

**ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΟΥ ΟΙΝΟΗ ΠΟΤΑΜΟΥ (Β. ΑΤΤΙΚΗ)
ΚΑΤΑ ΤΟ ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ.¹**

Κ. ΠΑΥΛΟΠΟΥΛΟΣ², Ε. ΚΑΡΥΜΠΑΛΗΣ², Χ. ΜΑΡΟΥΚΙΑΝ³

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο Οινόης ποταμός εμφανίζει ιδιαίτερα μορφολογικά χαρακτηριστικά η μελέτη των οποίων οδηγεί σε συμπεράσματα σχετικά με τη πρόσφατη γεωμορφολογική του εξέλιξη. Τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής του ποταμού αποτυπώθηκαν σε κλίμακα 1:50.000 και εκτιμήθηκαν οι μέσες τιμές των μορφομετρικών παραμέτρων του υδρογραφικού δικτύου σε κλίμακα 1:25000. Ο τεκτονισμός κατά τη διάρκεια του Τεταρτογενούς έπαιξε σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του υδρογραφικού δικτύου αποτελώντας τον κύριο παράγοντα ελέγχου της εξέλιξής του.

ABSTRACT

Inois river is located in North Attica having a total length of about 31 km. It drains an area of approximately 177,2 km² and flows into South Evoikos gulf forming an alluvial fan known as "coastal plain of Marathon". The drainage basin is elongated along an E-W trending axis and reaches an elevation of 1043 m at its western end. A geomorphological map of the drainage basin at a scale of 1:50000 was prepared including main landforms such as alluvial fans and alluvial cones, terraces, planation surfaces, gorges indicating intense downcutting. In addition mean values of the morphometric parameters of drainage density, drainage frequency, slope of the valley sides and basin circularity were estimated.

According to the slope of the main channel Inois river may be divided into four morphological sections. The first one, near the river mouth, has a slope of 0,2 % and is characterized by depositional processes. The second section has a mean channel slope of 2 %. Intense headword erosion, due to the presence of a fault transverse to the channel has led to the formation of a gorge at the lower part of this section. The part of the river around Marathon lake corresponds to gentle slopes. The section upstream the lake has a mean slope of 2,16 % corresponding to the slope of the river within an alluvial fan, formed during the Upper Pleistocene. Slow tectonic uplift of the area, since Middle Pleistocene, has been postulated by the presence of a gorge upstream formed by intense downcutting within limestones. The fourth (mountainous) section is characterized by a mean channel slope of about 17,9% with its lower part representing a gorge. The presence of a fault having an E-W direction along the main channel enhanced erosion resulting in the shaping of the gorge.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Γεωμορφολογία, Οινόης, υδρογραφικό δίκτυο, Αττική.

KEY WORDS: Geomorphology, Inois, drainage network, Attica.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

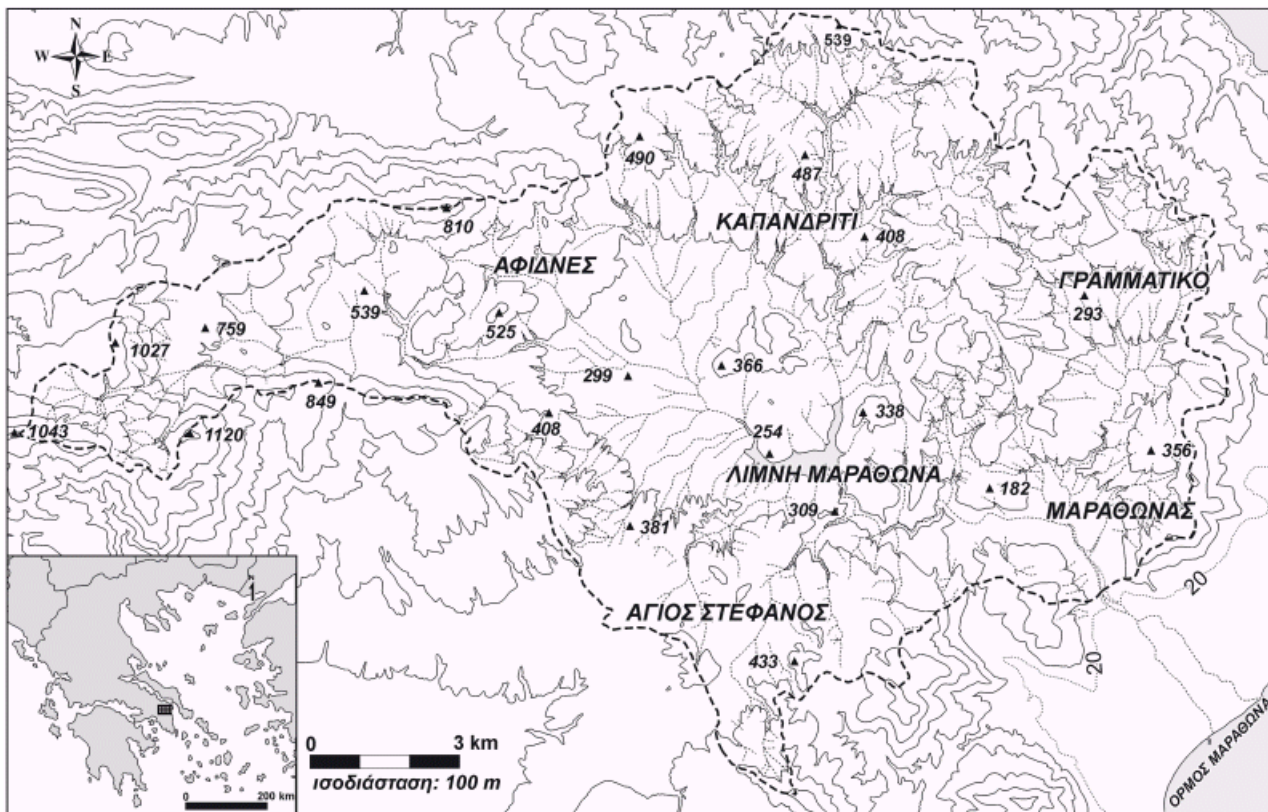
Η μελέτη σχετικά μικρών λεκανών απορροής σε περιοχές όπου το ύψος βροχής είναι αρκετά μικρό (της τάξης των 500 mm ή και λιγότερο) παρέχει σημαντικές πληροφορίες για τη μορφοτεκτονική τους εξέλιξη. Μια τέτοια λεκάνη αποτελεί αυτή του Οινόη ή Χάραδρου ποταμού που βρίσκεται στη βορειοανατολική Αττική. Επιχειρείται η αποτύπωση των γεωμορφών που αναπτύσσονται στη λεκάνη απορροής και η σύνδεσή τους με τα τεκτονικά χαρακτηριστικά, με σκοπό τη διερεύνηση της γεωμορφολογικής εξέλιξης της λεκάνης του Οινόη ποταμού και της ευρύτερης περιοχής κατά το Τεταρτογενές.

1:GEOMORPHOLOGICAL EVOLUTION OF INOIS RIVER DRAINAGE BASIN (N. ATTICA) DURING QUATERNARY .

2:Χαροκόπειο Παν/μιο, Τμήμα Γεωγραφίας,
Ελ. Βενιζέλου 70, 156-71 Αθήνα.

3:Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Γεωγραφίας - Κλιματολογίας
Πανεπιστημιούπολη, 157-84, Αθήνα.

Ο Οινόης ή Χάραδρος ποταμός έχει συνολικό μήκος κοίτης 31km και έχει διαμορφώσει μια λεκάνη απορροής έκτασης 177,2 km² που οριοθετείται στα δυτικά από τον ορεινό όγκο της Πάρνηθας και στα νότια από το Πεντελικό όρος. Η βόρεια υδροκριτική γραμμή της λεκάνης φθάνει σε υψόμετρο 500 m και διαχωρίζει τη λεκάνη του Οινόη στα νότια, από τα μικρά υδρογραφικά δίκτυα που καταλήγουν στο νότιο Ευβοϊκό κόλπο, διαρρέοντας κάθετα έξι ρηξιγενείς ζώνες διεύθυνσης Α-Δ και ΒΔ-ΝΑ (ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ *et al.*, 1988, ΠΑΥΛΟΠΟΥΛΟΣ and ΜΑΡΟΥΚΙΑΝ, 1997). Ο κύριος άξονας της διεύθυνσης ροής του Οινόη είναι Α-Δ για το ανώτερο (ορεινό τμήμα). Στα μισά περίπου της διαδρομής του κάμπτεται ελαφρά ακολουθώντας διεύθυνση ΒΔ - ΝΑ για να εκβάλει στις νότιες ακτές του νότιου Ευβοϊκού κόλπου στον όρμο του Μαραθώνα.



Εικόνα 1. Τοπογραφικός χάρτης του υδρογραφικού δικτύου του Οινόη ποταμού.
Figure 1. Topographic map of Inois river drainage network.

Στην περιοχή των εκβολών έχει σχηματίσει ένα αλλουβιακό ριπίδιο που ουσιαστικά διαμορφώνει την παράκτια πεδιάδα του Μαραθώνα. Περίπου 12 km ανάντη των εκβολών έχει κατασκευαστεί από το 1929 το φράγμα του Μαραθώνα με την τεχνητή λίμνη, που για μεγάλο χρονικό διάστημα αποτελούσε τη βασική πηγή υδροδότησης του λεκανοπεδίου της Αθήνας.

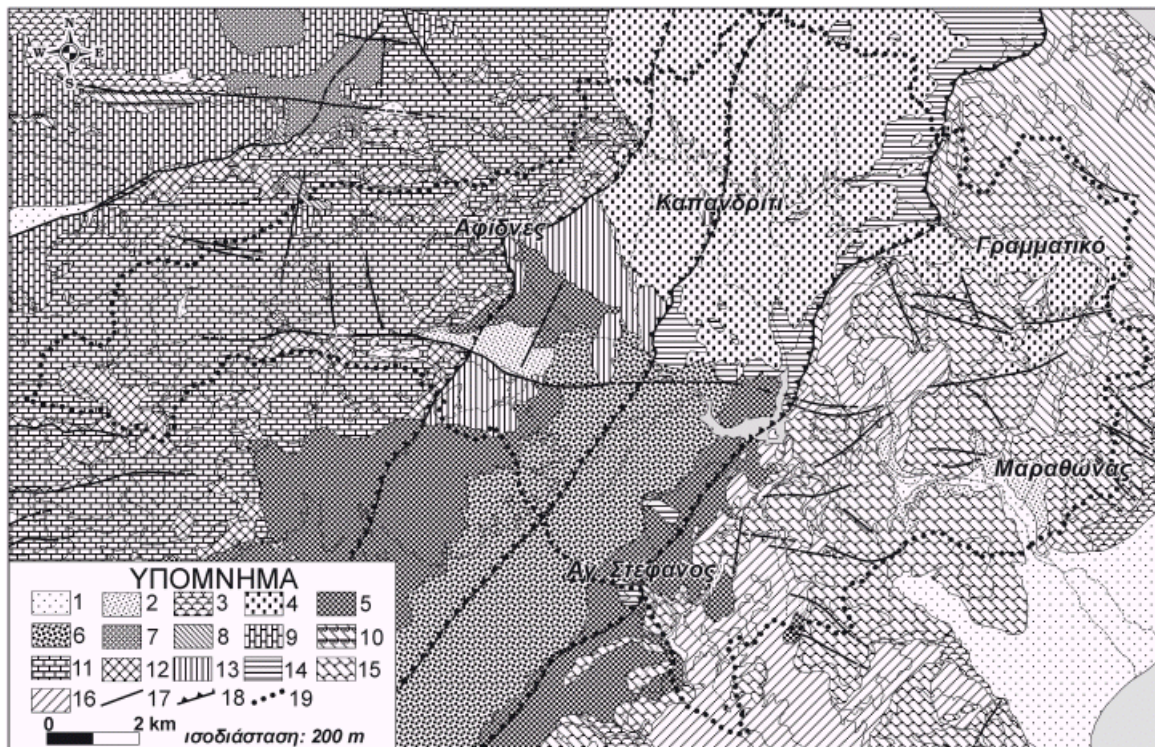
ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Στο νότιο και ανατολικό τμήμα της λεκάνης απορροής του Οινόη ποταμού εμφανίζονται οι σχηματισμοί της "αυτόχθονης ενότητας Αλμυροπόταμου - Αττικής". Πρόκειται για μια ενότητα που παλαιογεωγραφικά ανήκει στην πλατφόρμα της ζώνης Γαβρόβου - Τρίπολης και εμφανίζεται στο χώρο των Εσωτερικών Ελληνίδων με τη μορφή τεκτονικών παραθύρων (ΛΟΖΙΟΣ, 1993). Οι σχηματισμοί της ενότητας αυτής που εμφανίζονται στην περιοχή μελέτης είναι:

Μοσχοβιτικοί, επιδοτικοί, χλωριτικοί, χαλαζιακοί και ανθρακικοί σχιστόλιθοι, με επιδοτικούς αμφιβολίτες και ενστρώσεις μαρμάρων. Στο ανώτερο τμήμα τους παρεμβάλλονται βασικά μεταεκρηξιγενή πετρώματα και μικρές μάζες σερπεντινιτών. Η πιθανή ηλικία του ανώτερου τουλάχιστον τμήματος των σχηματισμών αυτών είναι κάτω - μέσο Τριαδική (ΛΟΖΙΟΣ, 1993).

Μάρμαρα μεσοστρωματώδη με ενδιαστρώσεις πυριτιολίθων και συχνές παρεμβολές δολομιτών και δολομιτικών ασβεστόλιθων. Δεδομένου ότι τα μάρμαρα αυτά υπέρκεινται ασύμφωνα των κατω - μεσο τριαδικών σχιστολιθικών σχηματισμών της

βορειοανατολικής Αττικής η ηλικία τους είναι πιθανά μεσοζωική έως και μεσο-Ηωκαινική.



Εικόνα 2. Γεωλογικός χάρτης της λεκάνης απορροής του Οινόη ποταμού (από ΡΟΥΜΠΑΝΗ (1961), ΒΟΕΤΕCΗΕΛ & ΡΑΡΑΔΕΑΣ (1968), ΛΟΖΙΟ, (1993), Ι.Γ.Μ.Ε, (2002) και επιτόπου υπαίθρια χαρτογράφηση της ερευνητικής ομάδας). Υπόμνημα: 1. Χαλαρές αλλουβιακές αποθέσεις Ολοκαινικής ηλικίας, 2. Αναβαθμίδες, 3. Συνεκτικοποιημένοι κώνοι κορημάτων Πλειστοκαινικής ηλικίας, Σχηματισμοί Άνω Μειόκαινου: 4. Κροκαλολατυποπαγή Καπανδριτίου παρεμβολές τραβερτινοειδών ασβεστόλιθων, 5. Κροκαλολατυποπαγή με ενστρώσεις μαργαϊκών και τραβερτινοειδών ασβεστόλιθων, 6. Λεπτομερείς αποθέσεις πηλών, αργίλων και αργιλοαμμούχων υλικών με παρεμβολές κροκαλοπαγών και ψηφιδοπαγών, 7. Κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, μάργες και ερυθροί πηλοί με ενστρώσεις μαργαϊκών ασβεστόλιθων, Πελαγονική ενότητα: 8. Φλύσχη ηλικίας Άνω Μαιστρίχτιου-Παλαιόκαινου, 9. Επικλυσίγενείς ασβεστόλιθοι ηλικίας Κενομάνιου-Μαιστρίχτιου, 10. Ασβεστόλιθοι και δολομίτες ηλικίας Ιουρασικού, 11. Ασβεστόλιθοι ηλικίας Μέσου Τριαδικού-Κάτω Ιουρασικού, 12. Αργιλοψαμμιτικά πετρώματα με ενστρώσεις ασβεστόλιθων ηλικίας Λιθανθρακοπέρμιου-Μέσου Τριαδικού, 13. Ενότητα Αφιδνών-Τουρκοβουνίων: Αργιλικοί σχιστόλιθοι και ψαμμίτες με ενστρώσεις ασβεστόλιθων ηλικίας Άνω Κρητιδικού-Παλαιόκαινου, Ενότητα Νεοελληνικού τεκτονικού καλύμματος: 14. Σχιστόλιθοι με παρεμβολές μαρμάρων και κρυσταλλικών ασβεστόλιθων, Αυτόχθονη ενότητα Αττικής: 15. Μάρμαρα πιθανής Μεσοζωϊκής-Μεσοηωκαινικής ηλικίας, 16. Σχιστόλιθοι με ενστρώσεις μαρμάρων ηλικίας Κάτω-Μέσου Τριαδικού, 17. Ρήγμα, 18. Επώθηση, 19. Υδροκρίτης.

Figure 2. Geological map of Inoia river drainage basin (from ROUBANIS, (1961), BOETECHEL & PAPADEAS, (1968), LOZIOS, (1993), IGME, (2002) and field observations). Legend: Alluvial deposits (Holocene), 2. Terraces, 3. Cohesive scree and talus cones (Pleistocene). Upper Miocene formations: 4. Breccioconglomerates with marly-travertinoid limestone intercalation, 5. Breccioconglomerates with marly-travertinoid limestone intercalation, 6. Fine-grained deposits of loam, clays and clayey-sand with conglomerate intercalation, 7. Conglomerates, sandstones, marls and red loams. Pelagonian zone: 8. Flysch (Upper Maastrichtian-Paleocene), 9. Transgressive limestones (Cenomanian-Maastrichtian), 10. Limestones and dolomites (Jurassic), 11. Limestones (Middle Triassic-Lower Jurassic), 12. Clayey-arenaceous rocks with limestone intercalations (Permocarboneferous-Middle Jurassic). Afidna unit: 13. Shales and sandstones with limestone intercalations (Upper Cretaceous-Paleocene).

Neohellenic tectonic nappe unit: 14. Schists with marble and crystalline limestone intercalation Attiki autochthonous unit: 15. Marbles (Mesozoic-Middleeocenic age), 16. Schists with marble intercalation (Lower-Middle Triassic). 17. Fault, 18. Overthrust, 19. Watershed.

Σχηματισμός μετα - φλύσχη με ενστρώσεις μαρμάρων πιθανής ηλικίας Μέσου Ηωκαίνου.

Μεταξύ της "αυτόχθονης ενότητας Αλμυροπόταμου - Αττικής" και της Πελαγονικής ζώνης, εμφανίζεται ένα σύνολο σχηματισμών, που ανήκουν στις Εξωτερικές Ελληνίδες και διακρίνονται σε δύο μεγάλες ενότητες: "την ενότητα Αφιδνών" και την "ενότητα του Νεοελληνικού τεκτονικού καλύμματος" (KATSIKATSOS, 1976, KATSIKATSOS et al., 1986).

Οι σχηματισμοί της "ενότητας του Νεοελληνικού τεκτονικού καλύμματος" είναι μεταμορφωμένοι και απαντώνται στις περιοχές Βαρνάβα, λίμνης Μαραθώνα και Αγίου Στεφάνου και είναι επωθημένοι στους μεταμορφωμένους σχηματισμούς της αυτόχθονης ενότητας Αλμυροπόταμου -Αττικής (KATSIKATSOS, 1976). Οι σχηματισμοί αυτοί εμφανίζουν ορισμένες μικρο-διαφορές από περιοχή σε περιοχή. Στην περιοχή Βαρνάβα αποτελούνται από σχιστόλιθους με πολλές ενστρώσεις λεπτοστρωματώδων μαρμάρων και σιπολινομαρμάρων. Στην περιοχή της λίμνης του Μαραθώνα αποτελούνται από σχιστόλιθους με φακούς μαρμάρων που μεταπίπτουν συχνά σε σιπολινομάραμα ενώ κατά θέσεις απαντώνται μικρά σώματα σερμπεντινιτών ενώ στην περιοχή του Αγίου Στεφάνου η ενότητα αυτή αντιπροσωπεύεται από μια μικρή εμφάνιση κρυσταλλικών ασβεστόλιθων.

Οι σχηματισμοί της "ενότητας Αφιδνών" καταλαμβάνουν την περιοχή Αφιδνών (Κιούρκων) και είναι μια σειρά μη μεταμορφωμένων φλυσχοειδών σχηματισμών, που αποτελούνται από ψαμμίτες, αργιλικούς σχιστόλιθους και ψηφιδοπαγή με ενστρώσεις κρυσταλλικών ασβεστόλιθων. Η ηλικία τους είναι Αν Κρητιδικό - Παλαιόκαινο και είναι επωθημένοι στους σχηματισμούς του "Νεοελληνικού τεκτονικού καλύμματος" ενώ υπόκεινται τεκτονικά των σχηματισμών της Πελαγονικής ζώνης της Πάρνηθας και του νέο-Παλαιοζωϊκού της υπόβαθρου.

Οι σχηματισμοί της Πελαγονικής ζώνης είναι εξολοκλήρου αμεταμόρφωτοι και περιλαμβάνουν:

Μια σειρά εναλλασσόμενων αργιλοψαμμιτικών πετρωμάτων με ενστρώσεις ασβεστόλιθων ηλικίας Λιθανθρακοπέριμου - κάτω-μέσο-Τριαδικού, τους "ασβεστόλιθους Μαυρηνόρας - Μπελετσίου" ηλικίας Μέσου Τριαδικού - Κάτω Ιουρασικού, ασβεστόλιθους Ανωκρητιδικής ηλικίας και τον φλύσχη ηλικίας Αν. Μαιστρίχτιου - Παλαιόκαινου.

Οι Νεογενείς σχηματισμοί διακρίνονται σε:

α) Αδρομερείς ποταμολιμναίοι σχηματισμοί της Πάρνηθας και του Πεντελικού, ηλικίας Αν Μειοκαίνου. Πρόκειται για λατυποπαγείς και κροκαλοπαγείς σχηματισμούς που βρίσκονται στις παρυφές των ορεινών όγκων της Πάρνηθας και του Πεντελικού. Με την απομάκρυνση από τους ορεινούς όγκους οι αποθέσεις αυτές εναλλάσσονται με λεπτομερέστερα υλικά. Κατά θέσεις παρεμβάλλονται ενστρώσεις μαργαϊκών - τραβερτινοειδών ασβεστόλιθων.

β) Κροκαλολατυποπαγή Καπανδριτίου, Ανω - Μειοκαινικής ηλικίας. Είναι μικρής συνεκτικότητας ποταμολιμναίες αποθέσεις άστρωτες ή με ασαφή στρώση. Περιέχουν κροκαλο-λατύπες οι διαστάσεις των οποίων κυμαίνονται από πολύ μικρά μεγέθη μέχρι και ογκόλιθους. Κατά θέσεις παρεμβάλλονται στρώματα μαργαϊκών - τραβερτινοειδών ασβεστόλιθων.

Οι σχηματισμοί του Τεταρτογενούς διακρίνονται σε: Πλειστοκαινικής ηλικίας συνεκτικά πλευρικά κορήματα και κώνους κορημάτων, ασύνδετα Ολοκαινικά κορήματα, που αποτελούνται συνήθως από γωνιώδη και αδρομερή υλικά, λεπτομερείς προσχωματικές αποθέσεις Πλειστοκαινικής ηλικίας καστανέρυθρου χρώματος με διάσπαρτες κροκάλες που συχνά αποτελούν υλικά ποτάμιων αναβαθμίδων και Ολοκαινικής ηλικίας χαλαρές ποταμοχειμάρειες αποθέσεις από άμμους κροκάλες και λατύπες που εμφανίζονται κατά μήκος των ποτάμιων κοιτών.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Το υδρογραφικό δίκτυο του Οινόη ποταμού δε μπορεί να ταξινομηθεί αποκλειστικά σε μία από τις εμπειρικά αναγνωρισμένες μορφές δικτύου (όπως έχουν καθορισθεί από τον HOWARD (1967))

Για την εκτίμηση των μορφομετρικών παραμέτρων του δικτύου χρησιμοποιήθηκαν τοπογραφικοί χάρτες κλίμακας 1:25.000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού. Σύμφωνα με το σύστημα αρίθμησης υδρογραφικών δικτύων του STRAHLER (1957) η κεντρική κοίτη του ποταμού ανήκει στην 6^η τάξη. Ο πίνακας 1 περιλαμβάνει τις μέσες τιμές των μορφομετρικών παραμέτρων της υδρογραφικής συχνότητας (F) της υδρογραφικής πυκνότητας (D), της κλίσης των κλιτύων των λεκανών απορροής (S) και της κυκλικότητας (C) Παρατηρείται μια σταδιακή μείωση των μέσων τιμών όλων των μορφομετρικών παραμέτρων με την αύξηση της τάξης. Όπως προκύπτει από την παρατήρηση του τοπογραφικού και του γεωλογικού χάρτη (εικόνες 1, 2) η λιθολογία παίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του υδρογραφικού δικτύου και την κατανομή των τιμών των μορφομετρικών παραμέτρων, καθιστώντας το αραιό (τραχείας υδρογραφικής υψής) στις περιοχές των ασβεστόλιθων και των μαρμάρων και πυκνό (λεπτής υδρογραφικής υψής) στις περιοχές εμφάνισης των κροκαλολατυποπαγών της περιοχής του Καπανδριτίου και των αργίλων και αργιλοαμμούχων αποθέσεων της περιοχής του Αγίου Στεφάνου.

ΤΑΞΗ (u)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΛΑΔΩΝ (Nu)	ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ (F) $\left(F_u = \frac{\sum N_u}{A_u} \right)$	ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (D) $\left(D_u = \frac{\sum L_u}{A_u} \right)$	ΚΛΙΣΗ ΚΛΙΤΥΩΝ (S) $\left(S_u \% = \frac{\sum C_u}{A_u} 100 \right)$	ΚΥΚΛΙΚΟΤΗΤΑ ΛΕΚΑΝΩΝ (C) $\left(C_u = \frac{4\pi A_u}{P_u^2} \right)$
I	697	27,34	4,71	22.92	0,64
II	179	17,96	4,18	18.11	0,61
III	44	10,93	3,60	18.90	0,54
IV	12	7,94	3,21	17.90	0,45
V	3	5,91	2,87	17.00	0,42
VI	1	5,28	2,64	16.00	0,32

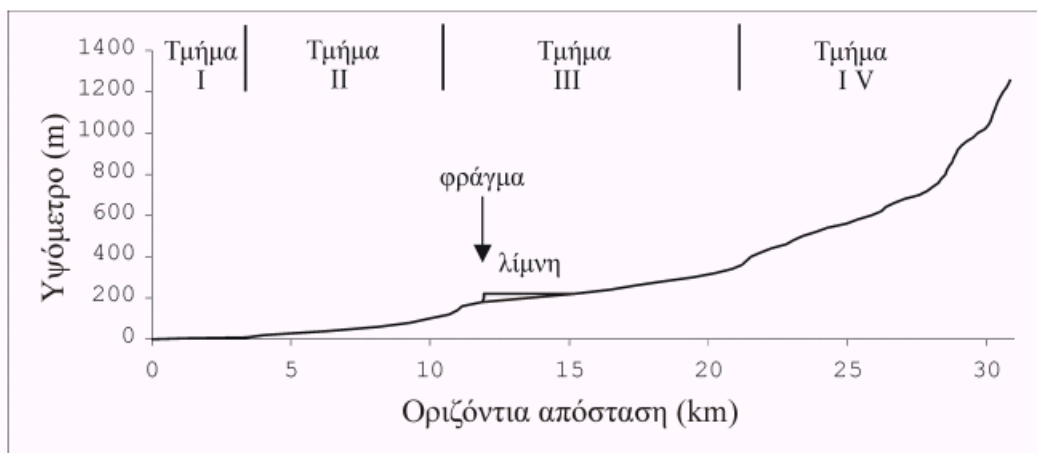
Πίνακας 1. Συνολικός αριθμός κλάδων ανά τάξη και μέσες τιμές των μορφομετρικών παραμέτρων του υδρογραφικού δικτύου του Οινόη ποταμού. L: μήκος κοίτης, A: εμβαδόν λεκάνης, L_c: μήκος ισοϋψών καμπυλών, CI: ισοδιάσταση, P: περίμετρος λεκάνης απορροής.

Table 1. Total number of channels and mean values of drainage frequency (F), drainage density (D), slope of the valley sides (S) and (C) basin circularity (. L: channel length, A: drainage basin area, LC: total length of the contours, CI: contour interval, P: Perimeter of the drainage basin.

Η κατά μήκος τομή της κεντρικής κοίτης του Οινόη ποταμού μπορεί να διακριθεί στα ακόλουθα τέσσερα τμήματα (εικόνα 3): α) Το τμήμα του ποταμού από τις εκβολές έως 3,4 km ανάντη των εκβολών, όπου η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης είναι 0,2% και αντιστοιχεί στη διαδρομή του ποταμού στο δελταϊκό του ριπίδιο. Στο τμήμα αυτό οι διαδικασίες απόθεσης ήταν έντονες μέχρι την κατασκευή του φράγματος. Μετά τη λειτουργία του φράγματος οι αποθέσεις έχουν ελαχιστοποιηθεί και έχει αρχίσει η διαδικασία διάβρωσης της ακτογραμμής του ριπιδίου από τις θαλάσσιες διεργασίες (MAROUKIAN *et al.*, 1993). β) Το επόμενο τμήμα, που μπορεί να χαρακτηριστεί σαν πεδινό ήπιων κλίσεων, έχει μήκος 7,6 km και μέση κλίση κοίτης 2%. γ) Το τμήμα της διαδρομής του ποταμού από το 11 km μέχρι το φράγμα, που έχει μήκος γύρω στα 850 m, η κοίτη διατηρεί μια μέση κλίση 5.6 %. Στο μικρό αυτό τμήμα το ποτάμι ρέει σε ένα φαράγγι βάθους 100 m περίπου κατά μήκος της επαφής των μαρμάρων με τους σχιστόλιθους της ενότητας Αττικής. Στην κατά μήκος τομή του ποταμού το όριο των δύο παραπάνω τμημάτων είναι ένα σημείο καμπής που οφείλεται στην παρουσία εγκάρσιου στην κοίτη ρήγματος διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ (εικόνα 2.). Ο σχηματισμός του φαραγγιού είναι αποτέλεσμα οπισθοδρομούσας διάβρωσης. Το επόμενο τμήμα αντιστοιχεί στην τεχνητή λίμνη και έχει μήκος περίπου 3,3 km και η κλίση της κοίτης είναι ομαλή. Ανάντη της λίμνης και για μήκος περίπου 6 km η κοίτη διατηρεί μέση κλίση 2,16 %. Το ποτάμι σε ένα μεγάλο μήκος του διαρρέει τις αποθέσεις ενός εκτεταμένου αλλουβιακού ριπιδίου στην περιοχή των Αφιδνών. Ο σχηματισμός του ριπιδίου σχετίζεται με την αργή τεκτονική ανύψωση της ανάντη περιοχής. Το γεγονός αυτό πιστοποιείται από τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του επόμενου τμήματος της διαδρομής του ποταμού, στο οποίο η μέση κλίση είναι 5,57%. Κύρια διεργασία στο τμήμα αυτό της διαδρομής του ποταμού είναι η έντονη κατά

βάθος διάβρωση που έχει δημιουργήσει φαράγγι βάθους 80–120 m (κατώτερη περιοχή τμήματος δ) (εικόνα 3). Η τεκτονική ανύψωση της περιοχή τοποθετείται στο Μέσο Πλειστόκαινο και ήταν αργή ώστε κατά την περίοδο του Αν. Πλειστοκαίνου να διαβρώσει σε βάθος τους ασβεστόλιθους ενώ ταυτόχρονα να αποθέσει στην περιοχή δυτικά των Αφιδνών, σχηματίζοντας το αλλουβιακό ριπίδιο. Η παρουσία δύο αναβαθμίδων στις αποθέσεις του ριπιδίου αποτελούν ένδειξη διάβρωσης των αποθέσεων κατά τη διάρκεια του Ολοκαίνου. Η κατά βάθος διάβρωση στην κορυφή του ριπιδίου φθάνει τα 8 m.

Στο τμήμα της κοίτης ανάντη του ριπιδίου παρατηρούνται πολλαπλά μικρά σημεία καμπής (knick-points) το ύψος των οποίων φθάνει μέχρι 4 m. Η παρουσία τους σε αρκετές περιπτώσεις οφείλεται σε ρήγματα εγκάρσια στην κοίτη. Κύριο χαρακτηριστικό της κοίτης στο τμήμα αυτό είναι η παρουσία αδρομερούς υλικού που φθάνει το μέγεθος ογκόλιθων. Το ορεινό τμήμα του ποταμού (ανώτερη περιοχή τμήματος δ) έχει μήκος 2,9 km και μέση κλίση 17,9%. Στο τμήμα αυτό ο ποταμός έχει δημιουργήσει φαράγγι βάθους περίπου 80 m, που ο σχηματισμός του οφείλεται στην παρουσία ρήματος διεύθυνσης Α-Δ που έχει ανυψώσει τη νότια περιοχή. Η επιμήκης διαμόρφωση της λεκάνης στο τμήμα αυτό έχει επηρεαστεί εξολοκλήρου από την παρουσία αυτού του ρήματος.



Εικόνα 3. Κατά μήκος τομή (longitudinal profile) της κεντρικής κοίτης του Οινόη ποταμού

Figure 3. Inois river longitudinal main channel profile.

ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Η αποτύπωση των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών της λεκάνης απορροής του Οινόη ποταμού φαίνεται στο γεωμορφολογικό χάρτη κλίμακας 1:50.000 της εικόνας 4.

Οι επιφάνειες επιπέδωσης εντοπίζονται σε διάφορα υψόμετρα από 140 m μέχρι τα 1100 m. Οι υψομετρικά χαμηλότερες επιφάνειες των (140m και 150–180m, 200–260m) εντοπίζονται νοτιοδυτικά και δυτικά του Μαραθώνα και έχουν αναπτυχθεί σε μάρμαρα. Επιφάνειες ισοπέδωσης σε υψόμετρο 320–380m εντοπίζονται βόρεια και βορειοδυτικά της λίμνης και έχουν αναπτυχθεί στα κροκαλολατυποπαγή του Καπανδριτίου και στους αργιλικούς σχιστόλιθους της ενότητας Αφιδνών αντίστοιχα. Οι επιφάνειες ισοπέδωσης των 400–460m εμφανίζονται σε σχηματισμούς μαρμάρων βορειοανατολικά της λίμνης και στην περιοχή του Αγίου Στεφάνου. Οι επιφάνειες των 500–560m καταλαμβάνουν το βόρειο κυρίως τμήμα της λεκάνης και έχουν αναπτυχθεί εξολοκλήρου στα Άνω-Μειοκαινικά κροκαλολατυποπαγή. Χαρακτηριστική είναι η εμφάνιση επιφανειών σε σταδιακά μεγαλύτερα υψόμετρα (600–660m, 700–750m, 800m, 1000m και 1100 m) προσεγγίζοντας το δυτικό άκρο της λεκάνης. Οι επιφάνειες αυτές έχουν σχηματισθεί στους ασβεστόλιθους της Πελαγονικής ενότητας. Οι υψομετρικά ανώτερες επιφάνειες βρίσκονται σε μεγαλύτερα υψόμετρα είναι διαλυσιγενείς με συχνή παρουσία καρστικών γεωμορφών.

Στην περιοχή των Αφιδνών κατά μήκος της κεντρικής κοίτης του Οινόη ποταμού εμφανίζονται δύο αναβαθμίδες. Το μέτωπο της ανώτερης φθάνει τα 2 m ενώ της κατώτερης το 1–1,5 m. Ο σχηματισμός τους τοποθετείται στο Ολόκαινο και είναι αποτέλεσμα της συνεχούς και αργής τεκτονικής ανύψωσης της ανάντη περιοχής από το Μέσο Πλειστόκαινο μέχρι σήμερα που αρχικά είχε σαν αποτέλεσμα την απόθεση και το σχηματισμό του αλλουβιακού ριπιδίου κατά το Αν. Πλειστόκαινο. Η συνεχής και αργή

τεκτονική ανύψωση της περιοχής είχε σαν αποτέλεσμα τη διάβρωση των αποθέσεων του από το ίδιο το ποτάμι κατά στο Ολόκαινο. Αναβαθμίδες παρατηρούνται και στην περιοχή ανάντη του αλλουβιακού ριπιδίου των εκβολών του ποταμού. Στην έξοδο από το φαράγγι μετά το φράγμα αναπτύσσονται δύο αναβαθμίδες με μέτωπα 1 m για την κατώτερη και 2 m για την ανώτερη, ο σχηματισμός των οποίων τοποθετείται στο Ολόκαινο. Επίσης κατά μήκος αρκετών κεντρικών κλάδων κυρίως του βόρειου υδρογραφικού δικτύου (Στεφανόρεμα, Παλιομολίθι) εμφανίζεται η χαμηλή αναβαθμίδα.

Στα σημεία συμβολής ορισμένων κλάδων με την κεντρική κοίτη του ποταμού έχουν αναπτυχθεί αλλουβιακοί κώνοι. Οι μεγαλύτεροι από αυτούς (περιοχή Αφιδνών, Μαραθώνα) έχουν σχηματισθεί κατά την περίοδο του Πλειστόκαινου.

Έντονη κατά βάθος διάβρωση παρατηρείται κατά μήκος της κεντρικής κοίτης του Οινόη ποταμού στην περιοχή ανάντη των Αφιδνών καθώς και σε όλο το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής Καπανδριτίου που αναπτύσσεται στα Ανωμειοκαινικά κροκαλολατυποπαγή. Στο κατώτερο τμήμα η δημιουργία του φαραγγιού οφείλεται σε διεργασία οπισθοδρομούσας διάβρωσης. Στην περιοχή ανάντη των Αφιδνών ο σχηματισμός φαραγγιού οφείλεται στην έντονη κατά βάθος διάβρωση λόγω της αργής τεκτονικής ανύψωσης της περιοχής από το Μέσο Πλειστόκαινο μέχρι σήμερα ενώ στο ανώτερο τμήμα η δημιουργία του φαραγγιού έχει διευκολυνθεί από την ανάπτυξη της κοίτης κατά μήκος τεκτονικής ασυνέχειας διεύθυνσης Α-Δ.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου του Οινόη ποταμού καθώς και τη γεωμορφολογική χαρτογράφηση της λεκάνης απορροής του προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις σχετικά με την εξέλιξη του δικτύου κατά το Τεταρτογενές:

Κατά μήκος της κεντρικής κοίτης εμφανίζονται τρία φαράγγια. Στο ορεινό τμήμα (τμήμα IV) η κύρια διεργασία σχηματισμού των φαραγγιών είναι η κατά βάθος διάβρωση ενώ στο ΝΑ τμήμα της λεκάνης (τμήμα II) η δημιουργία του φαραγγιού είναι αποτέλεσμα των διεργασιών της οπισθοδρομούσας διάβρωσης.

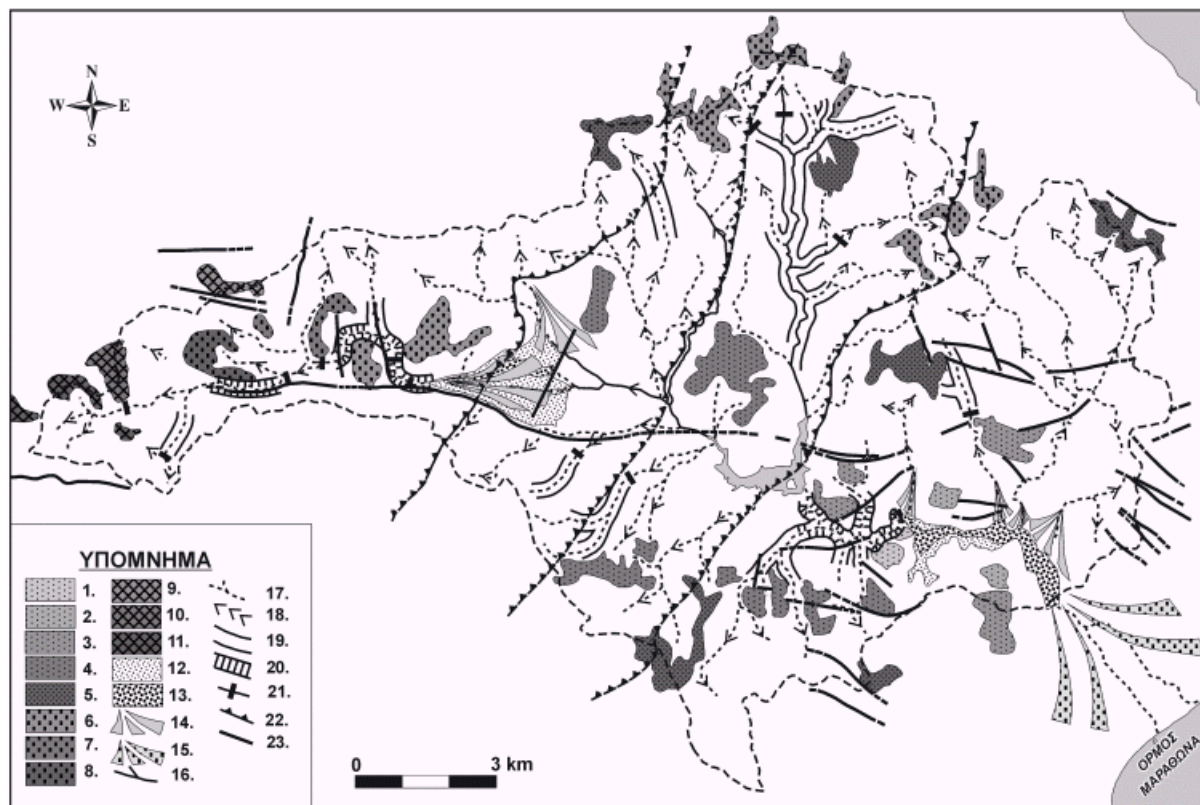
Οι επιφάνειες ισοπέδωσης εντοπίζονται σε σταδιακά μεγαλύτερο υψόμετρο προς τα δυτικά της λεκάνης ξεκινώντας από τα 140 m και φθάνοντας μέχρι τα 1100 m χαρακτηρίζοντας τα τρία τμήματα (II, III, IV) του υδρογραφικού δικτύου.

Στην περιοχή Αφιδνών εμφανίζονται δύο γενεές αλλουβιακών ριπιδίων Αν. Πλειστόκαινου - Ολοκαινού στην έξοδο του φαραγγιού από το τμήμα IV στο III.

Το δυτικό τμήμα της λεκάνης έχει διαμορφωθεί από την επίδραση μιας εκτεταμένης τεκτονικής ασυνέχειας (ρήγματος) διεύθυνσης Α-Δ που έχει διευκολύνει την ανάπτυξη της κεντρικής κοίτης του ποταμού και την επέκταση της λεκάνης προς τα δυτικά. Σε συνδυασμό με μεμονωμένα ρήγματα διεύθυνσης Β-Ν στο δυτικό τμήμα της λεκάνης, βοήθησαν την πειρατεία ενός τμήματος παλαιού υδρογραφικού δικτύου που έρεε προς νότο από την κεντρική κοίτη του Οινόη ποταμού με τη διεργασία της οπισθοδρομούσας διάβρωσης.

Το βόρειο τμήμα του υδρογραφικού δικτύου χαρακτηρίζεται από έντονη κατά βάθος διάβρωση, που διακόπτει την επιφάνεια ισοπέδωσης των 500-560m και οφείλεται στη σταδιακή τεκτονική ανύψωση της περιοχής.

Το φαράγγι δυτικά των Αφιδνών που έχει σχηματισθεί στους ασβεστόλιθους της Πελαγονικής ενότητας είναι αποτέλεσμα βραδείας τεκτονικής ανύψωσης κατά την περίοδο του Μέσου Πλειστόκαινου μέχρι το Αν. Πλειστόκαινο. Η σταδιακή απόθεση των φερτών υλικών στην έξοδο του φαραγγιού δημιούργησε το εκτεταμένο αλλουβιακό ριπίδιο της περιοχής Αφιδνών κατά το Αν Πλειστόκαινο. Η βραδεία τεκτονική ανύψωση της περιοχής συνεχίστηκε κατά τη διάρκεια του Ολόκαινου όπως πιστοποιείται από τη διάβρωση των αποθέσεων του αλλουβιακού του ριπιδίων και τη δημιουργία δύο αναβαθμίδων.



Εικόνα 4. Γεωμορφολογικός χάρτης της λεκάνης απορροής του Οινόη ποταμού. ΥΠΟΜΝΗΜΑ: 1. Επιφάνειες ισοπέδωσης (140m), 2. (150-180 m), 3. (200-260m), 4. (320-380m), 5. (400-460 m), 6. (500-560 m), 7. (600-660m), 8. (700-750 m), 9. (800 m), 10. (1000 m), 11. (1100 m). 12. Ανώτερη (παλαιότερη) αναβαθμίδα του Ολοκαίνου, 13. Κατώτερη (νεότερη) αναβαθμίδα του Ολοκαίνου. 14. Πλειστοκαινικά αλλουβιακά ριπίδια. 15. Αλλουβιακό ριπίδιο των εκβολών Οινόη ποταμού, 16. Κοίτες μόνιμης ροής, 17. Κοίτες περιοδικής ροής, 18. Κοιλάδες σχήματος V. 19. Κοιλάδες με έντονη κατά βάθος διάβρωση, 20. Φαράγγια, 21. Σημεία καμπής, 22. Επώθηση, 23. Ρήγμα..

Figure 4. Geomorphological map of Inoios river drainage basin. LEGEND: Planation surfaces (140 m), 2. (150-180 m), 3. (200-260m), 4. (320-380m), 5. (400-460 m), 6. (500-560 m), 7. (600-660m), 8. (700-750 m), 9. (800 m), 10. (1000 m), 11. (1100 m). 12. Older Holocene terraces, 13. Younger Holocene terraces, 14. Pleistocene alluvial fans. 15. Deltaic Alluvial fan, 16. Channels, 17. Channels with intermittent flow, 18. V-shaped valleys. 19. Valleys with intense downcutting, 20. Gorges, 21. Knickpoints, 22. Overthrust, 23. Fault.

Η περιοχή της λίμνης του Μαραθώνα πιθανόν κατά την περίοδο του Πλειστόκαινου να αποτελούσε μια κλειστή "ενδοορεινή" λεκάνη όπου κατέληγαν τα υδρογραφικά δίκτυα που αποστράγγιζαν την ευρύτερη περιοχή. Η σταδιακή οπισθοδρομούσα διάβρωση του σημερινού κάτω τμήματος της κεντρικής κοίτης του ποταμού (περιοχή Μαραθώνα) έδωσε διέξοδο προς τον όρμο του Μαραθώνα κατά το Α. Πλειστόκαινο - Ολόκαινο, οπότε και δημιουργήθηκε το φαράγγι Α - ΝΑ της σημερινής τεχνητής λίμνης του Μαραθώνα.

Η διαφοροποίηση των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών της κεντρικής κοίτης του Οινόη ποταμού ταυτίζεται με τα τεκτονικά όρια των γεωτεκτονικών ενοτήτων της περιοχής. Συγκεκριμένα Πελαγονικής με τις ενότητες Αφιδνών και Νεοελληνικού τεκτονικού καλύμματος, όριο τμημάτων IV - III καθώς και των ενοτήτων Αφιδνών και Νεοτεκτονικού καλύμματος και της ενότητας Αλμυροποτάμου - Αττικής, όριο τμημάτων III-II.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] BOETECHTEL, J. and PAPADEAS, G., 1968. Tectonic aerial interpretation in the Mediterranean Region exemplified by the metamorphic series at Eastern Greece, near Marathon. *Photogrammetria*, 26, 6: 201-210.
- [2] HOWARD, A.D., 1967. Drainage analysis in geologic interpretation: a summation, *American Association of Petroleum Geologists*, 51: 2246-3359.
- [3] KATSIKATSOS, G., 1976. La structure tectonique de l' Attique et de l' ille de Eubee. *Bull. Soc. Geol. France*, 19: 75-80
- [4] KATSIKATSOS, G., MIGIROS, G., TRIANTAPHYLLIS and M. METTOS, A., 1986. Geological structure of internal Hellenides. (E. Thessaly, SW. Macedonia, Euboea-Attica-Northern Cyclades islands and Lesvos.). *Geol. & Geoph. Res. Special issue*: 191-212.
- [5] ΛΟΖΙΟΣ, Σ., 1993. Τεκτονική ανάλυση των μεταμορφωμένων σχηματισμών της Νοτιοανατολικής Αττικής. Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Αθηνών., σελ. 299.
- [6] MAROUKIAN, H., ZAMANI, A. and PAVLOPOULOS, K., 1993. Coastal retreat in the plain of Marathon (East Attica), Greece: Causes and Effects. *Geologica Balcanica*, 23, 2: 67-71.
- [7] ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ., ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ, Η., ΛΕΚΚΑΣ Ε. και ΛΟΖΙΟΣ, Σ., 1988. Μορφοτεκτονικές παρατηρήσεις στη λεκάνη Ασωπούκαι την παραλιακή ζώνη Ωροπού. Συμβολή στη νεοτεκτονική της Βόρειας Αττικής. *Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας*, XX: 251-267.
- [8] PAVLOPOULOS, K. and MAROUKIAN, H., 1998. Geomorphic and morphotectonic observations in the drainage network of Kakotopia stream. North East Attica, Greece. *Geologica Balcanica*, 28 (1-2): 23-35.
- [9] ΡΟΥΜΠΙΑΝΗΣ, Β., 1961. Γεωμορφολογικάί έρευναί επί της οροσειράς της Πάρνηθος. *Annales Geologiques des Pays Helleniques*, XII: 18-104.
- [10] STRAHLER, A. 1957. Quantitative analysis of Watershed Geomorphology. *Am. Geophys. Union Trans.* 38 (6): 913-920.