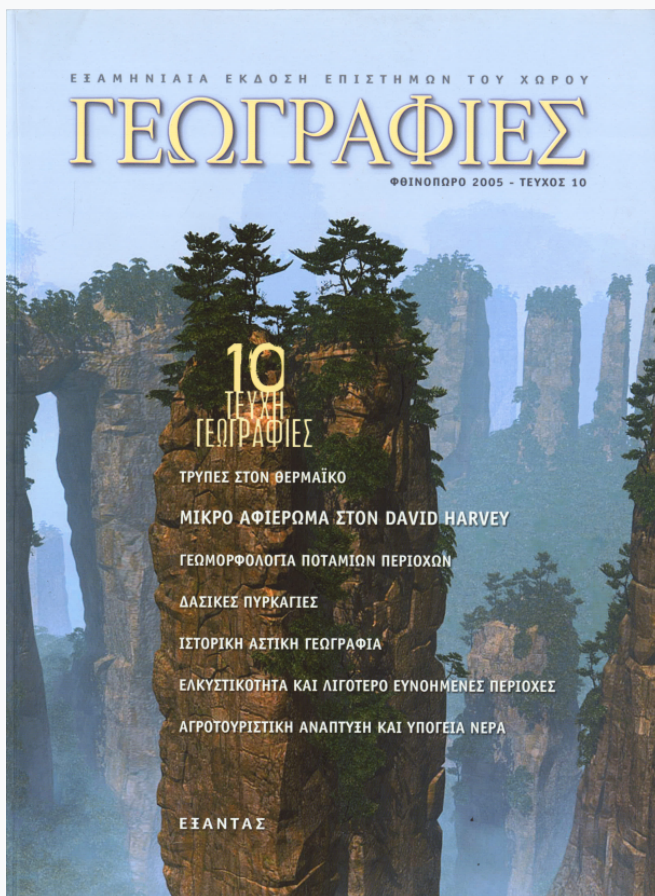


Γεωγραφίες

Αρ. 10 (2005)

Γεωγραφίες, Τεύχος 10, 2005



ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΠΑΡΑΚΤΙΟΥ ΑΛΛΟΥΒΙΑΚΟΥ ΡΙΠΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΟΙΝΟΗ (ΧΑΡΑΔΡΟΥ) ΚΑΤΑ ΤΟ ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ

*Κοσμάς Παυλόπουλος, Ευθύμιος Καρύμπαλης,
Χαμπίκ Μαρουκιάν*

Ε Π Ι Σ Τ Η Μ Ο Ν Ι Κ Α Α Ρ Θ Ρ Α

ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΠΑΡΑΚΤΙΟΥ ΑΛΛΟΥΒΙΑΚΟΥ ΡΙΠΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΟΙΝΟΗ (ΧΑΡΑΔΡΟΥ) ΚΑΤΑ ΤΟ ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ

Κοσμάς Παυλόπουλος,* Ευθύμιος Καρύμπαλης,** Χαμπίκ Μαρουκιάν***

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο ποταμός Οινόης (Β. Αττική) αποστραγγίζει έκταση 177,2 χμ² και εκβάλλει στις νότιες ακτές του Νότιου Ευβοϊκού Κόλπου, όπου έχει σχηματίσει ένα αλλουβιακό ριπίδιο που ουσιαστικά αποτελεί την παράκτια πεδιάδα του Μαραθώνα. Τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής του ποταμού αποτυπώθηκαν σε κλίμακα 1:25000, εκτιμήθηκαν οι μέσες τιμές των μορφομετρικών παραμέτρων του υδρογραφικού δικτύου σε κλίμακα 1:25000 και μελετήθηκε η γεωγραφική εξάπλωση των τιμών της υδρογραφικής συχνότητας, της υδρογραφικής πυκνότητας, της κλίσης των κλιτύων και της κυκλικότητας εντός της λεκάνης. Μελετήθηκαν τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά του αλλουβιακού ριπιδίου των εκβολών και εκτιμήθηκαν οι διαχρονικές μεταβολές της παράκτιας ζώνης, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στη διερεύνηση των αιτιών που προκάλεσαν τις πρόσφατες αλλαγές στην ακτογραμμή.

Geomorphological Evolution of the Drainage Basin and Deltaic Fan of Inois (Haradros) River During the Quaternary

Kosmas Pavlopoulos, Efthymios Karymbalis, Hambik Maroukian

ABSTRACT

Inois River (North Attica) drains an area of 177.2 km² and flows into South Euvoikos Gulf having formed a fan delta known as the coastal plain of Marathon. A geomorphological map of its drainage basin including the main landforms at a scale 1:25000 was prepared. In addition, mean values of the morphometric parameters of drainage density (D), drainage frequency (F), slope of the valley sides (S) and basin circularity (C) were estimated using topographic diagrams at scale 1:25000. Furthermore, the geomorphology of the deltaic fan was studied and changes of the coastal environment near the mouth of Inois River were investigated. Finally, the causes of recent changes of the coastline were interpreted.

* Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, e-mail: kpavlop@hua.gr.

** Λέκτορας, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, e-mail: karymbalis@hua.gr.

*** Αναπληρωτής Καθηγητής, Τομέας Γεωγραφίας-Κλιματολογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, e-mail: maroukian@geol.uoa.gr.

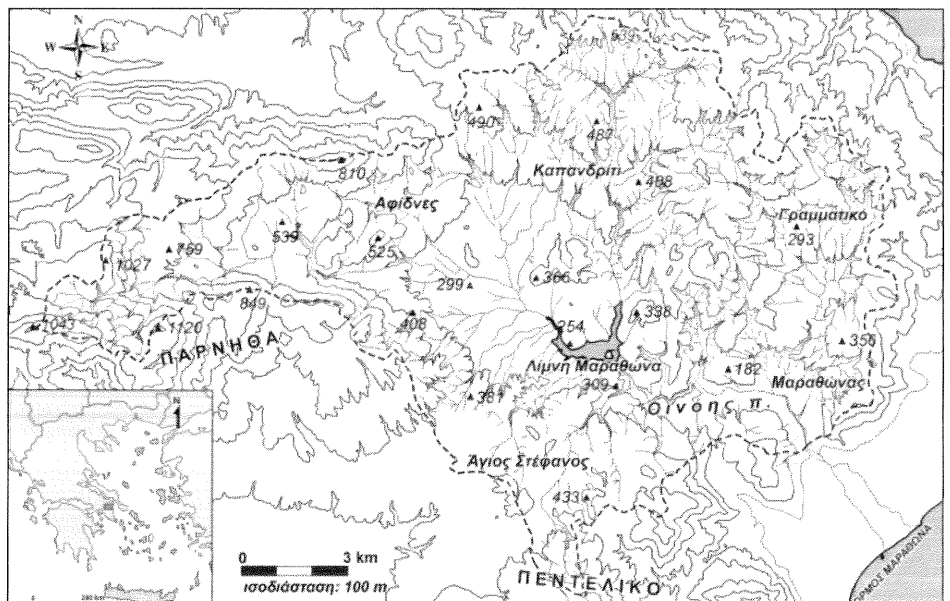
Εισαγωγή

Ο Οινόης ή Χάραδρος ποταμός βρίσκεται στη ΒΑ Αττική (Χάρτης 1). Έχει συνολικό μήκος κεντρικής κοίτης 31 χμ. και η λεκάνη απορροής του έχει έκταση 177,2 χμ². 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 μ. και διαχωρίζει τη λεκάνη του Οινόη στα νότια από τα μικρά υδρογραφικά δίκτυα που καταλήγουν στον Νότιο Ευβοϊκό Κόλπο, διαρρέοντας κάθετα έξι ρηξιγενείς ζώνες με διεύθυνση Α-Δ και ΒΔ-ΝΑ (Παπανικολάου κ.ά. 1988, Pavlopoulos & Maroukian 1997). Ο κύριος άξονας της διεύθυνσης ροής του Οινόη είναι Α-Δ για τον άνω ρου (ορεινό τμήμα). Στα μισά περίπου της διαδρομής του κάμπτεται ελαφρά ακολουθώντας ΝΑ διεύθυνση, για να εκβάλει στις νότιες ακτές του Νότιου Ευβοϊκού Κόλπου στον όρμο του Μαραθώνα.

Στην περιοχή των εκβολών έχει σχηματίσει ένα αλλουβιακό ριπίδιο που ουσιαστικά αποτελεί την παράκτια πεδιάδα του Μαραθώνα, γνωστή από τη μάχη του 490 π.Χ. μεταξύ των Αθηναίων και των Περσών. Η πεδιάδα έχει επιμήκη μορφή ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης και διαιρείται από τον Οινόη ποταμό σε δύο τμήματα. Νοτιοδυτικά του αλλουβιακού ριπιδίου εκτεινόταν μια ελώδης περιοχή που αποξηράνθηκε πριν μερικές δεκαετίες. Στα ανατολικά βρίσκεται το έλος του Μαραθώνα, που χωρίζεται από τη θάλασσα με μία αμμολουρίδα, στο οποίο αναπτύσσονται χαμηλές παράκτιες αμμώδεις θίνες, σταθεροποιημένες με βλάστηση (Baeteman 1985).

Περίπου 12 χμ. ανάντη των εκβολών έχει κατασκευαστεί από το 1929 το φράγμα του Μαραθώνα με την ομώνυμη τεχνητή λίμνη, που για μεγάλο χρονικό διάστημα αποτελούσε τη βασική πηγή υδροδότησης του λεκανοπεδίου της Αθήνας.

Η μελέτη σχετικά μικρών λεκανών απορροής σε περιοχές όπου το ύψος βροχής είναι αρκετά μικρό (της τάξης των 500 χιλ. ή και λιγότερο) παρέχει σημαντικές πληροφορίες για τη μορφοτεκτονική τους εξέλιξη. Μια τέτοια λεκά-



Χάρτης 1.
Τοπογραφικός χάρτης
της λεκάνης απορροής
του Οινόη ποταμού

νη είναι αυτή του Οινόη. Για τη διερεύνηση της γεωμορφολογικής εξέλιξης της λεκάνης του Οινόη κατά το Τεταρτογενές, επιχειρείται αφενός η αποτύπωση των γεωμορφών που αναπτύσσονται στη λεκάνη απορροής καθώς και της γεωγραφικής κατανομής των μορφομετρικών παραμέτρων του υδρογραφικού δικτύου, και αφετέρου η συσχέτισή τους τόσο με τα τεκτονικά χαρακτηριστικά της περιοχής όσο και με τη λιθολογική σύσταση των σχηματισμών που καταλαμβάνουν τη λεκάνη. Επιπλέον, επιχειρείται η καταγραφή και απεικόνιση των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών του αλλουβιακού ριπιδίου των εκβολών του ποταμού, καθώς και ο εντοπισμός των διαχρονικών αλλαγών της παράκτιας ζώνης. Ιδιαίτερη σημασία δόθηκε στη διερεύνηση των αιτιών αυτών των αλλαγών και διαπιστώθηκε ότι κατά ένα μεγάλο μέρος οφείλονται στην επέμβαση του ανθρώπου.

Μεθοδολογία

Η γεωμορφολογική μελέτη της λεκάνης απορροής του Οινόη περιλαμβάνει την ποσοτική γεωμορφολογική ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου και την υπαίθρια γεωμορφολογική χαρτογράφηση. Η γεωμορφολογική μελέτη του αλλουβιακού ριπιδίου των εκβολών του Οινόη περιλαμβάνει τη γεωμορφολογική χαρτογράφηση της παράκτιας ζώνης καθώς και την καταγραφή των διαχρονικών μεταβολών, τόσο αυτών που οφείλονται στη δράση των φυσικών διεργασιών όσο και εκείνων που έχουν προκληθεί από τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Για την ποσοτική γεωμορφολογική ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου χρησιμοποιήθηκαν τοπογραφικοί χάρτες της ΓΥΣ κλίμακας 1:25000. Η αρίθμηση των κλάδων και των αντίστοιχων λεκανών απορροής έγινε σύμφωνα με το σύστημα του Strahler (1957).

Οι μορφομετρικές παράμετροι που μετρήθηκαν είναι ο αριθμός των κλάδων ανά λεκάνη (N), το μήκος της κοίτης των κλάδων (L), το εμβαδόν των λεκανών απορροής (A), το μήκος των ισοϋψών (Lc) ισοδιάστασης 20 μ. ανά λεκάνη και η περίμετρος των λεκανών απορροής (P). Επιπλέον, χρησιμοποιώντας τις παραπάνω παραμέτρους υπολογίστηκαν οι μορφομετρικές παράμετροι της υδρογραφικής υψής [υδρογραφική συχνότητα (F) και υδρογραφική πυκνότητα (D)], η κλίση των κλιτύων της λεκάνης (S), ενώ από τις παραμέτρους που σχετίζονται με τη γεωμετρία των λεκανών υπολογίστηκε η μορφή κυκλικότητας (C).

Για την πραγματοποίηση των μετρήσεων σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ). Για κάθε μία από τις μορφομετρικές παραμέτρους της υδρογραφικής συχνότητας, υδρογραφικής πυκνότητας, της κλίσης των κλιτύων και της μορφής κυκλικότητας, υπολογίστηκε η μέση τιμή ανά τάξη και σχεδιάστηκαν τα αντίστοιχα διαγράμματα κύμανσης των μέσων τιμών.

Για την απεικόνιση της γεωγραφικής εξάπλωσης και κατανομής των τιμών κάθε μίας από τις τέσσερις παραπάνω μορφομετρικές παραμέτρους σχεδιάστηκαν οι αντίστοιχοι χάρτες. Η σχεδίαση των χαρτών αυτών βασίστηκε στη διαίρεση των λεκανών του υδρογραφικού δικτύου σε τέσσερις κατηγορίες. Η κατηγοριοποίηση των λεκανών έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε οι δύο ενδιάμεσες κατηγορίες να έχουν το ίδιο ακριβώς εύρος τιμών, ενώ ταυτόχρονα η διαφορά του πλήθους των λεκανών μεταξύ των τεσσάρων κατηγοριών να είναι η μικρότερη δυνατή.

Επιπλέον, σχεδιάστηκε η κατά μήκος τομή της κεντρικής κοίτης του Οινόη από τοπογραφικούς χάρτες κλίμακας 1:25000 και εκτιμήθηκαν η κλίση καθώς και τα λοιπά μορφολογικά χαρακτηριστικά της κοίτης στα διάφορα τμήματα.

Η υπαίθρια γεωμορφολογική χαρτογράφηση της λεκάνης πραγματοποιήθηκε σε κλίμακα 1:25000. Για την απεικόνιση των γεωμορφών χρησιμοποιήθηκαν επιπλέον αεροφωτογραφίες της ΓΥΣ λήψεως 1986.

Η γεωμορφολογική χαρτογράφηση της ακτογραμμής του δελταϊκού ριπιδίου του Οινόη έγινε σε τοπογραφικά διαγράμματα της ΓΥΣ κλίμακας 1:5000, ενώ για την εκτίμηση των διαχρονικών μεταβολών της ακτογραμμής χρησιμοποιήθηκαν παλαιοί χάρτες (Curtius & Kaupert 1880) και αεροφωτογραφίες διαφορετικών ετών λήψης από το 1938 έως το 1988.

Γεωλογία

Στο Ν και Α τμήμα της λεκάνης απορροής του Οινόη εμφανίζονται οι σχηματισμοί της «αυτόχθονης ενότητας Αλμυροπόταμου-Αττικής» (Χάρτης 2). 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 (Λόζιος 1993). Οι σχηματισμοί της ενότητας αυτής που εμφανίζονται στην περιοχή μελέτης είναι:

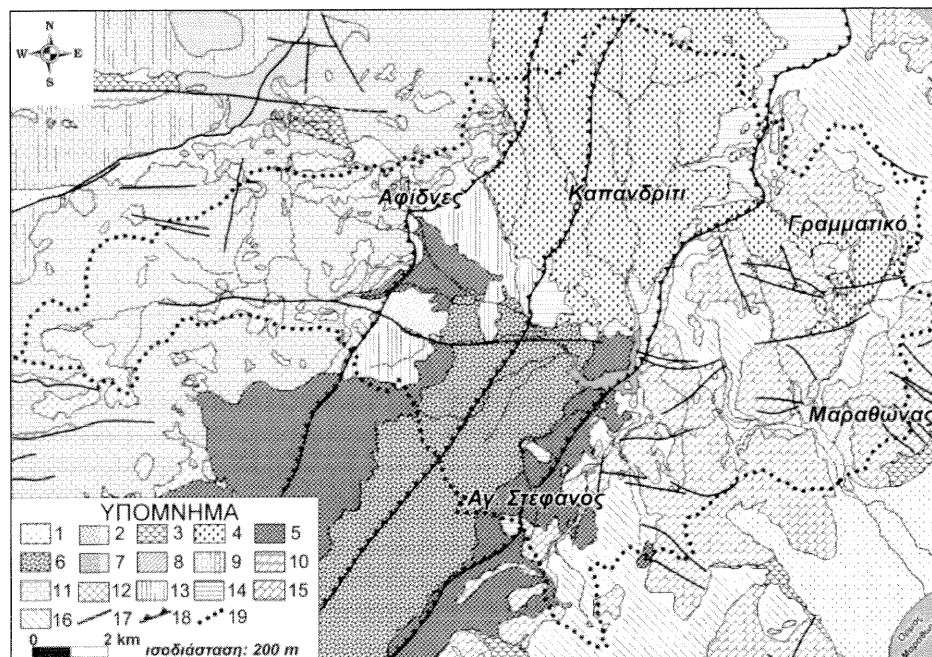
- Μοσχοβιτικοί, επιδοιτιτικοί, χλωριτικοί, χαλαζιακοί και ανθρακινοί σχιστόλιθοι, με επιδοιτιτικούς αμφιβολίτες και ενστρώσεις μαρμάρων. Στο ανώτερο τμήμα τους παρεμβάλλονται βασικά μετα-εκρηξιγενή πετρώματα και μικρές μάζες σερπεντινιτών. Η πιθανή ηλικία, του ανώτερου τουλάχιστον τμήματος, των σχηματισμών αυτών είναι Κάτω-Μέσου Τριαδικού (Λόζιος 1993).

- Μάρμαρα μεσο-στρωματώδη με ενδιαστρώσεις πυριτιολίθων και συχνές παρεμβολές δολομιτών και δολομιτικών ασβεστόλιθων. Δεδομένου ότι τα μάρμαρα αυτά υπέρκεινται ασύμφωνα των Κατω-Μεσο-Τριαδικών σχιστολιθικών σχηματισμών της ΒΑ Αττικής, η ηλικία τους είναι πιθανά Μεσοζωική έως και Μεσοηκαινική.

- 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, 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 μικροδιαφορές από περιοχή σε περιοχή. Στην περιοχή Βαρνάβα αποτελούνται από σχιστόλιθους με πολλές ενστρώσεις λεπτοστρωματωδών μαρμάρων και σιπολινομαρμάρων. Στην περιοχή της λίμνης του Μαραθώνα αποτελούνται από σχιστόλιθους με φακούςμαρμάρων που μεταπίπτουν συχνά σε σιπολινομάρα, ενώ κατά θέσεις απαντώνται μικρά σώματα σερπεντινιτών, ενώ στην περιοχή του Αγίου Στεφά-



νου 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 (Χάρτης 2). 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 Νεο-Παλαιοζωικού της υπόβαθρου.

Οι σχηματισμοί της Πελαγονικής ζώνης είναι εξ ολοκλήρου αμεταμόρφωτοι και περιλαμβάνουν: μια σειρά εναλλασσόμενων αργιλοψαμμιτικών πετρωμάτων με ενστρώσεις ασβεστόλιθων ηλικίας Λιθανθρακοπέριμου - Κάτω-Μέσου Τριαδικού, τους «ασβεστόλιθους Μαυρηγόρας-Μπελετσίου» ηλικίας Μέσου Τριαδικού - Κάτω Ιουρασιτικού, ασβεστόλιθους Ανωκρητιδικής ηλικίας και τον φλύσχη ηλικίας Ανω Μαιστράχτιου - Παλαιοκαίνου.

Οι Νεογενείς σχηματισμοί διακρίνονται σε:

α) Αδρομερείς ποταμο-λιμναίους σχηματισμούς 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 ποταμο-λιμναίες αποθέσεις άστρωτες ή με ασαφή στρώση. Περιέχουν κροκαλολατύπες 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 η-

Χάρτης 2.

Γεωλογικός χάρτης της λεκάνης απορροής του Οινόη ποταμού [από Ρουμπάνης (1961), Boetechel & Papadeas (1968), Λόζιος (1993), ΙΓΜΕ (2002) και επιτόπον υπαιθρία χαρτογράφηση της ερευνητικής ομάδας].

Υπόμνημα:

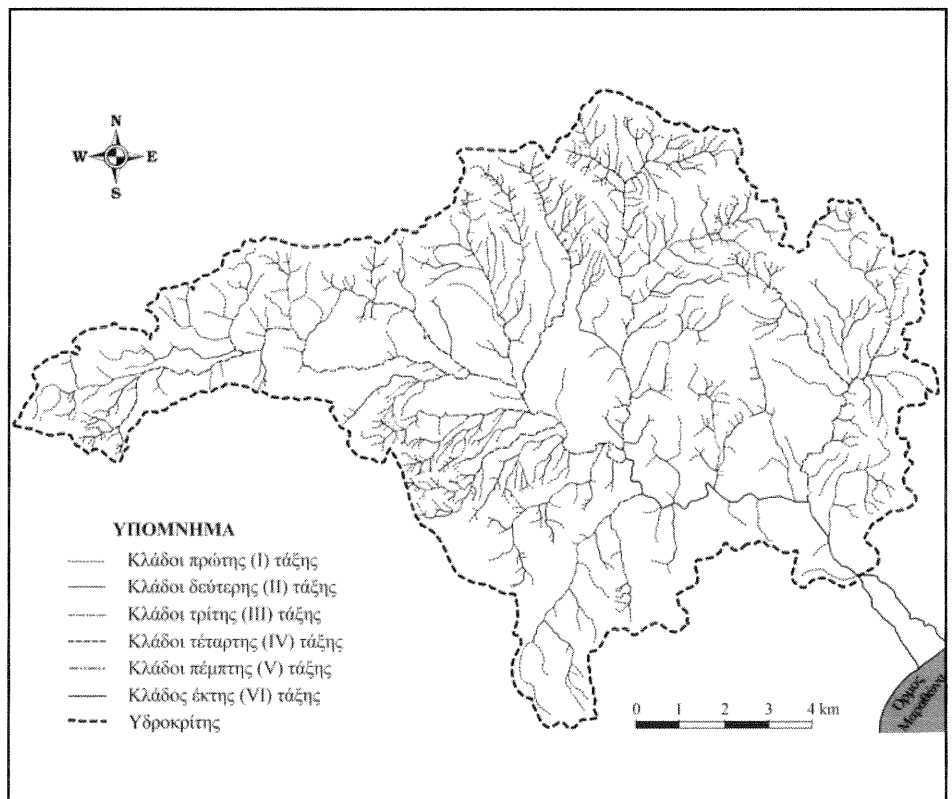
1. Χαλαρές αλλουβιακές αποθέσεις Ολοκαινικής ηλικίας,
 2. Αναβαθμίδες Ολοκαινικής ηλικίας,
 3. Συνεκτικοποιημένοι κώνοι κορημάτων Πλειστοκαινικής ηλικίας Σχηματισμοί Ανω Μειοκαίνου:
 4. Κροκαλολατυποπαγή Καπανδριτίου με παρεμβολές τραβερτινοειδών ασβεστόλιθων,
 5. Κροκαλολατυποπαγή με ενστρώσεις μαργαϊκών και τραβερτινοειδών ασβεστόλιθων,
 6. Λεπτομερείς αποθέσεις πηλών, αργίλων και αργιλοαμμονύχων υλικών με παρεμβολές κροκαλοπαγών και ψηφιδοπαγών,
 7. Κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, μάργες και ερυθροί πηλοί με ενστρώσεις μαργαϊκών ασβεστόλιθων
- Πελαγονική ενότητα:
8. Φλύσχη ηλικίας Ανω Μαιστράχτιου - Παλαιοκαίνου,
 9. Επικλυσιογενείς ασβεστόλιθοι ηλικίας Κενομάνιου - Μαιστράχτιου,
 10. Ασβεστόλιθοι και δολομίτες ηλικίας Ιουρασιτικού,
 11. Ασβεστόλιθοι ηλικίας Μέσου Τριαδικού - Κάτω Ιουρασιτικού,
 12. Αργιλοψαμμιτικά πετρώματα με ενστρώσεις ασβεστόλιθων ηλικίας Λιθανθρακοπέριμου - Μέσου Τριαδικού
- Ενότητα Αφιδνών-Τουρκοβουνίων:
13. Αργιλικό σχιστόλιθοι και ψαμμίτες με ενστρώσεις ασβεστόλιθων ηλικίας Ανω Κρητιδικού - Παλαιοκαίνου
- Ενότητα νεοελληνικού τεκτονικού καλύμματος:
14. Σχιστόλιθοι με παρεμβολές μαργαίων και κρυσταλλικών ασβεστόλιθων
- Αυτόχθονη ενότητα Αττικής:
15. Μάρμαρα πιθανής Μεσοζωικής - Μεσοηκαινικής ηλικίας,
 16. Σχιστόλιθοι με ενστρώσεις μαργαίων ηλικίας Κάτω - Μέσου Τριαδικού,
 17. Ρήγμα,
 18. Επώθηση,
 19. Υδροκρήτης της λεκάνης απορροής του Οινόη

λικίας 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.

Ποσοτική γεωμορφολογική μελέτη

Το υδρογραφικό δίκτυο του Οινόη μπορεί να θεωρηθεί ότι ανήκει στη δενδριτική μορφή (Howard 1967). Η αρίθμηση του υδρογραφικού δικτύου, σύμφωνα με τη μέθοδο του Strahler (1957), απεικονίζεται στο Χάρτη 3, και όπως φαίνεται η κεντρική κοίτη του ποταμού ανήκει στην VIη τάξη.

Οι μέσες τιμές των μορφομετρικών παραμέτρων ανά τάξη για το υδρογραφικό δίκτυο του Οινόη περιλαμβάνονται στον Πίν. 1. Η κύμανση των μέσων τιμών ανά τάξη απεικονίζεται στα τμήματα του Διαγράμματος 1. Παρατηρείται μια σταδιακή μείωση των μέσων τιμών όλων των μορφομετρικών παραμέτρων με την αύξηση της τάξης. Μοναδική εξαίρεση αποτελεί η μετάβαση της μέσης τιμής της κλίσης των κλιτύων από την πρώτη στη δεύτερη τάξη. Η μικρότερη κλίση των λεκανών πρώτης τάξης οφείλεται στο γεγονός ότι μεγάλος αριθμός κλάδων της τάξης αυτής ρέουν σε επιφάνειες ισοπέδωσης που αναπτύσσονται σε διάφορα υψόμετρα εντός της λεκάνης απορροής του Οινόη.



Χάρτης 3.

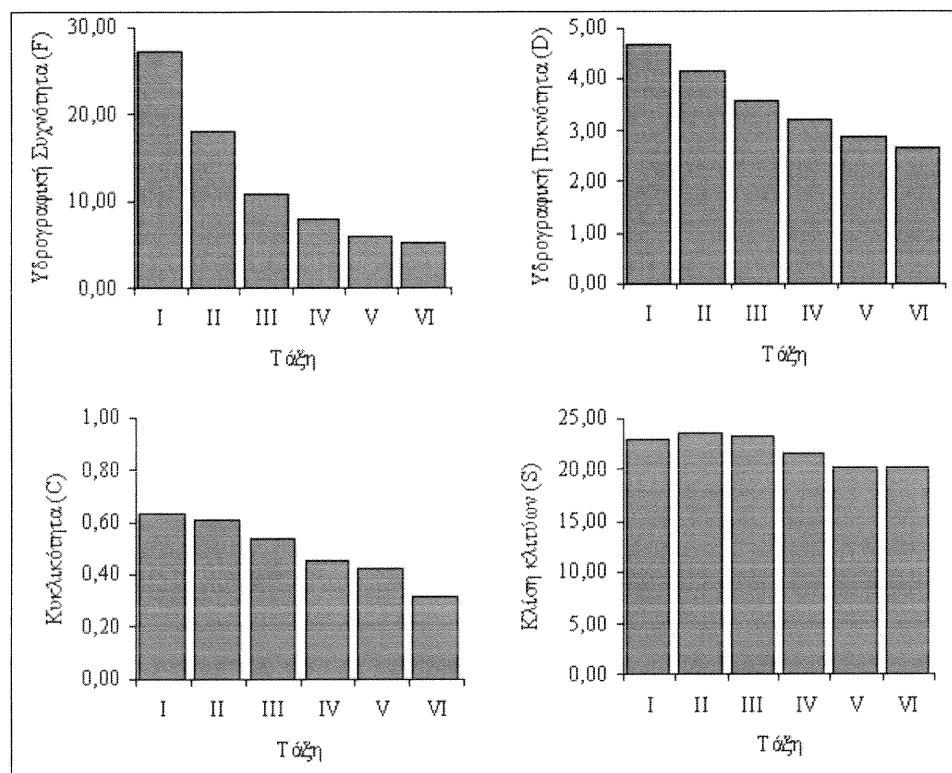
Αρίθμηση του υδρογραφικού δικτύου του Οινόη ποταμού σύμφωνα με τη μέθοδο του Strahler (1957)

Πίνακας 1.

Μέσες τιμές των μορφομετρικών παραμέτρων ανά τάξη, για το υδρογραφικό δίκτυο του Οινόη

Τάξη (u)	Αριθμός κλάδων (N _u)	Μήκος κοίτης (L _u) (χμ.)	Εμβαδόν λεκάνης (A _u) (χμ ²)	Περίμετρος λεκάνης (P _u) (χμ.)	Μήκος ισούψων (L _{c_u}) (χμ.)
I	697	0,34	0,13	1,38	1,26
II	179	1,45	0,51	2,96	5,11
III	44	6,44	2,19	6,79	23,43
IV	12	22,00	7,45	14,24	76,32
V	3	130,57	45,92	36,58	463,28
VI	1	468,40	177,20	84,04	1790,53

Τάξη (u)	Υδρογραφική συχνότητα (F _u) (1/χμ ²)	Υδρογραφική πυκνότητα (D _u) (χμ./χμ ²)	Κλίση κλιτύων (S _u)	Κυκλικότητα λεκάνης (C _u)
	$\left(F_u = \frac{\sum N_u}{A_u} \right)$	$\left(D_u = \frac{\sum L_u}{A_u} \right)$	$\left(S_u \% = \frac{\sum L_{c_u} C_I}{A_u} 100 \right)$	$\left(C_u = \frac{4\pi A_u}{P_u^2} \right)$
I	27,34	4,71	23,03	0,64
II	17,96	4,18	23,71	0,61
III	10,93	3,60	23,26	0,54
IV	7,94	3,21	21,66	0,45
V	5,91	2,87	20,27	0,42
VI	5,28	2,64	20,21	0,32



Διάγραμμα 1.
Κύμανση των μέσων τιμών των μορφομετρικών παραμέτρων της υδρογραφικής συχνότητας, υδρογραφικής πυκνότητας, κλίσης των κλιτύων και κυκλικότητας ανά τάξη για το υδρογραφικό δίκτυο του Οινόη

Οι χάρτες της γεωγραφικής κατανομής των παραμέτρων της υδρογραφικής υψής (Χάρτες 4 και 5) δείχνουν ότι στο Β καθώς και στο Ν δυτικό τμήμα της λεκάνης η υδρογραφική υψή είναι λεπτή. Επιπλέον, εντοπίζεται μια περιοχή υψηλής υδρογραφικής συχνότητας και πυκνότητας στο Δ άκρο της λεκάνης.

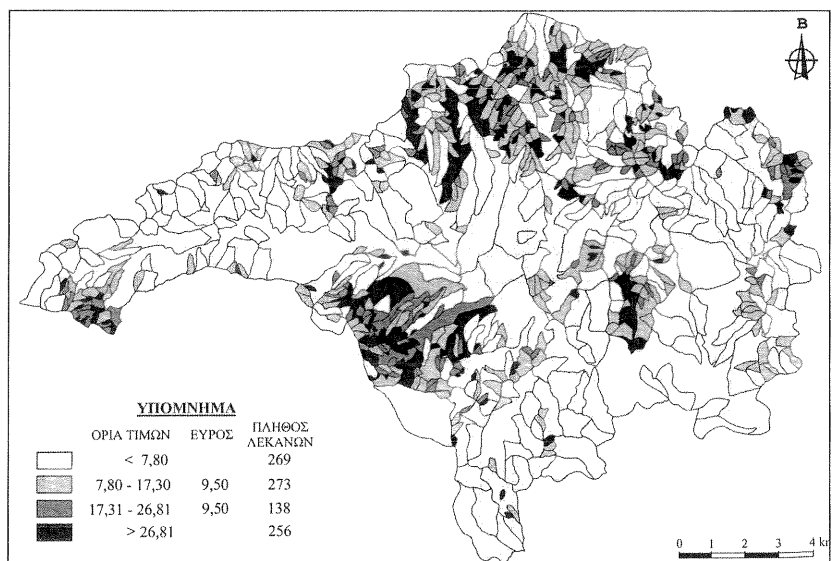
Οι υψηλές τιμές συχνότητας και πυκνότητας χαρακτηρίζουν κλάδους μικρών τάξεων που έχουν διαμορφώσει μικρής έκτασης λεκάνες απορροής. Όπως προκύπτει από την παρατήρηση του τοπογραφικού και του γεωλογικού χάρτη (Χάρτες 1 και 2), η λιθολογία παίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του υδρογραφικού δικτύου και την κατανομή των τιμών των μορφομετρικών παραμέτρων της υδρογραφικής υψής, καθιστώντας το αραιό (τραχειάς 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 αργιλικών και αργιλοαμμούχων αποθέσεων της περιοχής του Αγίου Στεφάνου.

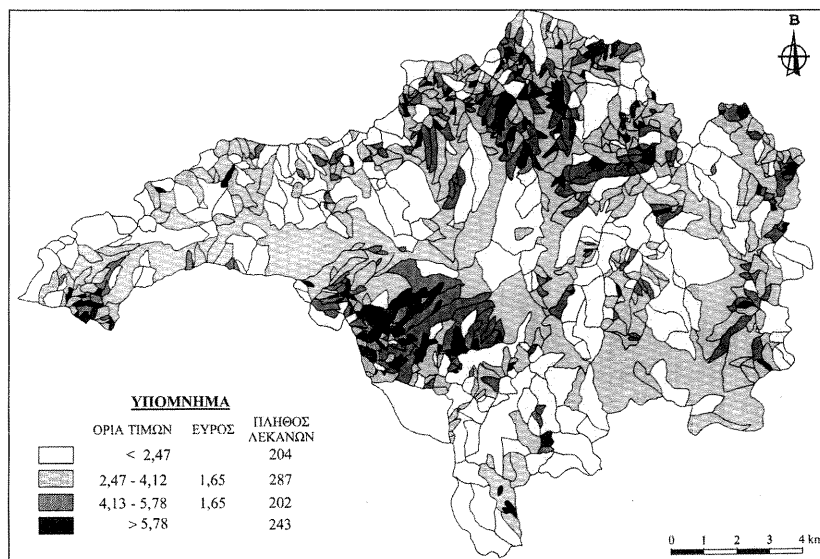
Λεκάνες με υψηλές τιμές κλίσης κλιτύων παρατηρούνται Ν και ΝΔ της κεντρικής κοίτης στον άνω ρου του Οινόη (Χάρτης 6). Η μορφολογία και συνεπώς η κλίση των λεκανών αυτών έχει επηρεαστεί από το ρήγμα μεγάλου μήκους που έχει διεύθυνση Α-Δ και έχει ανυψώσει το νότιο τμήμα ταπεινώνοντας το βόρειο. Επιπλέον, μεγάλες κλίσεις εντοπίζονται σε λεκάνες μικρών τάξεων που απορρέουν απευθείας στην κεντρική κοίτη του υδρογραφικού δικτύου του Στεφανορέματος (κλάδος V2) που αποστραγγίζει την ευρύτερη περιοχή του Καπανδριτίου.

Οι μεγάλες μορφολογικές κλίσεις στην περιοχή αυτή οφείλονται στην έντονη κατά βάθος διάβρωση που είναι συνέπεια της τεκτονικής ανύψωσης της περιοχής. Είναι χαρακτηριστικό ότι οι κλάδοι μικρής τάξης που αποστραγγίζουν τις υψομετρικά υψηλές περιοχές της λεκάνης του δικτύου αυτού ρέουν στις επιφάνειες ισοπέδωσης των 400-460 μ. και 500-560 μ. της περιοχής του Καπανδριτίου, με αποτέλεσμα οι μορφολογικές κλίσεις των λεκανών αυτών να είναι μικρές. Σημαντικό ρόλο στη γεωγραφική κατανομή των κλίσεων στην περιοχή μελέτης παίζει η λιθολογική σύσταση των σχηματισμών. Υψηλές τιμές κλίσεων παρατηρούνται σε σχιστόλιθους με ενστρώσεις μαρμάρων της αυτόχθονης ενότητας της Αττικής στο ανατολικό τμήμα της λεκάνης, σε ασβεστόλιθους της Πελαγονικής ενότητας, στα δυτικά, καθώς και σε Άνω Μειοκαινικούς σχηματισμούς.

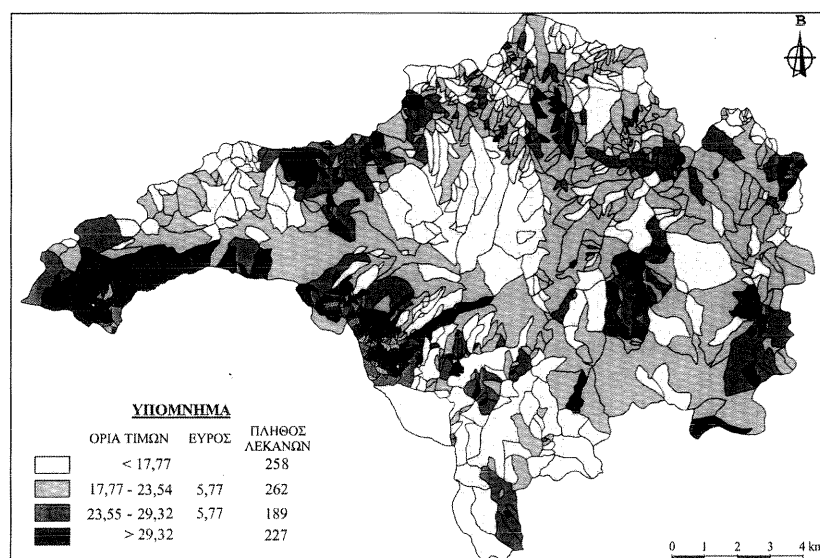
Δεν παρατηρείται ιδιαίτερη συγκέντρωση λεκανών κυκλικής μορφής σε κάποια συγκεκριμένη περιοχή της λεκάνης (Χάρτης 7). Είναι γνωστό ότι οι τιμές της παραμέτρου της κυκλικότητας κυμαίνονται μεταξύ 0,00 και 1,00, με την

Χάρτης 4.
Υδρογραφική συχνότητα
της λεκάνης απορροής
του Οινόη ποταμού

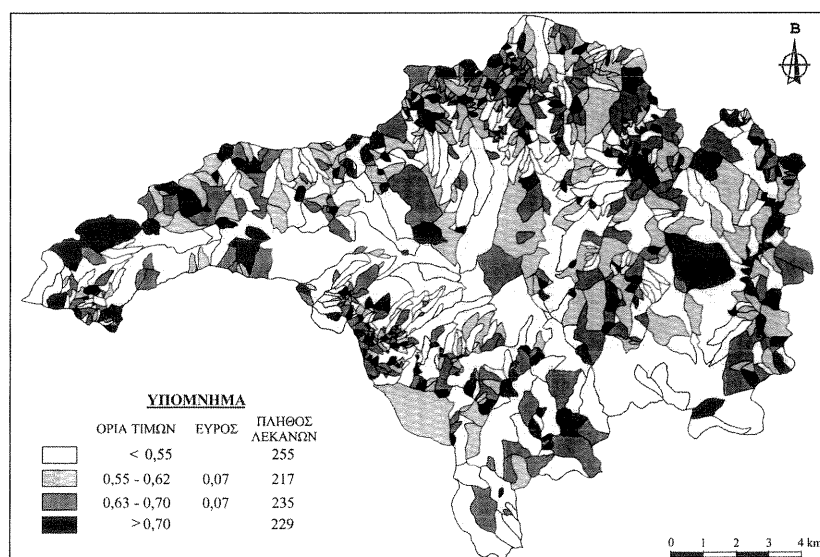




Χάρτης 5.
Υδρογραφική πυκνότητα της λεκάνης απορροής του Οινόη ποταμού



Χάρτης 6.
Κλίση κλιτών της λεκάνης απορροής του Οινόη ποταμού.



Χάρτης 7.
Μορφή κυκλικότητας της λεκάνης απορροής του Οινόη ποταμού

τιμή 1,00 να αντιστοιχεί σε λεκάνη μορφής τέλειου κύκλου και την τιμή 0,79 σε λεκάνη με μορφή τετραγώνου. Η λεκάνη του Οινόη (κλάδος VI1) έχει τιμή 0,32, προσεγγίζοντας αρκετά την επιμηκυσμένη μορφή. Η επιμήκυνση αυτή οφείλεται στην προς δυσμάς προέκταση της κοίτης του Οινόη από την επίδραση του μεγάλου μήκους ρήγματος διεύθυνσης Α-Δ (Χάρτης 2).

Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά του υδρογραφικού δικτύου

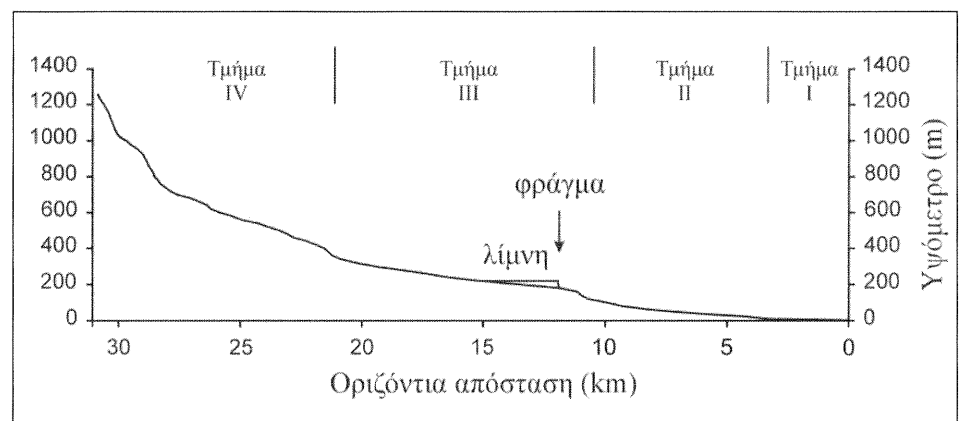
Από την κατά μήκος τομή της κεντρικής κοίτης του ο Οινόης μπορεί να διακριθεί σε τέσσερα τμήματα (Διάγραμμα 2).

Το τμήμα του ποταμού από τις εκβολές έως 3,4 χμ. ανάντη των εκβολών, όπου η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης είναι 0,2% και αντιστοιχεί στη διαδρομή του ποταμού στο δελταικό του ριπίδιο (Τμήμα Ι). 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).

Το επόμενο τμήμα (Τμήμα ΙΙ), που μπορεί να χαρακτηριστεί ως πεδινό ήπιων κλίσεων, έχει μήκος 7,6 χμ. και μέση κλίση κοίτης 2%.

Στο τμήμα της διαδρομής του ποταμού από το 11 χμ. μέχρι το φράγμα, που έχει μήκος γύρω στα 850 μ., η κοίτη διατηρεί μια μέση κλίση 5,6%. Στο μικρό αυτό τμήμα το ποτάμι ρέει σε ένα φαράγγι βάθους 100 μ. Περίπου, κατά μήκος της επαφής των μαρμάρων με τους σχιστόλιθους της ενότητας Αττικής. Στην επιμήκη τομή του ποταμού το όριο των δύο παραπάνω τμημάτων είναι ένα σημείο κάμψης που οφείλεται στην παρουσία εγκάρσιου στην κοίτη ρήγματος ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης (Χάρτης 2). Ο σχηματισμός του φαράγγιου είναι αποτέλεσμα οπισθοδρομούσας διάβρωσης.

Το επόμενο τμήμα αντιστοιχεί στην τεχνητή λίμνη και έχει μήκος περίπου 3,3 χμ. και η κλίση της κοίτης είναι ομαλή. Ανάντη της λίμνης και για μήκος περίπου 6 χμ. 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 αυ-



Διάγραμμα 2.
Επιμήκης τομή (longitudinal profile)
της κεντρικής κοίτης του Οινόη

τό της διαδρομής του ποταμού είναι η έντονη κατά βάθος διάβρωση που έχει δημιουργήσει φαράγγι βάθους 80-120 μ. (κατώτερη περιοχή τμήματος IV) (Διάγραμμα 2). Η τεκτονική ανύψωση της περιοχής τοποθετείται στο Μέσο Πλειστόκαινο και ήταν αργή, ώστε κατά την περίοδο του Αν. Πλειστοκαινού να διαβρώσει σε βάθος τους ασβεστόλιθους ενώ ταυτόχρονα να αποθέσει στην περιοχή Δ των Αφιδνών, σχηματίζοντας το αλλουβιακό ριπίδιο. Η παρουσία δύο αναβαθμίδων στις αποθέσεις του ριπιδίου αποτελεί ένδειξη διάβρωσης των αποθέσεων κατά τη διάρκεια του Ανώτερου Πλειστόκαινου-Ολόκαινου. Η κατά βάθος διάβρωση στην κορυφή του ριπιδίου φθάνει τα 8 μ.

Στο τμήμα της κοίτης ανάντη του ριπιδίου παρατηρούνται πολλαπλά μικρά σημεία κάμψης (knick-points), το ύψος των οποίων φθάνει μέχρι 4 μ. 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 (άνωτερη περιοχή τμήματος IV) έχει μήκος 2,9 χμ. και μέση κλίση 17,9%. Στο τμήμα αυτό ο ποταμός έχει δημιουργήσει φαράγγι βάθους περίπου 80 μ., που ο σχηματισμός του οφείλεται στην παρουσία ρήγματος διεύθυνσης Α-Δ που έχει ανυψώσει τη νότια περιοχή. Η επιμήκης διαμόρφωση της λεκάνης στο τμήμα αυτό έχει επηρεαστεί αποκλειστικά από την παρουσία αυτού του ρήγματος.

Γεωμορφολογικές παρατηρήσεις

Η αποτύπωση των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών της λεκάνης απορροής του Οινόη φαίνεται στο γεωμορφολογικό χάρτη κλίμακας 1:25000 (Χάρτης 8).

Οι επιφάνειες επιπέδωσης εντοπίζονται σε διάφορα υψόμετρα από 140 μ. μέχρι 1100 μ. Οι υψομετρικά χαμηλότερες επιφάνειες (140 μ. και 150-180 μ., 200-260 μ.) εντοπίζονται ΝΔ και Δ του Μαραθώνα και έχουν αναπτυχθεί σε μάραρα. Επιφάνειες ισοπέδωσης σε υψόμετρο 320-380 μ. εντοπίζονται Β και ΒΔ της τεχνητής λίμνης και έχουν αναπτυχθεί στα κροκαλολατυποπαγή του Καπανδριτίου και στους αργιλικούς σχιστόλιθους της ενότητας Αφιδνών αντίστοιχα. Οι επιφάνειες ισοπέδωσης των 400-460 μ. εμφανίζονται σε σχηματισμούς μαρμάρων ΒΑ της λίμνης και στην περιοχή του Αγίου Στεφάνου. Οι επιφάνειες των 500-560 μ. καταλαμβάνουν το Β κυρίως τμήμα της λεκάνης και έχουν αναπτυχθεί εξ' ολοκλήρου στα Ανω-Μειοκαινικά κροκαλολατυποπαγή. Χαρακτηριστική είναι η εμφάνιση επιφανειών σε σταδιακά μεγαλύτερα υψόμετρα (600-660 μ., 700-750 μ., 800 μ., 1000 μ. και 1100 μ.), προσεγγίζοντας το Δ άκρο της λεκάνης. Οι επιφάνειες αυτές έχουν σχηματιστεί στους ασβεστόλιθους της Πελαγονικής ενότητας. Οι υψομετρικά ανώτερες επιφάνειες βρίσκονται σε μεγαλύτερα υψόμετρα και είναι διαλυσιγενείς με συχνή παρουσία καρστικών γεωμορφών.

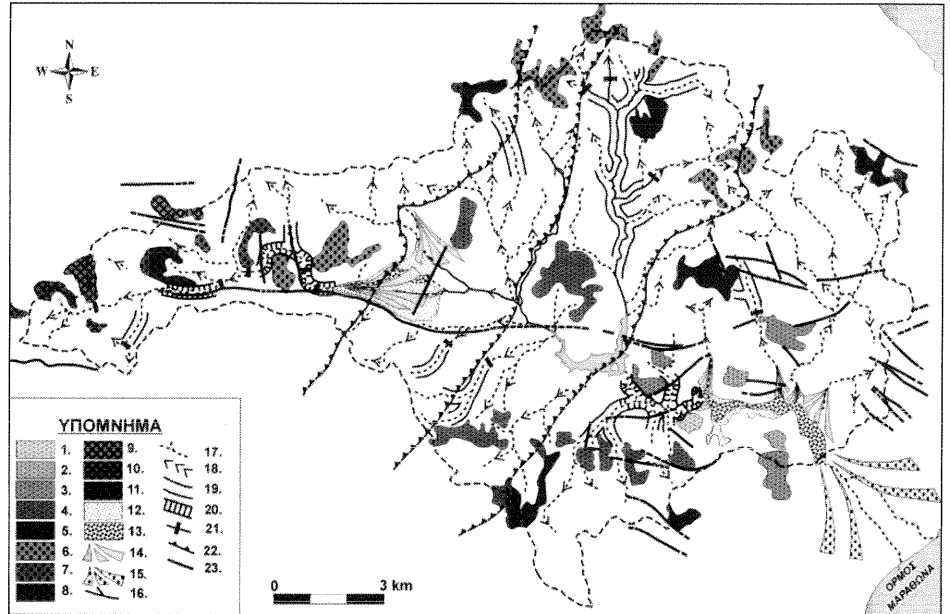
Στην περιοχή των Αφιδνών κατά μήκος της κεντρικής κοίτης του Οινόη εμφανίζονται δύο αναβαθμίδες. Το μέτωπο της ανώτερης φθάνει τα 2 μ. ενώ της κατώτερης το 1-1,5 μ. Ο σχηματισμός τους τοποθετείται στο Ολόκαινο και είναι αποτέλεσμα της συνεχούς και αργής τεκτονικής ανύψωσης της ανάντη περιοχής από το Μέσο Πλειστόκαινο μέχρι σήμερα, που αρχικά είχε ως αποτέλεσμα την απόθεση και το σχηματισμό του αλλουβιακού ριπιδίου κατά το Αν. Πλειστόκαινο. Η συνεχής και αργή τεκτονική ανύψωση της περιοχής είχε ως αποτέλεσμα τη διάβρωση των αποθέσεων του από το ίδιο το ποτάμι κατά το Ολόκαινο. Ανα-

Χάρτης 8.

Γεωμορφολογικός χάρτης της λεκάνης
απορροής του Οινόη.

Υπόμνημα:

1. Επιφάνειες ισοπέδωσης (140 μ.),
2. (150-180 μ.), 3. (200-260 μ.),
4. (320-380 μ.), 5. (400-460 μ.),
6. (500-560 μ.), 7. (600-660 μ.),
8. (700-750 μ.), 9. (800 μ.),
10. (1000 μ.), 11. (1100 μ.).
12. Ανώτερη (παισιότερη)
αναβαθμίδα του Ολόκαινου,
13. Κατώτερη (νεότερη)
αναβαθμίδα του Ολόκαινου,
14. Πλειστοκαινικά
αλλουβιακά ριπίδια,
15. Παράκτιο αλλουβιακό
ριπίδιο του Οινόη,
16. Κοίτες μόνιμης ροής,
17. Κοίτες περιοδικής ροής,
18. Κοιλιάδες σχήματος V,
19. Κοιλιάδες με έντονη
κατά βάθος διάβρωση,
20. Φαράγγια, 21. Σημεία κάμψης,
22. Επώθηση, 23. Ρήγμα



βαθμίδες παρατηρούνται και στην περιοχή ανάντη του αλλουβιακού ριπίδιου των εκβολών του ποταμού. Στην έξοδο από το φαράγγι μετά το φράγμα αναπτύσσονται δύο αναβαθμίδες με μέτωπα 1 μ. για την κατώτερη και 2 μ. για την ανώτερη, ο σχηματισμός των οποίων τοποθετείται στο Ολόκαινο. Επίσης, κατά μήκος αρκετών κεντρικών κλάδων κυρίως του Β 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 σχηματιστεί κατά την περίοδο του Πλειστόκαινου.

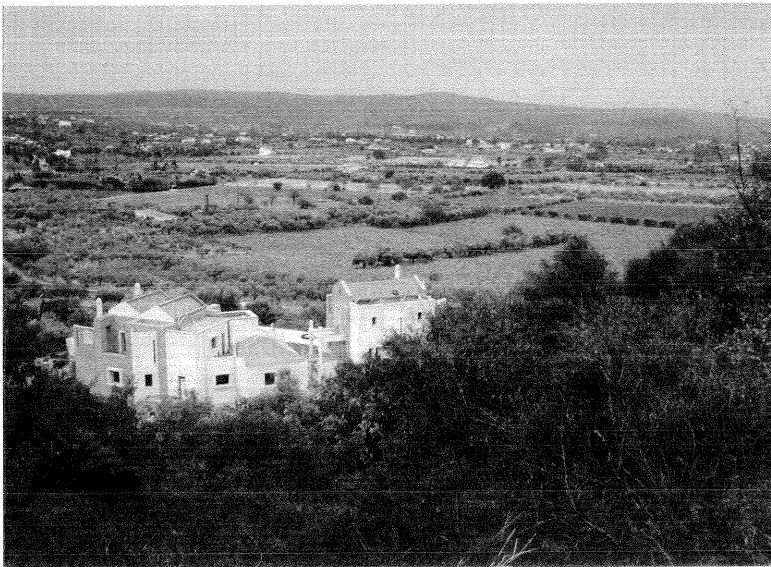
Έντονη κατά βάθος διάβρωση παρατηρείται κατά μήκος της κεντρικής κοίτης του Οινόη στην περιοχή ανάντη των Αφιδνών καθώς και σε όλο το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής Καπανδριτίου που αναπτύσσεται στα Ανω-Μειοκαινικά κροκαλολατυποπαγή. Στο κατώτερο τμήμα η δημιουργία του φαραγγιού οφείλεται σε διεργασία 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.

Γεωμορφολογία του παράκτιου αλλουβιακού ριπίδιου

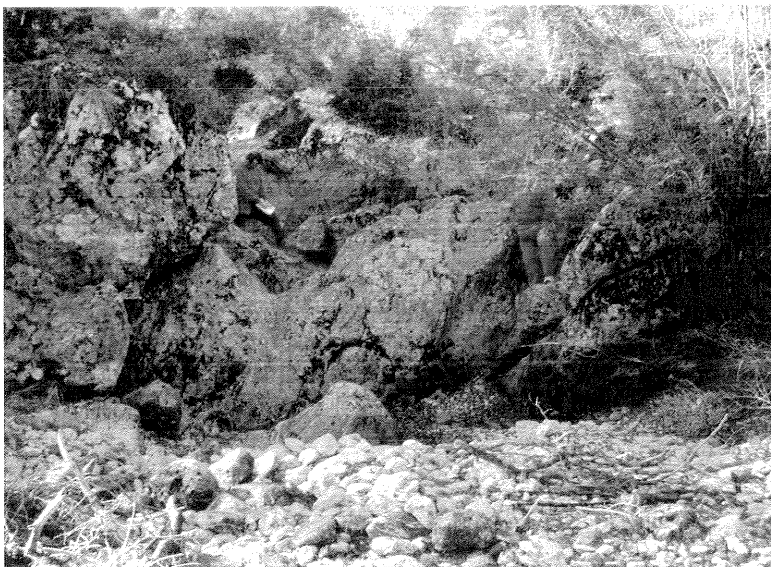
Η μέση κλίση της επιφάνειας του παράκτιου αλλουβιακού ριπίδιου του Οινόη εκτιμάται σε 1% (η κορυφή του ριπίδιου απέχει περίπου 2 χμ. από την ακτογραμμή και βρίσκεται σε απόλυτο υψόμετρο 20 μ.). Η κατά βάθος διάβρωση της κεντρικής κοίτης του Οινόη στο σημείο αυτό φθάνει τα 5 μ. Με την είσοδό του στο αλλουβιακό ριπίδιο ο Οινόης διακλαδίζεται σε δύο κοίτες, από τις οποίες η δυτική ονομάζεται Σέχρι ρέμα ενώ η ανατολική ονομάζεται



Εικόνα 1.
*Επιφάνεια ισοπέδωσης 320-380 μ.,
ΝΔ της λίμνης του Μαραθώνα*



Εικόνα 2.
*Αποψη του αλλουβιακού ριπιδίου της
περιοχής των Αφιδνών*



Εικόνα 3.
*Σημείο κάμψης ύψους 4 μ.
που οφείλεται σε ρήγμα διεύθυνσης
B-N κάθετα στην κοίτη
του άνω ρου του Οινόη*

Καινούριο ρέμα. Η κοίτη του Σέχρι ρέματος είναι ανενεργή εδώ και αρκετούς αιώνες και διαιρείται σε πολλές μικρότερες πλησιάζοντας στην ακτή. Το βάθος της δεν ξεπερνά τα 2 μ. και σε όλο το μήκος της είναι καλλιερρημένη και πληρωμένη με υλικό.

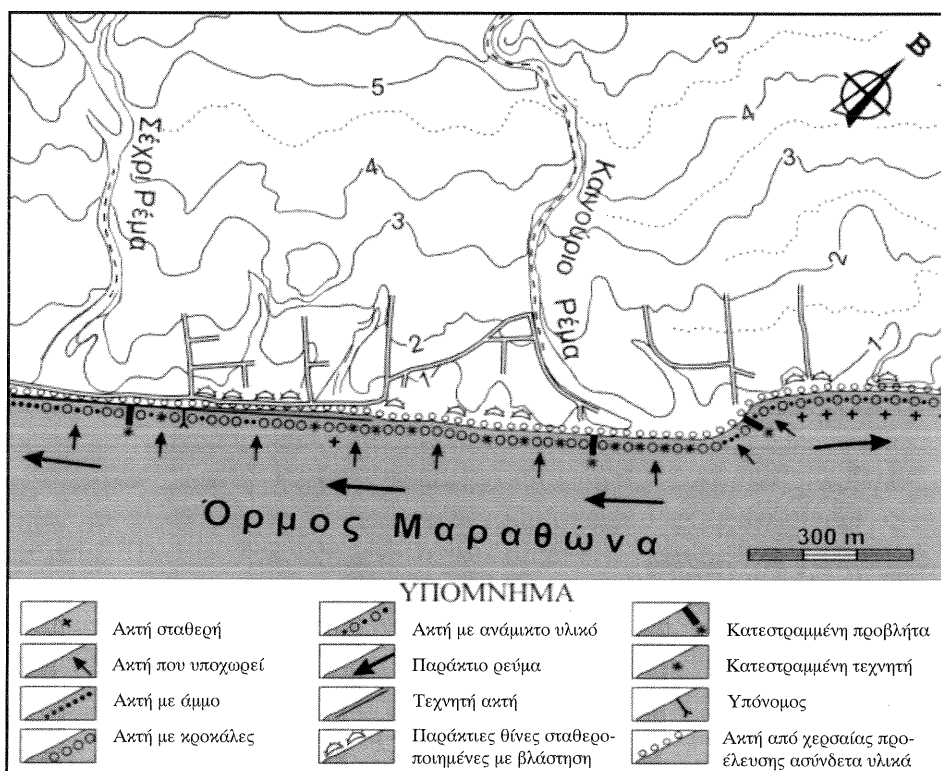
Στον τοπογραφικό χάρτη των Curtius-Kaupert του 1889, στην παλαιά κοίτη του Σέχρι ρέματος απεικονίζονται μωσαϊκά και ερείπια που χρονολογούνται από την Ρωμαϊκή εποχή, γεγονός που αποδεικνύει ότι η κοίτη ήταν ανενεργή.

Σε αεροφωτογραφίες λήψεως του 1938 και του 1945 φαίνεται μια παλαιότερη κοίτη να βρίσκεται Δ των σημερινών. Η κοίτη αυτή διέρχεται Β του τύμβου του Μαραθώνα και καταλήγει στη θάλασσα ακολουθώντας ΝΑ διεύθυνση.

Η κοίτη του Καινούριου ρέματος ακολουθεί διαδρομή σχεδόν παράλληλη με αυτή του Σέχρι ρέματος και έχει μείνει ανενεργή κατά τις τελευταίες δεκαετίες, όπως αποδεικνύουν οι εκτεταμένες αμμοληψίες, η απόρριψη απορριμμάτων καθώς και η τεχνητή πλήρωση (ρύψη μαζών) που παρατηρείται εντός αυτής και φτάνει να έχει περιορίσει το πλάτος της στα 2 μ. στις εκβολές του. Κύριο αίτιο απενεργοποίησης της κοίτης του Καινούριου ρέματος είναι η κατασκευή και λειτουργία του φράγματος στην κεντρική κοίτη του Οινόη.

Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της παράκτιας ζώνης

Η ακτογραμμή του αλλουβιακού ριπιδίου του Οινόη είναι σχεδόν ευθεία, εκτός της περιοχής που βρίσκεται Α των εκβολών του Καινούριου ρέματος. Στην περιοχή αυτή παρατηρείται μια κάμψη της ακτογραμμής προς το εσωτερικό της χέρσου που οφείλεται στην κοκκομετρική διαφορά των ιζημάτων της παράκτιας ζώνης (Χάρτης 9).



Χάρτης 9.
Παράκτιος γεωμορφολογικός χάρτης της ακτογραμμής μεταξύ των εκβολών του Σέχρι παλαιο-ρέματος και του Καινούριου ρέματος του Οινόη (Maroukian et al. 1993)

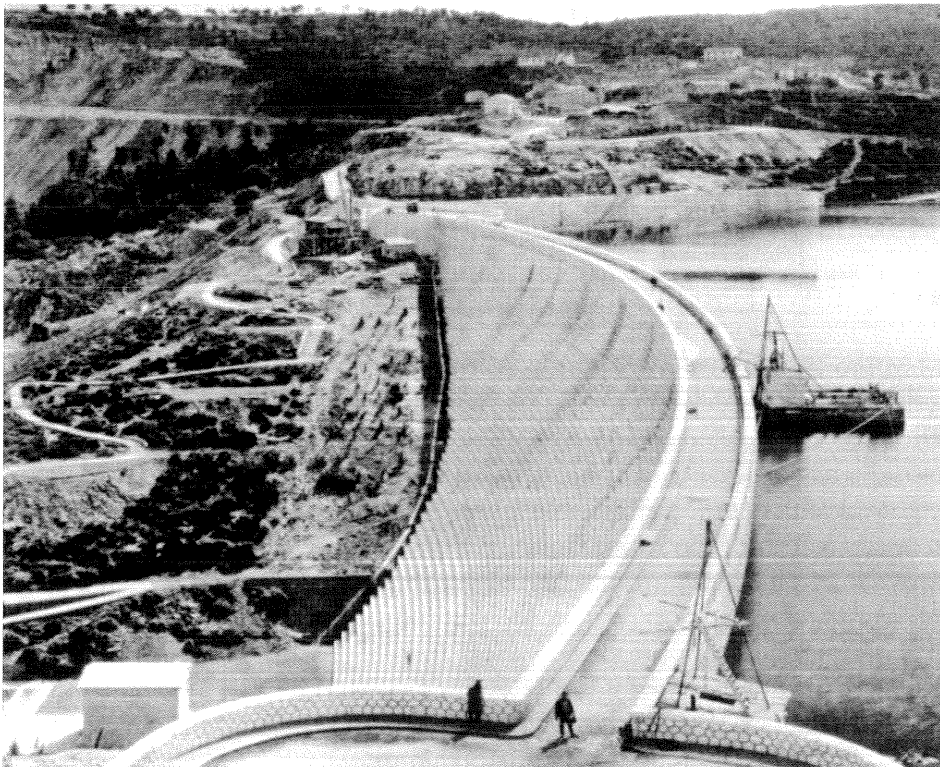
Η κλίση σε όλο το μήκος της παράκτιας ζώνης του αλλουβιακού ριπιδίου είναι μικρή (<20%). Τα παράκτια ιζήματα αποτελούνται από αδρομερές υλικό και κυρίως κροκάλες και χάλικες η διάμετρος των οποίων σπάνια ξεπερνά τα 20 εκ. στις εκβολές του Καινούριου ρέματος. Ανατολικά τα παράκτια ιζήματα αποτελούνται κυρίως από άμμο αναμεμιγμένη με χάλικες και κροκάλες. Στα Δ η αναλογία της άμμου αυξάνεται προς την παλαιά εκβολή του Σέχρι ρέματος.

Οι άνεμοι ΝΑ διεύθυνσης που πνέουν στην περιοχή αποτελούν μόνο το 18% της συνολικής συχνότητας των ανέμων. Με ένταση ανέμου 7 Beaufort το ύψος των κυμάτων ξεπερνά τα 2 μ., προκαλώντας παράκτια κυκλοφορία προς τα Α που μεταφέρει όλα τα λεπτόκοκκα υλικά από την περιοχή γύρω από την εκβολή του Καινούριου ρέματος προς την αμμολουρίδα που βρίσκεται στα ανατολικά. Στην περιοχή επικρατεί και ένα δευτερεύον λιγότερο ισχυρό ρεύμα που μεταφέρει ιζημα προς τα δυτικά.

Σε όλο το μήκος της ακτής, εκτός της περιοχής γύρω από την εκβολή του Καινούριου ρέματος, παρατηρούνται παλαιές, σταθεροποιημένες, καλυμμένες με θάμνους, παράκτιες θίνες, το ύψος των οποίων δεν ξεπερνά το 1,5 μ. Τμήμα των παράκτιων αυτών θινών διαβρώνεται σήμερα εξαιτίας της υποχώρησης της ακτογραμμής από τη δράση των θαλάσσιων διεργασιών.

Αναγνωρίστηκαν τουλάχιστον επτά παλαιότερες ποτάμιες εκβολές στην ευρύτερη περιοχή των πρόσφατα επιχωματωμένων εκβολών του Καινούριου ρέματος.

Η συγκριτική παρατήρηση σειρών αεροφωτογραφιών των ετών 1938 και 1988 αντίστοιχα οδήγησε στη διαπίστωση ότι στις εκβολές του Καινούριου ρέματος έχει λάβει χώρα σημαντική υποχώρηση της ακτογραμμής, που εκτιμάται σε περισσότερο από 100 μ. Η υποχώρηση αυτή αντιστοιχεί σε ένα ρυθμό 2 μ.



Εικόνα 4.

Το φράγμα του Μαραθώνα μετά την ολοκλήρωση των εργασιών κατασκευής του.

Φωτογραφία του 1930

(Λάμπρον 1998)

ανά έτος για τη χρονική αυτή περίοδο των 50 ετών. Η υποχώρηση αυτή της ακτής από τις θαλάσσιες διεργασίες μπορεί να αποδοθεί στην κατασκευή του φράγματος στην περιοχή της λίμνης του Μαραθώνα, η ολοκλήρωση του οποίου πραγματοποιήθηκε το 1929 (Εικ. 4). Η λειτουργία του φράγματος επέφερε σημαντικές μεταβολές στη δράση των φυσικών διεργασιών, προκαλώντας την απόθεση των ποτάμιων ιζημάτων στην τεχνητή λίμνη που δημιουργήθηκε πίσω από αυτό και μειώνοντας ταυτόχρονα την παροχή και στερεοπαροχή στο τμήμα του ποταμού από την περιοχή του φράγματος μέχρι τις εκβολές. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να σημειωθεί επιπλέον η άμεση ανθρώπινη επέμβαση στην κοίτη του Καινούριου ρέματος, και κυρίως οι εκτεταμένες αμμοληψίες από την κοίτη, που την έχουν καταστήσει εντελώς ανενεργή. Έτσι, δεν παρατηρείται ροή στην κοίτη του Καινούριου ρέματος ακόμη και όταν λαμβάνουν χώρα ακραία φαινόμενα, όπως ισχυρές καταιγίδες, στα κατώτερα τμήματα της λεκάνης απορροής του Οινόη, δηλαδή την περιοχή μεταξύ του φράγματος και των εκβολών.

Συγκριτικές παρατηρήσεις της ακτογραμμής από τον τοπογραφικό χάρτη, κλίμακας 1:25000, των Curtius & Kaupert του 1889 και αεροφωτογραφίες έτους λήψης 1938 οδηγούν στη διαπίστωση ότι δεν παρατηρούνται σημαντικές μεταβολές για το χρονικό αυτό διάστημα.

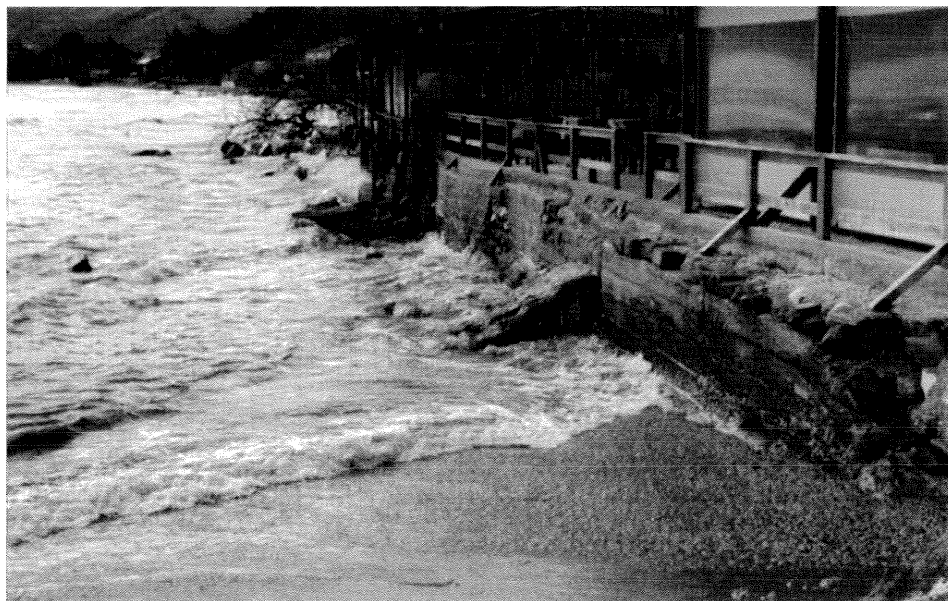
Η υποχώρηση της ακτογραμμής κατά τα τελευταία 50 έτη δεν αναμένεται να συνεχιστεί με τον ίδιο ρυθμό. Η υποχώρηση αναμένεται να συνεχιστεί για αρκετά χρόνια μέχρι η παλαιά κοίτη του Καινούριου ρέματος, που είναι σχεδόν παράλληλη στην ακτογραμμή κοντά στις εκβολές του, να καταστραφεί από τη θάλασσα.

Ένας επιπλέον λόγος υποχώρησης της ακτογραμμής της πεδιάδας του Μαραθώνα στο άμεσο μέλλον είναι η προβλεπόμενη άνοδος της θαλάσσιας στάθμης σε παγκόσμια κλίμακα. Σύμφωνα με τις πιο πρόσφατες μελέτες, που σχετίζονται με την παγκόσμια κλιματική αλλαγή (φαινόμενο θερμοκηπίου), αναμένεται μια αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα για τον πλανήτη κατά 2°C, γεγονός που θα προκαλέσει την άνοδο της μέσης θαλάσσιας στάθμης κατά περίπου 49 εκ. για τα επόμενα 100 χρόνια (ICPP 2001). Η μελλοντική ανύψωση της θαλάσσιας στάθμης θα προκαλέσει την αύξηση του ρυθμού δράσης των θαλάσσιων διεργασιών και συνεπώς την υποχώρηση της ακτογραμμής.

Ανθρώπινες επεμβάσεις στην παράκτια ζώνη

Μέχρι το 1938 δεν υπήρχαν κατασκευές κοντά στην ακτογραμμή του αλλουβιακού ριπιδίου. Το μεγαλύτερο μέρος της παράκτιας πεδιάδας καλλιεργούνταν και ήταν χωρισμένο σε μικρά, στην πλειονότητά τους επιμήκη, αγροτεμάχια. Η διάταξη των αγροτεμαχίων στην περιοχή των πρώτων 300 μ. της παράκτιας ζώνης είναι κάθετη στην ακτογραμμή, σε αντίθεση με εκείνα που βρίσκονται προς το εσωτερικό της χέρσου, τα οποία είναι διατεταγμένα παράλληλα προς την ακτογραμμή. Προφανώς η διαφορετική αυτή διάταξη των αγροτεμαχίων οφείλεται στην προέλαση της ξηράς από την απόθεση φερτών υλών τόσο από την παλαιά κοίτη του Σέχρι ρέματος όσο και τη μεταγενέστερη κοίτη του Καινούριου ρέματος κατά τη διάρκεια των τελευταίων αιώνων (Fouache 1999).

Το Καινούριο ρέμα παρέμεινε ενεργό για μερικά ακόμη χρόνια μετά το 1929, οπότε και κατασκευάστηκε το φράγμα του Μαραθώνα. Η πόλη των Αθηνών



Εικόνα 5.
Αυθαίρετες κατασκευές στην παράκτια ζώνη που καταστρέφονται από τις θαλάσσιες διεργασίες στην περιοχή του Αγ. Παντελεήμονα

νών εκείνη την εποχή ήταν αισθητά μικρότερη, οπότε οι ανάγκες σε νερό ήταν περιορισμένες.

Μεταξύ των ετών 1945 και 1960 εμφανίζονται οι πρώτες κατασκευές σε πλάτος 100 μ. στο τμήμα της παράκτιας ζώνης μεταξύ του Σέχρι ρέματος και του Καινούριου ρέματος. Ήταν οκτώ κατασκευές, οι περισσότερες από τις οποίες αποτελούσαν «παραθεριστικές» θερινές κατοικίες. Την ίδια περίοδο παρατηρείται μια αύξηση του ρυθμού υποχώρησης της παράκτιας ζώνης (Leondaris & Maroukian 1988, Moutzouris & Maroukian 1988).

Κατά τη δεκαετία του 1960 παρατηρείται μια έντονη οικιστική ανάπτυξη στην παράκτια ζώνη με την κατασκευή τουλάχιστον 20 κατοικιών. Η παράκτια διάβρωση είναι ακόμη πολύ ενεργή.

Τη δεκαετία του 1970 κατασκευάστηκε ένας παραλιακός ασφαλτοστρωμένος δρόμος κοντά στο Σέχρι ρέμα, με κατεύθυνση προς τα δυτικά. Στα τέλη της δεκαετίας αυτής αρχίζει να διαβρώνεται ένας παλιός χωματόδρομος που διασχίζει την επιχωματωμένη εκβολή του Καινούριου ρέματος, ενώ την ίδια περίοδο κατασκευάστηκε μια χωμάτινη προκυμαία Δ των εκβολών.

Το 1984 ο αριθμός των κατοικιών αυξήθηκε σε 48. Δύο μικρές προκυμαίες έχουν ήδη κατασκευαστεί πριν το 1984 εκατέρωθεν των εκβολών του Καινούριου ρέματος. Η ανατολική προκυμαία ήταν χωμάτινη και μπόρεσε να αντέξει στη θαλάσσια διάβρωση μόνο για ένα διάστημα λίγων ετών. Η δυτική προκυμαία έχει μήκος 10 περίπου μ. και είναι κατασκευασμένη από τσιμέντο. Εκτιμάται ότι ο ρυθμός υποχώρησης της ακτής αυτή την περίοδο είναι βραδύτερος κατά περίπου 1 μ. ανά έτος, σε σχέση με τους ρυθμούς υποχώρησης που σημειώθηκαν τις προηγούμενες δεκαετίες.

Το 1988 ο αριθμός των κτηρίων αυξήθηκε σε περίπου 65. Η προκυμαία από τσιμέντο που βρίσκεται στα Δ των εκβολών του Καινούριου ρέματος αρχίζει να καταστρέφεται από τις θαλάσσιες διεργασίες. Η διάβρωση συνεχίζεται μέχρι σήμερα. Κατά μήκος της ακτογραμμής είναι εμφανείς οι προσπάθειες των κατοίκων της περιοχής να περιορίσουν την επέλαση της θάλασσας πληρώνοντας τεχνητά την ακτή ή κατασκευάζοντας τοιχεία από τσιμέντο, χωρίς όμως αποτέλεσμα (Εικ. 5 και 6).

Εικόνα 6.
Αυθαίρετες κατασκευές στην παράκτια ζώνη που καταστρέφονται από τις θαλάσσιες διεργασίες Δ της εκβολής του Καινούριου ρέματος



Συμπεράσματα

Από την ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου του Οινόη 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 Δ της λεκάνης, ξεκινώντας από τα 140 μ. και φθάνοντας μέχρι τα 1100 μ., χαρακτηρίζοντας τα τρία τμήματα (II, III, IV) του υδρογραφικού δικτύου.

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

Το Δ 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 Δ τμήμα της λεκάνης, βοήθησαν την πειρατεία ενός τμήματος παλαιού υδρογραφικού δικτύου που έρρεε προς Ν από την κεντρική κοίτη του Οινόη με τη διεργασία της οπισθοδρομούσας διάβρωσης.

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

Το φαράγγι Δ των Αφιδνών, που έχει σχηματιστεί 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.

Η περιοχή της λίμνης του Μαραθώνα πιθανόν κατά την περίοδο του Πλειστόκαινου να αποτελούσε μια κλειστή «ενδο-ορεινή» 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 Αν. 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 ταυτίζεται με τα τεκτονικά όρια των γεωτεκτονικών ενοτήτων της περιοχής. Συγκεκριμένα, το όριο μεταξύ της Πελαγονικής με τις ενότητες Αφιδνών και νεοελληνικού τεκτονικού καλύμματος συμπίπτει με το όριο των τμημάτων IV και III, ενώ το όριο μεταξύ των ενοτήτων Αφιδνών και νεοτεκτονικού καλύμματος και της ενότητας Αλμυροποτάμου-Αττικής συμπίπτει με το όριο των τμημάτων III και II.

Οι γεωμορφολογικές παρατηρήσεις στην περιοχή της πεδιάδας του Μαραθώνα οδηγούν στη διαπίστωση ότι η έκταση του αλλουβιακού ριπιδίου των εκβολών του Οινόη κατά το πρόσφατο παρελθόν ήταν αρκετά μεγαλύτερη. Πριν το 1929, οπότε κατασκευάστηκε το φράγμα του Μαραθώνα, στην περιοχή των εκβολών του Καινούριου ρέματος επικρατούσε μια κατάσταση δυναμικής ισορροπίας μεταξύ της απόθεσης και της διάβρωσης, με πιθανές μικρές περιόδους οπότε λάμβανε χώρα μικρή προέλαση της ξηράς. Μετά το 1929, οπότε ξεκίνησε η λειτουργία του φράγματος για την υδροδότηση της Αθήνας, η ισορροπία αυτή διαταράχθηκε και μερικά χρόνια αργότερα άρχισε η υποχώρηση της ακτογραμμής, λόγω της διάβρωσης από τη δράση των θαλάσσιων διεργασιών. Ο ρυθμός υποχώρησης στην περιοχή των εκβολών του Καινούριου ρέματος ξεπέρασε τα 2 μ. ανά έτος στις δεκαετίες του 1950 και 1960 και μειώθηκε σε περίπου 1 μ. και λιγότερο ανά έτος στις επόμενες δεκαετίες.

Η υποχώρηση της παράκτιας ζώνης από τη δράση των θαλάσσιων διεργασιών, και ιδιαίτερα του τμήματος της ακτογραμμής μεταξύ των εκβολών του Σέχρι ρέματος και του Καινούριου ρέματος, θα ενταθεί στο άμεσο μέλλον εξαιτίας της αναμενόμενης ανόδου της θαλάσσιας στάθμης κατά περίπου 49 εκ. έως το έτος 2100 εξαιτίας του φαινομένου του θερμοκηπίου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Baeteman, C. (1985), «Late Holocene Geology of the Marathon Plain (Greece)», *Journal of Coastal Research*, 1(2): 173-185.
- Boetechel, J., 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.
- Curtius, E., Kaupert, J. A. (1880), *Karten von Attika*.
- Fouache, E. (1999), «L'alluvionnement historique en Grèce Occidentale et au Péloponnèse. Géomorphologie, archéologie, histoire», *Bulletin de Correspondance Hellénique*, Supplement, 35.
- Howard, A. D. (1967), «Drainage Analysis in Geologic Interpretation: A Summation», *American Association of Petroleum Geologists*, 51: 2246-3359.
- ICPP (2001), *Climate Change, Synthesis Report*, επιμ. R. T. Watson and the Core Writing Team, Γενεύη, 184 σελ. (ξεχωριστή έκδοση).
- Katsikatsos, G. (1976), «La structure tectonique de l'Attique et de l'île d'Eubée», *Bull. Soc. Geol. France*, 19: 75-80.
- Katsikatsos, G., Migiros, G., Triantaphyllis, K. 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.
- Λάμπρου, Ι. (1998), *Ο υδάτινος πλούτος της Αττικής γης*, Αθήνα: Αγροτική Τράπεζα της Ελλάδος.
- Λόζιος, Σ. (1993), *Τεκτονική ανάλυση των μεταμορφωμένων σχηματισμών της Νοτιοανατολικής Αττικής*, διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Leontaris, S., Maroukian, H. (1988), «Coasts Problematic to Man in the South Euboic Gulf, Faros Avlidas - Skala Oropou Area», *Greek Geological Society Bulletin*, 20: 383-398.
- Maroukian, H., Zamani, A., Pavlopoulos, K. (1993), «Coastal Retreat in the Plain of Marathon (East Attica), Greece: Causes and Effects», *Geologica Balcanica*, 23(2): 67-71.
- Παπανικολάου, Δ., Μαριολάκος, Η., Λέκκας, Ε., Λόζιος, Σ. (1988), «Μορφοτεκτονικές παρατηρήσεις στη λεκάνη Ασωπού και την παραλιακή ζώνη Ωρωπού. Συμβολή στη νεοτεκτονική της Βόρειας Αττικής», *Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας*, XX: 251-267.
- Pavlopoulos, K., 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.
- Ρουμπάνης, Β. (1961), «Γεωμορφολογικά έρευναι επί της οροσειράς της Πάρνηθος», *Annales Géologiques des Pays Helléniques*, XII: 18-104.
- Strahler, A. (1957), «Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology», *Am. Geophys. Union Trans.*, 38(6): 913-920.