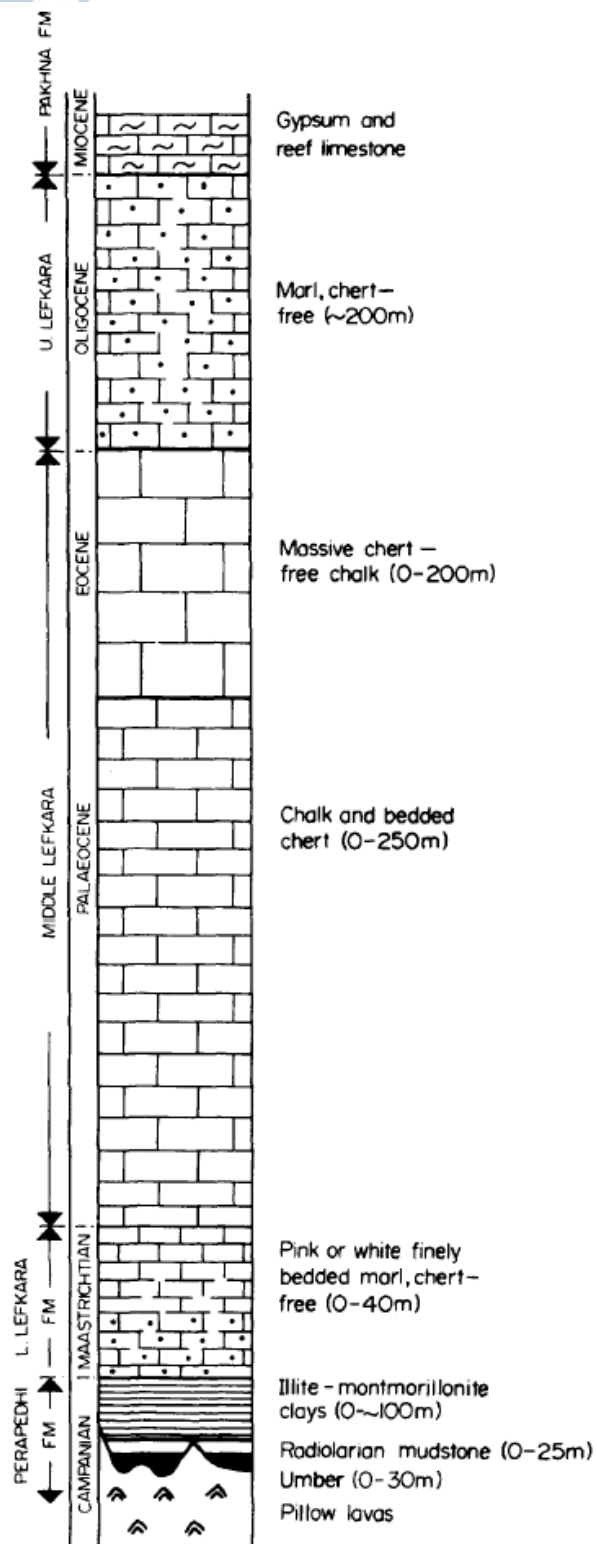
Πολύ σημαντικός σχηματισμός της ακολουθίας είναι το Σύναγμα, ηλικίας Πλειστόκαινο έως Τεταρτογενές, ο οποίος δημιουργήθηκε από τη διάβρωση του Τροόδους που προήλθε από τη συνεχόμενη ανύψωση του. Το Σύναγμα, αποτελούμενο από άμμους, ιλύες και χαλίκια, συναντάται στο δυτικό κι ανατολικό τμήμα της κοιλάδας της Μεσαορίας, στο Ακρωτήρι και στην Πάφο, περιέχοντας τους σημαντικότερους υδροφορείς του νησιού, εφόσον πληρώνει τις κοιλάδες και τα δέλτα των ποταμών.

Εκτεταμένες εμφανίσεις Θαλάσσιων Αναβαθμίδων, συναντώνται σε όλες τις παράκτιες περιοχές του νησιού, ειδικότερα στην περιοχή της Καρπασίας, του Κορμακίτη, στον Ακάμα και στην νότια Κύπρο (Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης Κύπρου, 2019).

Αξιοσημείωτο είναι ότι οι ιζηματογενείς αποθέσεις της συγκεκριμένης ακολουθίας, είναι πλούσιες σε βιομηχανικά ορυκτά, τα οποία είναι η γύψος, η μάργα, η άργιλος, ο μπετονίτης, οι κρητίδες, ο σελεστίνης και η πέτρα δόμησης ή «Πουρόπετρα», η οποία χρησιμοποιήθηκε και χρησιμοποιείται σε πολλές κατασκευές. (Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης Κύπρου, 2019)

Age		Formation	Lithology
Cenozoic	Pleistocene	'Fanglomerate' Apalos Kakkaristra Athalassa	Conglomerate and sandstone
	Pliocene	Nicosia	Marl, silt, mudstone, sandstone, conglomerate
		Kalavasos	Evaporite
	Miocene	Upper Koronia member	Reefal and bioclastic limestone
		Middle Pakhna	Pelagic chalk, marl, calcarenite, conglomerate
		Lower Terra mb.	Reefal and bioclastic limestone
	Oligocene	Upper Lefkara	Pelagic chalk and marl,
	Eocene	Middle Lefkara	Massive pelagic chalk
	Paleocene		Pelagic chalk, replacement chert
	Maastrichtian	Lower Lefkara	Pelagic chalk
Mesozoic	Campanian	Kannaviou	Volcaniclastic sandstone, bentonitic clay
	Turonian	Perapedhi	Umber and radiolarite
After Robertson <i>et al.</i> , 1995		B A S E M E N T	

Εικόνα 18: Οι σχηματισμοί της Ιζηματογενής Ακολουθίας του Τροόδους (τροποποιημένο από Manzi, V., et al., 2016, μετά από Robertson et al., 1995).



Εικόνα 19: Λιθοστρωματογραφική στήλη της Ιζηματογενής Ακολουθίας του Τροόδους (Robertson and Hudson, 1974; Robertson and Xenophontos, 1993).

3.4 Τεκτονικά στοιχεία της ευρύτερης περιοχής

Το νησί της Κύπρου χαρακτηρίζεται από μία πολύπλοκη τεκτονική, ανήκοντας στην τεκτονική ζώνη της Ανατολικής Μεσογείου. Το νησί συναντάται στο σημείο που ενώνονται οι τρεις ηπειρωτικές πλάκες: η Αραβική πλάκα στα ανατολικά, η Ευρασιατική πλάκα στα βόρεια και η Αφρικανική Πλάκα στα νότια. Για τον λόγο αυτόν, το νησί της Κύπρου και ειδικότερα οι οφιόλιθοι του Τροόδους, καθώς και το Σύμπλεγμα Μαμωνίων, αποτελέσαν και ακόμη αποτελούν πόλο έλξης για μεγάλους επιστήμονες, ενώ έρευνες που έχουν εκπονηθεί επιβεβαίωσαν την ύπαρξη και θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών.

Στην ευρύτερη περιοχή της Κύπρου, μελέτες που αφορούν την ενεργό τεκτονική, σημειώνουν ότι η σεισμικότητα της αποδίδεται κατά κόρον στο «Κυπριακό Τόξο», το οποίο εμφανίζεται ως το τεκτονικό όριο μεταξύ των λιθοσφαιρικών πλακών Αφρικής και Ευρασίας, στην περιοχή της Ανατολικότερης Μεσογείου (Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης Κύπρου, 2019). Επίσης, στην περιοχή αυτή η σύγκλιση των δύο πλακών αποτελεί κοινό σημείο, αλλά δεν υπάρχει συμφωνία ως προς την σχετική κίνηση και την γεωμετρία των δυο πλακών. Ωστόσο, η εντονότερη σεισμικότητα του νησιού παρατηρείται στο δυτικό και κεντρικό μέρος του «Κυπριακού Τόξου», καθώς και σε χερσαία ρήγματα της Λάρνακας, της Λεμεσού και της Πάφου (Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης Κύπρου, 2019). Το ανατολικό τμήμα του Τόξου δεν εμφανίζει έντονη σεισμικότητα, πιθανόν λόγω της μη-ενεργής καταβύθισης στο συγκεκριμένο μέρος (Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης Κύπρου, 2019).

Σύμφωνα με την εργασία Rotstein and Avraham (1985) εκτιμάται ότι στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου, πριν δημιουργηθούν όλα τα τεκτονικά στοιχεία της, υπήρχαν μικρότερες πλάκες, τα όρια των οποίων απαρτίζονταν από ένα ανενεργό και συνεχές τόξο. Κατά τη σύγκρουση των μικρότερων πλακών, η οποία επέφερε την αύξηση των τεμαχίων, το τόξο απομακρύνθηκε από την μεγάλη πλάκα που διαχώριζε τις περιοχές που σήμερα είναι τα νησιά της Κύπρου και της Κρήτης. Έτσι το ανενεργό και συνεχές τόξο, εικάζεται ότι διαχωρίστηκε σε δυο κομμάτια, τα οποία σήμερα καλούνται ως Ελληνικό και Κυπριακό Τόξο. Επίσης, γεωλογικές ενδείξεις του μεγαλύτερου τεμάχους της διασπασμένης πλάκας έχουν εντοπιστεί στην νοτιοδυτική Τουρκία, καθώς και κοντά στο Ελληνικό τόξο.

Η γεωλογική εξέλιξη της Κύπρου, όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 20, ξεκινάει με τη γένεση του νησιού κατά την υποβύθιση της Αφρικανικής πλάκας κάτω από την

Ευρασιατική πλάκα, όπου αυτό το τεκτονικό γεγονός είχε ως αποτέλεσμα τον σχηματισμό του οφιολιθικού συμπλέγματος του Τροόδους κατά το Ανώτερο Κρητιδικό. Σύμφωνα με αρκετούς ερευνητές, το οφιολιθικό σύμπλεγμα του Τροόδους ή η μικροπλάκα του Τροόδους αποκολλήθηκε και περιστράφηκε αριστερόστροφα κατά 90° . Έπειτα παλαιότερα πετρώματα ηλικίας 230 ως 75 εκ. χρόνων, τα οποία σήμερα αποτελούν το Σύμπλεγμα των Μαμωνίων, επωθήθηκαν στην γεωτεκτονική ζώνη του Τροόδους. (Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης Κύπρου, 2019).

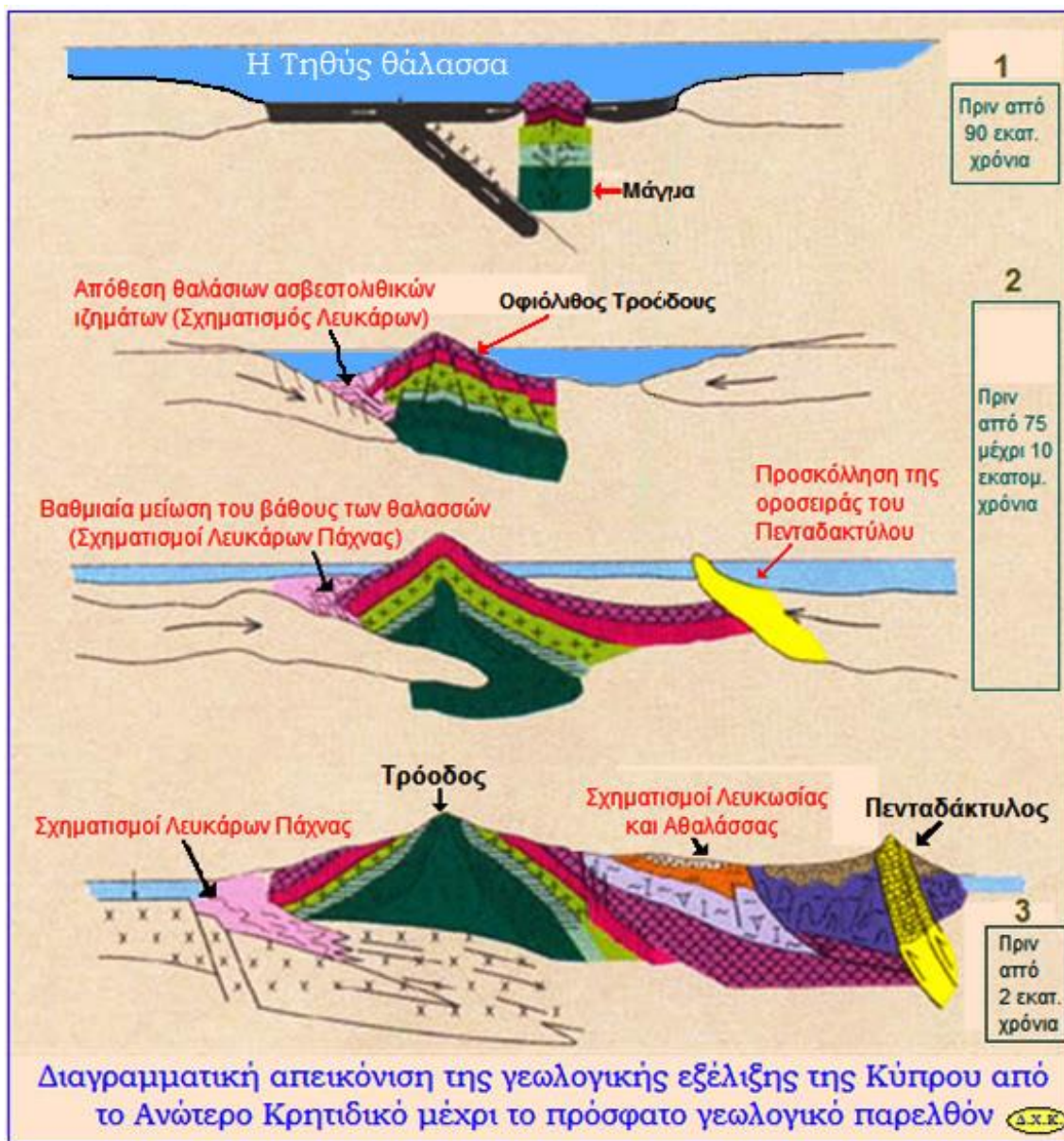
Νότια της συγκεκριμένης περιοχής επικρατούσε τεκτονική ηρεμία, με αποτέλεσμα η θαλάσσια ιζηματογένεση να προωθείται σταδιακά σε θάλασσες που ξεβάθαιναν προοδευτικά και το Τρόοδος να αναδυθεί κατά το Μειόκαινο. Αποτέλεσμα της τεκτονικής ηρεμίας ήταν η απόθεση των θαλάσσιων ασβεστολιθικών ιζημάτων, των Σχηματισμών Λευκάρων και Πάχνας.

Ακόμη ένα σημαντικό τεκτονικό γεγονός στην εξέλιξη της Κύπρου σημειώθηκε κατά το τέλος Μειοκαίνου, όπου λόγω της αναφερόμενης καταβύθισης οι πλάκες κινήθηκαν βορειότερα με αποτέλεσμα στα νοτιότερα όρια τους να επωθηθεί μία σειρά αλλόχθονων ασβεστολιθικών πετρωμάτων, η Ακολουθία της Κερύνειας, προωθώντας και πτυχώνοντας τα όλα τα νεότερα ιζήματα που συνάντησε κατά την πορεία της. Ανατολικά του νησιού, η Τηθύς θάλασσα έκλεισε, και η Μεσόγειος θάλασσα απέκτησε τη σημερινή μορφή της. (Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης Κύπρου, 2019).

Μετέπειτα την επώθηση της Ακολουθίας της Κερύνειας πάνω στους οφιολίθους του Τροόδους, η κίνηση των πλακών της Ευρασίας και της Αφρικής ήταν τέτοια που επέφερε το κλείσιμο στα στενά του Γιβραλτάρ και την αποκοπή της Μεσογείου θάλασσας από τον Ατλαντικό ωκεανό. Κάπως έτσι ξεκίνησε η κρίση αλμυρότητας της Μεσογείου κατά το Μεσσήνιο, με από παράδειγμα το Σχηματισμό της Καλαβασού.

Καθώς τελείωσε η κρίση αλμυρότητας της Μεσογείου, ο Ατλαντικός ωκεανός κατέκλυσε και πάλι τη Μεσόγειο, με αποτέλεσμα την επαναφορά του βάθους της και την εκ νέου απόθεση ιζημάτων, όπως για παράδειγμα είναι οι μάργες και οι ασβεστολιθικοί ψαμμίτες των Σχηματισμών Λευκωσίας και Αθαλάσσας. Κατά το Πλειστόκαινο η εξέλιξη του νησιού ήταν απότομη με αποτέλεσμα την ανύψωση του Κυπριακού χώρου, και την ανάδυση των οροσειρών του Τροόδους και του Πενταδακτύλου σε υψόμετρα μεγαλύτερα από τα σημερινά. Τέλος, η συγκεκριμένη ανύψωση συνδυαστικά με την έντονη

βροχόπτωση, δημιούργησαν την εκτεταμένη διάβρωση των οροσειρών, κυρίως του Τροόδους, με αποτέλεσμα τη μεταφορά και την απόθεση προϊόντων διάβρωσης σε μεγάλες ποσότητες εντός των ποτάμιων κοιλάδων και της κοιλάδας της Μεσαορίας, σχηματίζοντας έτσι τα κλαστικά πλειστοκαινικά ιζήματα (Σύναγμα).



Εικόνα 20: Απεικόνιση της γεωτεκτονικής εξέλιξης του νησιού της Κύπρου με τα σημαντικότερα τεκτονικά γεγονότα, από το Ανώτερο Κρητιδικό έως το Πλειο-Πλειστόκαινο (Η γεωλογία των Λευκάρων και οι επιπτώσεις της στη λιθοδομή, 2012)

3.5.Κλιματολογικά στοιχεία

Η Κύπρος συναντάται κατά μέσο όρο σε βόρειο γεωγραφικό πλάτος 35° και ανατολικό γεωγραφικό μήκος 33° και βρέχεται από τη Μεσόγειο θάλασσα. Λόγω της επίδρασης της Μεσογείου θάλασσας η Κύπρος χαρακτηρίζεται από το ωραίο μεσογειακό κλίμα της (Κλίμα της Κύπρου, 2021). Επίσης, και σύμφωνα με την ταξινόμηση Korpen (*) (1936) η οποία αναφέρεται πιο κάτω αναλυτικότερα, το κλίμα του νησιού κατανέμεται στον τύπο κλίματος Csa, δηλαδή μεσόθερμο ή μεσογειακό κλίμα, όπου χαρακτηρίζεται από ξηρούς και θερμούς θερινούς μήνες καθώς και από ήπιους και υγρούς χειμώνες. Η μέση ετήσια βροχόπτωση που δέχεται το νησί είναι περίπου 500 mm, με τη χαμηλότερη μέτρηση να έχει μετρηθεί το 1972-1973 στα 182 mm και την υψηλότερη μέτρηση να έχει μετρηθεί το 1968-1969 στα 759 mm (Rossel, 2001). Η μέση ετήσια βροχόπτωση παρουσιάζεται στον υδρογεωλογικό χάρτη της Εικόνας 21.

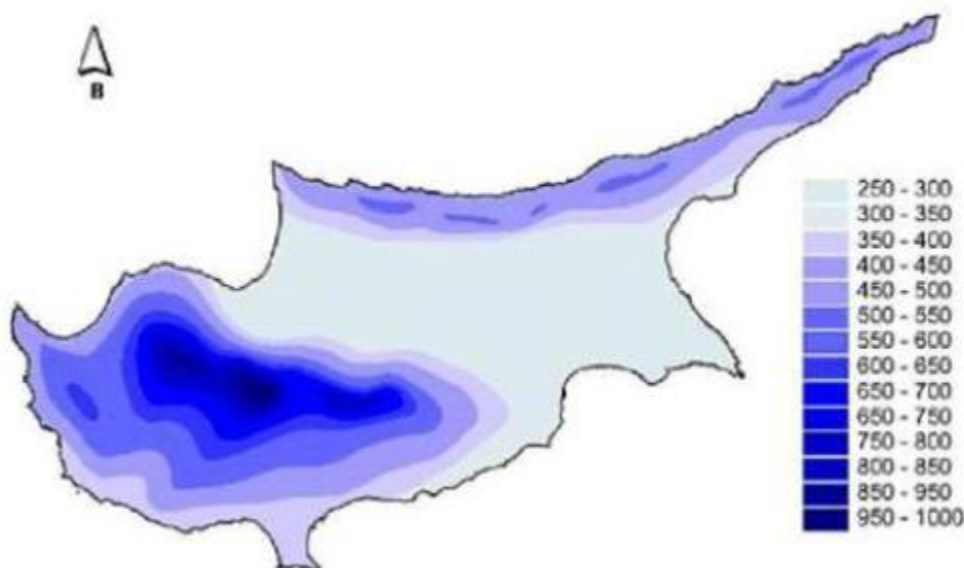
Τα βασικά χαρακτηριστικά του μεσογειακού κλίματος της Κύπρου είναι τα ξηρά και ζεστά καλοκαίρια, που ξεκινάνε συνήθως από τα μέσα Μαΐου έως τα μέσα Σεπτεμβρίου, και οι βροχεροί αλλά ήπιοι χειμώνες, που ξεκινάνε συνήθως από τα μέσα Νοεμβρίου έως τα μέσα Μαρτίου. Φυσικά παρατηρούνται κι οι δύο ενδιάμεσες μεταβατικές εποχές, άνοιξη και το φθινόπωρο. (Κλίμα της Κύπρου, 2019).

Κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου το νησί επηρεάζεται από το συχνό πέρασμα μετώπων και μικρών υφέσεων, τα οποία έχουν κατεύθυνση από τα δυτικά προς τα ανατολικά, με αποτέλεσμα να συντελούνται καιρικές διαταραχές που διαρκούν κάθε φορά συνήθως από μία έως τρεις ημέρες και παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες ποσότητες βροχόπτωσης. Η συνολική μέση βροχόπτωση τους χειμερινούς μήνες, Δεκέμβριο, Ιανουάριο και Φεβρουάριο, αντιστοιχεί περίπου με το 60% της ετήσιας βροχόπτωσης. (Κλίμα της Κύπρου, 2019).

Κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου το νησί και γενικότερα η περιοχή της ανατολικής Μεσογείου, επηρεάζονται από εποχιακό βαρομετρικό χαμηλού, που έχει το κέντρο του στη νοτιοδυτική Ασία, με αποτέλεσμα ο ουρανός να είναι καθαρός και οι θερμοκρασίες να είναι πολύ υψηλές. Η βροχόπτωση είναι αρκετά χαμηλή, εμφανίζοντας μέση τιμή να μην υπερβαίνει το 5% της μέσης ολικής ετήσιας βροχόπτωσης. (Κλίμα της Κύπρου, 2019).

Σχετικά με τις οροσειρές της Κύπρου, Τρόοδος και Πενταδάκτυλο, διακρίνεται ότι παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των μετεωρολογικών συνθηκών που εμφανίζονται σε αρκετές περιοχές της Κύπρου και στη δημιουργία τοπικών φαινομένων. Επιπρόσθετα, η παρουσία της

θάλασσας που περικυκλώνει το νησί είναι η αιτία που εμφανίζονται τοπικά φαινόμενα στις παράλιες περιοχές. (Κλίμα της Κύπρου, 2019).



Εικόνα 21: Υδρογεωλογικός χάρτης της Κύπρου που παρουσιάζει τη μέση ετήσια βροχόπτωση σε mm (Αργυρόπουλος et al., 2004

[http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/wfd.nsf/All/D17AFEEBA8D505CFC22582C0002374C1/\\$file/Volume%201%20Greek.pdf?OpenElement](http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/wfd.nsf/All/D17AFEEBA8D505CFC22582C0002374C1/$file/Volume%201%20Greek.pdf?OpenElement)).

(*) Κλιματική κατάταξη κατά Koppen:

Το κλιματικό σύστημα του Koppen βασίζεται στο ποσό της βροχόπτωσης σε ετήσια βάση και στην κατανομή αυτού μέσα στο χρόνο, και στα μεγέθη των ετήσιων και μηνιαίων θερμοκρασιών. Τα δύο αυτά κλιματικά στοιχεία εξεταζόμενα χωριστά και μαζί, αποτελούν το πλαίσιο για διάφορες υποδιαιρέσεις του κλίματος.

Σύμφωνα με τους Μπαλαφούτη και Μαχαίρα (1985), τα κλίματα κατηγοριοποιούνται σε πέντε κύριες και βασικές κατηγορίες κλιμάτων, με τα εξής χαρακτηριστικά θερμοκρασίας:

- α. Τροπικά κλίματα:** στα οποία όλες οι εποχές είναι θερμές, με μέσο όρο θερμοκρασίας του ψυχρότερου μήνα 18°C και μεγαλύτερη.
- β. Ξηρά κλίματα:** στα οποία δεν υπάρχουν οι θερμοκρασιακοί περιορισμοί.

- γ. **Μεσόθερμα ή θερμά εύκρατα βροχερά κλίματα με ήπιους χειμώνες:** στα οποία ο μέσος όρος θερμοκρασίας του θερμότερου μήνα είναι μεγαλύτερος των 10 °C και του ψυχρότερου μήνα κυμαίνεται από 18 °C έως 0 °C.
- δ. **Μικρόθερμα ή κλίματα ψυχρού βροχερού δάσους με δριμείς χειμώνες:** στα οποία ο μέσος όρος θερμοκρασίας του θερμότερου μήνα είναι μεγαλύτερος των 10°C και του ψυχρότερου να ακουμπάει τους 0 °C και μικρότερη.
- ε. **Αρκτικά ή πολικά κλίματα:** στα οποία ο μέσος όρος θερμοκρασίας του θερμότερου μήνα είναι μικρότερος των 10 °C.

3.6 Υδρολογία-Υδρογεωλογία

Υδρογραφικά η Κύπρος χωρίζεται σε 9 υδρολογικά τμήματα τα οποία αποτελούνται από 387 υπό-λεκάνες και 70 υδροκρίτες (Αργυρόπουλος et al., 2004), όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 22. Το υδρογραφικό δίκτυο της Κύπρου έχει ακτινωτή μορφή, ξεκινώντας από τις κορυφές του Τροόδους και καταλήγοντας σε χαμηλότερα σημεία (Κωνσταντίνου, 2010). Οι σημαντικότεροι ποταμοί του νησιού είναι: Ξερός, Διαρίζος, Έζουσα, Μαυροκόλυμπος, Χαποτάμι, Κούρης, Λιμνάτης, Γαρύλλης, Μοναστήρι, Πύργος, Γερμασόγεια, Μαρώνι, Βασιλικός, Πεντάσχοινο, Πούζης, Ξεροπόταμος, Φάραγκας, Τρέμιθος, Γιαλιάς, Άγιος Σάββας, Καλαμούλλι, Γεροκόλυμπος, Τέριν Τερέ, Κάστρος, Σερράχης, Πεδιαίος, Οβγός, Καργώτης, Σέτραχος, Ελαία, Ατσάς, Περιστερώνα, Ακάκι, Αυδήμου, Παραμάλι και Σύμβουλος (Κωνσταντίνου, 2010).

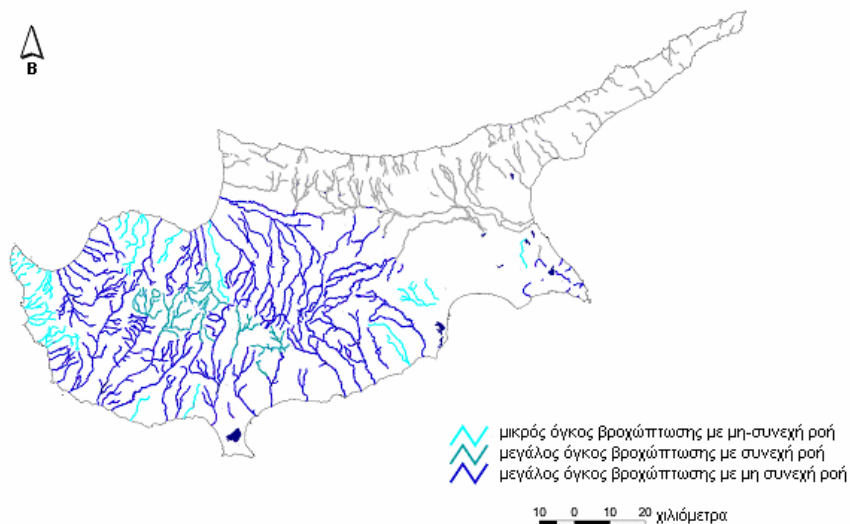
Οι ποταμοί του νησιού τροφοδοτούνται ως επί το πλείστον από την περιοχή του Τροόδους, και όπως εκτιμάται η επιφανειακή απορροή είναι εποχιακή διότι φαίνεται να επηρεάζεται από την εποχιακή κατανομή της βροχόπτωσης, που χαρακτηρίζεται από ελάχιστες τιμές κατά τους θερινούς μήνες και μέγιστες τιμές κατά τους χειμερινούς μήνες. Συνεπώς, ως αποτέλεσμα του μεσογειακού κλίματος που χαρακτηρίζει την Κύπρο, με τα μεγάλα, ζεστά καλοκαίρια και τη χαμηλή μέση ετήσια βροχόπτωση, υποδεικνύεται ότι δεν υπάρχουν ποτάμια που να έχουν συνεχής ροή κατά μήκος τους καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Συνήθως τα ποτάμια της Κύπρου έχουν ροή 3 έως 4 μήνες καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και είναι ξηρά τους υπόλοιπους μήνες. Ωστόσο, ποταμοί όπως είναι ο Ξερός, Διαρίζος, Μαραθάσα, Καργώτης, Γερμασόγεια και Κούρης, παρατηρείται να έχουν συνεχή ροή στα τμήματα των ανάντη τους που συναντώνται στην περιοχή του Τροόδους. Το μεγαλύτερο ποσοστό των ποταμών της Κύπρου έχουν αρκετά απότομη πλαγιά,

εξαιρουμένων αυτών που βρίσκονται στις χαμηλά τοπογραφικές περιοχές κατά μήκος της νότιας ακτής του νησιού. Γεωλογικά το μεγαλύτερο ποσοστό των ποταμών της Κύπρου αποτελείται από αμμώδες ή ασβεστολιθικό υλικό. (Αργυρόπουλος et al., 2004)

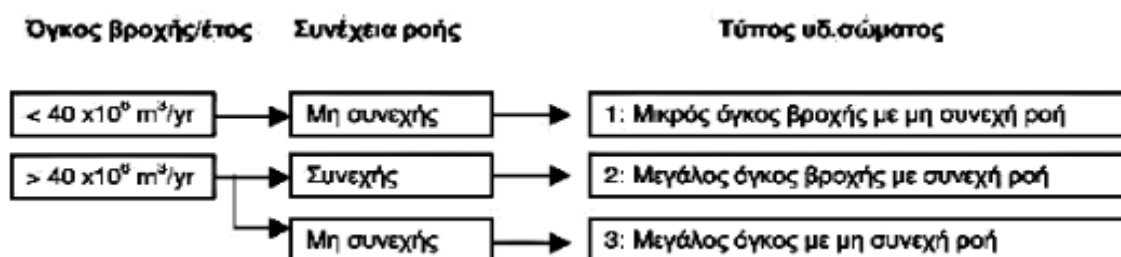
Το μέγεθος της λεκάνης απορροής σε συνδυασμό με την βροχόπτωση θεωρήθηκαν ως μία παράμετρος, δίνοντας τον «ετήσιο όγκο βροχής», ο οποίος παρουσιάζει την ποσότητα βροχόπτωσης σε μια λεκάνη απορροής σε κυβικά μέτρα ανά έτος ($m^3/year$). Η οριακή τιμή που προέκυψε ήταν $40 \cdot 10^6 m^3/year$, με αποτέλεσμα οι ποταμοί να διαχωριστούν σε 3 τύπους, όπως φαίνεται στις Εικόνες 23 και 24. Πιο συγκεκριμένα, 159 υδάτινα σώματα κατανεμήθηκαν στον τύπο «μεγάλος όγκος βροχής με μη-συνεχή ροή», 40 υδάτινα σώματα κατανεμήθηκαν στον τύπο «μικρός όγκος βροχής με μη-συνεχή ροή» και 17 υδάτινα σώματα κατανεμήθηκαν στον τύπο «μεγάλος όγκος βροχής με συνεχή ροή». (Αργυρόπουλος et al., 2004)



Εικόνα 22: Η περιοχή της λεκάνης απορροής ποταμών της Κύπρου, με τους ποταμούς και τους υδροκρίτες της (Αργυρόπουλος et al., 2004).



Εικόνα 23: Απεικόνιση των τύπων ποτάμιων υδάτων στην Κύπρο, σύμφωνα με τον Κυβερνητικό έλεγχο (Αργυρόπουλος et al., 2004).



Εικόνα 24: Διάγραμμα ροής των τύπων των ποταμών της Κύπρου (Αργυρόπουλος et al., 2004).

Ο παρακάτω Πίνακας 1 παρουσιάζει τον «ετήσιο όγκο βροχής» για κάθε ποταμό ξεχωριστά, και με κόκκινο έντονο τετράγωνο περικυκλώνεται ο ποταμός Αυγας ο οποίος διατρέχει την περιοχή μελέτης της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας, το Φαράγγι του Άβακα.

Πίνακας 1: Υδρολογικά χαρακτηριστικά των λεκανών απορροής. Βλέπε Εικόνα 22 για τη θέση των λεκανών. (τροποποιημένο μετά από Αργυρόπουλος et al., 2004).

α/α	ΟΝΟΜΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ	ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΗ (mm)	ΟΓΚΟΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ (m ³ /έτος)
1	Αγ. Αθανάσιος	9-3	440	1,50 10 ⁷
2	Ακρωτήρι	9-5	406	5,77 10 ⁷
3	Αμμόχωστος	7-1	305	9,26 10 ⁷
4	Αραδίππου	8-2	310	2,44 10 ⁷
5	Αργασι του Πύργου	9-1	422	483 10 ⁷
6	Ατσάς	3-4	409	2,64 10 ⁷
7	Αυδύσιου	9-8	498	5,92 10 ⁷
8	Αυγιάς	1-8	536	2,85 10 ⁷
9	Χαποτάμι	1-1	609	6,98 10 ⁷
10	Χρυσόστο	2-2	612	1,26 10 ⁸
11	Διαρίζου	1-2	646	1,8 10 ⁸
12	Ανατ. Ακάμας	2-1	520	3,50 10 ⁷
13	Ελιά	3-5	425	6,91 10 ⁷
14	Επισκοπή	9-7	429	2,43 10 ⁷
15	Εζουσα	1-4	609	1,45 10 ⁸
16	Γαυύλλης	9-4	502	5,19 10 ⁷
17	Γερμασιόγεια	9-2	564	1,01 10 ⁷
18	Γεροσκήπου	1-5	450	4,10 10 ⁷
19	Γιγιάς	6-5	331	1,98 10 ⁸
20	Κάμπος	2-9	490	2,52 10 ⁷
21	Καρνάτης	3-3	611	5,71 10 ⁷
22	Κατούρης	2-6	512	1,85 10 ⁷
23	Κοκκινα	2-5	451	1,65 10 ⁷
24	Κούρης	9-6	653	2,21 10 ⁸
25	Αλκυές Λάρνακας	8-3	343	3,42 10 ⁷
26	Λιμνίτης	2-8	583	5,31 10 ⁷
27	Λιοπέτρι	7-2	316	8 10 ⁷
28	Μακούντα	2-3	559	7,89 10 ⁷
29	Μαραθάσα	3-2	539	4,95 10 ⁷
30	Μαράνι	8-8	447	5,33 10 ⁷
31	Μαυροκόλυμπος	1-6	576	3,42 10 ⁷
32	Πεδιός	6-1	316	2,74 10 ⁸
33	Πέγεια	1-7	480	1,68 10 ⁷
34	Πεντάσχατος	8-7	506	8,71 10 ⁷
35	Πισσούρι	9-9	424	3,07 10 ⁷
36	Παύλης	8-5	377	2,99 10 ⁷
37	Πύργος	2-7	610	3,50 10 ⁷
38	Σερράλης	3-7	374	2,75 10 ⁸
39	Τρέμινθος	8-4	374	6,40 10 ⁷
40	Βασιλικός	8-9	510	8,23 10 ⁷
41	Βορόκλητη	8-1	300	2,52 10 ⁷
42	Δυτ. Ακάμα	1-9	463	2,03 10 ⁷
43	Εερός	1-3	616	1,56 10 ¹¹
44	Εερός	2-4	522	3,54 10 ¹⁰
45	Εερός	3-1	518	4,93 10 ¹⁰
46	Εερός	3-5	302	4,50 10 ¹⁰
47	Εερός	8-6	380	3,51 10 ¹⁰

Στο νησί της Κύπρου υπάρχουν 66 σημαντικοί υδροφορείς, τόσο σε τοπικό όσο και σε ευρύτερο επίπεδο. Το μεγαλύτερο ποσοστό των υδροφόρων της Κύπρου ανήκει στους φρεάτιους και αναπτύσσονται σε παράκτιες ή ποτάμιες αλλουβιακές αποθέσεις. Όλες οι κάθετες κοίτες των ποταμών, περιλαμβάνονται σε τρεις μεγάλους παράκτιους υδροφορείς. Τα παράκτια τμήματα των συγκεκριμένων υδροφορέων αποτελούνται από αλλουβιακές αποθέσεις, άμμο, ιλύ και κροκάλες. Εξαιρουμένου του μεγάλου υδροφορέα που εμφανίζεται στους μαγματικούς βράχους του Τροόδους με σχετικά χαμηλή παραγωγικότητα, οι υπόλοιποι υδροφορείς συναντώνται σε γύψους, ασβεστόλιθους, ψαμμίτες και κρητίδες. Οι συγκεκριμένοι υδροφορείς είναι κυρίως φρεάτιοι,

ωστόσο σε κάποια τμήματα που καλύπτονται με ιλύ και αμμώδη μάργα ή λάσπη, είναι υπό πίεση ή ημιπερατοί. Γενικά, ο μεγάλος υδροφορέας του Τροόδους έχει αναπτυχθεί σε οφιόλιθους χαμηλής διαπερατότητας και σε τοπικό επίπεδο περιέχει μέτρια διαπερατές διαρρηγμένες ζώνες μαγματικών βράχων, με αποτέλεσμα κάποια τμήματα του να είναι υπό-πίεση. (Υπόγεια Υδατικά Σώματα, 2017)

Στα πλαίσια εφαρμογής της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα, 2000/60/EK (ΟΠΥ) και της εκπόνησης των Σχεδίων Διαχείρισης Λεκάνης Απορροής Ποταμού οι υδροφορείς της Κύπρου ομαδοποιούνται σε Συστήματα Υπόγειου Ύδατος με βάση κυρίως τη λιθολογία, τα υδραυλικά χαρακτηριστικά, τις πιέσεις ρύπανσης, τη ποσοτική και ποιοτική κατάσταση τους καθώς και τη χρήση και τον τύπο τους. Οι 66 υδροφορείς είχαν ομαδοποιηθεί σε 20 Συστήματα Υπόγειου Ύδατος, με βάση το 1^ο Σχέδιο Διαχείρισης Λεκάνης Απορροής που αφορούσε την εφαρμογή της Οδηγίας για την περίοδο από την έναρξη ισχύος της Οδηγίας μέχρι το 2015. Σύμφωνα με την εκπόνηση του 2^{ου} Σχεδίου Διαχείρισης Λεκάνης Απορροής (2016-2021) τα Συστήματα Υπόγειου Ύδατος επανεξετάστηκαν και οι 66 υδροφορείς ομαδοποιήθηκαν σε 22. (Υπόγεια Υδατικά Σώματα, 2017)

4 – ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

4.1 Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών

Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών/Σ.Γ.Π. (Geographical Information Systems/G.I.S.), είναι οργανωμένα σύνολα από μηχανήματα, λογισμικά, γεωγραφικά και άλλα δεδομένα, που έχουν ως σκοπό την αποθήκευση, την διαχείριση, την ανάλυση, την ενημέρωση, και απόδοση γεωγραφικών πληροφοριών, σχετικών με φαινόμενα που εξελίσσονται στο χώρο και στο χρόνο. Ο αναφερόμενος ευρύτερος ορισμός αναφέρεται σε όλα τα συστήματα, που ασχολούνται με τη λήψη αποφάσεων σε γεωγραφικά θέματα με τη χρήση ή όχι Η/Υ. (Αστάρας, 2011)

Η λειτουργία των G.I.S. βασίζεται σε μια κύρια βάση δεδομένων (database) που περιέχει μια σειρά πληροφοριακών επιπέδων, τα οποία σχετίζονται με την ίδια γεωγραφική περιοχή. Η βάση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί από διάφορους χρήστες τόσο για την κάλυψη πληροφοριακών αναγκών, όσο και τη λήψη αποφάσεων. Το κάθε επίπεδο ξεχωριστά περιλαμβάνει μη

επεξεργασμένα δεδομένα, όπως δορυφορικά, τοπογραφικά, κτλ., είτε θεματικές πληροφορίες, όπως είναι οι τύποι εδαφών, το είδος βλάστησης, η κλίση κτλ. (Αστάρας, 2011)

Οι παραπάνω λόγοι είναι αυστηρά προσανατολισμένοι σε ένα κοινό γεωγραφικό σύστημα αναφοράς για να είναι εφικτός ο συνδυασμός ορισμένων από αυτά, ανάλογα με τις εντολές του χρήστη. Όλες οι πληροφορίες και τα δεδομένα είναι σε ψηφιακή μορφή, και η επεξεργασία τους γίνεται με συγκεκριμένα προγράμματα, όπως για παράδειγμα το ArcGIS™ και QGIS™. Το λογισμικό G.I.S. έχει μεγάλο πεδίο εφαρμογών σε αρκετούς τομείς των Γεωεπιστημών, όπως τη Χαρτογραφία, την Ωκεανογραφία, τη Γεωμορφολογία, τη Γεωφυσική, τη Σεισμολογία, την Κοιτασματολογία την Ορυκτολογία, και την Κλιματολογία. (Αστάρας, 2011)

Η λειτουργία των G.I.S. συνδέεται άρρηκτα με μια βάση δεδομένων η οποία υποδιαιρείται σε 2 είδη δεδομένων:

- 1)τα χωρικά δεδομένα, δηλαδή αυτά που συνδέουν την θέση τους στο χώρο με κάποιο σύστημα συντεταγμένων (π.χ. τριγωνομετρικά σημεία, ισοϋψείς καμπύλες, διοικητικές ενότητες) και
- 2)τα μη χωρικά δεδομένα, δηλαδή αυτά που περιγράφουν τιμές, ιδιότητες και χαρακτηριστικά μιας χωρικής τοποθεσίας (π.χ. υψόμετρο μιας ισοϋψούς καμπύλης ή αριθμός τριγωνομετρικού σημείου).

Τα χωρικά δεδομένα με κατάλληλη επεξεργασία δύναται να αποκτήσουν ψηφιακή μορφή έτσι ώστε να χρησιμοποιηθούν από το λογισμικό G.I.S.. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται «γεωκωδικοποίηση» (geocoding) και έτσι πλέον, τα ψηφιακά δεδομένα είναι δυνατό να καταχωρηθούν στο λογισμικό σε μορφή raster (κάναβος) ή σε μορφή vector (διάνυσμα ή πολύγωνο), ούτως ώστε να επεξεργαστούν περαιτέρω για να προκύψει μετέπειτα η βάση των δεδομένων.

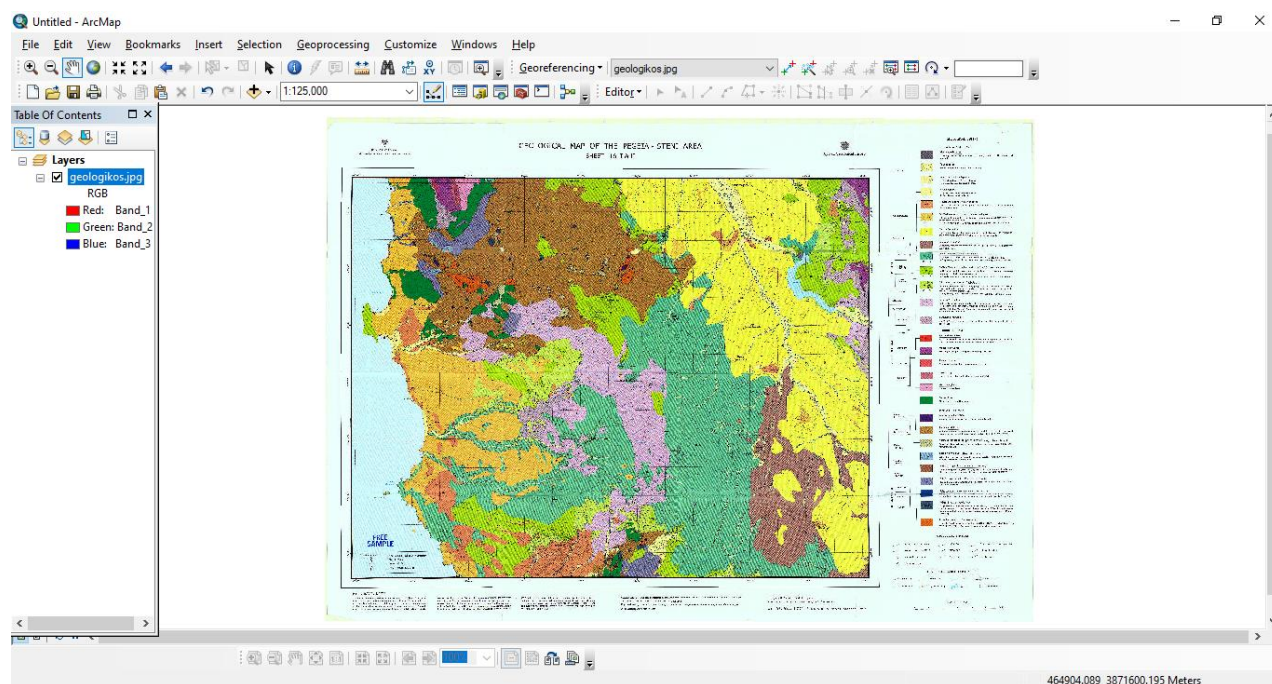
Στην παρούσα εργασία για την επιμέρους επεξεργασία του χάρτη επιλέχθηκε το λογισμικό ArcMap (έκδοση 10.2.2) το οποίο διατίθεται δωρεάν στο διαδίκτυο. Η εφαρμογή ArcMap συμπεριλαμβάνεται στο λογισμικό ArcGIS που χρησιμοποιείται για χαρτογραφικές διεργασίες. Η χαρτογραφία, η ψηφιοποίηση, η διόρθωση δεδομένων, οι χωρικές αναλύσεις, η διαχείριση, αποτύπωση και εκτύπωση χαρτών κ.τ.λ., αποτελούν το αντικείμενο εφαρμογής της.

Στο λογισμικό ArcGIS περιέχεται το ArcCatalog, με το οποίο καθίσταται δυνατή η δημιουργία, η διαχείριση, η γρήγορη προεπισκόπηση και η οργάνωση των χωρικών δεδομένων και των δεδομένων υπό μορφή πινάκων. Επίσης στο ArcGIS περιέχεται και το ArcToolbox, το οποίο πρόκειται για μια «βιβλιοθήκη» προγραμμάτων και εργαλείων που χρησιμεύουν στην

γεωεπεξεργασία (Geoprocessing), στην μετατροπή των δεδομένων σε διάφορες μορφές, στον καθορισμό του προβολικού συστήματος των χαρτών κ.α. (Φουρνιάδης, 2002).

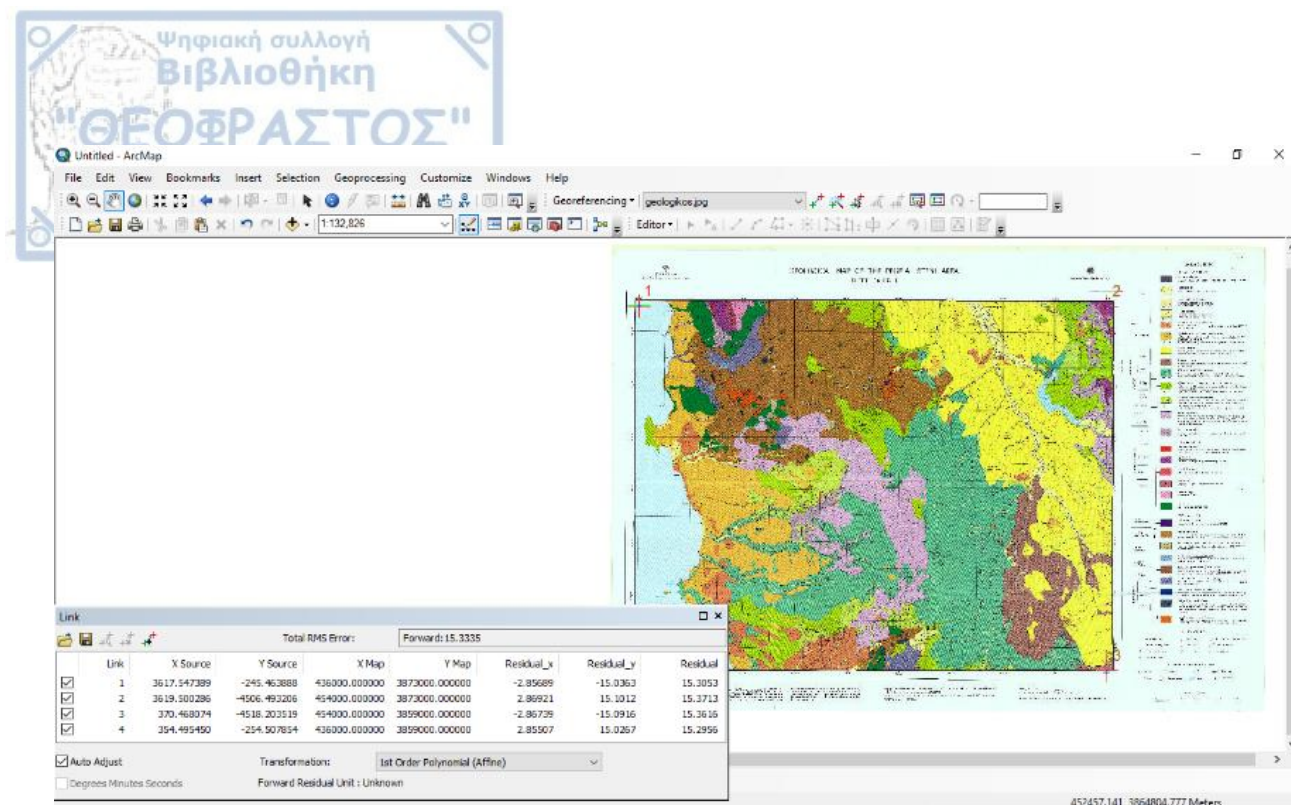
4.1.1 Γεωαναφορά Χαρτών

Το επόμενο βήμα είναι η γεωαναφορά (Εικόνα 25) του χάρτη, δηλαδή η προσθήκη συντεταγμένων προκειμένου να χρησιμοποιηθεί ως υπόβαθρο για την δημιουργία των υπόλοιπων επιπέδων (layers). Για να ενεργοποιηθεί το «Georeferenced», θα πρέπει να κατευθυνθούμε στο «Customize» – «Toolbar» - «Georeferencing».



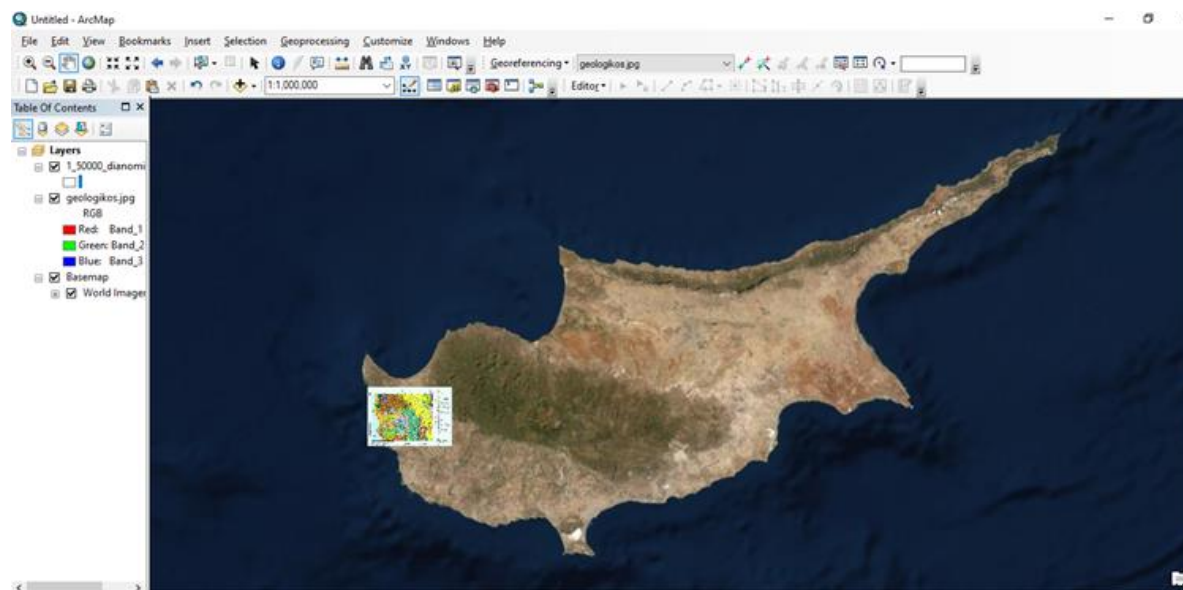
Εικόνα 25: Έναρξη της διαδικασίας γεωαναφοράς.

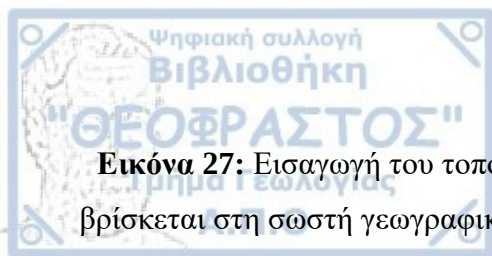
Από το «Toolbar» γίνεται επιλογή του «Open Raster» και στο παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται, επιλέγεται ο ίδιος τοπογραφικός χάρτης που εισάχθηκε προηγουμένως. Τέλος, καθορίζεται εκ νέου το γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς το οποίο πρέπει να είναι το ίδιο με αυτό που χρησιμοποιήθηκε στην αρχή ούτως ώστε να εμφανιστεί ο χάρτης. (Εικόνα 26)



Εικόνα 26: Απεικονίζεται το παράθυρο διαλόγου γεωαναφοράς. Στις γωνίες παρατηρούνται τα 4 σημεία που χρησιμοποιούνται για την διαδικασία γεωαναφοράς.

Έπειτα με το μεγεθυντικό φακό ή το «Zoom In» πρέπει να μεγεθυνθεί η πάνω αριστερή γωνία του χάρτη, να ενεργοποιηθεί το «Add Point» και πάλι επιλέγοντας το «Toolbar» κάνοντας κλικ στην γωνία, εμφανίζεται το παράθυρο στο οποίο πρέπει να καταγραφούν οι ακριβείς συντεταγμένες.





Εικόνα 27: Εισαγωγή του τοπογραφικού χάρτη. Αν το φύλλο χάρτη που γεωαναφέρθηκε βρίσκεται στη σωστή γεωγραφική θέση και εντός των ορίων του προκαθορισμένου φύλλου.

4.1.2 Ψηφιοποίηση Δεδομένων

Στο συγκεκριμένο στάδιο δημιουργούνται δύο νέα επίπεδα γεωγραφικών πληροφοριών, τα οποία εν συντομία θα αποκαλούνται επίπεδα όπως και προηγουμένως, τύπου «Shapefile», όπου το ένα επιλέγεται σημειακό και το άλλο γραμμικό. Γενικά, τα «Shapefiles» αποτελούν αρχεία που περιέχουν γεωγραφικά και περιγραφικά δεδομένα και μπορούν να περιέχουν μόνο σημεία ή γραμμές, ή μόνο πολύγωνα (Κουτσόπουλος και Ανδρουλακάκης, 2003).

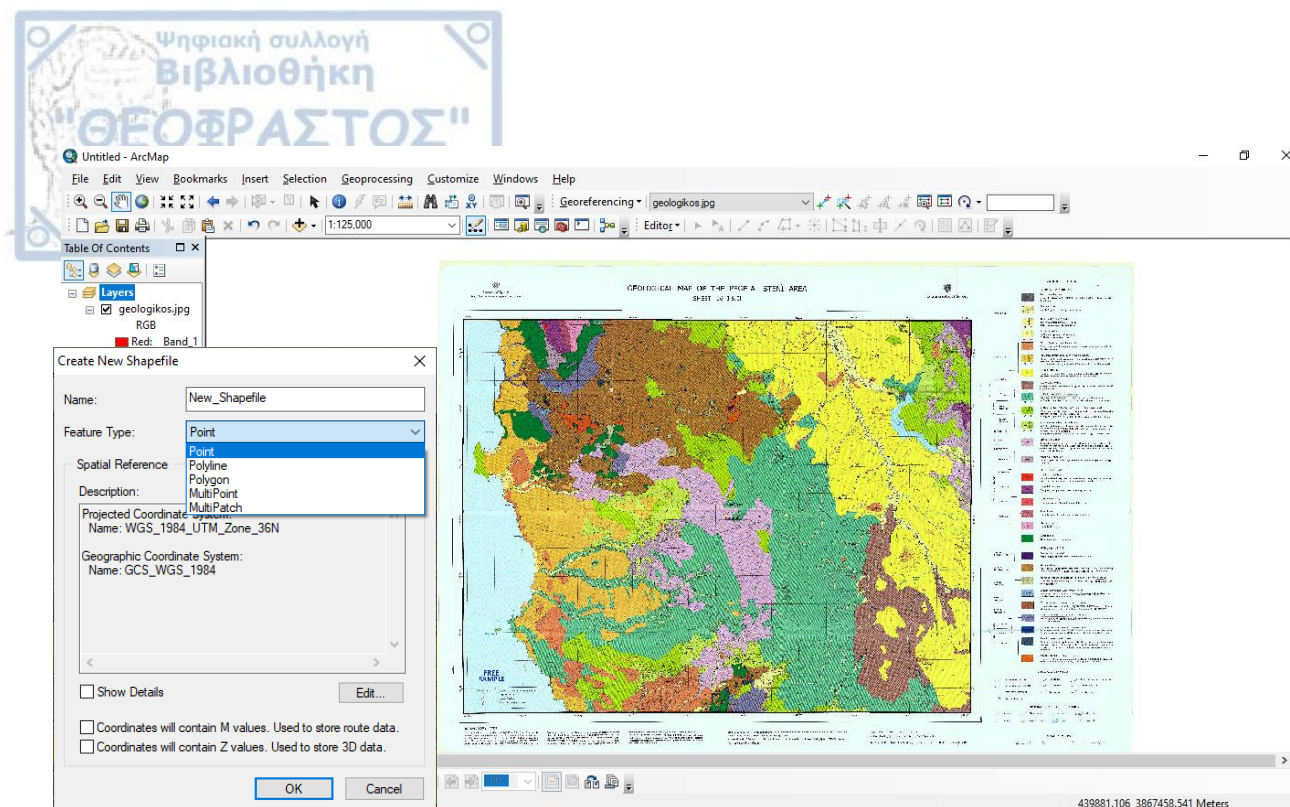
Τονίζεται ότι τα σημειακά «Shapefiles» στην παρούσα εργασία θα αναπαριστούν τριγωνομετρικά σημεία ενώ, τα γραμμικά θα αναπαριστούν ισοϋψείς καμπύλες.

- **Σημειακά ή points «Shapefiles» (Εικόνα 28):**

Από το «Layers Toolbar» επιλέγεται το «New Shapefile Layer», όπου ανοίγει το αντίστοιχο παράθυρο διαλόγου, στο οποίο επιλέγεται το «point», για τον τύπο του «Shapefile», που καλείται «GGRS87/ EUROPE». Στο γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς, επιλέγεται το «koryfes» και για την ονομασία της στήλης όπου θα καταχωρούνται τα δεδομένα, και για το είδος των δεδομένων που θα αποθηκεύονται επιλέγεται το «Whole number».

Το νέο επίπεδο (shapefile) θα εμφανιστεί στο «Layers Panel». Για να αρχίσει η ψηφιοποίηση γίνεται μετάβαση στο «Digitizing Toolbar», ενεργοποιείται το «Toggle Editing» και στη συνέχεια το «Reshape Feature Tools».

Με την ενεργοποίηση του «Reshape Feature Tools» το βελάκι μετατρέπεται σε στόχο και καταγράφονται τα σημεία στον χάρτη τα οποία αναφέρονται ως κορυφές.



Εικόνα 28: Δημιουργία shapefile τύπου point.

- **Γραμμικά ή lines «Shapefiles»:**

Από το «Layers Toolbar» επιλέγεται πάλι το εικονίδιο «New Shapefile Layer». Αμέσως ανοίγει αντίστοιχο παράθυρο διαλόγου, στο οποίο επιλέγεται «Line» για τον τύπο του Shapefile «GGRS87/Greek Grid», για το γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς «contours», για την ονομασία της στήλης όπου θα καταχωρούνται τα δεδομένα «Whole number» και για το είδος των δεδομένων που θα αποθηκεύονται. Το νέο επίπεδο (shapefile) θα εμφανιστεί στο «Layers Panel». Προκειμένου να ξεκινήσει η ψηφιοποίηση γίνεται μετάβαση στο «Digitizing Toolbar», ενεργοποίηση του «Toggle Editing» και στη συνέχεια του «Add Feature».

4.1.3 Δημιουργία DEM

Τα DEMs (Digital Elevation Models/Ψηφιακά Μοντέλα Αναγλύφου) αποτελούν μια γραφική αναπαράσταση της μεταβλητότητας του αναγλύφου και απεικονίζουν αυστηρά μόνο την επιφάνεια του φυσικού εδάφους. Δηλαδή ένα ψηφιακό μοντέλο αναγλύφου δεν περιλαμβάνει βλάστηση, οικισμούς και λοιπά αντικείμενα που βρίσκονται πάνω στο έδαφος. Μπορούν να αναπαρασταθούν είτε με «μαθηματικές επιφάνειες» είτε με γραμμικές ή σημειακές εικόνες και

χρησιμοποιούνται για την ανάλυση της τοπογραφίας μιας περιοχής. Τα DEMs, είναι επίσης ιδιαίτερα χρήσιμα καθώς εξάγονται σημαντικά δεδομένα από αυτά, όπως είναι το υδρογραφικό δίκτυο, ο προσανατολισμός κλιτύων, το μήκος των κλιτύων, οι κλίσεις των κλιτύων, χάρτης σκιασμένου αναγλύφου, προφίλ κυρτοτήτων, κ.ά.

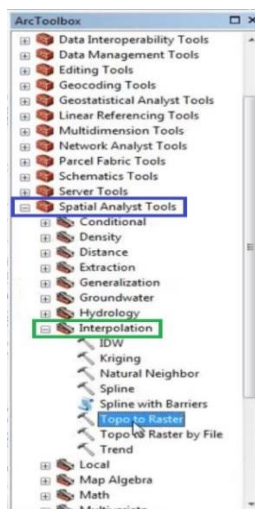
- Παραγωγή ψηφιακού μοντέλου εδάφους (DEM):

Αξίζει να αναφερθεί ότι για την κατασκευή του DEM προτιμήθηκε η χρήση του λογισμικού ArcGIS. Σε αυτό το σημείο αξιοποιήθηκαν οι ψηφιοποιημένες ισοϋψείς και τα ψηφιοποιημένα τριγωνομετρικά σημεία από τους τοπογραφικούς χάρτες της Γ.Υ.Σ. για την εξαγωγή του μοντέλου, με την μέθοδο «Top to Raster». Αρχικά, πραγματοποιήθηκε έναρξη του ArcGIS και στη συνέχεια έγινε εισαγωγή των δεδομένων (ισοϋψείς και τριγωνομετρικά) με την χρήση του «Add data» (Εικόνα 29).

Έπειτα, από το «Arc Toolbox» που βρίσκεται στα δεξιά της οθόνης επιλέχθηκε το «Top to Raster» (Εικόνα 30). Στη συνέχεια, από το παράθυρο διαλόγου που ανοίγει επιλέγονται οι ψηφιοποιημένες ισοϋψείς και τα τριγωνομετρικά και γίνεται ορισμός της ονομασίας του αρχείου που θα αποθηκευτεί και εμφανίζεται το τελικό DEM (Εικόνα 31).



Εικόνα 29: Κόκκινο πλαίσιο "Add data".



Εικόνα 30: Ενεργοποίηση του «Spatial Analyst Tools» (μπλε τετράγωνο), έπειτα του «Interpolation» (πράσινο τετράγωνο), και τελική επιλογή «Topo to Raster».



Εικόνα 31: Ασπρόμαυρη χρωματική έκδοση του DEM.

Η επιτόπια έρευνα διήρκησε τρεις ημέρες (29/07/19-31/07/19), εκ των οποίων οι δύο τελευταίες ημέρες αποτέλεσαν την κύρια χαρτογράφηση και μέτρηση γεωμορφολογικών δομών. Η πρώτη μέρα ήταν αναγνωριστική, καθόσον ήταν η ημέρα άφιξης στη περιοχή μελέτης. Κατά τη διάρκεια αυτών ημερών επιτόπιας έρευνας πραγματοποιήθηκε η χαρτογράφηση και η αποτύπωση των γεωμορφολογικών στοιχείων που αποτελούν την περιοχή μελέτη (Εικόνα 32). Στην χαρτογράφηση σημαντική υπήρξε και η βοήθεια της χρήσης μιας συσκευής GPS (Global Positioning System), η οποία παρείχε την δυνατότητα εντοπισμού των συντεταγμένων μέσω δορυφόρου κάθε θέσης ξεχωριστά, με μικρή μόνο απόκλιση. Έτσι, η ακόλουθη περιγραφή θα γίνει έχοντας ως οδηγό τις δεδομένες θέσεις ή στάσεις η οποίες καταγράφηκαν χρησιμοποιώντας το GPS. Τα σημεία περιγραφής ακολουθούν το πρότυπο ΕΓΣΑ84.

5.1.1 Υπαίθριες Παρατηρήσεις

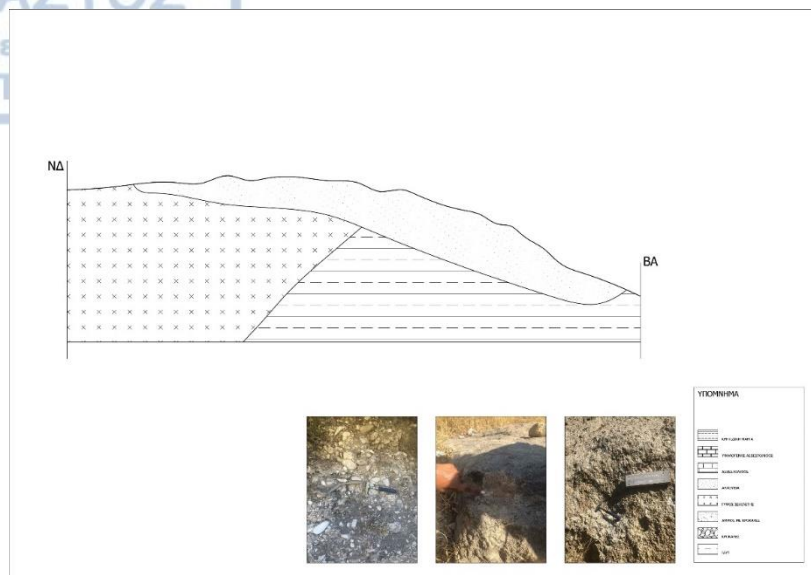
Στάση 1 34°55'11,86"N

32°20'15,12"E , Υψόμετρο 28m

Στο σημείο αυτό εντοπίζεται η επαφή των πετρωμάτων από τη την σειρά των Μαμμωνίων με υπερκείμενα ασβεστολιθικά και γύψινα στρώμα. Πιο συγκεκριμένα βρισκόμαστε στην αφετηρία του φαραγγιού, όπου εντοπίζονται ασβεστολιθικά , λατυποπαγή ασβεστολιθικά, καθώς επίσης και γύψινα λατυποπαγή πετρώματα. Στο ίδιο υψόμετρο συναντάτε μια επιφάνεια από γύψο σεληνίτη (Εικόνα 33) ο οποίος συναντάται εντός του υφαλογενή ασβεστόλιθου (Εικόνα 34).



Εικόνα 32: Πέτρωμα γύψος σελενίτης.



Εικόνα 33: Ο γύψος σελενίτης, δημιουργήθηκε εντός του υφαλογενή ασβεστόλιθου.

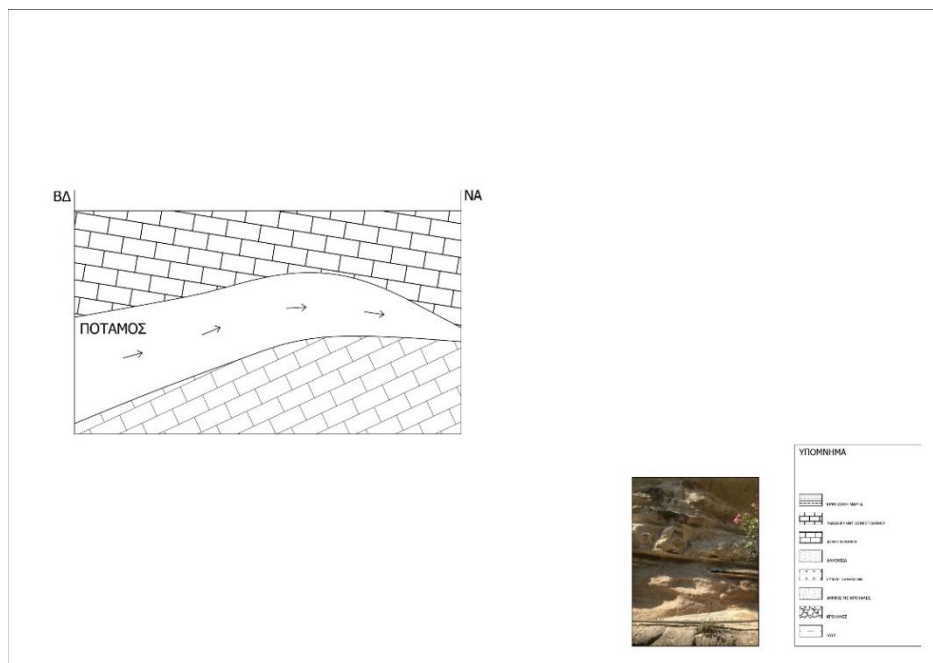
Στάση 1(α): 34°55'25,35"N

32°20'32,74"E , Υψόμετρο 59m

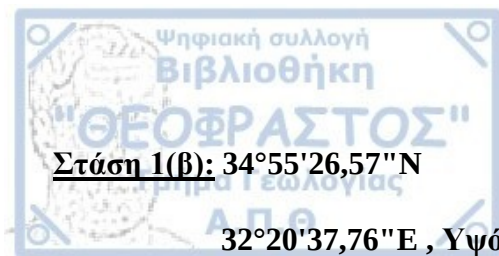
Προχωρώντας βαθύτερα του φαραγγιού και ανεβαίνοντας υψόμετρο παρατηρούνται ασβεστολιθικά πετρώματα, κρητίδες χωρίς μάργες με ελάχιστες αποθέσεις γύψου. Επίσης συναντώνται αλλούβια Ολοκαινικής ηλικίας, τα οποία υπέρκεινται των Κρητίδων. Συνεχίζοντας λίγο πιο κάτω από την αναφερόμενη θέση παρατηρείται μια γέφυρα, κατά μήκος της οποίας τα αλλούβια αποκτούν σημαντικό πάχος με ενστρώσεις κροκάλων. Στη συνέχεια συναντάται η επαφή των αλλουβίων με τον υφαλογενή ασβεστόλιθο ο οποίος έχει γκριζόμαυρο χρώμα, λόγω διάβρωσης. Ο υφαλογενής ασβεστόλιθος περιέχει το σημαντικό απολίθωμα της *Ostreas* (Εικόνα 35), γεγονός που υποδηλώνει την δημιουργία του σε ρηχή θάλασσα. Βαδίζοντας κατά μήκος του φαραγγιού, ο υφαλογενής ασβεστόλιθος παρατηρείται να καλύπτει το φαράγγι σχεδόν με οριζόντια κλίση (Εικόνα 36) προς τα ανάντη (περίπου 10-20 μοίρες), όπου συναντάται και το «V» του ποταμού Αυγά. Στα υπερκείμενα στρώματα παρατηρούνται αλλούβια.



Εικόνα 34: Υφαλογενής ασβεστόλιθος με γνωστό απολίθωμα την *Ostrea* (αριστερή εικόνα).
Υφαλογενής ασβεστόλιθος (δεξιά εικόνα).



Εικόνα 35: Δεξιά και αριστερά υπάρχει υφαλογενής ασβεστόλιθος. Ο ασβεστόλιθος είναι σχεδόν οριζόντιος και κλίνει προς τα ανάντη.



Στάση 1(β): 34°55'26,57"N

32°20'37,76"E , Υψόμετρο, 69m

Συναντάται η κοίτη του ποταμού, η οποία από τη μια μεριά της αποτελείται από τα αλλουβιακά πετρώματα, ύψους περίπου 2 μέτρων, Πλειστοκαινικής ηλικίας, τα οποία υπέρκεινται του υφαλογενή ασβεστόλιθου και από την απέναντι μεριά της αποτελείται αποκλειστικά από υφαλογενή ασβεστόλιθο. Η αλλουβιακή ακολουθία σταματά, προχωρώντας κατά μήκος του φαραγγιού. Σε αυτό το υψόμετρο παρατηρείτε η κανονική επαφή της μαργαϊκής Κρητίδας η οποία υπέρκεινται των υφαλογενών ασβεστόλιθων και μεταξύ τους συναντώνται εμφανή ρήγματα (Εικόνα 37-39), τα οποία δίνονται στον παρακάτω Πίνακα 2.

Πίνακας 2: Μετρήσεις ρήγματος εντός του φαραγγιού.

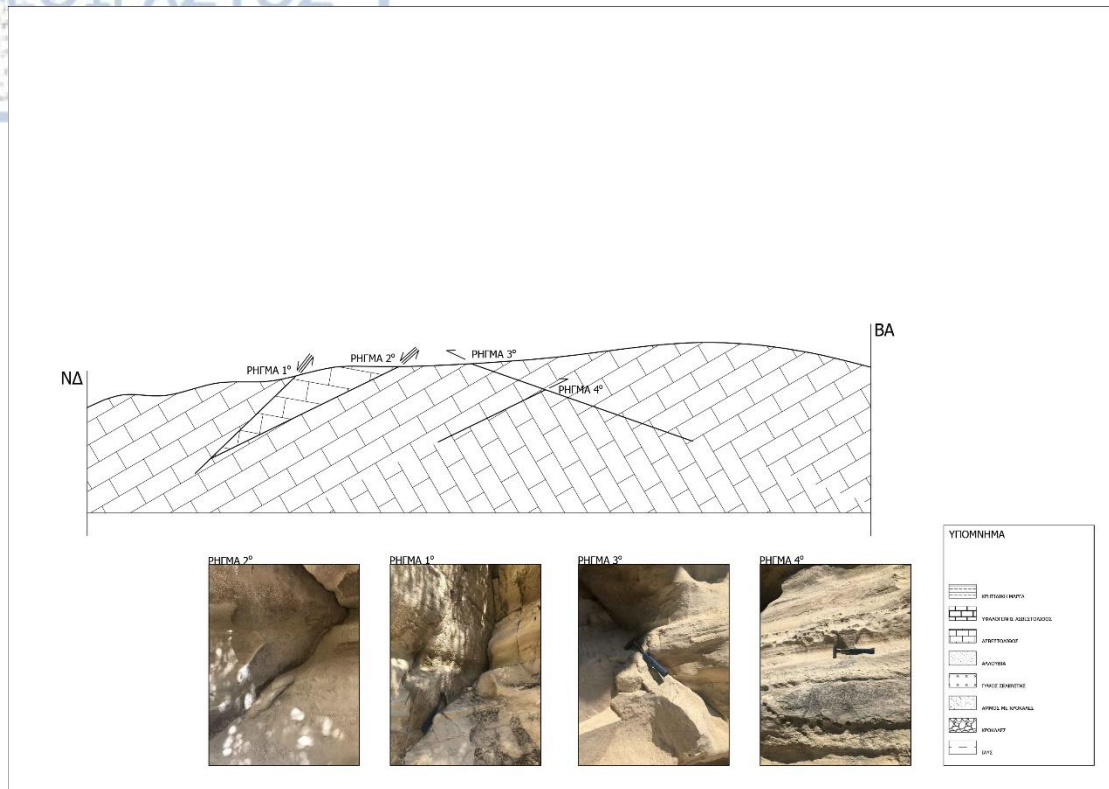
Συντεταγμένες	Επιφάνειες ρήγματος	Τύπος
34°55'25,73"N 32°20'39,39"N	292/80° ΒΔ	κανονικό
34°55'24,98"N 32°20'39,27"N	270/86° Δ	κανονικό
34°55'26,22"N 32°20'38,94"N	67/50° ΝΑ	κανονικό
34°55'25,34"N 34°20'40,39"N	118/85° ΝΑ	κανονικό



Εικόνα 36: Μέτρηση 1^{ου} ρήγματος, 292/80° ΒΔ (αριστερή εικόνα). Μέτρηση 2^{ου} ρήγματος, 270/86°Δ (δεξιά εικόνα).



Εικόνα 37: Μέτρηση 3^{ου} ρήγματος, 067/50° ΝΑ (αριστερή εικόνα). Μέτρηση 4^{ου} ρήγματος, 118/85°ΝΑ (δεξιά εικόνα).

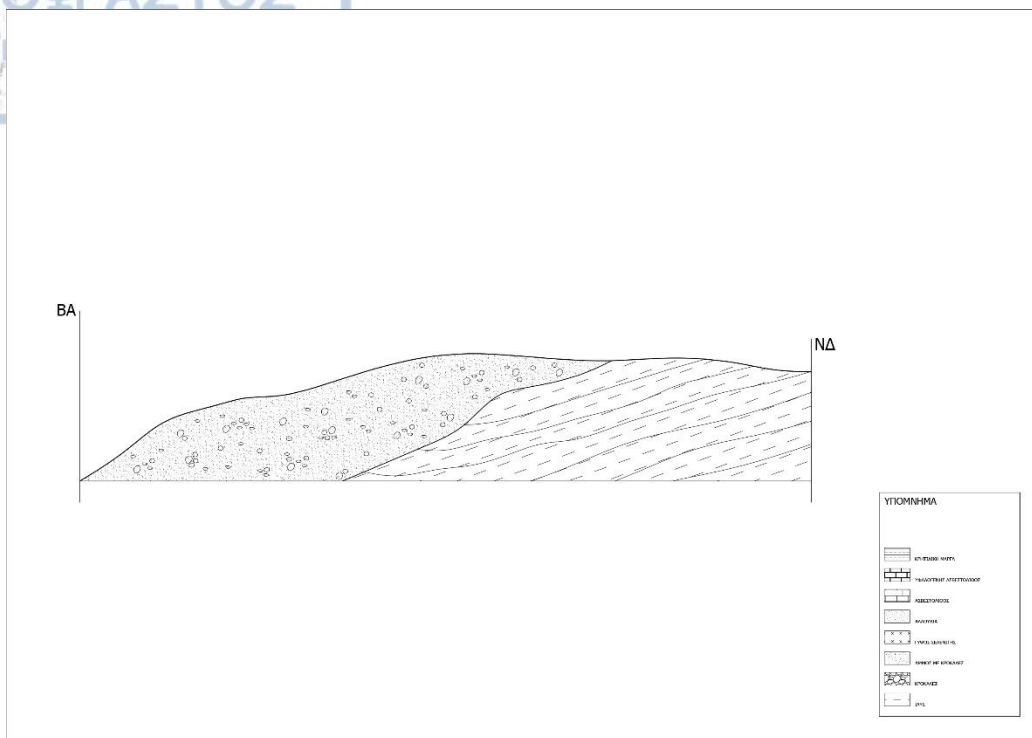


Εικόνα 38: Γεωλογική τομή με απεικόνιση των τεσσάρων ρηγμάτων.

Στάση 2 34°55'26,81"N

32°20'40,45"E , Υψόμετρο:88m

Εδώ εντοπίζεται η υφαλογενής μάργα υπερκείμενη του κοκκώδη ασβεστόλιθου. Βαδίζοντας πιο μέσα στο φαράγγι η υφαλογενής μάργα διακόπτεται. Όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 40, στη συνέχεια μία υπερκείμενη αλλουβιακή ακολουθία επικάθεται πάνω στο κοκκώδη ασβεστόλιθο με κανονική ασύμφωνη επαφή, γεγονός που υποδηλώνει ότι σε κάποια σημεία η θάλασσα ήταν ρηχή και σε κάποια άλλα σημεία ήταν πιο βαθιά. Πιο συγκεκριμένα, από την αφετηρία του φαραγγιού μέχρι και τα μέσα του σημείου στο οποίο βρισκόμαστε, δείχνει να επικρατούσε ρηχή θάλασσα και από το μέσο μέχρι το τέλος του, δείχνει να επικρατούσε λίγο βαθύτερες συνθήκες σε περιβάλλον. Έπειτα διασχίζοντας τη γέφυρα μέσα από το ποτάμι, παρατηρούνται ασβεστόλιθοι με ζαχαρώδη υφή, η οποία δημιουργείται από το νερό.

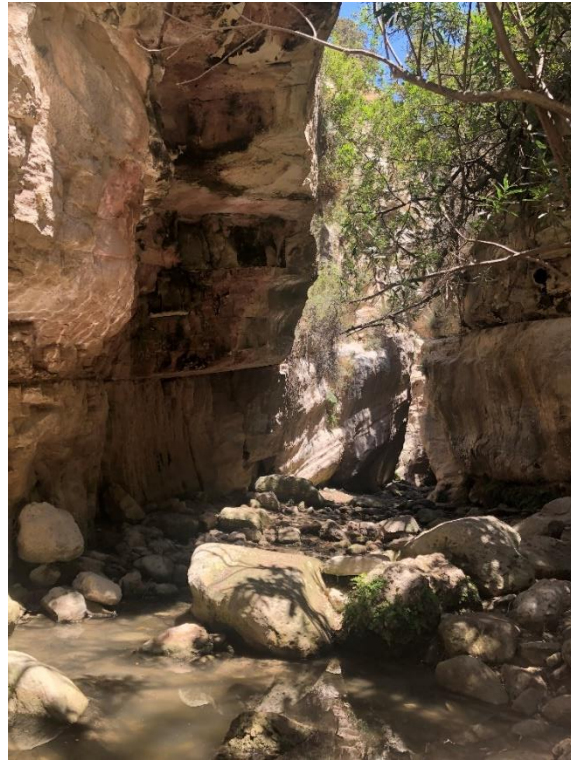


Εικόνα 39: Γεωλογική τομή με απεικόνιση της ασύμφωνης επαφής των υπερκείμενων αλλούβιων με τον υφαλογενή ασβεστόλιθο.

Στάση 2 (α): $34^{\circ}55'26,23''N$

$32^{\circ}20'43,48''E$, Υψόμετρο:115m

Μια ακόμη κανονική επαφή μεταξύ των υπερκείμενων αλλούβιων και του κοκκώδη ασβεστόλιθου εντοπίζεται σε αυτό το σημείο. Συγκεκριμένα και στα δυο πρανή του φαράγγιού εντοπίζεται κοκκώδης ασβεστόλιθος (Εικόνα 51), με μόνη διαφορά ότι στο αριστερό πρανές ο κοκκώδης ασβεστόλιθος επικάθεται πάνω στον υφαλογενή ασβεστόλιθο. Στο δεξί πρανές του φαράγγιού ο κοκκώδης ασβεστόλιθος στο κατώτερα στρώματα του είναι ροζ (Εικόνα 41) και στα ανώτερα στρώματα είναι πιο ροζομπέζ. Μέσα στο κοκκώδη ασβεστόλιθο εμφανίζονται κανονικά ρήγματα τα οποία δημιουργήθηκαν κατά την ανυψωτική διαδικασία του και λόγω της παρουσίας τους, υπάρχουν τεμάχια ασβεστολίθων τα οποία να κινούνται προς τα κατάντη. Αν δεν υπήρχαν τα συγκεκριμένα κανονικά ρήγματα, τα πρανή του φαράγγιού πιθανόν να είχαν μεγαλύτερα υψόμετρα, ωστόσο λόγω της παρουσίας των κανονικών ρηγμάτων το φαράγγι υποβαθμίζεται υψομετρικά. Τέλος στο δεξί πρανές συναντώνται τραβερτίνες, γεγονός που υποδηλώνει ρηχό περιβάλλον.



Εικόνα 40: Κοκκώδης ασβεστόλιθος (αριστερή εικόνα). Απεικονίζεται ο κοκκώδης ασβεστόλιθος που στα κατώτερα στρώματα του είναι ροζ και στα ανώτερα στρώματα του είναι ροζομπέζ. (δεξιά εικόνα).

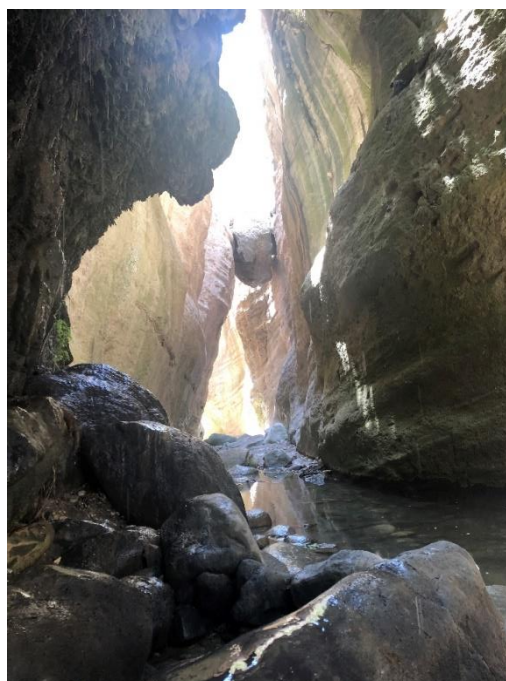
Στάση 3 34°55'11,86"N

32°20'15,12"E , Υψόμετρο:139m

Βαδίζοντας προς το τέλος του φαράγγιού, εντοπίζονται σταλαγμίτες, μαλαχίτες και αζουρίτες (Εικόνα 42). Από τη συγκεκριμένη θέση αν κοιτάξεις ψηλά διακρίνεται μια αιωρούμενη πέτρα (Εικόνα 43), η οποία είναι σημείο αναφοράς για τους επισκέπτες, όμως γεωλογικά αποδεικνύει ότι στα κατώτερα στρωματογραφικά στρώματα του φαράγγιού η διάβρωση είναι μεγαλύτερη λόγω της ροής του ποταμού ενώ στα ανώτερα στρώματα είναι μικρότερη, γι' αυτό και παρατηρείται η συγκεκριμένη «στενότητα». Στην Εικόνα 44 φαίνεται ο ποταμός Αυγας που διατρέχει το φαράγγι και δημιουργεί το πανέμορφο θέαμα του και παρατηρείται με ροή νερού και τους καλοκαιρινούς μήνες.



Εικόνα 41: Λίγο πριν πλησιάσουμε την είσοδο του φαραγγιού (αριστερή εικόνα). Σταλαγμίτες, αζουρίτες και μαλαχίτες (δεξιά εικόνα).



Εικόνα 42: Η αιωρούμενη πέτρα που διακρίνεται στο φαράγγι.

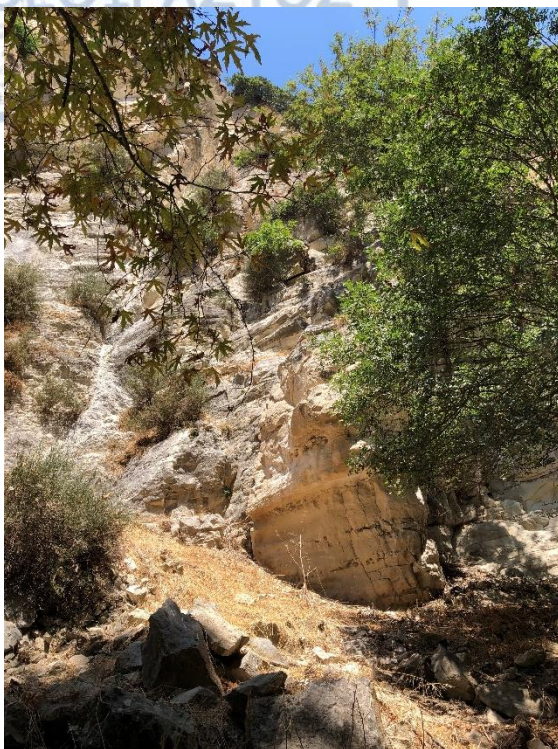


Εικόνα 43: Ο Ποταμός Αυγας που διατρέχει το φαράγγι.

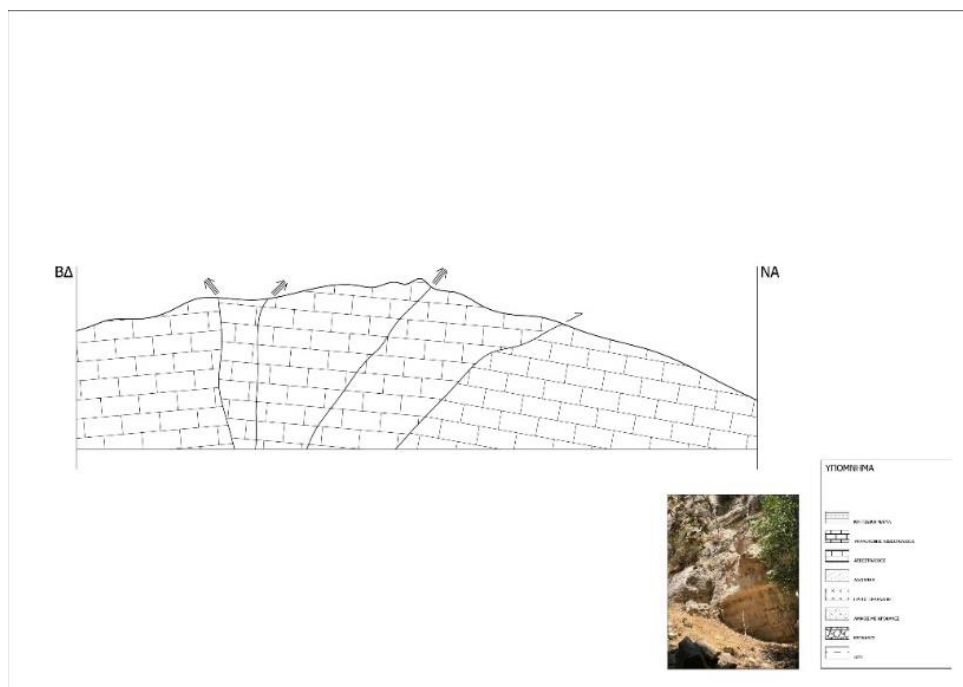
Στάση 3(α) 34°55'31,1"N

32°20'51,26"E , Υψόμετρο:140m

Τέλος, στο ΝΑ μέρος του φαραγγιού, τελικό σημείο φαραγγιού (Εικόνα 45), εντοπίζεται η επαφή μεταξύ Κρητιδικής μάργας και πελαγικού ασβεστόλιθου. Στα στρώματα της Κρητιδικής μάργας εντοπίζονται γύψινες αποθέσεις. Με βάση την μέτρηση που πάρθηκε, τα στρώματα είναι σχεδόν οριζόντια με κλίση περίπου 5° (34°55'30,69"N, 32°20'51,82"E - Υψόμετρο:137m). Εν αντίθεση στην απέναντι πλευρά της πλαγιάς εντοπίζονται ασβεστολιθικά πετρώματα τα οποία σχηματίζουν μια χαρακτηριστική τεκτονική δομή λουλουδιού (Εικόνα 46).



Εικόνα 44: Τελικό σημείο φαραγγιού (αριστερή εικόνα). Απεικονίζεται η επαφή της Κρητιδικής μάργας με τον πελαγικό ασβεστόλιθο (δεξιά εικόνα).

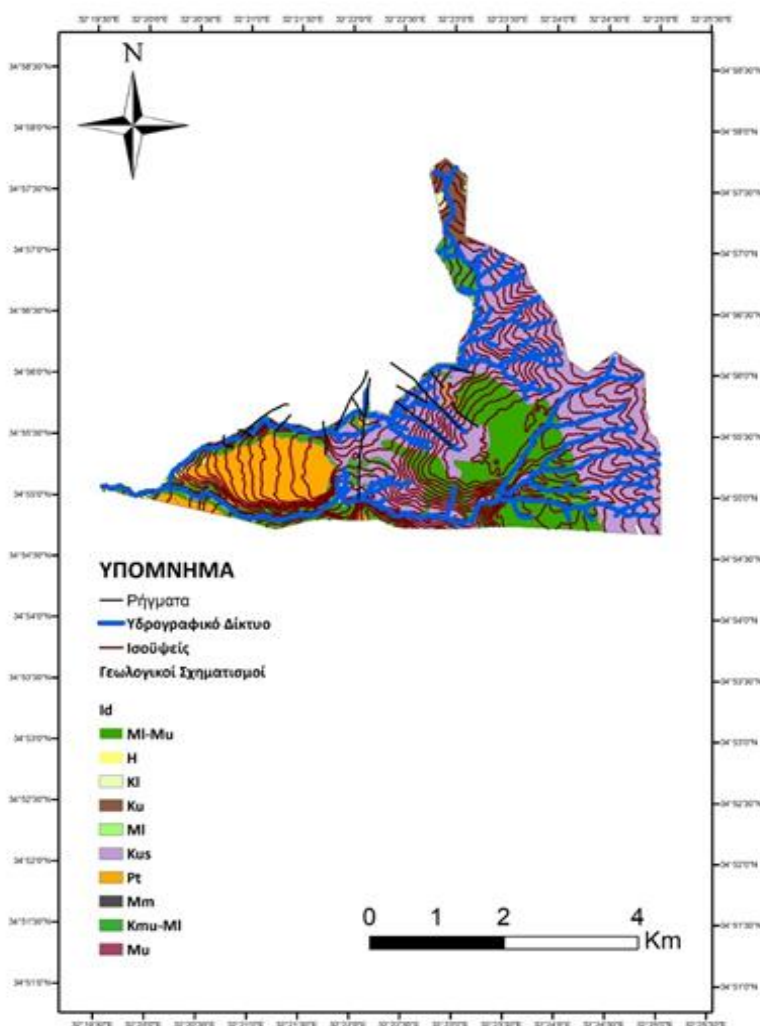


Εικόνα 45: Τεκτονική δομή τουλίπας.

5.2 Αποτύπωση γεωλογικού χάρτη με τη χρήση ArcMap

Στον Χάρτη 1 απεικονίζεται ο γεωλογικός χάρτης της λεκάνης του Ποταμού Αυγά, στην περιοχή της Πάφου, ο οποίος δημιουργήθηκε με βάση το ArcMap.

Στο χάρτη παρουσιάζεται το υδρογραφικό δίκτυο του ρέματος το οποίο είναι δενδριτικής μορφής, τα ρήγματα, οι ισοϋψείς και οι γεωλογικοί σχηματισμοί, όπως αναφέρονται στο υπόμνημα. Για την δημιουργία του γεωλογικού χάρτη χρησιμοποιήθηκε ο γεωλογικός χάρτης της Πέγειας – GEOLOGICAL MAP OF THE PEGEIA-STENI AREA (κλίμακας 1:50.000), ο οποίος προσφέρθηκε από το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης Κύπρου.



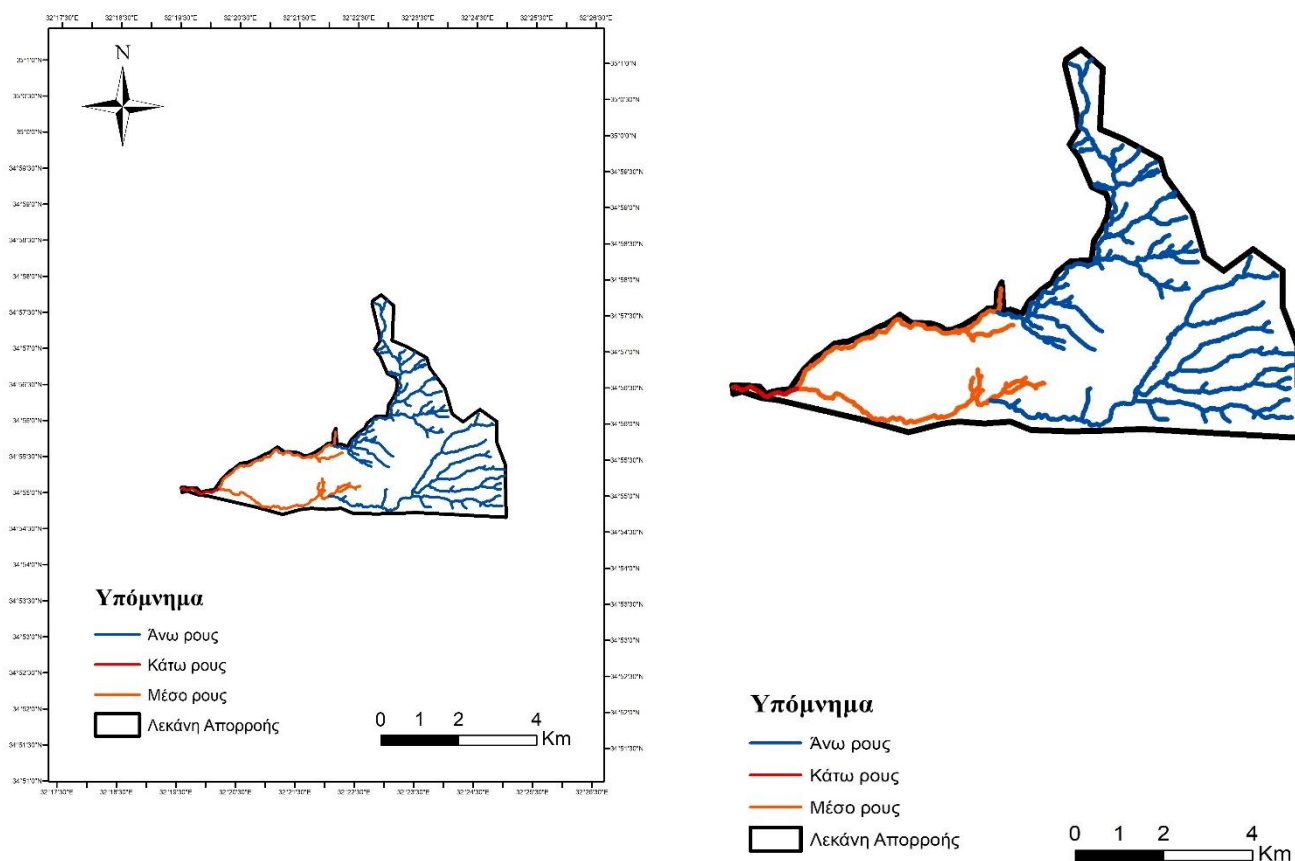
Χάρτης 1: Ο γεωλογικός χάρτης της λεκάνης του Ποταμού Αυγά, στην περιοχή της Πάφου.

5.3 Μορφολογικές αναλύσεις

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο δίνονται οι μορφολογικές αναλύσεις που εξάχθηκαν μετά από την μελέτη του υδρολογικού δικτύου, τη δημιουργία χαρτών και την μελέτη των μορφοτεκτονικών δεικτών με βάση τα αναφερόμενα δεδομένα του προγράμματος ArcMap που αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 4.

5.3.1 Άνω-Μέσο-Κάτω

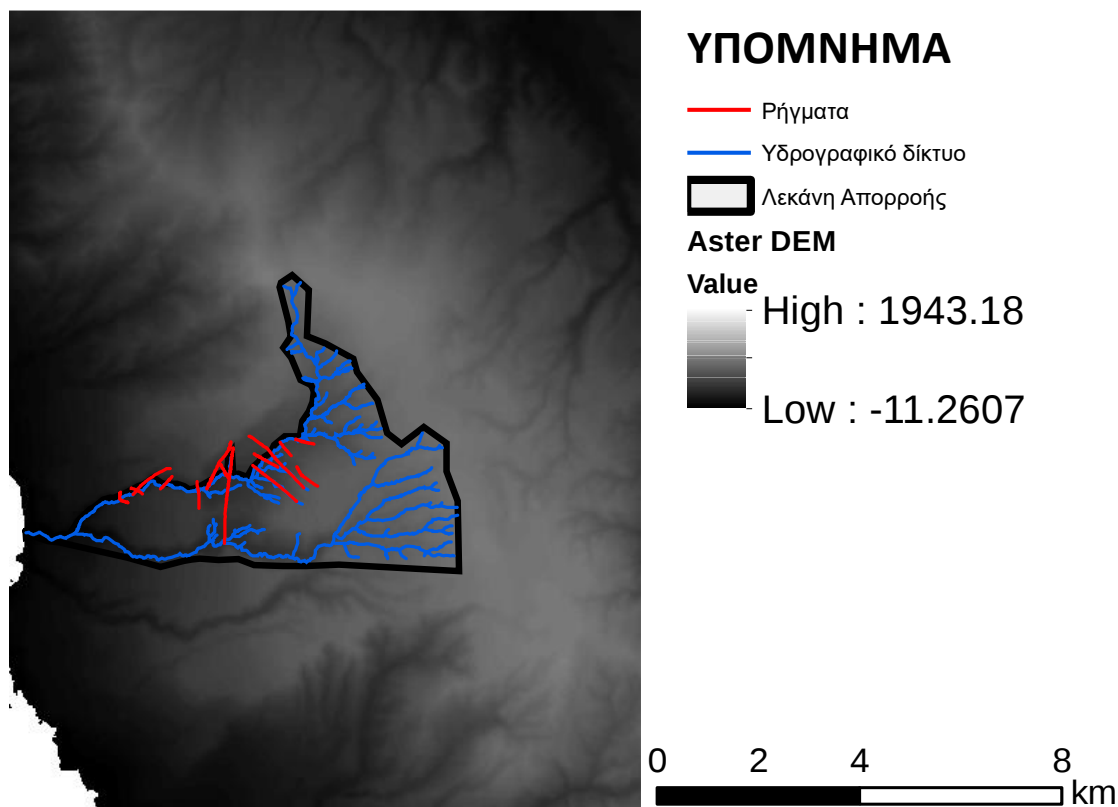
Στο χάρτη της Εικόνας 47, απεικονίζεται το τμήμα του άνω, του μέσου και του κάτω ρου του Ποταμού Αυγά.



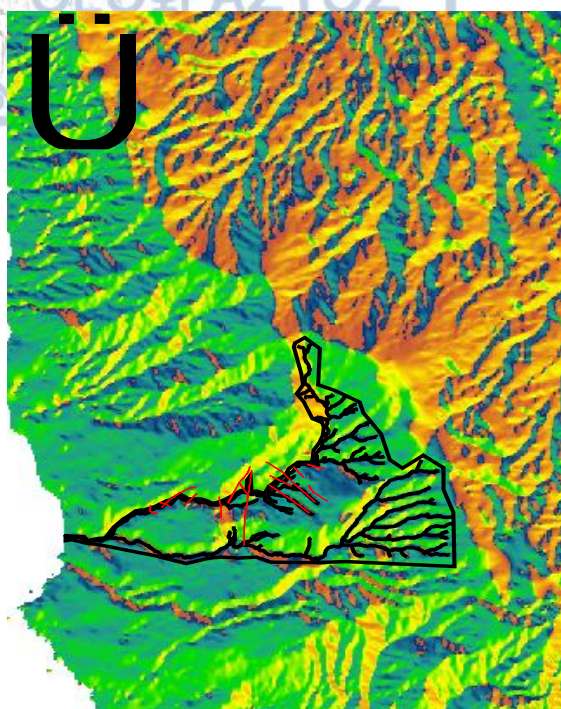
Εικόνα 46: Απεικόνιση των τμημάτων του άνω, του μέσου και του κάτω ρου του Ποταμού Αυγά.

5.3.2 Χάρτες

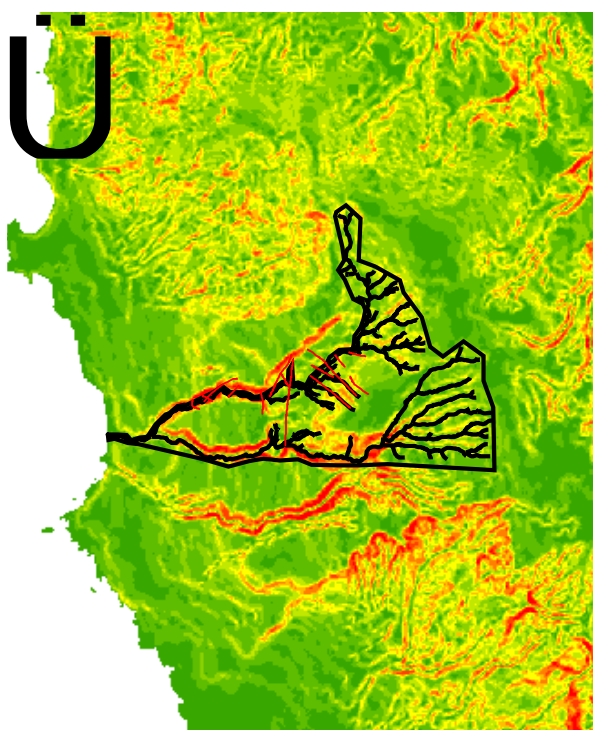
Ο χάρτης σκιασμένου ανάγλυφου για την λεκάνη απορροής του ποταμού Αυγά, σχεδιάστηκε με βάση το Ψηφιακό Μοντέλο Αναγλύφου (Digital Elevation Model - DEM) στο πρόγραμμα ArcMap και παρουσιάζεται στον Χάρτη 2. Μέσα από το Ψηφιακό Μοντέλο Αναγλύφου (Digital Elevation Model - DEM) εξάχθηκαν επιπλέον οι χάρτες που παρουσιάζονται στις Εικόνες 60 και 61. Ο Χάρτης 3 αποτυπώνει την κατανομή του προσανατολισμού (Aspect) στη λεκάνη απορροής του Ποταμού Αυγά, ενώ ο χάρτης της Χάρτης 4 την κατανομή κλίσεων ανάγλυφου (Slope) στη λεκάνη απορροής του Ποταμού Αυγά.



Χάρτης 2: Χάρτης σκιασμένου ανάγλυφου για την λεκάνη απορροής του Ποταμού Αυγά.



Χάρτης 3: Η κατανομή του προσανατολισμού (Aspect) στην λεκάνη του Ποταμού Αυγά.



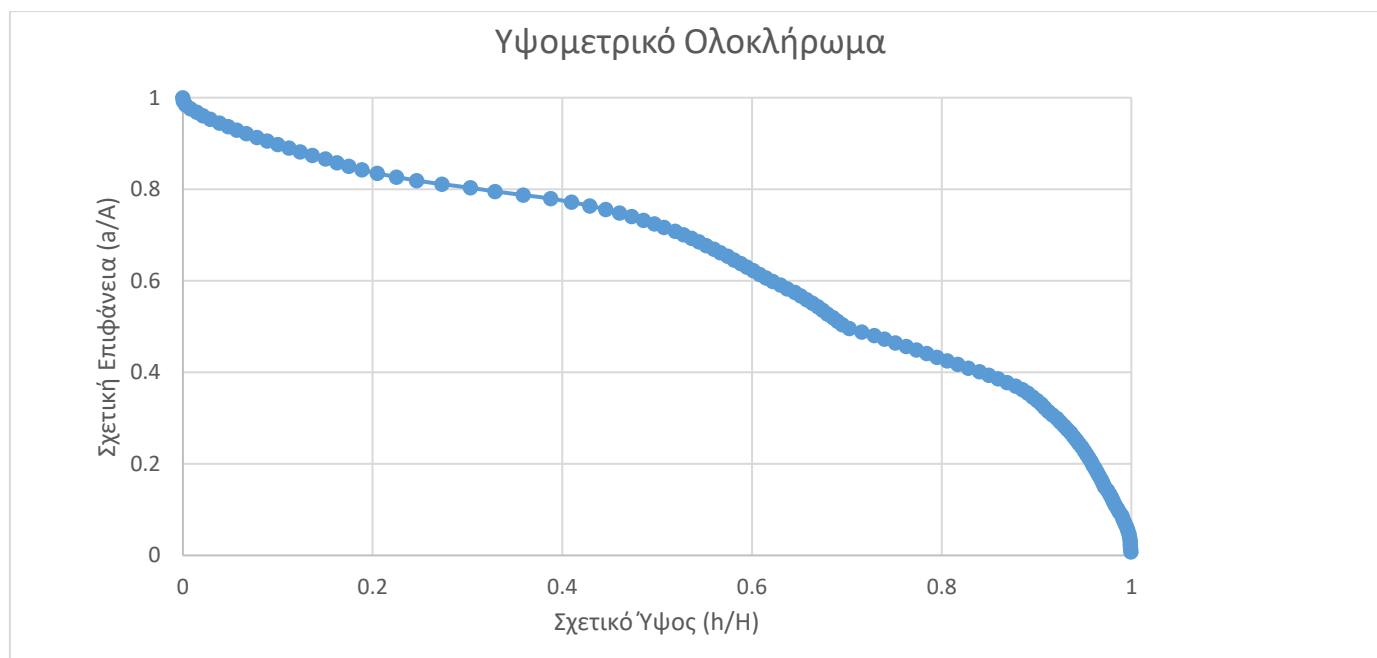
Χάρτης 4: Η κατανομή κλίσεων ανάγλυφου (Slope) του Ποταμού Αυγά.

5.3.3 Αποτελέσματα μορφοτεκτονικών δεικτών

5.3.3.1 Υψομετρικό Ολοκλήρωμα

Η απεικόνιση της υψομετρικής καμπύλης του υψομετρικού ολοκληρώματος (Εικόνα 48), παρουσιάζει με απλό τρόπο την κατανομή του ανάγλυφου εντός της λεκάνης απορροής. Η υψομετρική καμπύλη αποτελεί τη γραφική παράσταση μίας συνεχούς συνάρτησης, που το σχήμα της εξαρτάται από το στάδιο απογύμνωσης της λεκάνης απορροής του ποταμού. (Αστάρας, 1980)

Ο υπολογισμός και η απεικόνιση του Υψομετρικού Ολοκληρώματος του Ποταμού Αυγά που διατρέχει το φαράγγι του Άβακα στην επαρχία της Πάφου, υποδεικνύει ότι με βάση το στάδιο εξέλιξης της λεκάνης του (Εικόνα 49) ο ποταμός είναι στο στάδιο νεότητας και μεταπίπτει σταδιακά στο επόμενο στάδιο, αυτό της ωριμότητας.



Εικόνα 47: Το υψομετρικό ολοκλήρωμα του Ποταμού Αυγά.

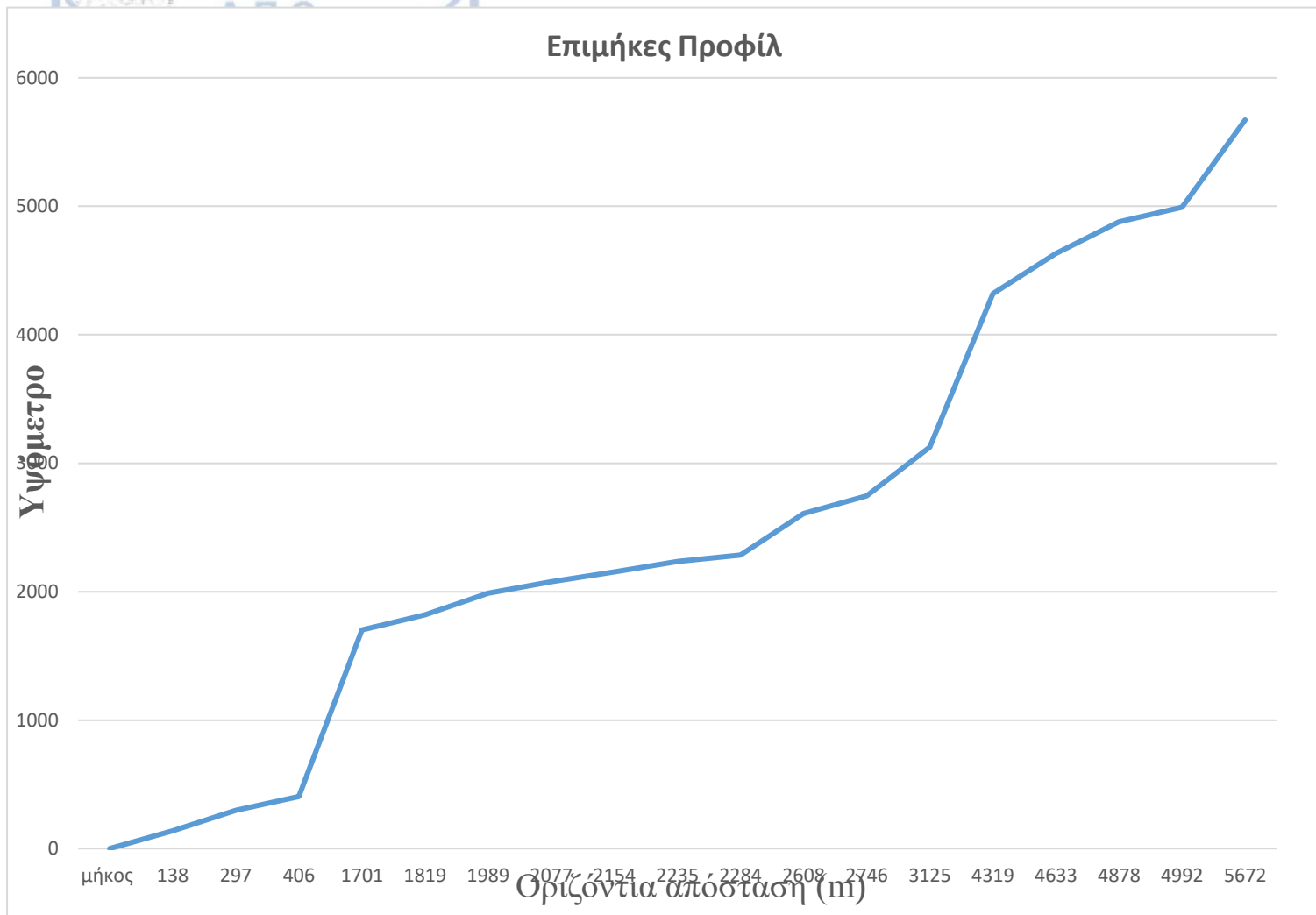


Εικόνα 48: Διάγραμμα υψομετρικού ολοκληρώματος ανάλογα με το στάδιο εξέλιξης της λεκάνης.

5.4.3 Επιμήκες προφίλ

Το υψόμετρο της κοίτης ενός ποταμού σε συνάρτηση με την απόσταση εκβολής του ή τη συμβολή του σε ένα μεγαλύτερο ποτάμι, απεικονίζεται με το επιμήκες προφίλ του ποταμού το οποίο είναι μια σημαντική παρατήρηση για την ποτάμια γεωμορφολογία. Η μορφή του επιμήκες προφίλ μας προσφέρει τη δυνατότητα να παρατηρήσουμε αν ο ποταμός είναι στο στάδιο νεότητας ή ωριμότητας και ποιοι παράγοντες που επηρέασαν την περιοχή του ποταμού. Αυτοί οι παράγοντες επηρεάζουν άμεσα τη διαμόρφωση του επιμήκους προφίλ ενός ποταμού, και είναι η λιθολογία που αποτελεί τα πετρώματα που διατρέχει το νερό του ποταμού, το κατά πόσο αυτά τα πετρώματα είναι ευκολοδιάβρωτα ή δυσδιάβρωτα στο βροχινό νερό, οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, καθώς και η τεκτονική. Η τεκτονική

Το συνολικό μήκος της κεντρικής κοίτης του ρέματος υπολογίστηκε στα 22,7 km. Έπειτα από τη χρήση της εφαρμογής ArcMap, του προγράμματος ArcGIS, και πιο συγκεκριμένα μετά την επιλογή Spatial Analyst Tools και Interpolate Line πραγματοποιήθηκε η απεικόνιση του επιμήκους προφίλ του Ποταμού Αυγά (Εικόνα 50).



Εικόνα 49: Επιμήκες προφίλ του Ποταμού Αυγά.

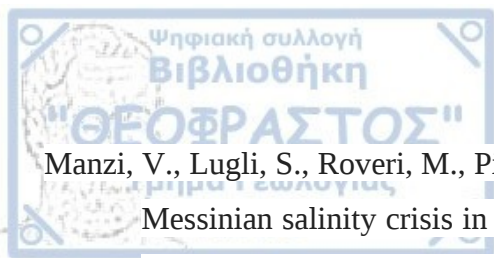
6 – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά, σχετικά με την λεκάνη απορροής του Ποταμού Αυγά και στηριζόμενοι στο αποτέλεσμα του μορφοτεκτονικού δείκτη του υψομετρικού ολοκληρώματος, παρατηρείται ότι χαρακτηρίζεται από μορφολογική ανισοτροπία, η οποία οφείλεται στην τεκτονική επίδραση της περιοχής της Πέγειας. Από το γράφημα του υψομετρικού ολοκληρώματος και με βάση το στάδιο εξέλιξης της λεκάνης απορροής, συμπερασματικά αποβαίνει ότι βρίσκεται σε στάδιο νεότητας προς ωριμότητας. Επίσης, το αποτέλεσμα του υψομετρικού ολοκληρώματος εκτιμήθηκε 0,5, κάτι που υποδεικνύει ότι η λεκάνη απορροής του Ποταμού Αυγά βρίσκεται σε στάδιο νεότητας προς ωριμότητας.

Επίσης, σχετικά με την τεκτονική επίδραση αναφέρεται ότι εντός του Φαραγγιού του Άβακα εντοπίζονται αρκετά μικρά κανονικά ρήγματα μέσα στο σχηματισμό του ασβεστόλιθου τα οποία υποβαθμίζουν υψομετρικά την περιοχή. Αν, δεν υπήρχε η συγκεκριμένη νεοτεκτονική επίδραση πιθανότατα τα πρανή του Φαραγγιού να είχαν μεγαλύτερα υψόμετρα.

Το Φαράγγι του Άβακα που είναι η μελέτη της συγκεκριμένης εργασίας, συναντάται εντός του μέσο ρους του Ποταμού Αυγά, και εκτείνεται σε υψόμετρο από 28 m έως 139 m. Με βάση τους υπολογισμούς εντός της κοίτης του Ποταμού Αυγά, ο κάτω ρους κυμαίνεται σε υψόμετρο από 8 m έως 37 m, ο μέσο ρους από 37 m έως 225 m, και τέλος ο άνω ρους κυμαίνεται σε υψόμετρο από 225 m έως 628 m. Από την υπαίθρια παρατήρηση που πραγματοποιήθηκε κατά την έρευνα πεδίου αναγνωρίστηκε ότι το τμήμα του κάτω ρους διατρέχει πετρώματα κυρίως αλλουβιακών αποθέσεων Ολοκαινικής ηλικίας, το τμήμα του μέσο ρους διατρέχει πετρώματα κυρίως του Σχηματισμού της Πάχνας (μάργες και γύψοι) Μέσο Μειοκαινικής ηλικίας, και το τμήμα του άνω ρους διατρέχει πετρώματα κυρίως των Σχηματισμών Κάθηκα (οφιολιθικά mélange με μορφή debris flow που αποτελούνται από οφιολίθους του Τροόδους) και Κανναβιού (μπεντονιτικοί άργιλοι), ηλικίας Άνω Κρητιδικής (Μαιστρίχτιο).

- Bashenina, N. V. (1978). Map of morpho and tectonomorpho-isohypses. Guide to Medium-scale Geomorphological Mapping. E. Schwerzerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 68-80.
- Christian, C. L. (1958). Characterization of the "reactant"(gamma globulin factor) in the F II precipitin reaction and the F II tanned sheep cell agglutination test. The Journal of experimental medicine, 108(1), 139-157.
- Demek, J. (1982). Geomorphological mapping: progress and problems. Perspectives in Geomorphology, 2, 221-235.
- Gardiner, V. (1976). Land evaluation and the numerical delimitation of natural regions. Geographia Polonica, 34, 11-30.
- Speight, J. G. (1974). Parametric approach to landform regions.
- Gass, I. G. (1960). The geology and mineral resources of the Dhali area. authority of the Government of Cyprus.
- Horton, R. E. (1945). Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. Geological society of America bulletin, 56(3), 275-370.
- Howard, J. A., and Mitchell, C. W. (1980). Phyto-geomorphic classification of the landscape. Geoforum, 11(2), 85-106.
- Keller E.A, P., N. (2002). Active Tectonics, Earthquakes, Uplift and Landscape. USA: Second Edition.
- Koeppen, W. (1936). Das geographische System der Klimate. Berlin: Handbuch der Klimatologie.
- Mabbutt, J. A., and Stewart, G. A. (1963). The Application of Géomorphology in Resources Surveys in Australia, and New Guinea. Centre national de la recherche scientifique.
- Malpas, J., Xenophontos, C., and Williams, D. (1992). The Ayia Varvara Formation of SW Cyprus: a product of complex collisional tectonics. Tectonophysics, 212(3-4), 193-211.
- Malpas, J., Calon, T., and Squires, G. (1993). The development of a Late Cretaceous microplate suture zone in SW Cyprus. Geological Society, London, Special Publications, 76(1), 177-195.



- Manzi, V., Lugli, S., Roveri, M., Pierre, F. D., Gennari, R., Lozar, F., ... & Turco, E. (2016). The Messinian salinity crisis in Cyprus: a further step towards a new stratigraphic framework for Eastern Mediterranean. *Basin Research*, 28(2), 207-236.
- Mayer, L. (1990). *Introduction to Quantitative Geomorphology: An Exercise Manual*. Englewood Cliffs: NJ: Prentice Hall.
- Miyogi, D., Sarkar, S.K., and Mallick, S. (1970). Geomorphic mapping in the plains of West Begnal, India, *Selected Papers, Physical Geography*, 1, pp 89-94, XXI International Geographical Congress, India 1968, National committee for geography, Calcutta.
- Morisawa, M.E. (1964). Development of the drainage systems on an upraised lake floor. *American Journal of Science*.
- Nikolayev, V. A. (1974). Principles of a landscape classification. *Soviet Geography*, 15(10), 654-661.
- Robertson, A. H. F., & Hudson, J. D. (1974). Pelagic sediments in the Cretaceous and Tertiary history of the Troodos Massif, Cyprus. In *Pelagic Sediments on Land and under the Sea* (Vol. 1, pp. 403-436). Special Publication: International Association of Sedimentologists.
- Robertson, A. H. F., & Woodcock, N. H. (1979). Mamonia Complex, southwest Cyprus: Evolution and emplacement of a Mesozoic continental margin. *Geological Society of America Bulletin*, 90(7), 651-665.
- Robertson, A., and Xenophontos, C. (1993). Development of concepts concerning the Troodos ophiolite and adjacent units in Cyprus. *Geological Society, London, Special Publications*, 76(1), 85-119.
- Robertson, A. H. F., Eaton, S., Follows, E. J., and Payne, A. S. (1995). Depositional processes and basin analysis of Messinian evaporites in Cyprus. *Terra Nova*, 7(2), 233-253.
- Rossel F. (2001). Hydrometeorological study examining changes in recorded precipitation. Reassessment of the island's water resources and demand. Objective 1 - Output 1.2. Ministry of Agriculture, Natural Resources and Environment of the Republic of Cyprus Water Development Department, Food and Agriculture Organisation of the United Nations Land and Water Development Division. TCP/CYP/8921.
- Rotstein, Y., and Ben-Avraham, Z. (1985). Accretionary processes at subduction zones in the eastern Mediterranean. *Tectonophysics*, 112(1-4), 551-561.

- Savigear, R. A. G. (1965). A technique of morphological mapping. *Annals of the Association of American Geographers*, 55(3), 514-538.
- Schumm, S. (1956). The evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy. New Jersey: *Bulletin of the Geological Society of America*.
- Scheidegger, A. E. (1965). The algebra of stream-order numbers. Washington, DC: US Geological Survey, Professional Paper B, 525.
- Short, N. M., and Blair, R. W. (Eds.). (1986). *Geomorphology from space: a global overview of regional landforms*.
- Stahler, A.H., and Strahler, A. (1998). *Introducing Physical Geography*.
- STRAHLER, A. (1952). Hypsometric (area-altitude curve) analysis of erosional topography. *Geological Society of America Bulletin*.
- Swarbrick, R. E., and Robertson, A. H. F. (1980). Revised stratigraphy of the Mesozoic rocks of southern Cyprus. *Geological Magazine*, 117(6), 547-563.
- Vollmers, H. J. (1990). Examples for Using Sand and Lightweight Material in Movable Bed Models. In *Movable Bed Physical Models* (pp. 125-140). Springer, Dordrecht.
- Wright, R. L. (1972). *Principles in a geomorphological approach to land classification*.

7.2 Ελληνική Βιβλιογραφία

- Αστάρας, Θ. (1980). Ποσοτική γεωμορφολογική μελέτη τμήματος των δ. πλευρών του όρους Βερτίσκον (Κ. Μακεδονία) Διδακτορική διατριβή, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Αστάρας, Θ. (2011). Ψηφιακή χαρτογραφία και γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Δίσιγμα, c2011.
- Βαρνάβα, Α. (2016). Τεκτονική ανάλυση των ρηγμάτων της Γεράσας και του Αρακαπά στη ΝΔ Κύπρο. Μεταπτυχιακή Εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Βουβαλίδης, Κ. (2011). Φυσική Γεωγραφία. Δίσιγμα.
- Καρκάνας, Π., (2010). Εισαγωγή στην Γεωαρχαιολογία. Νεφέλη. Αθήνα
- Κωνσταντίνου, Χ. (2010). Η Γεωλογική εξέλιξη της Κύπρου. Πτυχιακή Εργασία, Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Λαμπρινός, Ν. (2009). Φυσική Γεωγραφία και Περιβάλλον. Ανάκτηση από <http://users.auth.gr/labrinis/books/PHYSGEO-students.pdf>

Μπαλαφούτης Χ., και Μαχαίρας, Π. (1985). Μαθήματα γενικής κλιματολογίας: με στοιχεία βιοκλιματολογίας. Εκδόσεις ΓΙΑΧΟΥΔΗ Ο.Ε., Θεσσαλονίκη 1985.

Παυλόπουλος, Κ (2011). Γεωμορφολογία, εφαρμογές στις γεωεπιστήμες. Εκδόσεις Ιων, Αθήνα.

Πογιατζής, Λ. (2011). Υδρογεωλογική μελέτη της περιοχής Κίτι-Περβόλια, Κύπρος. Πτυχιακή Εργασία, Πανεπιστήμιο Πατρών.

Σμπόρας, Σ. (2005). Μορφοτεκτονική ανάλυση με τη χρήση γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (GIS) των νεοτεκτονικών και ενεργών ρηγμάτων της Βοιωτίας. Θεσσαλονίκη. Ανάκτηση από

https://www.researchgate.net/profile/Sotiris_Sboras/publication/233475110_

Morphotectonic_Analysis_using_Geographic_Information_Systems_GIS_of_Neotectonic_and_Active_Faults_of_Viotia_Central_Greece/links/594e180e45

Φουρνιάδης, Ι. (2002). Γεωμορφολογική και περιβαλλοντική εξέλιξη της κοιλάδας του Ανθεμούντα, με τη χρήση των μεθόδων GIS και τηλεπισκόπησης. Θεσσαλονίκη.

Χρυσάνθου, Β. 2015. Γεωμορφολογία Ποταμών. [Κεφάλαιο Συγγραμματος]. Στο Χρυσάνθου, Β. 2015. Ποτάμια υδραυλική και τεχνικά έργα. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα:Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. κεφ 1. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/5434>

Ψιλοβίκος, Α., και Ψιλοβίκος, Α. (2010). Ιζηματολογία. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Τζιόλα.

7.3 Πηγές Διαδικτύου

Αργυρόπουλος et al., 2004. Ανακτήθηκε από:

[http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/wfd.nsf/All/D17AFEEBA8D505CFC22582C0002374C1/\\$file/Volume%201%20Greek.pdf?OpenElement](http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/wfd.nsf/All/D17AFEEBA8D505CFC22582C0002374C1/$file/Volume%201%20Greek.pdf?OpenElement)

Κλίμα της Κύπρου, 2021. Ανακτήθηκε από:

<http://weather.cyi.ac.cy/el/%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1/%CE%B1%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1-%CF%84%CE%B7%CF%82-%CE%BA%CF%85%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%85/>

Μονοπάτι Μελέτης της Φύσης «Φαράγγι του Άβακα». Ανακτήθηκε από:

[http://www.moa.gov.cy/moa/fd/fd.nsf/FF83F05EFF025E4BC2258108001B61DC/\\$file/%CE%9C%CE%BF%CE%BD%CE%BF%CF%80%CE%AC%CF%84%CE%B9%20%CE%A6%CE%B1%CF%81%CE%AC%CE%B3%CE%B3%CE%B9%20%CF%84%CE%BF%CF%85%20%CE%86%CE%B2%CE%B1%CE%BA%CE%B1.pdf](http://www.moa.gov.cy/moa/fd/fd.nsf/FF83F05EFF025E4BC2258108001B61DC/$file/%CE%9C%CE%BF%CE%BD%CE%BF%CF%80%CE%AC%CF%84%CE%B9%20%CE%A6%CE%B1%CF%81%CE%AC%CE%B3%CE%B3%CE%B9%20%CF%84%CE%BF%CF%85%20%CE%86%CE%B2%CE%B1%CE%BA%CE%B1.pdf)



Μορφομετρικές Παράμετροι Λεκανών Απορροής. (n.d.). Ανάκτηση από
http://www.geo.auth.gr/courses/gge/gge427y/pdf/askisi4.pdf?fbclid=IwAR1txGsteLvheKaa4U_bwf-PIIZI3D2hq8TTEk6ujQRSKoZ2EkJ-FbzPJjI

Ποτάμια Υδραυλική Και Τεχνικά Έργα. (n.d.). Ανάκτηση από
https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/5434/1/02_chapter_1.pdf?fbclid=IwAR0sU-ZZzkdSPA5UYhE8W9KkmLnfBExZ5TAiJzJn_HDZPi9KXuIQNa5p64s

Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης Κύπρου, 2019. Ανακτήθηκε από:
http://www.moa.gov.cy/moa/gsd/gsd.nsf/dmlindex_gr/dmlindex_gr?OpenDocument
Υπόγεια Υδατικά Σώματα, 2017. Ανακτήθηκε από:
http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/wdd.nsf/page57_gr/page57_gr?opendocument



Αστάρας, Θ. (1980). Ποσοτική γεωμορφολογική μελέτη τμήματος των δ. πλευρών του όρους

Βερτίσκον (Κ. Μακεδονία) Διδακτορική διατριβή, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.

Βουβαλίδης, Κ. (2011). Φυσική Γεωγραφία. Δίσιγμα.

Δρ.Γ.Κωνσταντίνου(2002). «Η Γεωλογία της Κύπρου»

Ηλία, Π (2013). Διδακτορική διατριβή, «Η συμβολή της γεωμορφολογικής ανάλυσης στη μελέτη των υδρογραφικών δικτύων», Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

Κωνσταντίνος Χ.(2010).Διπλωματική εργασία, , «Η γεωλογική εξέλιξη της Κύπρου»,Πανεπιστήμιο Πατρών.

Μονοπάτι Μελέτης της Φύσης-«Φαράγγι του Άβακα» www.moa.gov.cy/forest

Λαμπρινός , Ν. (2009). Φυσική Γεωγραφία και Περιβάλλον. Ανάκτηση από <http://users.auth.gr/labrinios/books/PHYSGEO-students.pdf>

Παπαπέτρου –Ζαμάνη, Α. (1995), Γεωμορφολογία, Αθήνα:Εκδόσεις Συμμετρία

Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης. Τοπογραφικός χάρτης της Πέγειας κλίμακα 1:50.000
GEOLOGICAL MAP OF THE PEGEIA-STENI AREA

Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος- Τμήμα Δασών

Μάρης Π.Φώτιος . «Ποτάμια Υδραυλική και Τεχνικά έργα» Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών.

Cyprus in your heart
<https://www.visitcyprus.com/index.php/el/>

Google Earth. (Ιούνιος 2019). Google Earth. Ανάκτηση από
<https://www.google.com/intl/el/earth>



Maroukian, H., Gaki-Papanastassiou, K., Karymbalis, E., Vouvalidis, K., Pavlopoulos, K., Papanastassiou, D., & Albanakis, K. (2008). *Morphotectonic control on drainage network evolution in the Perachora peninsula, Greece.*

STRAHLER , A. (1952). *Hypsometric (area-altitude curve) analysis of erosional topography.* *Geological Society of America Bulletin.*