

Κεφάλαιο Α'

Γενικά Χαρακτηριστικά του Παράκτιου Χώρου του Κόλπου του Μαραθώνα

1.1. Γενικά Γεωγραφικά Στοιχεία

Η πεδιάδα του Μαραθώνα κατέχει μια χαμηλού αναγλύφου παράκτια ζώνη του βόρειου άκρου της Ανατολικής Αττικής. Έχει το σχήμα εξωτερικού τομέα του ΒΔ τεταρτημορίου ενός κύκλου, το εσωτερικό του οποίου κατέχει ο Όρμος του Μαραθώνα. Αυτός ο όρμος αποτελεί το θαλασσεύον τμήμα της πεδιάδας, που κατακλύστηκε κατά τη διάρκεια ανόδου της στάθμης της θάλασσας στο Ολόκαινο. Η ακτογραμμή, η οποία αρχίζει από τη λοφώδη ζώνη της Κυνοσούρας και καταλήγει στη Νέα Μάκρη, με μήκος περίπου 10km, αποτελεί σταθερό και σαφές όριο της πεδιάδας προς τα Νοτιοανατολικά. Προς τα Δ/Β/ΒΑ, η πεδιάδα περιβάλλεται από λοφώδη εξάρματα με απότομα πρανή. Η γραμμή επαφής είναι ακανόνιστη, καθώς υπάρχουν προεξοχές της πεδιάδας, οι οποίες διεισδύουν μεταξύ των λόφων. Το πλάτος της πεδιάδας είναι ελάχιστο στην περιοχή του Έλους της Μπρεξίζας (1.1 km) και μέγιστο στην περιοχή του Κάτω Σουλίου Σχινιά (4.4 km). Η επιφάνεια της πεδιάδας του Μαραθώνα κατέχει την υψομετρική ζώνη μεταξύ της θάλασσας (0m) και της ισοϋψούς των +40m πάνω από τη θαλάσσια στάθμη και έχει έκταση περίπου 44 km². Οι καρτεσιανές συντεταγμένες, μεταξύ των οποίων περικλείεται η πεδιάδα του Μαραθώνα στο Εθνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (Ε.Γ.Σ.Α.) του 1987, είναι:

$$\begin{array}{ccc} & 4.225.000 \text{ m B} & \\ 496.000 \text{ m Δ} & & 505.000 \text{ m A} \\ & 4.215.000 \text{ m N} & \end{array}$$

Η θαλάσσια περιοχή του Όρμου του Μαραθώνα αποτελεί δυτικό τμήμα του Κόλπου των Πεταλιών και του ευρύτερου Νότιου Ευβοϊκού Κόλπου, ο οποίος χωρίζει την Ανατολική Αττική από τη ΝΔ Εύβοια. Τα λοφώδη εξάρματα, τα οποία περιβάλλουν την πεδιάδα του Μαραθώνα, αποτελούν ανατολικές απολήξεις των ορεινών όγκων του Πεντελικού (ΝΔ) και της Πάρνηθας (ΒΔ) προς τη θαλάσσια περιοχή του Νότιου Ευβοϊκού Κόλπου. Επομένως, από γεωγραφικά άποψη η πεδιάδα του Μαραθώνα συνδέεται άμεσα με τις φυσικές διεργασίες, που συμβαίνουν τόσο στο θαλάσσιο χώρο του Νότιου Ευβοϊκού Κόλπου, όσο και στο χερσαίο χώρο της λοφώδους ζώνης της Β/ΒΑ Αττικής. Προσαρμοσμένες προς τις φυσικές διεργασίες των δύο αυτών φυσικών συστημάτων πρέπει να ήταν και οι ανθρωπογενείς διεργασίες που συνδέονται με την εξέλιξη της περιοχής κατά το Ολόκαινο.



Εικόνα 1.1

1.2. Ιστορικά Στοιχεία

Η περιοχή μελέτης μας περιλαμβάνει την ευρύτερη περιοχή του Κόλπου του Μαραθώνα και επικεντρώνεται κυρίως στο παράκτιο κομμάτι του όρμου Σχινιά. Ιστορικά, θα μπορούσαμε να αναφέρουμε πως στην περιοχή υπήρχαν δύο παράλιες λεκάνες:

- i.** Ένα μεγάλο έλος, που περιλαμβάνει και τον υγροβιότοπο του Σχινιά.
- ii.** Ένα μικρότερο έλος νοτιότερα, στην περιοχή της Βρεξίζας.

Ο Μαραθώνας πήρε το όνομά του από τον αρχαίο τοπικό ήρωα Μάραθο. Η περιοχή της Τετραπόλεως, που θεμελίωσε σύμφωνα με την παράδοση ο Ξούθος (γενάρχης των Ιώνων της Αττικής), αντιστοιχεί στην εύφορη πεδιάδα του Μαραθώνα. Οι τέσσερις αρχαίες πολυάριθμες πόλεις – Μαραθώνας (στο Πλάσι), Οινόη, Τρικόρυνθος (στο Κάτω Σούλι) και Προβάλινθος (μεταξύ της Νέας Μάκρης και των στρατιωτικών κατασκηνώσεων) – συνδέθηκαν με μερικές από τις σπουδαιότερες παραδόσεις, οι οποίες κατά τους αρχαίους χρόνους εμφανίστηκαν στην περιοχή της Αττικής. Η περιοχή αυτή είναι πασίγνωστη για τη μάχη στο πεδίο του Μαραθώνα, όπου 10000 Αθηναίοι και 1000 Πλαταιείς, υπό την καθοδήγηση του Μιλτιάδη, θριάμβευσαν το 490 π.Χ. επί του πολλαπλάσιου περσικού στρατού των Αρταφέρνη και Δάτη.

Παρόλα αυτά, η ακριβής θέση του αρχαίου δήμου του Μαραθώνα δεν είναι μέχρι σήμερα

γνωστή. Ο W. Kendrick Pritchett είναι αυτός που τοποθετεί τον Μαραθώνα κοντά προς τα ΒΑ του τύμβου του Μαραθώνα, κοντά στην παραλία, στη σημερινή θέση Πλάσι. Τα αποτελέσματα του Pritchett στηρίχθηκαν σε κάποια ελάχιστα ίχνη και στην παρουσία πολλών οστράκων στην επιφάνεια των αγρών σε αντίθεση με τη σημερινή περιοχή του Μαραθώνα, όπου το έδαφος δεν παρουσιάζει κανένα σημάδι οικισμού και ανθρώπινης δραστηριότητας κατά την αρχαιότητα. Σύμφωνα με την περιγραφή του Πausανία, η περιοχή περιλάμβανε ένα ρέμα, το οποίο εκκινεί από την πηγή Μακαρία, μια αλμυρή λίμνη και πολλά έλη. Ανάμεσα στους βάλτους υπήρχαν λωρίδες στεριάς όπου έβοσκαν τα κοπάδια, ενώ η αλμυρή λίμνη, η οποία επικοινωνούσε με τη θάλασσα, είναι το μόνο φυσικό στοιχείο που επέζησε μετά την αποξήρανση του έλους. Τέλος, αναφέρεται πως επιβεβαιώνεται (Πετροπουλάκου, 1973) ότι η βόρεια περιοχή του Μαραθώνα ήταν ανθυγιεινή, εξαιτίας των ελών και των εντόμων, ενώ η νότια περιοχή, στην οποία ευρισκόταν ο δήμος του Μαραθώνα, είναι πολύ εύφορη (καλλιέργειες αμπελιού και ελιάς).



Εικόνα 1.2: Απεικόνιση της Μάχης του Μαραθώνα μεταξύ Περσών και Ελλήνων

1.3. Εξελικτικά Στάδια του Περιβάλλοντος στο Έλος του Σχινιά

Το φυσικό περιβάλλον της περιοχής Σχινιά ακολούθησε τα παρακάτω εξελικτικά στάδια.

Στάδιο 1

Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας προκάλεσε την είσοδό της στο χαμηλού αναγλύφου καρστικό βύθισμα του Μαραθώνα, το οποίο μετέτρεψε σε ρηχό θαλάσσιο κόλπο, ανοικτό στη δράση των ανέμων και κυμάτων νότιας συνιστώσας. Η δράση αυτή οδήγησε στο σχηματισμό εγκάρσιου αμμόδους φράγματος (bar) μορφής λουρονησίδας, το οποίο ανυψώθηκε πάνω από τη στάθμη της θάλασσας και απομόνωσε το εσωτερικό τμήμα του κόλπου από την ανοικτή θάλασσα. Στην επιφάνεια της λουρονησίδας σχηματίστηκαν ομάδες παράλληλων θινών με οριζόντα κίσσηρης αντίστοιχο με αυτόν που δημιούργησε η έκρηξη του ηφαιστείου της Σαντορίνης το 1500 π.Χ. (Sotiriadis & Schneider, 1974). Η απομόνωση του ρηχού θαλάσσιου κόλπου και οι εισροές γλυκού νερού από καρστικές πηγές (Μακαρία, Δρακονέρα κ.ά.) τον μετέτρεψαν σε λιμνοθάλασσα και λίμνη γλυκού – εφάλμυρου νερού. Εκτιμάται πως οι διεργασίες αυτές συνέβησαν περίπου κατά την περίοδο προ του 1500 π.Χ. και αμέσως μετά. Προς το τέλος του Σταδίου 1 στο λιμνοτελματικό περιβάλλον του Σχινιά σχηματίστηκε στρώμα με στρώσεις τύρφης.

Στάδιο 2

Κατά το στάδιο αυτό παρατηρείται είσοδος θαλασσινού νερού στο λιμνοτελματικό περιβάλλον του Σχινιά και βαθμιαία μετατροπή του σε λιμνοθάλασσα με αλμυρό και υφάλμυρο νερό. Η είσοδος του θαλασσινού νερού γινόταν μέσω διαύλων στον οριακό χώρο της λουρνησίδας, ενώ μεγάλες εισροές καρστικού νερού γίνονταν μέσω πηγών στον περίγυρο των οποίων το γλυκό νερό δημιουργούσε ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη υδροχαρούς βλάστησης.

Στάδιο 3

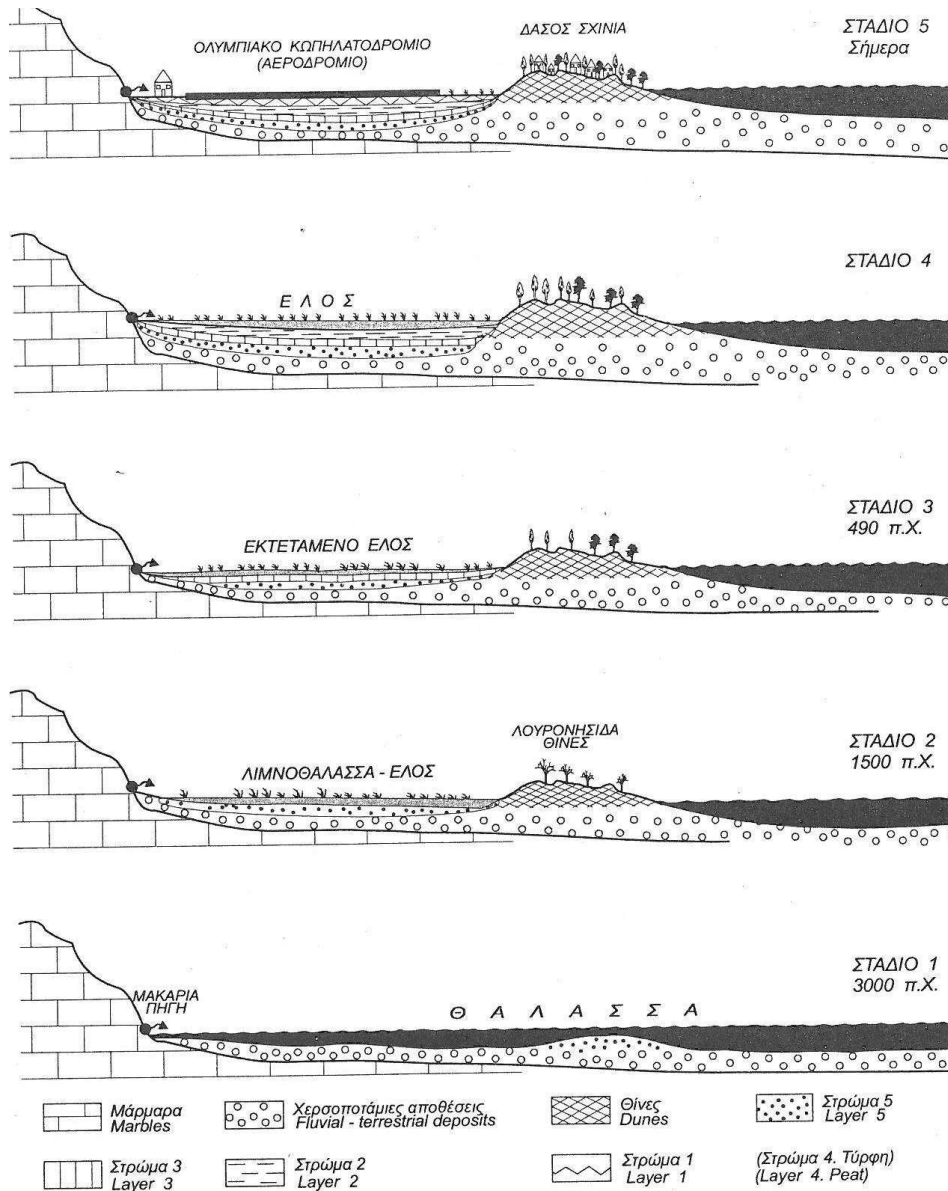
Η περιοχή μετατρέπεται σε εκτεταμένο υφάλμυρο έλος με περιόδους έντονης εξάτμισης και απόθεσης γύψου μέσα στο αργιλικό στρώμα του υλικού του πυθμένα. Το νερό διατηρεί τον υφάλμυρο χαρακτήρα του σχεδόν σε όλη την έκταση του έλους εκτός από τον εσωτερικό χώρο όπου εκφορτίζονται οι καρστικές πηγές. Το Στάδιο 3, σύμφωνα με χρονολογικές εκτιμήσεις, αντιστοιχεί στην περίοδο διεξαγωγής της Μάχης του μαραθώνα (490 π.Χ.) και από πλευράς περιβάλλοντος δεν φαίνεται να είχε ευνοήσει τη διεξαγωγή της μάχης στο χώρο του έλους. Τόσο η κατάκλυση από το νερό όσο και το παχύ αργιλικό στρώμα του πυθμένα, δεν επέτρεπαν την πρόσβαση της περιοχής ή ανθρώπινες δραστηριότητες στο χώρο αυτό.

Στάδιο 4

Πρόκειται για το τελευταίο στάδιο φυσικής εξέλιξης του έλους του Σχινιά και η περιοχή αυτή διατηρεί το χαρακτήρα του έλους γλυκού νερού, με εισροές κατά περιόδους θαλασσινού νερού από την πλευρά της λουρνησίδας. Η περιβαλλοντική κατάσταση της ελώδους – τελματικής περιοχής του Σχινιά με την πλούσια υγροτοπική βλάστηση (καλαμώνες κ.ά.) θα συνεχιζόταν ακώλυτα μέχρι σήμερα εάν δεν γίνονταν ανθρώπινες επεμβάσεις, παρά τις οποίες όμως η περιοχή συνεχίζει να διατηρεί πολλούς φυσικούς χαρακτήρες και ποικίλα οικοσυστήματα.

Στάδιο 5

Πρόκειται για ένα στάδιο κατά το οποίο σοβαρές ανθρωπογενείς επεμβάσεις προσπαθούν να αλλάξουν το φυσικό υγροτοπικό σύστημα του Σχινιά. Έργα στράγγισης περιορίζουν την έκταση του έλους, έργα κατασκευής στρατιωτικών εγκαταστάσεων τροποποιούν το δυτικό του άκρο, έργα οικοδομικής ανάπτυξης και αξιοποίησης πιέζουν από όλες τις πλευρές τον υγρότοπο. Τα νέα έργα κατασκευής του Ολυμπιακού Κωπηλατοδρομίου σε συνδυασμό και με τη νομοθετική ρύθμιση για την προστασία του Εθνικού πάρκου του Σχινιά δημιουργούν προϋποθέσεις αναβάθμισης και ανάδειξης της περιοχής η οποία έχει τη δυνατότητα να διατηρήσει τα χαρακτηριστικά του υγροτοπικού της περιβάλλοντος.

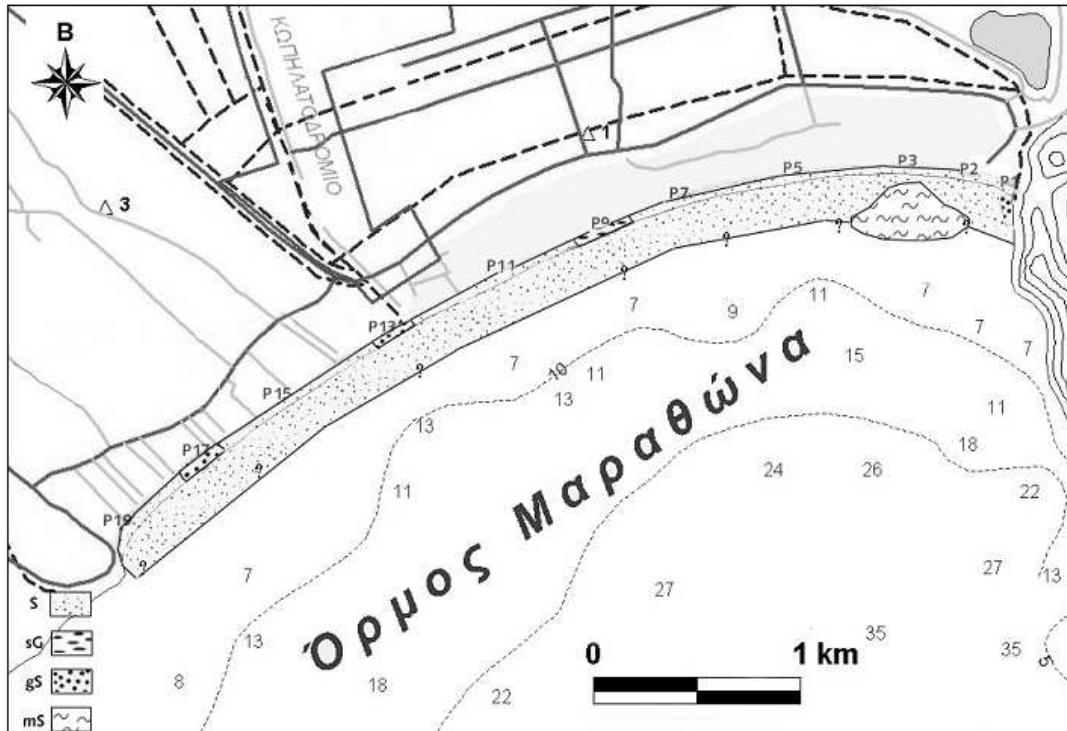


Εικόνα 1.3: Στάδια εξέλιξης του φυσικού υδροτοπικού περιβάλλοντος του Σχινιά Μαραθώνα από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα (Μαργώνη et al. 2002).

1.4. Γενικά Φυσιογραφικά Χαρακτηριστικά του Παράκτιου Χώρου του Κόλπου του Μαραθώνα

Ο κόλπος του Μαραθώνα έχει μήκος ακτογραμμής περίπου 11 km και η περιοχή μελέτης μας από την ακρωτήριο της Κυνοσούρας μέχρι τις εκβολές του ποταμού Οινόη (Χάραδρος), (δηλαδή η παραλία του Σχινιά) έχει μήκος περίπου 5 km. Η ευρύτερη περιοχή χαρακτηρίζεται από ήπιο τεκτονισμό, μεσογειακό τύπο κλίματος περιοχή και σχετικά χαμηλή κυματική ενέργεια. Ο ποταμός Χάραδρος (ή Οινόη) κατά το παρελθόν μετέφερε σημαντικές ποσότητες ιζημάτων, οι οποίες μειώθηκαν δραστικά από το 1929 μετά την κατασκευή του φράγματος του Μαραθώνα. Η κορυφή του δέλτα βρίσκεται σε απόσταση περίπου δύο χιλιομέτρων από την ακτογραμμή. Ο ποταμός σήμερα διακλαδώνεται πριν τις εκβολές του δημιουργώντας το ρέμα Σεχρί (βάθος ~2 μέτρα), που δε λειτουργεί εδώ και αρκετές δεκαετίες, και το ρέμα Καινούργιο. Ειδικότερα, η περιοχή μελέτης είναι η παραλιακή ζώνη του Όρμου του Σχινιά, η οποία περιλαμβάνει στο βόρειο τμήμα της το πεδίο των αμμοθινών με το πευκοδάσος του Σχινιά (με μήκος ~3 km και πλάτος περί τα 450 m) και

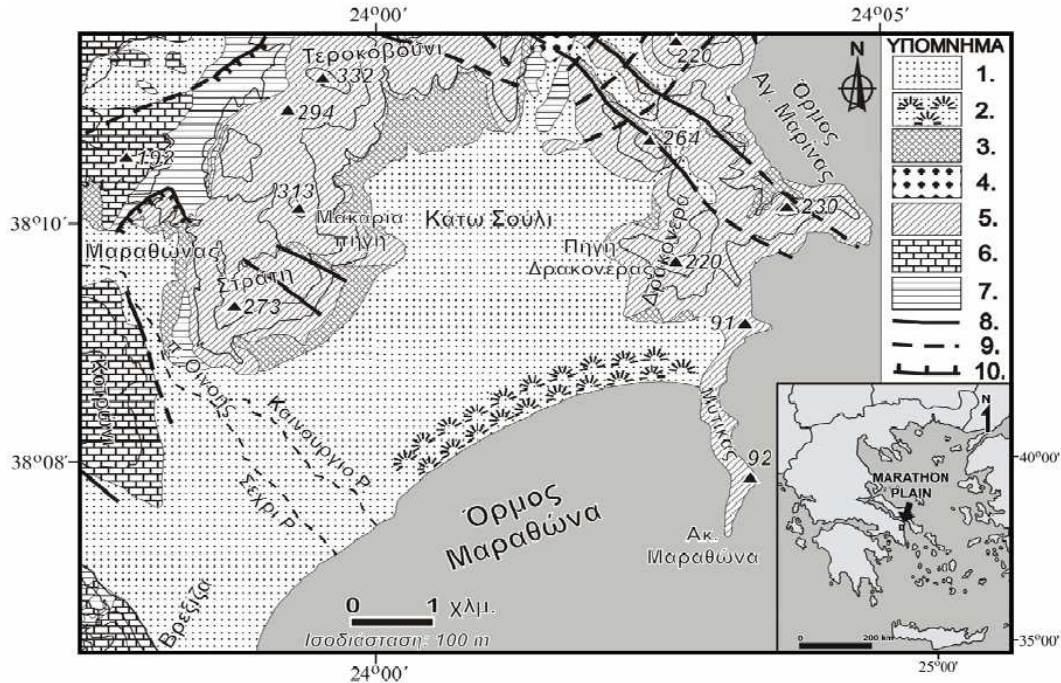
στο νότιο τμήμα της μια αλλουβιακή, σχετικά επίπεδη πεδιάδα μέχρι τις εκβολές του Χάραδρου. Ο σχηματισμός της παράκτιας ζώνης της περιοχής του πευκοδάσους του Σχινιά και της ελώδους περιοχής πίσω από αυτό έχει περιγραφεί από τους Μαργώνη κ.ά. (2002). Ο ευρύτερος χερσαίος παράκτιος χώρος του Κόλπου Μαραθώνα αποτελείται από Τεταρτογενείς αποθέσεις (περιοχή έλους Μαραθώνα, δελταϊκούς σχηματισμούς, πεδία θινών), οι οποίες προς βορρά περικλείονται από τα Μάρμαρα του Μαραθώνα (Κατ. Κρητιδικό) και ανατολικά από τα μάρμαρα Αγίας Μαρίνας (Αν. Κρητιδικό), που ανήκουν στην σχετικά αυτόχθονη ενότητα Αλμυροποτάμου Αττικής (Παυλόπουλος κ.ά., 2002, Maroukian et al., 1993).



Σχήμα 1.1. Φυσιογραφικά χαρακτηριστικά περιοχής μελέτης και σχηματική απεικόνιση της κατανομής των διαφόρων τύπων ιζήματος σύμφωνα με την ονοματολογία του Folk (1980) [S: άμμος, sG: αμμούχοι χάλικες, gS: χαλικούχος άμμος, mS: πηλούχος άμμος].

Η περιοχή μελέτης παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον διότι αποτελεί παράδειγμα έντονων γεωμορφολογικών αλλαγών και ανθρωπογενών επεμβάσεων. Η ελάττωση της στερεοπαροχής του ποταμού, λόγω των πολυάριθμων ανθρωπογενών επεμβάσεων, όπως η κατασκευή του φράγματος του Μαραθώνα (1929), η επέκταση του αρδευτικού δικτύου της πεδιάδας, οι εκτεταμένες αμμοληψίες από την κοίτη του ποταμού Οινόη έχουν αλλοιώσει τα φυσιογραφικά και γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της πεδιάδας. Για να προστατευτεί το φυσικό περιβάλλον των βιο-υδροτόπων του Μαραθώνα από την άναρχη δόμηση, τη παράνομη επιχωμάτωση και καταπάτηση, η Ελληνική Κυβέρνηση ανακήρυξε την περιοχή ως Natura 2000. Στην παρούσα εργασία εντοπίζονται οι αλλαγές στην γεωμορφολογία και στις χρήσεις γης που έχουν συμβεί στην πεδιάδα του Μαραθώνα κατά τη διάρκεια των τελευταίων 120 χρόνων και γίνεται μια εκτίμηση για τους παράγοντες που συνετέλεσαν στην διαμόρφωση της σημερινής κατάστασης. Η ανθρώπινη παρέμβαση πέραν της κατασκευής του φράγματος μέχρι και τα μέσα του προηγούμενου αιώνα ήταν περιορισμένες, ενώ κάποιες παρεμβάσεις, που αφορούσαν αποστραγγιστικά έργα, προκύπτουν από αεροφωτογραφία του 1960. Τις τελευταίες όμως δεκαετίες υπήρξε σχετικά αυξημένη εκμετάλλευση της παράκτιας χερσαίας περιοχής με τη λειτουργία στρατιωτικών εγκαταστάσεων και αεροδρομίου, ενώ πολύ κοντά στον αιγιαλό κτίστηκαν παραθεριστικές κατοικίες, ταβέρνες και λίγα ξενοδοχεία. Τέλος, η πλέον πρόσφατη και πιο δραστική επέμβαση

στην παράκτια ζώνη είναι το κωπηλατοδρόμιο, που φτιάχτηκε για τους Ολυμπιακούς Αγώνες του 2004, και άλλαξε δραστικά την εικόνα της περιοχής με νέους δρόμους, χώρους πάρκινγκ και εγκαταστάσεις.



Εικόνα 1.3. Γεωλογικός χάρτης της περιοχής του Μαραθώνα (τροποποιημένος από Λόζιο, 1993; τα τεκτονικά στοιχεία από Boetechtel and Papadeas, 1968; Καρκάνας και συνεργάτες, 2000).

ΥΠΟΜΝΗΜΑ: 1. Αλλουβιακές αποθέσεις (Ολόκαινο), 2. Παράκτιες αμμόδεις θίνες (Ολόκαινο), 3. Κορήματα και κώνοι κορημάτων (Τεταρτογενές), 4. Λιμναίες αποθέσεις που αποτελούνται από μάργες, ψαμμίτες και κροκαλοπαγή (Α. Μειόκαινο-Κ. Πλειόκαινο), 5. Μάρμαρα (Α. Τριαδικό-Α. Κρητιδικό), 6. Λευκά κρυσταλλικά μάρμαρα (Α. Τριαδικό). 7. Σχιστόλιθοι (κυρίως μαρμαρυγικοί και χλωριτικοί) με χαλαζιοαστριούχα πετρώματα και μεταβασίτες, 8. Ρήγμα ορατό, 9. Ρήγμα πιθανό, 10. Επώθηση.

1.5. Υδρολογικό Καθεστώς

Στην περιοχή αναπτύσσονται δύο είδη διακριτών υδροφοριών: η καρστική και η προσχωματική του πεδινού τμήματος (Μορφόπουλος, 1985). Η καρστική υδροφορία δεν είναι ενιαία και διαχωρίζεται στο δυτικό τμήμα, δηλαδή της Μακαρίας πηγής, και στο ανατολικό τμήμα, δηλαδή των λόφων της Δρακονέρας. Στο δυτικό άκρο του μετώπου ανάβλυσης της Μακαρίας πηγής, το νερό είναι πιο επιβαρυνμένο με χλωριόντα σε σχέση με το ανατολικό. Η καρστική υδροφορία της Μακαρίας πηγής έχει σαφώς καλύτερη ποιότητα από την προσχωματική υδροφορία. Η έκταση της υδρολογικής λεκάνης ανέρχεται σε 35.6 km². Η μέση κλίση της υπολογίζεται σε 7.0% περίπου και ο συντελεστής κατεισδύσης σε 35-40%. Το κύριο μέρος της κατεισδύουσας ποσότητας νερού εκφορτίζεται μέσω της Μακαρίας Πηγής. Το μέσο υπερετήσιο ύψος βροχής σε ολόκληρη τη λεκάνη απορροής ανέρχεται σε 500mm. Επίσης, ο μέσος υπερετήσιος όγκος βροχής στη λεκάνη ανέρχεται σε 17.8·10⁶ m³, εκ των οποίων εκφορτίζονται στην πεδινή ζώνη μέσω της Μακαρίας πηγής 6.23·10⁶ m³, ενώ το υπόλοιπο εξατμίζεται. Εκτιμάται ότι, προ του 1923, ο βιότοπος δεχόταν ετησίως ποσότητα νερού της τάξης των 6-7·10⁶ m³. Στην ποσότητα αυτή θα πρέπει να προστεθεί μια επιπλέον ποσότητα πλημμυρικών απορροών, που κατέληγαν στην περιοχή από την ανάντη ορεινή λεκάνη. Οι πλημμυρικές αυτές απορροές είχαν μεγάλη σημασία για την τροφοδοσία του με

θρεπτικά στοιχεία. Η σημερινή εισροή νερού στο βιότοπο γίνεται κυρίως από την βροχή που προσπίπτει απευθείας. Η ποσότητα αυτή είναι της τάξης των $0.7 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ετησίως. Επομένως, το υδρολογικό καθεστώς του βιοτόπου είναι σαφώς διαταραγμένο σε σχέση με τη φυσική κατάστασή του (Κουμαντάκης et al, 1993).

1.6. Χαρακτηριστικά των Οικοσυστημάτων και του Τοπίου

Ο συνδυασμός ενός υγροτόπου σημαντικού μεγέθους για τα δεδομένα της νοτιοανατολικής Ελλάδας, με πευκοδάσος αμμοθινών, που είναι σπάνιο ως δασικό οικοσύστημα (Richardson, 1998) και ως φυσικός χώρος εξάπλωσης της κουκουναριάς (*Pinus pinea*), αποτελεί εξαιρετική περίπτωση. Η παράκτια περιοχή Σχινιά Μαραθώνα περιλαμβάνει μεγάλη ποικιλία φυσικού τοπίου, ήτοι πηγή, έλος, αμμοθίνες, πευκοδάσος, θαμνώνες, υποθαλάσσια λιβάδια κ.λπ. (Γκαίτλιχ και Δραγούμης 1985). Η οικολογική αξία της συνίσταται στην ύπαρξη των εξής επί μέρους οικολογικών ενδιαιτημάτων (ΟΡΣΑ 1998, ENVECO 2000): α) Παραθαλάσσιο δάσος με χαλέπιο πεύκη και κουκουναριά. Είναι ένα από τα ελάχιστα που έχουν απομείνει στην Ελλάδα και στη Μεσόγειο. β) Χερσόνησος Κυνοσούρα και λόφος Δρακονέρας. Τυπικό μεσογειακό οικοσύστημα, με θάμνους, φρύγανα και πόες, η χερσόνησος έχει διατηρήσει τη φυσικότητά της με ελάχιστη επίδραση από τον άνθρωπο. γ) Πηγή Μακαρία. Δύο λιμνοπηγές όπου το νερό αναβλύζει όλο τον χρόνο από τον πυθμένα, σε σημαντικές ποσότητες. Ζουν χέλια, νεροχελώνες και το κινδυνεύουν ενδημικό ψάρι *Pseudophoxinus stymphalicus marathonicus* (ντάσκα) (Economidis, 1991). δ) Υγρότοπος με γλυκό, υφάλμυρο και αλμυρό νερό, καλαμιώνες, αλμυρικά, αλοφυτική βλάστηση και υγρά λιβάδια, ο οποίος κατακλύζεται περιοδικά. Απαντάται μεγάλη ποικιλία απειλούμενης ορνιθοπανίδας, όπως τα είδη *Ardea purpurea*, *Ardeola ralloides*, *Circus aeruginosus*, *Circus pygargus*, *Cisticola juncidis*, *Egretta garzetta*, *Ixobrychus minutus*, *Plegadis falcinellus*. ε) Λίμνη Στόμι. Το χαμηλότερο τμήμα του υγροτόπου, στην ανατολική του άκρη, πλημμυρίζει εποχικά με αλμυρό νερό. Στην περιοχή συναντώνται το σπάνιο ορχεοειδές *Orchis palustris* και απειλούμενα υδρόβια πουλιά, όπως τα είδη *Phoenicopterus ruber*, *Falco naumanni* και *Himantopus himantopus*. στ) Θαλάσσιος κόλπος με υποθαλάσσια λιβάδια ποσειδωνίας (*Posidonia oceanica*). Στο θαλάσσιο περιβάλλον διακρίνονται τρεις τύποι οικολογικών ενδιαιτημάτων του παραρτήματος Ι της Οδηγίας 92/43, ένα εκ των οποίων αποτελεί ενδιάστημα προτεραιότητας. Στο χερσαίο περιβάλλον έχουν παρατηρηθεί 16 τύποι οικολογικών ενδιαιτημάτων του ίδιου παραρτήματος, ενώ τρεις από αυτούς είναι προτεραιότητας. Η περιοχή Σχινιά εντάχθηκε στον κατάλογο του προγράμματος Corine στα τέλη της δεκαετίας του 1980 (Χατζημπίρος, 1995) και στον Επιστημονικό Κατάλογο του δικτύου Natura 2000 τη δεκαετία του 1990.

Η ποικιλία ενδιαιτημάτων, σε συνδυασμό με την διαδρομή μετανάστευσης πολλών αποδημητικών πουλιών και με το Μεσογειακό χαρακτήρα των οικοσυστημάτων, οδηγούν στην παρουσία μεγάλης βιοποικιλότητας. Έχουν καταγραφεί μέχρι σήμερα πάνω από 320 είδη χλωρίδας (Economidou 1975, Μπρόφας και Καρέτσος 1992), ενώ η χερσόνησος Κυνοσούρα έχει χαρακτηριστεί ως φυσικός βοτανικός κήπος (Χαριτωνίδου, 1977). Έχουν επίσης καταγραφεί πάνω από 150 είδη πτηνών, από τα οποία 31 περιλαμβάνονται στο Παράρτημα 1 της Οδηγίας 79/409/ΕΟΚ. Μεταξύ των σπονδυλωτών ζώων πλην ορνιθοπανίδας, που έχουν παρατηρηθεί μέχρι σήμερα στην περιοχή του Σχινιά, διακρίνονται σημαντικά ερπετά: *Elaphe situla*, *Emys orbicularis*, *Mauremys caspica*, *Testudo hermanni*, *Testudo marginata*, αμφίβια: *Hyla arborea* και ψάρια: *Pseudophoxinus stymphalicus marathonicus* (Καρανδρινός, 1992, Σφήκας, 1995, ENVECO, 2000, ΦΙΛΟΤΗΣ, 2003).

Η ευρύτερη περιοχή του Σχινιά είναι μια από τις λίγες τοποθεσίες που διατηρούν χαρακτηριστικά του κλασσικού παράκτιου Αττικού τοπίου, όπου έχουν εγγραφεί από την αρχαιότητα πλήθος από ιστορικές μνήμες: η μάχη του Μαραθώνα, ο κλασσικός τύμβος, ο τύμβος των Πλαταιέων, το τέμενος της Αθηνάς, το Μικρό Έλος κ.ά. (Κοτζαγεώργης et al, 1999). Χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη ενός σπάνιου για τη νότια Ελλάδα υγροτόπου με παραλιακό δάσος

κουκουναριάς, ενός μοναδικού φυσικού τοπίου, μέσα σε σπουδαία αρχαιολογική περιοχή. Οι σκηνές που καταγράφονται στις αισθήσεις από τις αντιθέσεις του αναγλύφου, της επίπεδης επιφάνειας του υγροτόπου και των χρωμάτων θάλασσας, παραλιακού πευκοδάσους, υψωμάτων Δρακονέρας και χερσονήσου Κυνοσούρα είναι μεγάλης αισθητικής αξίας (Hull and Revell, 1989, Amir and Gidalizon, 1990), δικαιώνουν δε την επιλογή του Σχινιά ως τοπίο ιδιαίτερου φυσικού κάλλους (ΦΙΛΟΤΗΣ, 2003).

Κεφάλαιο Β'

Μεθοδολογικές Προσεγγίσεις

2.1. Κυματισμοί

2.1.1. Γένεση Ανεμογενών Κυματισμών

Οι ανεμομετρικές κλίμακες αποτελούν πίνακες πρόχειρης ακριβούς εκτίμησης της έντασης του ανέμου. Παλιότερα υπήρχαν σε χρήση πολλές ανεμομετρικές κλίμακες. Από τις γνωστότερες και ευρύτερα χρησιμοποιούμενες αποτελεί η κλίμακα Beaufort. Βασίζεται σε διάφορα χαρακτηριστικά, όπως το σχήμα των κυμάτων, τα οποία παρατηρούνται από κάποιον επάνω σε ένα πλοίο. Προτάθηκε αρχικά από τον Ναύαρχο Sir Francis Beaufort το 1806 και υιοθετήθηκε από το Βρετανικό Ναυτικό το 1938 και σύντομα περιήλθε σε γενική χρήση. Η Διεθνής Μετεωρολογική Επιτροπή (International Meteorological Committee) υιοθέτησε την κλίμακα Beaufort, για διεθνή χρήση, το 1874. Από το Σεπτέμβριο όμως του έτους 1926, η διεθνής επιτροπή της Ναυτικής Μετεωρολογίας, που συνήλθε στη Ζυρίχη, και αργότερα το Διεθνές Μετεωρολογικό Συνέδριο, που συνήλθε στη Βιέννη, έκαναν δεκτή μια αναθεωρημένη ανεμομετρική κλίμακα Beaufort, βασισμένη σε μετρήσεις του ανέμου σε ύψος 6 μέτρων.

Η κλίμακα αναθεωρήθηκε ξανά το 1946 και εκτείνεται σε υψηλότερη ταχύτητα ανέμου, όπως δίνεται από την ισοδύναμη ταχύτητα ανέμου σε ύψος 10 μέτρων. Η κλίμακα Beaufort έφερε αρχικά 13 βαθμίδες, από το 0 μέχρι το 12. πρέπει να σημειωθεί πως, παρά τη γενίκευση της χρησιμοποίησης ανεμομετρικών οργάνων, η διεθνής ανεμομετρική κλίμακα Beaufort εξακολουθεί και σήμερα να αποτελεί έναν πρόχειρο ακριβή τρόπο εκτίμησης του ανέμου. Μάλιστα, επειδή οι 13 βαθμίδες της κλίμακας αυτής θεωρήθηκαν ανεπαρκείς, η Διεθνής Μετεωρολογική Οργάνωση, με απόφασή της το έτος 1947, συμπλήρωσε την κλίμακα Beaufort με την προσθήκη τεσσάρων ακόμη βαθμίδων και ως ανώτατη καθιερώθηκε η 17^η βαθμίδα. Δεν δόθηκαν όμως από την οργάνωση αυτή ιδιαίτερα ονόματα ή τα αντίστοιχα αποτελέσματα στην ξηρά ή στην θάλασσα των συμπληρωματικών αυτών βαθμίδων. Ο τύπος που έχει αποδεχθεί η Αγγλική Μετεωρολογική Υπηρεσία, για τον υπολογισμό της ταχύτητας του ανέμου βάση της κλίμακας *Beaufort*, είναι η κάτωθι σχέση:

$$V = 1.87 \cdot \sqrt{B^3}, \quad (2.1)$$

όπου: V = η ταχύτητα του ανέμου σε μίλια ξηράς ανά ώρα (mi/hr) και B = η βαθμίδα της κλίμακας *Beaufort*. Υπενθυμίζουμε πως για τις μετατροπές των μονάδων στο μετρικό σύστημα ισχύει: 1 mile = 5280 ft και 1 ft = 30.48 cm, επομένως 1 mile = 1609.344 m. Τελικά, στο μετρικό σύστημα, η παραπάνω σχέση γράφεται:

$$V = 0.836 \cdot \sqrt{B^3}, \quad (2.2)$$

όπου: V = η ταχύτητα του ανέμου σε m/sec . Πρέπει να τονίσουμε πως η κλίμακα *Beaufort* είναι εμπειρική. Κάτωθι παρουσιάζεται ο **Πίνακας (2.1)**, όπου δίδονται, βάση της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (Ε.Μ.Υ.), οι βαθμίδες της κλίμακας *Beaufort* σε διάφορα συστήματα μονάδων, καθώς και την ονομασία με την οποία χαρακτηρίζουμε τους ανέμους. Οφείλουμε να τονίσουμε πως οι ταχύτητες των ανέμων αναφέρονται σε ύψος μέτρησης 10 μέτρων επάνω από την επιφάνεια της θάλασσας ή του εδάφους και σε αναπεπταμένους ανοικτούς, χωρίς εμπόδια, χώρους.

Πίνακας 2.1: Κλίμακα Beaufort κατά την Ε.Μ.Υ. (2010)

Βαθμίδες κλίμακας	Χαρακτηρισμός Ανέμου	Ταχύτητα σε κόμβους	Μέση ταχύτητα σε κόμβους	12 Ταχύτητα σε m/sec	Ταχύτητα σε Km/h	Εμφάνιση της θάλασσας στο ανοικτό πέλαγος	Πιθανό ύψος κύματος στο ανοικτό πέλαγος σε m (Μέγιστο)
0	Άπνοια	00	00	0 - 0,2	01	Θάλασσα σαν καθρέπτης.	
1	Σχεδόν άπνοια	01 - 03	02	0,3 - 1,5	01 - 05	Σχηματίζονται ρυτίδες που έχουν τη μορφή λεπιών χωρίς κορυφές με αφρό.	0,1 (0,1)
2	Πολύ ασθενής	04 - 06	05	1,6 - 3,3	06 - 11	Μικρά κυματίδια χαμηλά αλλά αρκετά σχηματισμένα. Οι κορυφές τους είναι λείες και δεν σπάζουν.	0,2 (0,3)
3	Ασθενής	07 - 10	09	3,4 - 5,4	12 - 19	Μεγάλα κυματίδια. Οι κορυφές τους αρχίζουν να σπάζουν. Πιθανός λευκός αφρός αραιά.	0,6 (1)
4	Σχεδόν μέτριος	11 - 16	13	5,5 - 7,9	20 - 28	Μικρά κύματα που γίνονται μακρύτερα. Μάλλον συχνοί αφροί με όψη λευκών προβάτων.	1 (1,5)
5	Μέτριος	17 - 21	19	8,0 - 10,7	29 - 38	Μέτρια κύματα με σαφή επιμήκη μορφή. Όψη πολυαρίθμων λευκών προβάτων. Ενδεχομένως δημιουργία πτύλου (spray).	2 (2,5)
6	Ισχυρός	22 - 27	24	10,8 - 13,8	39 - 49	Αρχίζουν να σχηματίζονται μεγάλα κύματα. Οι κορυφές με λευκό αφρό εξαπλώνονται παντού. Πιθανοί	3 (4)

Λόγω της κίνησης του ατμοσφαιρικού αέρα επάνω από την επιφάνεια της γης δημιουργείται οριακό στρώμα με έντονη κλίση της ταχύτητας κοντά στη διεπιφάνεια. Έχει ευρεθεί πως μια καλή προσέγγιση της μεταβολής αυτής, για τα πρώτα 20m επάνω από την επιφάνεια, δίδεται από την ακόλουθη σχέση:

$$U_{10} = U(z) \cdot \left(\frac{10}{z} \right)^{1/7}, \text{ με } 0 < z < 20, \quad (2.3)$$

όπου:

U_{10} = η χαρακτηριστική ταχύτητα του ανέμου ανεφερόμενη σε ύψος 10m επάνω από την επιφάνεια,

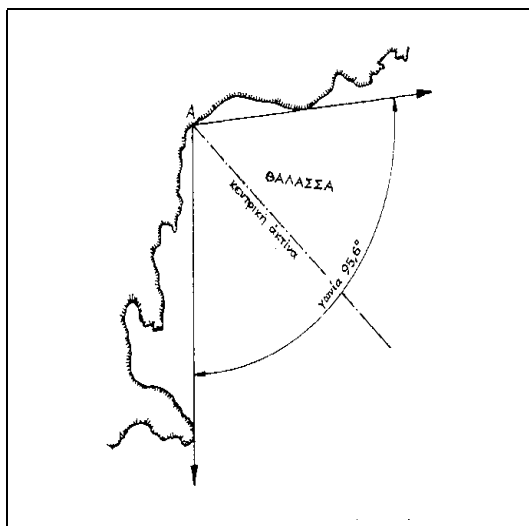
$U(z)$ = η χαρακτηριστική ταχύτητα του ανέμου ανεφερόμενη σε ύψος Z (σε m) επάνω από την επιφάνεια,

Z = ύψος από την επιφάνεια (σε m).

Ο ημιεμπειρικός αυτός νόμος βασίζεται στον παγκόσμιο νόμο κατανομής της ταχύτητας των Prandtl – von Karman και αναφέρεται, για την τιμή 1/7 του εκθέτη, στο οριακό στρώμα επάνω από την ανοικτή θάλασσα. Η ταχύτητα αυτή, ως παράγων κυματογενέσεως, επηρεάζεται από τη θερμική ευστάθεια της κατώτερης ατμόσφαιρας που περιγράφεται από τη διαφορά θερμοκρασίας – αέρα.

2.1.2. Ανάπτυγμα κύματος

Στην ανοικτή θάλασσα, εκεί δηλαδή που δεν υπάρχει γεωγραφικός περιορισμός από την παρουσία νησιών ή οποιασδήποτε μορφής σχηματισμό ξηράς, ονομάζουμε *ανάπτυγμα κύματος* F την χαρακτηριστική γραμμική διάσταση της θαλάσσιας επιφάνειας που εκδηλώνεται κατά τη διεύθυνση του ανέμου, δηλαδή την απόσταση δράσης του ανέμου πάνω στην επιφάνεια της θάλασσας για την δημιουργία και ανάπτυξη κυμάτων. Όπου υπάρχει ειδικής μορφής στερεός σχηματισμός που περιορίζει την ελεύθερη δράση του ανέμου πάνω στην επιφάνεια της θάλασσας, τότε *τομέας πελάγους* είναι η περιοχή με κορυφή ένα παράκτιο ή μη σημείο και πλευρές τις εφραπτόμενες από το υπόψη σημείο πάνω στις πιο προωθημένες πλευρικά ακτογραμμές, Σχήμα (2.1), κατά τρόπο που να περιορίζεται από οποιοδήποτε εμπόδιο η ελεύθερη επιφάνεια της θάλασσας για την ανάπτυξη των κυματισμών. *Συμβατικό ανάπτυγμα κύματος*, για ορισμένο σημείο αναφοράς, είναι η μεγαλύτερη απόσταση, που υπολογίζεται χαρτογραφικά μέσα στον τομέα πελάγους, του παράκτιου σημείου κορυφής από την απέναντι ακτογραμμή και μέσα στην μεγαλύτερη στατιστικά έκταση εκδήλωσης των θυελλών για την περιοχή αναφοράς μας.



Σχήμα 2.1: Τομέας πελάγους θέσης A

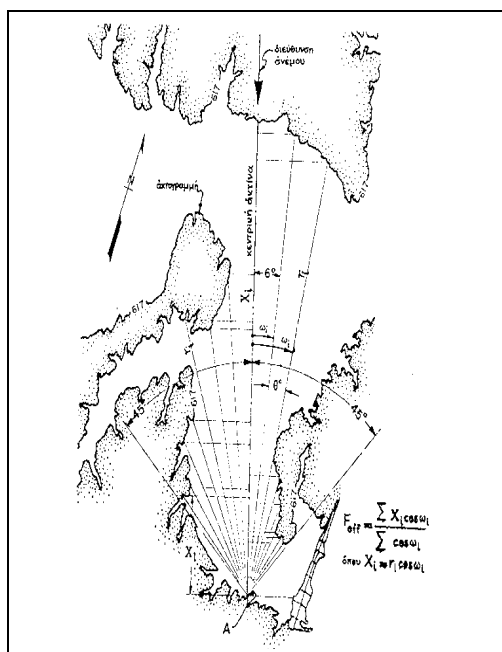
Σε μερικές ειδικές περιπτώσεις, κυρίως στην περιοχή εκδήλωσης του ανέμου και στη θέση κατασκευής των λιμενικών έργων, οι ακτογραμμές είναι πολύ ανώμαλες. Πολλές φορές μπροστά από το σημείο αναφοράς προβάλλουν νησιά και γενικά γεωγραφικοί σχηματισμοί κατά τρόπο που να περιορίζουν την ελεύθερη στερεών εμφανίσεων θάλασσα. Σε πλάτος μικρότερο του μήκους του αναπτύγματος κύματος γίνεται χρήση του *αποτελεσματικού* ή *ενεργού αναπτύγματος κύματος* (effective fetch), που είναι τόσο μικρότερο όσο πιο μικρός είναι ο λόγος $\frac{\text{πλάτος}}{\text{μήκος}}$ του αναπτύγματος κύματος, το οποίο μελετάμε τώρα ως επιφάνεια. Από χάρτες της περιοχής υπολογίζεται το ενεργό μήκος αναπτύγματος F_{eff} , σε ένα τομέα $\pm 45^\circ$ εκατέρωθεν της αντίστοιχης διεύθυνσης του ανέμου, το οποίο ορίζεται ως:

$$F_{\text{eff}} = \frac{\sum_i (F_i \cdot \cos a_i)}{\sum_i \cos a_i} \quad (2.4)$$

όπου:

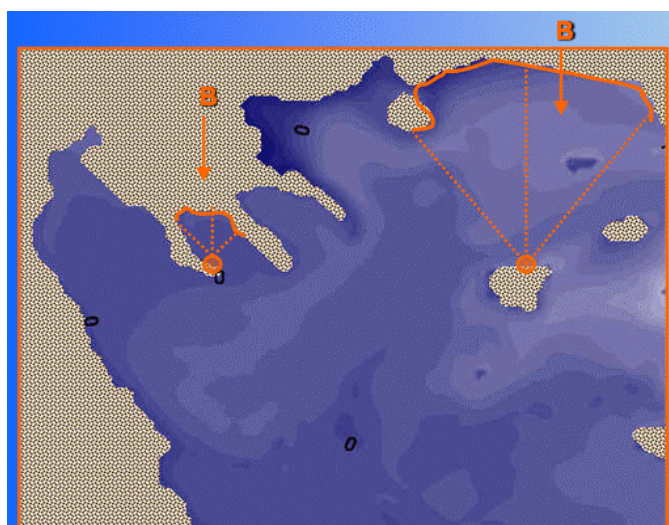
- iii. ο ακέραιος i περιγράφει την κατεύθυνση ακτινών ανά 10° εκατέρωθεν της κατευθύνσεως του ανέμου.
- iv. F_i το γραμμικό μήκος αναπτύγματος της κατεύθυνση i .
- v. a_i η γωνία που σχηματίζει η ακτίνα i με την κατεύθυνση του ανέμου.

Σύμφωνα με το Σχήμα (2.2), τα μεγέθη X_i είναι οι πάνω στη διεύθυνση ανέμου ορθές προβολές των ελευθέρων εμποδίων ακτινών F_i , που με πόλο A χαράσσονται στο χάρτη για σταθερό βήμα γωνίας θ° , ώστε δεξιά και αριστερά μιας κεντρικής ακτίνας που ταυτίζεται με τη διεύθυνση του ανέμου, οι γωνίες ω_i να είναι μικρότερες των 45° . Η τιμή του βήματος θ° εξαρτάται από την ακρίβεια που επιδιώκουμε. Για το λόγο αυτό, προτείνεται η επανάληψη της μεθόδου για διάφορες διευθύνσεις ανέμου, ώστε τελικά να προκύψει στο A το μέγιστο ύψος κύματος.



Σχήμα 2.2: Υπολογισμός ενεργού αναπτύγματος κύματος

Στο Σχήμα (2.3) παρουσιάζεται, σχηματικά, ο τρόπος υπολογισμού του ενεργού μήκους αναπτύγματος για δύο περιοχές του Αιγαίου για ανάπτυξη κυματισμών υπό Βόρειο άνεμο. Χαρτογραφικά προσδιορίζεται το ενεργό μήκος αναπτύγματος F_{eff} για οποιαδήποτε παράκτια περιοχή.



Σχήμα 2.3: Παράδειγμα υπολογισμού ενεργού αναπτύγματος στο Β. Αιγαίο

2.1.3. Διαμόρφωση των κυματισμών στον παράκτιο χώρο

Για τον υπολογισμό του ύψους κύματος σε ένα συγκεκριμένο βάθος d , κάτω από την επίδραση των φαινομένων της ρηχότητας, διάθλασης και θραύσης, στην περίπτωση πλάγιας πρόσπτωσης των κυματισμών σε ένα πεδίο με παράλληλες ισοβαθείς, ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία.

1) Υπολογίζεται, καταρχάς, το μήκος κύματος L_i , στο βάθος d_i , το οποίο δίνεται από την εξίσωση διασποράς:

$$\boxed{L_i = L_0 \cdot \tanh\left(2\pi \cdot \frac{d_i}{L_i}\right)}, \quad (2.5)$$

όπου L_0 το μήκος κύματος για τα βαθιά νερά.

2) Υπολογίζεται η γωνία πρόσπτωσης φ_i στο βάθος d_i , η οποία δίνεται από τη σχέση:

$$\boxed{\sin \varphi_i = \frac{L_0}{L_i} \cdot \sin \varphi_0}, \quad (2.6)$$

όπου φ_0 η γωνία πρόσπτωσης των κυματισμών στα βαθιά νερά. Μπορεί, επίσης, η σχέση αυτή να πάρει την μορφή:

$$\sin \varphi_i = \sin \varphi_0 \cdot \tanh\left(2\pi \cdot \frac{d_i}{L_i}\right). \quad (2.7)$$

Από την αρχική εξίσωση έχουμε:

$$\varphi_i = \sin^{-1}\left(\frac{L_i}{L_0} \cdot \sin \varphi_0\right) = \sin^{-1}\left[\sin \varphi_0 \cdot \tanh\left(2\pi \cdot \frac{d_i}{L_i}\right)\right]. \quad (2.8)$$

3) Ο δείκτης n_i δίνεται από την σχέση:

$$\boxed{n_i = \frac{1}{2} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot k_i \cdot d_i}{\sinh(2 \cdot k_i \cdot d_i)}\right)}, \quad (2.9)$$

με $k_i = \frac{2 \cdot \pi}{L_i}$. Επομένως, η παραπάνω εξίσωση γράφεται:

$$n_i = \frac{1}{2} \cdot \left(1 + \frac{4\pi \cdot \frac{d_i}{L_i}}{\sinh\left(4\pi \cdot \frac{d_i}{L_i}\right)}\right). \quad (2.10)$$

4) Το ύψος κύματος H_i , στο βάθος d_i , υπολογίζεται από την σχέση:

$$\boxed{H_i = k_{ai} \cdot k_{mi} \cdot H_0 = \left(\frac{n_0 \cdot L_0}{n_i \cdot L_i}\right)^{0.5} \cdot \left(\frac{\cos \varphi_0}{\cos \varphi_i}\right)^{0.5} \cdot H_0}, \quad (2.11)$$

με H_0 το ύψος του κύματος στα βαθειά νερά και $n_0 = 0.5$. Επίσης, οι δείκτες k_{si} και k_{Ri} δίνονται από τις ακόλουθες σχέσεις:

$$k_{si} = \left(\frac{n_0 \cdot L_0}{n_i \cdot L_i} \right)^{0.5} \quad \text{και} \quad k_{Ri} = \left(\frac{\cos \varphi_0}{\cos \varphi_i} \right)^{0.5}. \quad (2.12)$$

5) Η μηχανική ενέργεια ισοκατανέμεται σε κινητική και δυναμική. Ως πυκνότητα ενέργειας \bar{E} ορίζεται το ενεργειακό περιεχόμενο στήλης νερού ίση προς $1m^2$ και κατά μέσο όρο, κατά την περίοδο του κύματος, βρίσκεται ίσο προς:

$$\bar{E} = \frac{E}{L} = \rho g \frac{H^2}{8}, \quad (2.13)$$

εξαρτώμενο αποκλειστικά από το ύψος κύματος. Η ισχύς του κύματος (μέσος ρυθμός ροής ενέργειας από κατακόρυφη διατομή μοναδιαίου πλάτους) βρίσκεται από τη σχέση:

$$P = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T \int_{-d}^0 p \cdot u \cdot dxdt, \quad (2.14)$$

η οποία μπορεί να γραφεί και ως εξής:

$$P = \frac{E \cdot n}{T}, \quad (2.15)$$

όπου:
$$n = \frac{1}{2} \cdot \left[1 + \frac{2kd}{\sinh(2kd)} \right]. \quad (2.16)$$

Η παράμετρος n μεταβάλλεται από 0.5 (σε βαθειά νερά) έως 1 (σε ρηγά νερά).

6) Για τον υπολογισμό της στερεοπαροχής σε κάποια ακτή, καθώς και των προσχώσεων που προκαλούν τα ανεμογενή κύματα, ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία: αρχικά υπολογίζουμε την ταχύτητα φάσης ή ταχύτητα διάδοσης c_{gd} της ομάδας των κυματισμών στη ζώνη θραύσεως από την ακόλουθη σχέση:

$$c_{gb} = \sqrt{g \cdot d_b}. \quad (2.17)$$

Κατόπιν, υπολογίζουμε τη συνολική ετήσια παράκτια στερεοπαροχή Q , από την ημιεμπειρική σχέση που προτείνεται από το Shore Protection Manual (US Army Corps of Engineers, CERC), και η σχέση αυτή είναι η ακόλουθη:

$$Q = 1290 \cdot \frac{\rho \cdot g}{16} \cdot H_{sb}^2 \cdot c_{gd} \cdot f \cdot \sin(2 \cdot \varphi_b), \quad (2.18)$$

όπου:

Q : η ετήσια παράκτια στερεοπαροχή $\left(\frac{\text{m}^3}{\text{year}}\right)$,

ρ : η πυκνότητα του θαλασσινού νερού,

H_{sb} : το σημαντικό ύψος στο σημείο θραύσης,

c_{gd} : ταχύτητα φάσης ή ταχύτητα διάδοσης της ομάδας των κυματισμών στη ζώνη θραύσεως,

f : συχνότητα εμφάνισης ανά έτος των κυματισμών,

ϕ_b : η γωνία πρόσπτωσης στο σημείο θραύσης.

2.1.4. Υπολογισμός του Ύψους των Κυμάτων

Η ποικιλία των ακανόνιστων παραγόντων της γένεσης των θαλάσσιων κυμάτων δημιουργεί μεταβλητούς σχηματισμούς (ακολουθίες ομάδων), με διαφορετικά γεωμετρικά και κινηματικά στοιχεία, τα οποία δεν κατορθώθηκε να υπολογισθούν με ικανοποιητική ακρίβεια με τις υπάρχουσες μέχρι σήμερα καθαρά μαθηματικές μεθόδους. Η αδυναμία αυτή του ακριβούς υπολογισμού των στοιχείων του κύματος μιας δεδομένης θαλάσσιας περιοχής για ένα ορισμένο άνεμο και η ανάγκη της γνώσης αυτών για πρακτικές εφαρμογές επέβαλαν τη χρησιμοποίηση εμπειρικών και ημιεμπειρικών τύπων και την απευθείας εκτίμησή τους με πραγματικές στη φύση μετρήσεις.

Για τον υπολογισμό του μεγίστου ύψους των κυμάτων σε μια δεδομένη θαλάσσια περιοχή χρησιμοποιούνται διάφοροι εμπειρικοί και ημιεμπειρικοί τύποι. Παρακάτω δίνονται οι περισσότερο γνωστοί και έγκυροι τύποι υπολογισμού του ύψους των κυμάτων. Μία από τις ευρύτερα εν χρήσει μεθόδους είναι η καλούμενη **Μέθοδος JONSWAP**. Με τη μέθοδο αυτή, με δεδομένα το μήκος αναπτύγματος F και τη ρυθμισμένη ταχύτητα του ανέμου U_A , μπορούμε να υπολογίσουμε το σημαντικό ύψος του ανεμογενούς κυματισμού H_s στα βαθιά νερά. Το φάσμα **JONSWAP** προτάθηκε από τους Hasselman et al. (1973), με βάση τα δεδομένα από το **Joint North Sea Wave Programme (JONSWAP)** του 1969 στα δυτικά των ακτών της Δανίας. Πρόκειται για μια επέκταση του φάσματος **Pierson-Moskowitz** προς τις μερικά ανεπτυγμένες θαλάσσιες διαταραχές, που εισάγονται με μια νέα παράμετρο-συνάρτηση του αναπτύγματος πελάγους F και της ταχύτητας του ανέμου U_{10} . Η νέα παράμετρος παρέχει τη δυνατότητα για στενότερα και πιο απότομα φάσματα, χαρακτηριστικά αύξουσας θαλάσσιας διαταραχής. Το φάσμα **JONSWAP** είναι σήμερα το πιο διαδεδομένο και χρησιμοποιούμενο. Θα παρουσιάσουμε τη μεθοδολογία που ακολουθείται σύμφωνα με την μέθοδο **JONSWAP**. Ελέγχουμε, καταρχάς, εάν ισχύει η ανισότητα:

$$\frac{g \cdot F}{U_A^2} \geq 22.8 \times 10^3. \quad (2.19)$$

Εάν ισχύει τότε οι κυματισμοί έχουν πλήρη ανάπτυξη και εφαρμόζονται οι σχέσεις:

$$g \cdot \frac{H_s}{U_A^2} = 0.243, \quad (2.20\alpha)$$

$$g \cdot \frac{T_p}{U_A} = 8.13, \quad (2.20\beta)$$

όπου H_s το σημαντικό ύψος κύματος και T_p η περίοδος κορυφής του φάσματος. Στην περίπτωση που δεν ισχύει η παραπάνω εξίσωση ελέγχουμε εάν ισχύει η ανισότητα:

$$\frac{g \cdot t_D}{U_A} > 68.8 \cdot \left(\frac{g \cdot F}{U_A^2} \right)^{0.66} \quad (2.21)$$

Εάν ισχύει η τελευταία ανίσωση, έχουμε περιορισμό μήκους και θέτουμε: $x = F$.

Κατόπιν εφαρμόζουμε τους παρακάτω τύπους για τον υπολογισμό των H_s και T_p :

$$g \cdot \frac{H_s}{U_A^2} = 0.0016 \cdot \left(\frac{g \cdot x}{U_A^2} \right)^{0.5} \Leftrightarrow H_s = 0.0016 \cdot U_A \cdot \sqrt{\frac{x}{g}}, \quad (2.22a)$$

καθώς και:

$$g \cdot \frac{T_p}{U_A} = 0.286 \cdot \left(\frac{g \cdot x}{U_A^2} \right)^{0.33} \Leftrightarrow T_p = 0.286 \cdot \sqrt[3]{\frac{U_A \cdot x}{g^2}}. \quad (2.22b)$$

Εάν δεν ισχύει η τελευταία ανίσωση, έχουμε περιορισμό διάρκειας και η ανίσωση αυτή επιλύεται τότε ως ισότητα για τον υπολογισμό του νέου F και έχουμε:

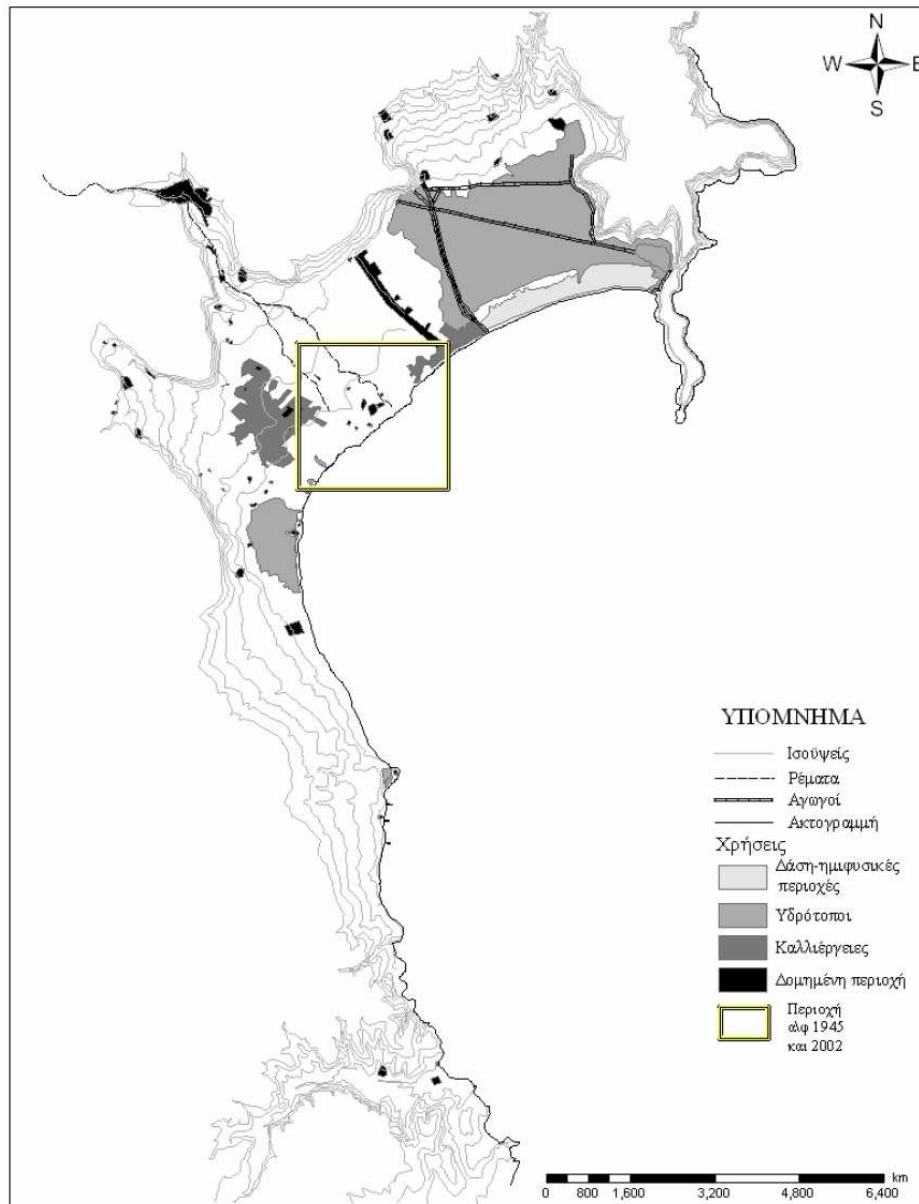
$$F = \frac{U_A^2}{g} \cdot \left(\frac{g \cdot t_D}{68.8 \cdot U_A} \right)^{1.5} = (U_A \cdot g)^{0.5} \cdot \left(\frac{t_D}{68.8} \right)^{1.5} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow F = \sqrt{U_A \cdot g} \cdot \left(\frac{t_D}{68.8} \right)^3, \quad (2.23)$$

και κατόπιν θέτουμε $x = F$ και εφαρμόζουμε τις παραπάνω σχέσεις για τα H_s και T_p .

2.2. Μεθοδολογία με βάση Τοπογραφικά και Δορυφορικά Δεδομένα

Η μελέτη της περιοχής περιλαμβάνει την απεικόνιση των κυριότερων χρήσεων γης, τις ανθρωπογενείς επεμβάσεις, τη μελέτη των φυσικών διεργασιών που λαμβάνουν δράση στην περιοχή καθώς και τον τρόπο που αυτές συμβάλλουν στις γεωμορφολογικές μεταβολές της παράκτιας ζώνης.

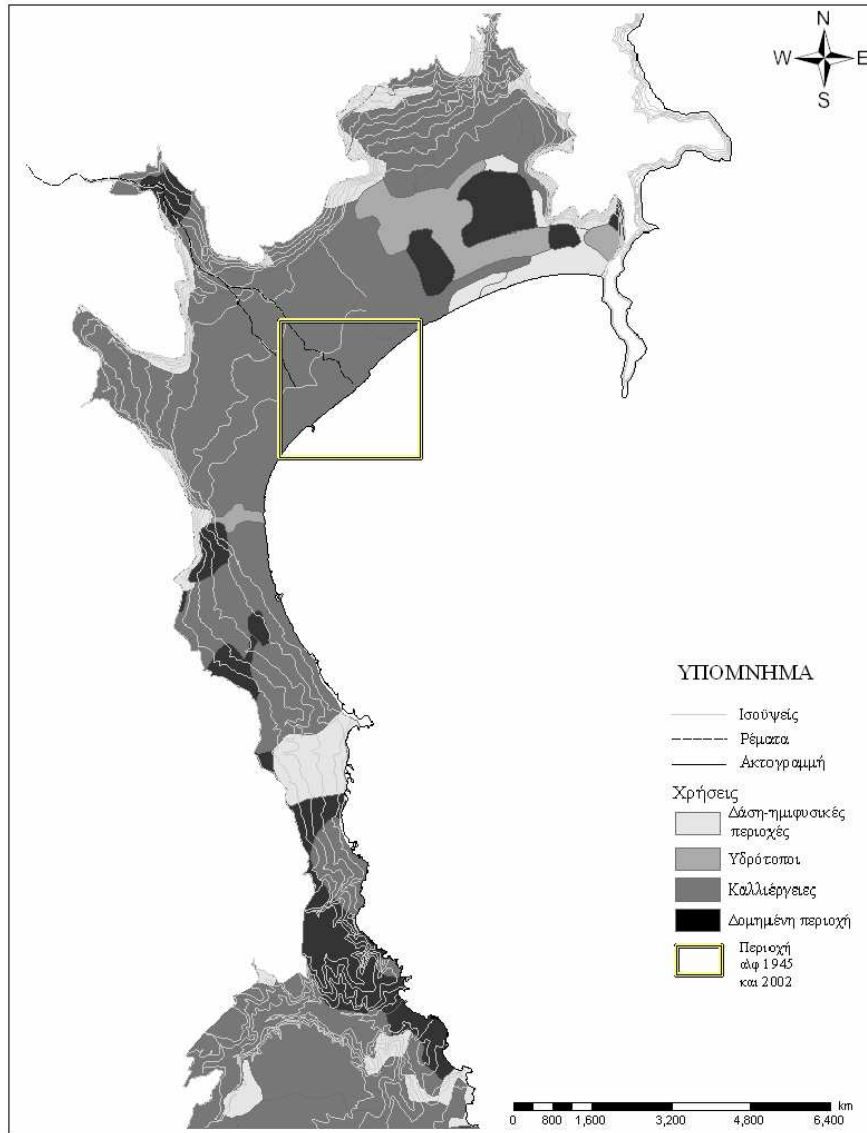


Εικόνα 2.1. Χρήσεις γης από τους τοπογραφικούς χάρτες, των Curtius and Kaupert του 1880 κλίμακας 1:25000.

Για την πραγματοποίηση της συγκριτικής παρουσίασης των αποτελεσμάτων σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε σε περιβάλλον Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών (Σ.Γ.Π.) χρησιμοποιώντας ArcView (έκδοση 3.2) και ArcGIS (έκδοση 8). Επιπλέον, για την απεικόνιση των γεωγραφικών μεταβολών σχεδιάστηκαν οι αντίστοιχοι χάρτες. Η σχεδίαση και απεικόνιση αυτών των χαρτών βασίστηκε στις κοινές χρήσεις γης των τοπογραφικών χαρτών, κλίμακας 1:25000, της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Έκδοση 1990) και των Curtius and Kaupert (έκδοση 1880). Για την ομαδοποίηση των χρήσεων γης ακολουθήθηκε η μεθοδολογία που προτείνεται από το European Environment Agency (Corine Land Cover Classification).

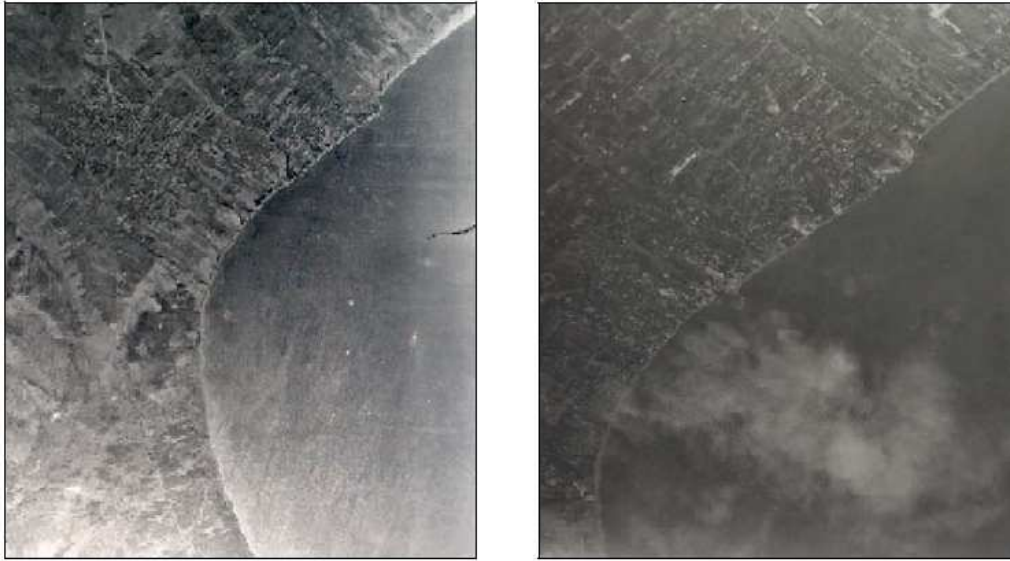
Πραγματοποιήθηκε ψηφιοποίηση των ισοϋψών καμπυλών από την ακτογραμμή έως 50m με ισοδιάσταση 5m με σκοπό τόσο την απεικόνιση του αναγλύφου όσο και την αποτύπωση των κυριότερων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, καθώς και τις κυριότερες χρήσεις γης. Δημιουργήθηκαν γραμμικά πεδία για τις ισοϋψείς καμπύλες, την ακτογραμμή και ξεχωριστές θεματικές ενότητες για τις χρήσεις γης και τις ανθρώπινες επεμβάσεις. Όλα τα δεδομένα οργανώθηκαν σε μια πολυεπίπεδη βάση δεδομένων και παρουσιάστηκαν στους αντίστοιχους χάρτες (Εικόνα 2.1 και 2.2). Επιπλέον, στο χάρτη των Curtius and Kaupert (1880) απεικονίστηκαν

επιπλέον οι θεματικές ενότητες με τα δάση, τις κατοικίες, τις καλλιεργήσιμες γαίες, τους διάφορους αγωγούς, τις πηγές και τα τεχνητά κανάλια (εντός του έλους Σχινιά), καθώς και η ακτογραμμή με κύριο στόχο την αποτελεσματικότερη συγκριτική παρατήρηση με τους σύγχρονους τοπογραφικούς χάρτες. Τα τριγωνομετρικά καθώς και αρκετά σταθερά (π.χ. ακρωτήρια, εκκλησίες, αρχαιολογικοί χώροι) σημεία που απεικονίζονται στον χάρτη των Curtius and Kaupert (1880) συμπίπτουν, σχεδόν, με τα αντίστοιχα των σύγχρονων χαρτών. Αρκετές αποκλίσεις παρατηρήθηκαν στην περιοχή της σημερινής Νέας Μάκρης και της Ραφήνας.



Εικόνα 2.2. Χρήσεις γης από τους τοπογραφικούς χάρτες, της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (1990) κλίμακας 1:25000.

Στις σειρές αεροφωτογραφιών της Γ.Υ.Σ., των διαφορετικών ετών λήψης (1945, 1960, 1987-1988 και 2002) πραγματοποιήθηκαν συγκριτικές παρατηρήσεις, αγκίστρωση, ψηφιοποίηση μόνο της ακτογραμμής και δημιουργία ξεχωριστών γραμμικών επιπέδων για κάθε έτος, με σκοπό την συγκριτικά διαχρονική παρατήρηση της κατά τα διαφορετικά έτη, καθώς και την προσπάθεια προσέγγισης, εκτίμησης και ερμηνείας των παράκτιων γεωμορφολογικών διεργασιών (Εικόνα 2.3).



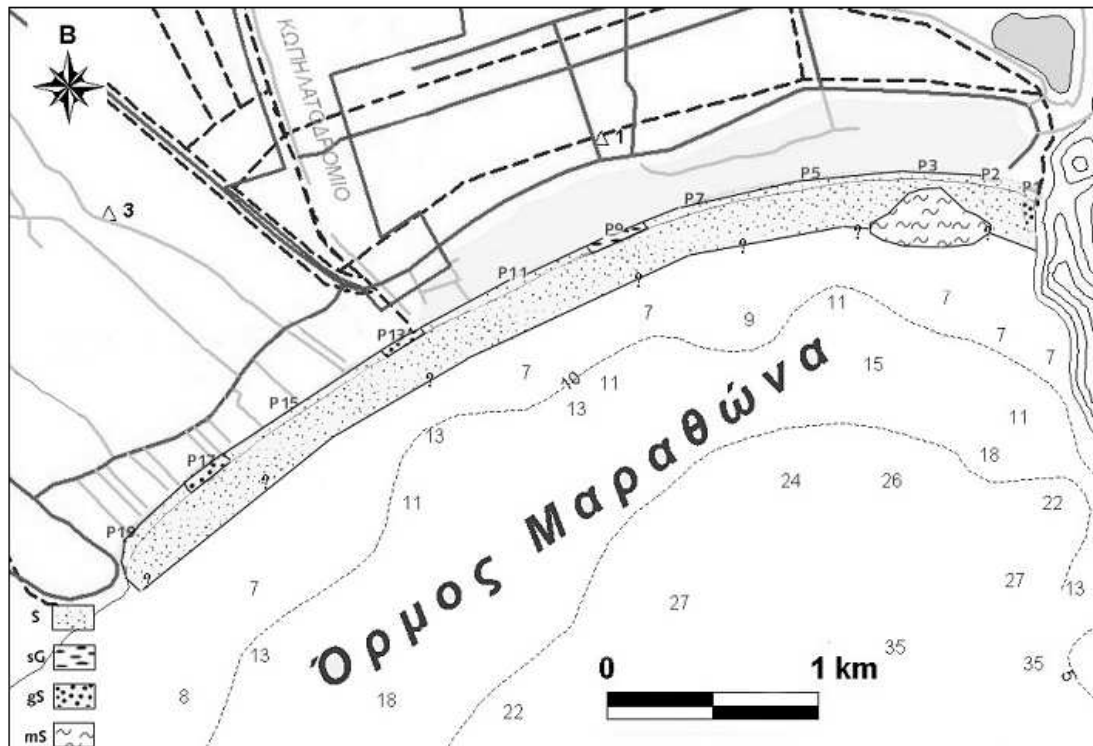
Εικόνα 2.3: Αεροφωτογραφίες από την περιοχή των εκβολών του ποταμού Οινόη στην πεδιάδα του Μαραθώνα κατά τα έτη α) 1945 και β) 2002.

2.3. Μεθοδολογία Παράκτιας Γεωμορφολογίας

Η παράκτια γεωμορφολογία έγινε με χαρτογράφηση και μέτρηση των κλίσεων της χερσαίας και υποθαλάσσιας παραλιακής ζώνης (beach zone) με τη χρήση τοπογραφικών χαρτών (1:50000) και διαγραμμάτων (1:5000) και με τη συσχέτιση αεροφωτογραφιών της ΓΥΣ. Η δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε στην περιοχή μελέτης μας, περιλαμβάνει τη συλλογή επιφανειακών δειγμάτων (χερσαίων και υποθαλάσσιων) κατά μήκος 11 τομών κάθετων στην ακτογραμμή. Για την κοκκομετρική σύσταση της παραλιακής ζώνης συλλέχτηκαν 47 επιφανειακά δείγματα ιζήματος από το μέτωπο της παραλίας, την οπισθοπαραλία (backshore), αλλά και από τον πυθμένα της θάλασσας (από βάθη (0.5), (1), (1.5) και (2) m). Οι κοκκομετρικές αναλύσεις, όπως και η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων τους (η διάμεσος (**Md**), η γραφική μέση τιμή (**Mz**), η περιεκτική γραφική σταθερά απόκλισης (σ_1), η λοξότητα (SK_1) και η κύρτωση (K_G)), έγιναν σύμφωνα με τη μεθοδολογία του Folk (1980), Σχήμα 2.4. Ο προσδιορισμός των χαρακτηριστικών των κυμάτων, αλλά και των επιμήκων ρευμάτων στην ακτογραμμή, έγινε με την αξιοποίηση των ανεμολογικών δεδομένων της ευρύτερης θαλάσσιας περιοχής από τον Άτλαντα Κύματος και Ανέμου των (Αθανασούλη και Σκαρσουλή, 1992). Στη συνέχεια ακολουθεί η πρόγνωση των χαρακτηριστικών κύματος σε συνθήκες περιορισμένης ανάπτυξης απόστασης κυματισμού (fetch limited). Ο υπολογισμός του σημαντικού ύψους κύματος H_{m0} (m) και της σημαντικής περιόδου T_s (sec) για την κάθε διεύθυνση (A, NA, N) έγινε τόσο στη περίπτωση της περιορισμένης απόστασης ανάπτυξης κυματισμού (fetch limited), όσο και σε συνθήκες πλήρους ανάπτυξης (fully developed) σύμφωνα με τις εξισώσεις του εγχειριδίου CERC (2000). Μετά τον προσδιορισμό των κυματικών χαρακτηριστικών σε συνθήκες βαθιών νερών ακολούθησε ο υπολογισμός των βασικών και κρίσιμων χαρακτηριστικών των κυμάτων από τα βαθιά μέχρι την στιγμή που σπάνε με την χρήση του προγράμματος CEDAS. Η παράκτια δυνητική στερεομεταφορά (Q_L) υπολογίστηκε με βάση την εξίσωση του Komar (1998):

$$Q_L = 0.46 \cdot \rho \cdot g^{3/2} \cdot H_b^{5/2} \cdot \sin(a_b) \cdot \cos(a_b), \quad (2.24)$$

όπου (ρ) η πυκνότητα του νερού, (g) η επιτάχυνση της βαρύτητας, (H_b) το ύψος του κύματος τη στιγμή που σπάει, (a_b) η γωνία που σχηματίζει η γραμμή της κορυφής των κυμάτων με την ισοβαθή στη ζώνη θραύσης.



Σχήμα 2.4. Φυσιογραφικά χαρακτηριστικά περιοχής μελέτης και σχηματική απεικόνιση της κατανομής των διαφόρων τύπων ιζήματος σύμφωνα με την ονοματολογία του Folk (1980) [S: άμμος, sG: αμμούχοι χάλικες, gS: χαλικούχος άμμος, mS: πηλούχος άμμος].

Κεφάλαιο Γ'

Μορφοδυναμικά Χαρακτηριστικά του Παράκτιου Χώρου του Κόλπου του Μαραθώνα

3.1. Κυματικό καθεστώς (ανεμογενούς προέλευσης) του Κόλπου του Μαραθώνα

Αναπόσπαστο κομμάτι της παράκτιας γεωμορφολογίας αποτελούν η παράκτια ζώνη και η παραλιακή ζώνη της περιοχής μελέτης μας. Γενικά, η παράκτια ζώνη εκτείνεται προς τη χέρσο μέχρι εκείνου του σημείου όπου αλλάζει ουσιαστικά η μορφολογία (περιλαμβάνοντας τις εκάστοτε παράκτιες γεωμορφές) και προς τη θάλασσα μέχρι το σημείο όπου παρατηρείται το μεγαλύτερο βάθος στην περιοχή. Η παραλιακή ζώνη με τη σειρά της έχει πολύ μικρότερη έκταση από την παράκτια ζώνη και εκτείνεται από τη χαμηλότερη στάθμη θάλασσας μέχρι κάποιου ορίου που μπορούν να φτάσουν τα κύματα θύελλας και που συνήθως συμπίπτει με κάποιο φυσιογραφικό χαρακτηριστικό σημείου της χέρσου (πεδίο αμμοθινών). Αναφορικά με την ακτογραμμή, το μήκος αυτής του Όρμου του Σχινιά είναι περίπου 5 km, ενώ το μήκος της ακτογραμμής ολόκληρου του κόλπου του Μαραθώνα είναι 11 km. Οι φυσιογραφικές αυτές συνιστώσες του παράκτιου συστήματος του Όρμου του Σχινιά παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

	Εμβαδόν (10^5 m^2)	Ποσοστά (%)
ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ	436	100.0
Χερσαίος χώρος	253	58.0
Θαλάσσιος χώρος	183	42.0
ΠΑΡΑΛΙΑΚΗ ΖΩΝΗ	5.9	100.0
Χερσαίος χώρος	0.9	15.3
Θαλάσσιος χώρος	5	84.7

Πίνακας 3.1. Φυσιογραφικές συνιστώσες του Παράκτιου Συστήματος του Όρμου του Σχινιά

Αναφορικά με το υδροδυναμικό της καθεστώς, η περιοχή του κόλπου του Μαραθώνα επηρεάζεται κατά κύριο λόγο από τα κύματα που σχετίζονται με Α, ΝΑ και Ν ανέμους. Οι συχνότεροι άνεμοι είναι οι Β (23.3% ετησίως), οι οποίοι όμως δεν επηρεάζουν την περιοχή μελέτης μας. Οι πιο συχνοί άνεμοι, που επηρεάζουν με τα κύματα που δημιουργούν την ακτογραμμή, είναι οι νότιοι με ποσοστό 7.93% ετησίως. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι μόνο οι Ν και ΝΑ άνεμοι επηρεάζουν με τα κύματά τους κατευθείαν την ακτογραμμή σε αντίθεση με τους Α, οι οποίοι επηρεάζουν την ακτή μερικώς και μέσω του φαινομένου της περίθλασης. Τα δε αποτελέσματα των υπολογισμών των χαρακτηριστικών των κυμάτων για συνθήκες βαθιών νερών, με βάση τις εξισώσεις του CERC (2002), δίνονται στον Πίνακα 3.2.

Πίνακας 3.2. Τα χαρακτηριστικά των κυμάτων (H: ύψος, Tα: περίοδος, L: μήκος κύματος, F: συχνότητα εμφανίσεις) που σχηματίζονται από ανέμους διαφορετικής ταχύτητας και διεύθυνσης A, NA & N).

W (m/s)	A				NA				N			
	F (%)	H (m)	T (sec)	L (m)	F (%)	H (m)	T (sec)	L (m)	F (%)	H (m)	T (sec)	L (m)
1,03	0,62	0,03	0,72	0,81	0,30	0,03	0,72	0,81	0,67	0,03	0,72	0,81
2,06	1,36	0,12	1,26	2,49	0,88	0,11	1,46	3,34	1,68	0,11	1,46	3,34
4,37	1,50	0,26	1,64	4,20	1,04	0,55	2,71	11,45	2,04	0,30	1,81	5,10
6,95	1,33	0,42	1,94	5,86	0,90	0,90	3,20	15,96	1,63	0,49	2,13	7,11
9,77	0,57	0,62	2,20	7,53	0,35	1,31	3,63	20,51	1,10	0,72	2,42	9,14
12,6	0,21	0,82	2,42	9,12	0,09	1,75	3,99	24,85	0,44	0,95	2,66	11,07
15,69	0,09	1,06	2,63	10,79	0,08	2,25	4,34	29,42	0,25	1,23	2,90	13,10
19,03	0,06	1,33	2,84	12,56	0,02	2,83	4,68	34,23	0,08	1,54	3,13	15,25
23,15	0,00	1,69	3,07	14,69	0,00	3,58	5,07	40,04	0,03	1,95	3,38	17,83

Όπως φαίνεται και στο Πίνακα 3.2, το μέγιστο ύψος κύματος (σε μεγάλα βάθη) παρατηρείται από την NA διεύθυνση για ταχύτητα ανέμου 19 m/sec και έχει ύψος 2.8 m, περίοδο 4.7 sec και μήκος 34 m. Το κύμα με την υψηλότερη ετήσια συχνότητα 2.04% παρουσιάζεται από τη νότια διεύθυνση με ταχύτητα 4.4 m/sec και έχει ύψος 0.3 m, περίοδο 1.8 sec και μήκος κύματος περί τα 5.1 m. Τα υψηλότερα κύματα είναι NA διεύθυνσης με ύψος 0.9 m/sec, περίοδο 3.2 sec και μήκος περί τα 16m. Τη μεγαλύτερη ισχύ (8780 W/m) εμφανίζουν τα κύματα NA διεύθυνσης, από τα οποία τη μεγαλύτερη ισχύ (2281 W/m) έχει κύμα που εμφανίζεται για ταχύτητα ανέμου 6.95 m/sec, με ύψος 0.9 m, περίοδο 3.2 sec και μήκος κύματος περί τα 16m.

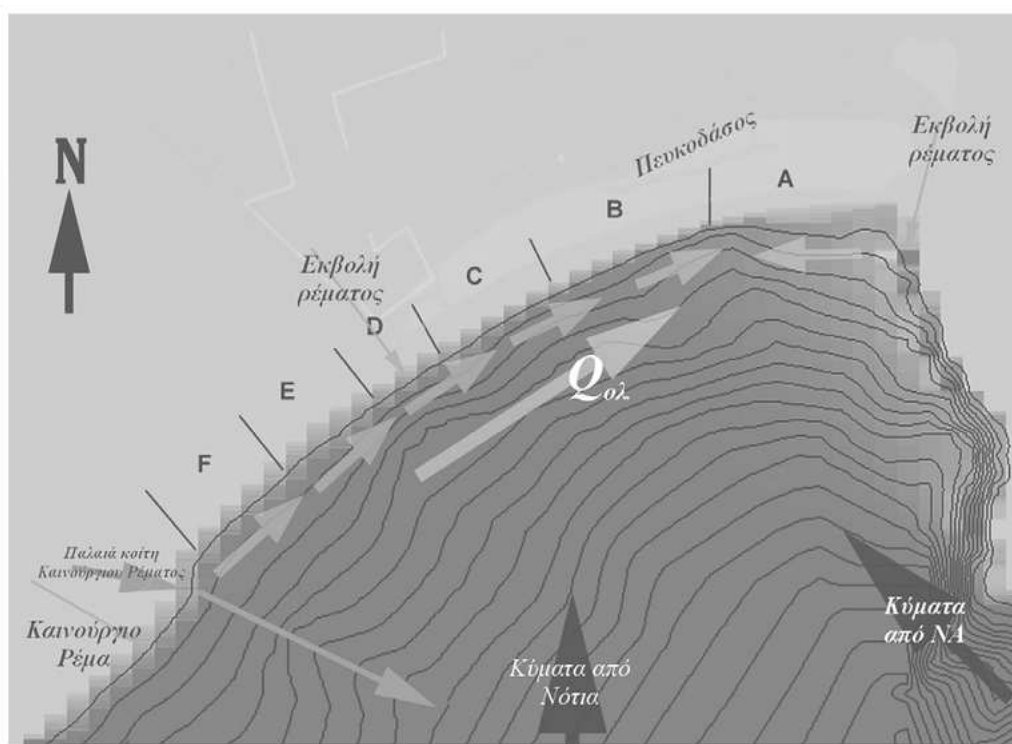
Για τον προσδιορισμό της επιμήκους παράκτιας στερεομεταφοράς χρειάζεται πρώτα ο προσδιορισμός των χαρακτηριστικών των κυμάτων στη ζώνη θραύσης (γωνία α_b , ύψος H_b) μετά από τη διάθλαση που υφίστανται λόγω των μικρών βαθών του Όρμου του Σχινιά. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό πακέτο CEDAS για τα κύματα που δημιουργούνται από τους NA και N ανέμους, καθώς η παραλία του Σχινιά προστατεύεται από τους A ανέμους από το ακρωτήριο της Κυνοσούρας, δεχόμενη μόνο πολύ μικρού ύψους κύματα και μόνο μετά από περίθλαση των κυμάτων στο ακρωτήριο. Τα αποτελέσματα του προγράμματος CEDAS συνοψίζονται στον Πίνακα 3.3, αφού πρώτα έχουν ομαδοποιηθεί σε έξι τομείς (A, B, C, D, E και F) της παραλιακής ζώνης (Σχήμα 3.1). Ακολούθως, στον Πίνακα 3.4 παρατίθενται τα αποτελέσματα των υπολογισμών της μέσης ετήσιας δυνητικής παράκτιας στερεομεταφοράς για τους προαναφερόμενους τομείς. Από τον Πίνακα 3.4 παρατηρούμε ότι η συνολική δυνητική στερεομεταφορά είναι προς τα ABA, με εξαίρεση τον τομέα A που είναι προς τα ΔΝΔ. Ακόμα, προκύπτει πως η στερεομεταφορά που οφείλεται στα κύματα που προέρχονται από το νότο είναι η επικρατούσα (5.13×10^3 m³/yr) και με φορά προς ABA. Αντιθέτως, τα κύματα από NA διευθύνσεις μας δίνουν στερεομεταφορά αφενός πολύ μικρότερη της τάξεως των $0.2-5 \times 10^3$ m³/yr και αφετέρου με επικρατούσα φορά ΔΝΔ. Τέλος, η συνολική δυνητική παράκτια στερεομεταφορά στον Όρμο του Σχινιά είναι περί τις 3300m³ ετησίως. Ένας όγκος ιζημάτων που είναι σχετικά μικρός και δυνητικός που σημαίνει ότι ακόμη λιγότερα ιζήματα αναμένονται να κινηθούν προς το βόρειο άκρο της παραλίας του Σχινιά. Πάντως, η φορά της επιμήκους παράκτιας στερεομεταφοράς είναι σε αρμονία με τη γενικότερη παρατήρηση ότι το σχετικά πλέον λεπτόκοκκο υλικό είναι συγκεντρωμένο στα βόρεια, ενώ η γενικότερη κατάσταση παρουσιάζεται ως σταθερή, γεγονός που εξηγείται από τη μικρή κυματική ενέργεια, άρα και των σχετικά ασθενών παράκτιων ρευμάτων.

Πίνακας 3.3. Γωνία μεταξύ γραμμής κορυφής των κυμάτων με ισοβαθή, ύψος κύματος και βάθος στη ζώνη θραύσης των κυμάτων για ΝΑ και Ν ανέμους με τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης.

ΤΟΜΕΑΣ	A	B	C	D	E	F
Νοτιοανατολικοί						
γωνία (α_b , rad)	-0,02	-0,01	-0,1	-0,13	-0,19	-0,1
βάθος (d_b , m)	0,34	0,48	0,4	0,41	0,43	0,45
ύψος (h_b , m)	0,24	0,34	0,28	0,3	0,32	0,33
Νότιοι						
γωνία (α_b , rad)	-0,1	0,19	0,19	0,24	0,17	0,19
βάθος (d_b , m)	0,5	0,45	0,38	0,43	0,38	0,45
ύψος (h_b , m)	0,37	0,32	0,27	0,32	0,29	0,33

Πίνακας 3.4. Μέση ετήσια δυνητική παράκτια στερεομεταφορά, σε 10^3 m^3 , στους τομείς (A, B, C, D, E, F) της παραλιακής ζώνης του Όρμου του Μαραθώνα [(+) φορά προς τα ΑΒΑ].

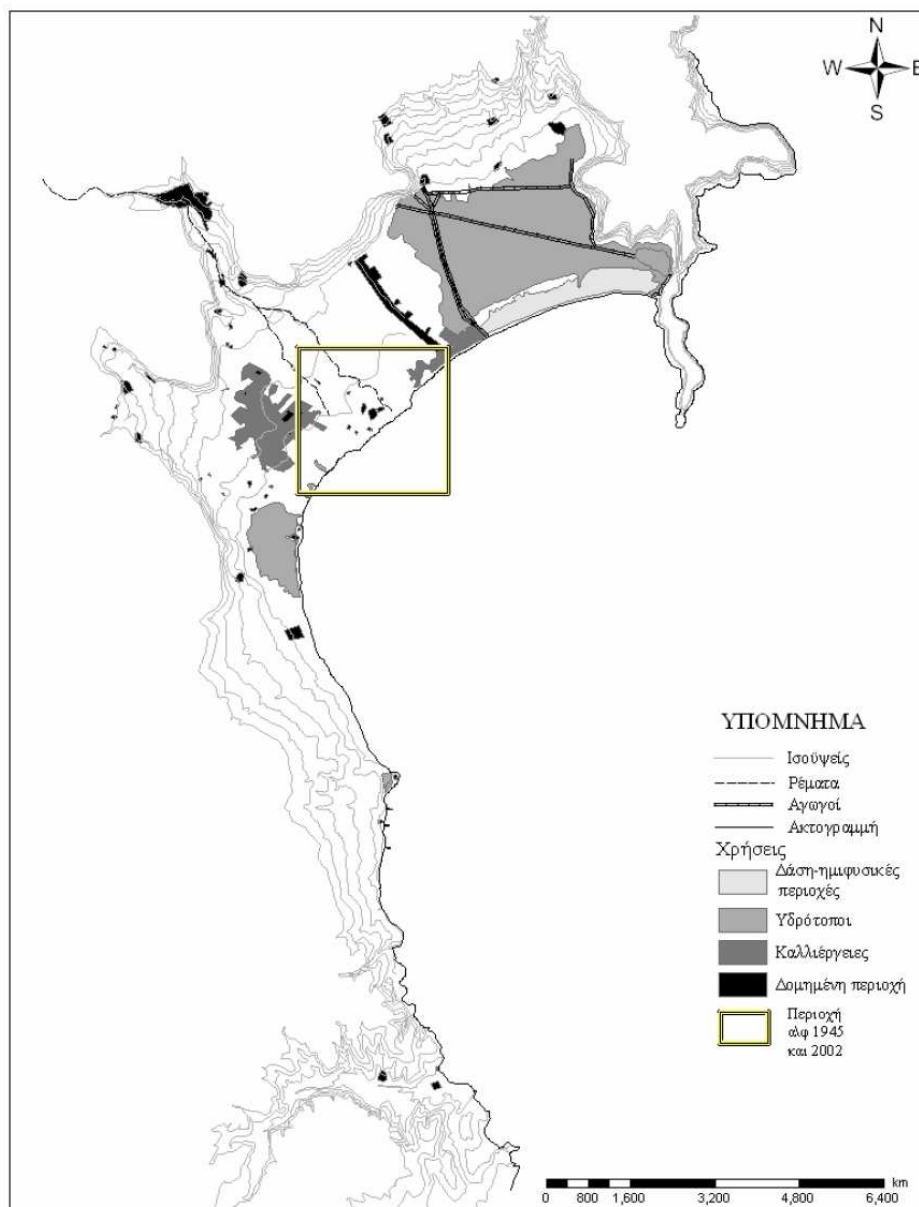
σε 10^3 m^3 ανά έτος	Τομείς						Συνολικά
	A	B	C	D	E	F	A - F
N	-8,70	10,48	7,13	13,14	7,79	11,78	5,13
NA	-0,23	-0,26	-1,98	-2,81	-4,99	-2,99	-1,80
Σύνολο	-8,93	10,22	5,15	10,33	2,80	8,79	3,33



Σχήμα 3.1. Σχηματική παρουσίαση της βυθομετρίας της περιοχής και των έξι τομέων στους οποίους υπολογίστηκε η δυναμική παράκτια στερεομεταφορά.

3.2. Μεθοδολογία με βάση Τοπογραφικά και Δορυφορικά Δεδομένα

Η μελέτη της περιοχής περιλαμβάνει την απεικόνιση των κυριότερων χρήσεων γης, τις ανθρωπογενείς επεμβάσεις, τη μελέτη των φυσικών διεργασιών που λαμβάνουν δράση στην περιοχή καθώς και τον τρόπο που αυτές συμβάλλουν στις γεωμορφολογικές μεταβολές της παράκτιας ζώνης.

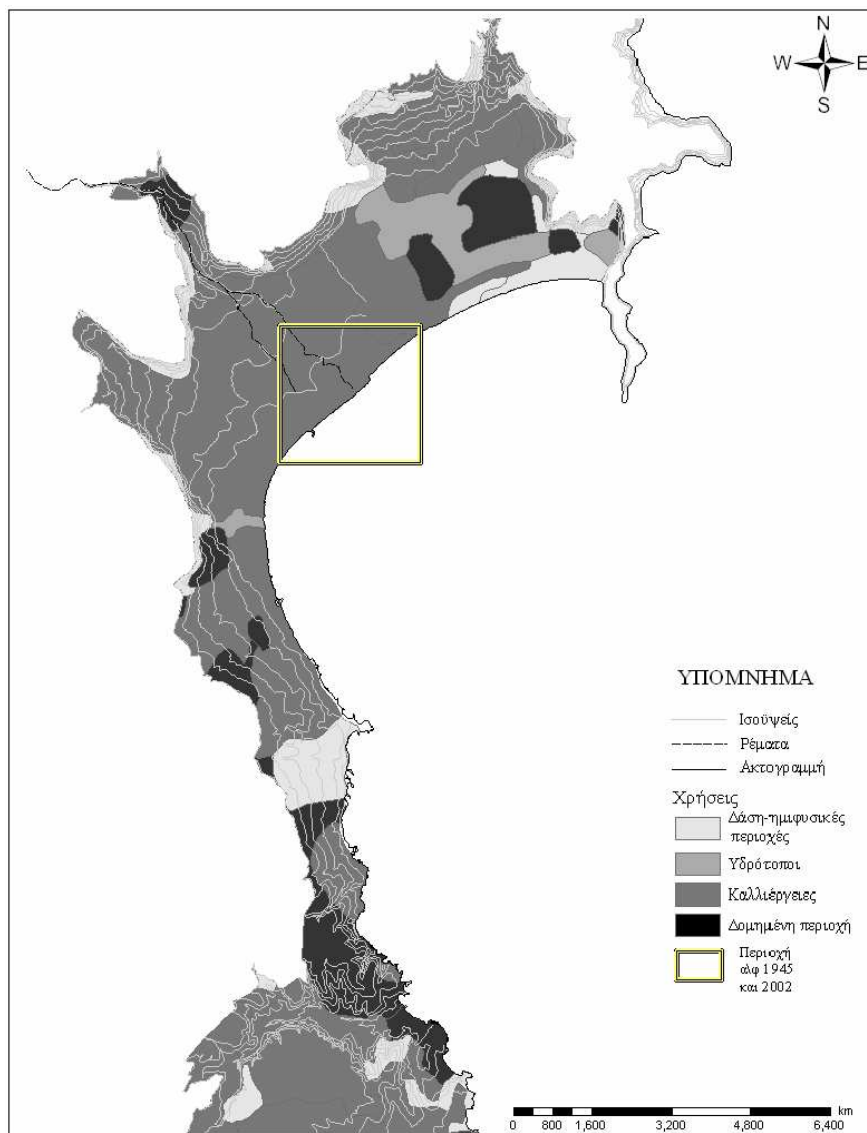


Εικόνα 3.1. Χρήσεις γης από τους τοπογραφικούς χάρτες, των Curtius and Kaupert του 1880 κλίμακας 1:25000.

Για την πραγματοποίηση της συγκριτικής παρουσίασης των αποτελεσμάτων σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε σε περιβάλλον Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών (Σ.Γ.Π.) χρησιμοποιώντας ArcView (έκδοση 3.2) και ArcGIS (έκδοση 8). Επιπλέον, για την απεικόνιση των γεωγραφικών

μεταβολών σχεδιάστηκαν οι αντίστοιχοι χάρτες. Η σχεδίαση και απεικόνιση αυτών των χαρτών βασίστηκε στις κοινές χρήσεις γης των τοπογραφικών χαρτών, κλίμακας 1:25000, της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Έκδοση 1990) και των Curtius and Kaupert (έκδοση 1880). Για την ομαδοποίηση των χρήσεων γης ακολουθήθηκε η μεθοδολογία που προτείνεται από το European Environment Agency (Corine Land Cover Classification).

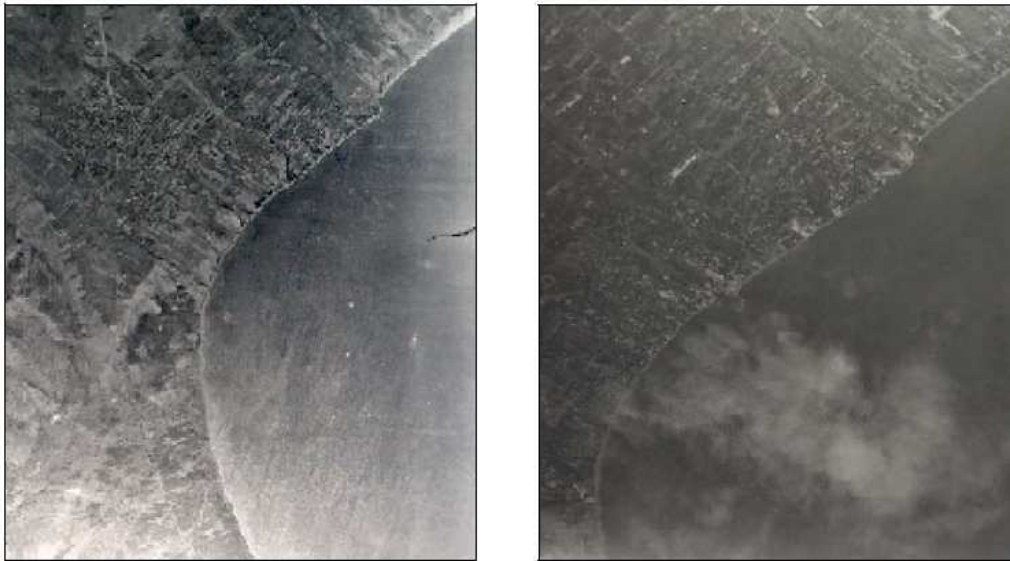
Πραγματοποιήθηκε ψηφιοποίηση των ισοϋψών καμπυλών από την ακτογραμμή έως 50m με ισοδιάσταση 5m με σκοπό τόσο την απεικόνιση του αναγλύφου όσο και την αποτύπωση των κυριότερων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, καθώς και τις κυριότερες χρήσεις γης. Δημιουργήθηκαν γραμμικά πεδία για τις ισοϋψείς καμπύλες, την ακτογραμμή και ξεχωριστές θεματικές ενότητες για τις χρήσεις γης και τις ανθρώπινες επεμβάσεις. Όλα τα δεδομένα οργανώθηκαν σε μια πολυεπίπεδη βάση δεδομένων και παρουσιάστηκαν στους αντίστοιχους χάρτες (Εικόνα 3.1 και 3.2). Επιπλέον, στο χάρτη των Curtius and Kaupert (1880) απεικονίστηκαν επιπλέον οι θεματικές ενότητες με τα δάση, τις κατοικίες, τις καλλιεργήσιμες γαίες, τους διάφορους αγωγούς, τις πηγές και τα τεχνητά κανάλια (εντός του έλους Σχινιά), καθώς και η ακτογραμμή με κύριο στόχο την αποτελεσματικότερη συγκριτική παρατήρηση με τους σύγχρονους τοπογραφικούς χάρτες. Τα τριγωνομετρικά καθώς και αρκετά σταθερά (π.χ. ακρωτήρια, εκκλησίες, αρχαιολογικοί χώροι) σημεία που απεικονίζονται στον χάρτη των Curtius and Kaupert (1880) συμπίπτουν, σχεδόν, με τα αντίστοιχα των σύγχρονων χαρτών. Αρκετές αποκλίσεις παρατηρήθηκαν στην περιοχή της σημερινής Νέας Μάκρης και της Ραφήνας.



Εικόνα 3.2. Χρήσεις γης από τους τοπογραφικούς χάρτες, της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού

(1990) κλίμακας 1:25000.

Στις σειρές αεροφωτογραφιών της Γ.Υ.Σ., των διαφορετικών ετών λήψης (1945, 1960, 1987-1988 και 2002) πραγματοποιήθηκαν συγκριτικές παρατηρήσεις, αγκίστρωση, ψηφιοποίηση μόνο της ακτογραμμής και δημιουργία ξεχωριστών γραμμικών επιπέδων για κάθε έτος, με σκοπό την συγκριτικά διαχρονική παρατήρηση της κατά τα διαφορετικά έτη, καθώς και την προσπάθεια προσέγγισης, εκτίμησης και ερμηνείας των παράκτιων γεωμορφολογικών διεργασιών (Εικόνα 3.3).



Εικόνα 3.3: Αεροφωτογραφίες από την περιοχή των εκβολών του ποταμού Οινόη στην πεδιάδα του Μαραθώνα κατά τα έτη α) 1945 και β) 2002.

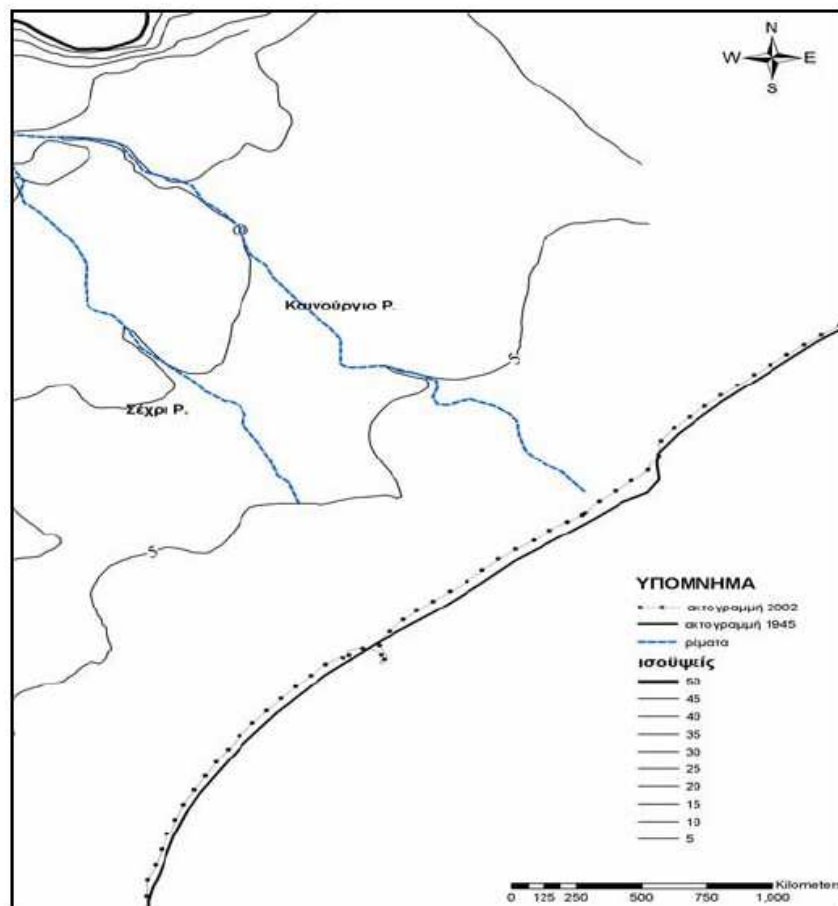
3.3. Αποτελέσματα

Η παρουσία πολλών πηγών γλυκού νερού είναι χαρακτηριστική στην πεδιάδα του Μαραθώνα με σημαντικότερες την πηγή Δρακονέρα, τη Μακάρια πηγή και την πηγή Μάτι, όπως αυτές αποτυπώνονται στον χάρτη των Curtius and Kaupert (Εικόνα 3.2). Ο ποταμός Οινόης διαιρεί την πεδιάδα σε δύο τμήματα και έχει διαμορφώσει ένα εκτεταμένο τριγωνικής μορφής αλλουβιακό ριπίδιο το οποίο ουσιαστικά αποτελεί την παράκτια πεδιάδα του Μαραθώνα. Η μορφή της είναι επιμήκης με διεύθυνση βορειοανατολική-νοτιοδυτική. Νοτιότερα εποχιακοί χείμαρροι δημιουργούν μικρής έκτασης αλλουβιακά ριπίδια με πιο σημαντικό αυτό του Κιρπιτούγιου. Βορείως της Νέας Μάκρης, εκτεινόταν μια ελώδης περιοχή (τέως έλος Βερξίζας) που εντοπίζεται στον τοπογραφικό χάρτη των Curtius-Kaupert και αποξηράνθηκε στα μέσα του 20^{ου} αιώνα (Εικόνα 2.5). Στα ανατολικά βρίσκεται το έλος και το δάσος του Σχινιά που χωρίζεται από τη θάλασσα με μία ζώνη από χαμηλές αμμώδεις παράκτιες θίνες, σταθεροποιημένες με βλάστηση (Baeteman, 1985).

Όπως προαναφέρθηκε ο Οινόης ποταμός διακλαδίζεται σε δύο κοίτες, την δυτική που ονομάζεται Σέχρι ρέμα και την ανατολική που ονομάζεται Καινούργιο ρέμα. Η πρώτη πρέπει είναι ανενεργή εδώ και αιώνες αφού εντός αυτής βρίσκονται μωσαϊκά και ερείπια κτιρίων που χρονολογούνται από την Ρωμαϊκή περίοδο. Το Καινούργιο ρέμα λειτουργούσε μέχρι τη δεκαετία του 1920, αλλά η κατασκευή του φράγματος του Μαραθώνα, το 1929, στον άνω ρου του Οινόη ποταμού, για την ύδρευση των Αθηνών προκάλεσε παρακράτηση του νερού στο φράγμα και

επακόλουθη ελάττωση ροής του Καινούργιου ρέματος. Το ρέμα αυτό είχε σχεδιαστεί να λειτουργεί σε περιπτώσεις υπερχειλίσης του φράγματος. Όμως, η υπέρμετρη διόγκωση της πρωτεύουσας και οι διαρκώς αυξανόμενες ανάγκες της σε νερό δεν επέτρεψαν ποτέ τη διαφυγή του νερού κατάντη του φράγματος. Στις επόμενες δεκαετίες, πολλά τμήματα της κοίτης του Καινούργιου ρέματος πληρώθηκαν με τεχνητές επιχωματώσεις (μπάζα), ενώ σε κάποια άλλα γίνονται εκτεταμένες αμμοληψίες.

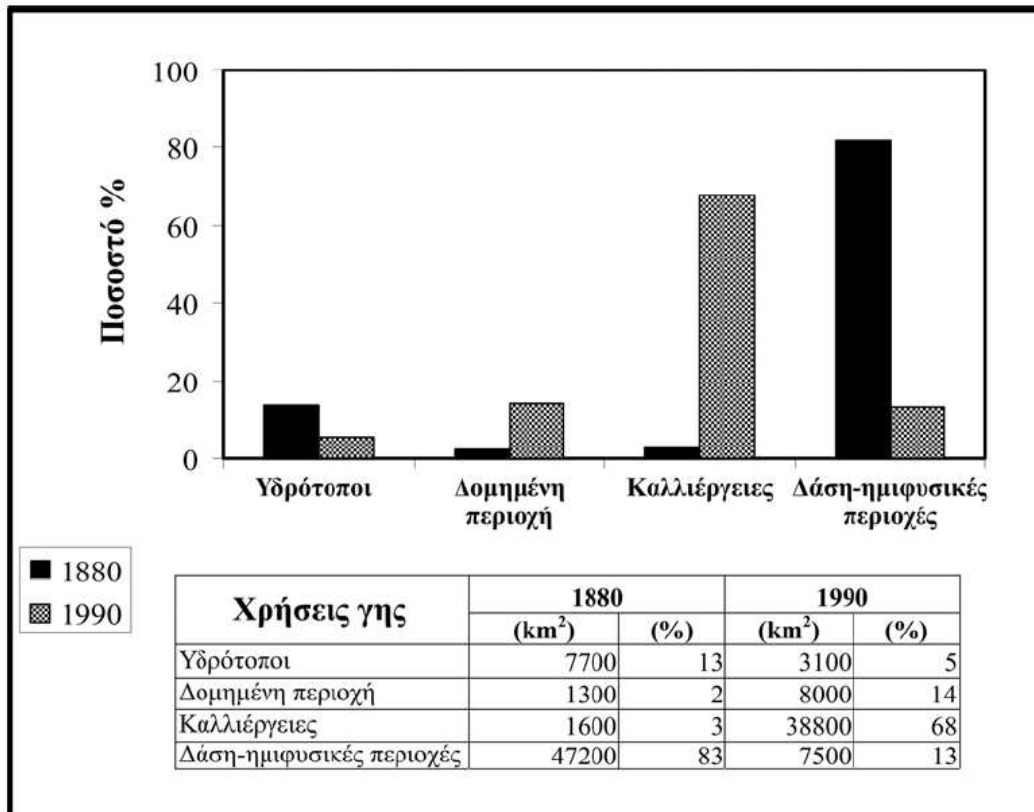
Οι συγκριτικές παρατηρήσεις της ακτογραμμής από τους τοπογραφικούς χάρτες του 1990 και του 1880 καθώς επίσης και των αεροφωτογραφιών έδειξαν μια μέγιστη υποχώρηση της τάξεως των 100 μέτρων μπροστά από τις εκβολές του Οινόη ποταμού (Εικόνα 3.2). Οι Μαρουκιάν et al. (1993) έχουν διαπιστώσει ανάλογη υποχώρηση της ακτογραμμής στην περιοχή με ρυθμό 2 m ανά έτος κατά την διάρκεια των τελευταίων 50 χρόνων. Οι παράκτιες σταθεροποιημένες θίνες, που βρίσκονται στην περιοχή αυτή, διαβρώνονται από τις θαλάσσιες και αιολικές διεργασίες. Άνεμοι έντασης άνω των 7 Beaufort δημιουργούν κύματα ύψους τουλάχιστον δύο μέτρων, τα οποία προκαλούν έντονη διάβρωση της παράκτιας ζώνης. Η υποχώρηση αναμένεται να συνεχιστεί με ταχύτερους ρυθμούς. Η μελλοντική άνοδος της θαλάσσιας στάθμης θα προκαλέσει την αύξηση της έντασης των θαλάσσιων διεργασιών και κατ' επέκταση την γρηγορότερη υποχώρηση της ακτογραμμής. Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες (I.C.P.P., 2001) αναμένεται μια αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα του πλανήτη κατά 2°C, γεγονός που θα προκαλέσει την άνοδο της μέσης θαλάσσιας στάθμης κατά 49 cm για τα επόμενα 100 χρόνια.



Εικόνα 3.4. Περιοχή με την μεγαλύτερη υποχώρηση της ακτογραμμής κατά τα έτη 1945 και 2002 με την χρήση αεροφωτογραφιών.

Οι αλλαγές των χρήσεων γης στην πεδιάδα του Μαραθώνα ανάμεσα στα έτη 1880 και 1990 δίνονται στον πίνακα της Εικόνας 3.5. Παρατηρήθηκε ραγδαία αύξηση της γεωργικής ανάπτυξη από 3% σε 68%, της συνολικής έκτασης της περιοχής μελέτης, η οποία πραγματοποιήθηκε σε

βάρος των δασικών και ημιφυσικών περιοχών (θάμνων και φυσικών βοσκοτόπων). Πάνω από τα δύο τρίτα (83%) των μη καλλιεργημένων περιοχών (από 47200 km² το 1880 σε 7500 km² το 1990) έχουν αλλάξει χρήση. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το αλμυρό έλος Βρεξίζας, βορείως της Νέας Μάκρης, που υπήρχε το 1880 δεν υφίσταται πλέον. Η κατασκευή της παλιάς Αμερικάνικης Στρατιωτικής βάσης, ενός μικρού αεροδρομίου και προσφάτως, του Ολυμπιακού Κοπηλατοδρομίου έγινε πάνω σε ευαίσθητες περιβαλλοντικά περιοχές απειλώντας με οικολογική υποβάθμιση το έλος Μαραθώνα και το πευκοδάσος Σχινιά. Επιπλέον, η κατασκευή ενός πυκνού οδικού δικτύου κι η επέκταση των αρδευτικών καναλιών της πεδιάδας επέφεραν σημαντικές αλλαγές στην φυσιογραφία της πεδιάδας.



Εικόνα 3.5. Συγκριτικό διάγραμμα με τις αλλαγές των χρήσεων γης κατά τα έτη 1880 και 1990.

Κεφάλαιο Δ'

Γεωλογικά Χαρακτηριστικά του Παράκτιου Χώρου του Κόλπου του Μαραθώνα

4.1. Εισαγωγή

Η περιοχή μελέτης μας είναι κυρίως ο παράκτιος (χερσαίος και θαλάσσιος) χώρος του Όρμου του Μαραθώνα, στο σχηματισμό και την εξέλιξη του οποίου έχει διαδραματίσει σημαντικό ρόλο και ο ποταμός Χάραδρος (ή Οινόης), που έχει συνολικό μήκος κοίτης 31 km και έχει διαμορφώσει μια λεκάνη απορροής έκτασης 177.2 km², η οποία οριοθετείται δυτικά από τον ορεινό όγκο της Πάρνηθας και νότια από το Πεντελικό όρος.

4.1.1. Γεωλογία της Λεκάνης Απορροής του Οινόη Ποταμού

Στο νότιο και ανατολικό τμήμα της λεκάνης απορροής του Οινόη ποταμού εμφανίζονται οι σχηματισμοί της «*αυτόχθονης ενότητας Αλμυροπόταμου – Αττικής*». Πρόκειται για μια ενότητα που παλαιογραφικά 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, της λεκάνης απορροής του Οινόη ποταμού, είναι (Παυλόπουλος et al., 2002):

Ενότητα Αλμυροποτάμου

Μοσχοβιτικοί, επιδοτικοί, γλωριτικοί, χαλαζιακοί και ανθρακικοί σχιστόλιθοι, με επιδοτικούς αμφιβολίτες και ενστρώσεις μαρμάρων. Στο ανώτερο τμήμα τους παρεμβάλλονται βασικά μετακρηξιγενή πετρώματα και μικρές μάζες σερπεντινιτών. Η πιθανή ηλικία του ανώτερου τουλάχιστον τμήματος των σχηματισμών είναι Κάτω - Μέσο Τριαδική (Λόζιος 1993). Μάρμαρα μεσοστρωματώδη και ενδιαστρώσεις πυριτιολίθων και συχνές παρεμβολές δολομιτών και δολομιτικών ασβεστολίθων. Δεδομένου πως τα μάρμαρα αυτά υπέρκειται ασύμφωνα των Κάτω – Μέσο Τριαδικών σχιστολιθικών σχηματισμών της ΒΑ Αττικής, η ηλικία τους είναι Μεσοζωική έως και μέσο Ηωκαινική. 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 και 1986).

Νεοελληνικό τεκτονικό κάλυμμα

Οι σχηματισμοί της «*ενότητας του Νεοελληνικού τεκτονικού καλύμματος*» είναι μεταμορφωμένοι και συναντώνται στην περιοχή του Βαρνάβα, της λίμνης Μαραθώνα και του 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 του Βαρνάβα αποτελούνται από σχιστόλιθους με πολλές

ενστρώσεις λεπτοστρωματωδών μαρμάρων και σιπολινομαρμάρων. Στην περιοχή της λίμνης του Μαραθώνα αποτελούνται από σχιστόλιθους με φακούς μαρμάρων, που μεταπίπτουν συχνά σε σιπολινομάρμαρα, ενώ κατά θέσεις απαντώνται μικρά σώματα σερπεντιτών. Στην περιοχή του Αγίου Στεφάνου, η ενότητα αυτή αντιπροσωπεύεται από μια μικρή εμφάνιση κρυσταλλικών ασβεστόλιθων.

Ενότητα Αφιδνών

Οι σχηματισμοί της «ενότητας Αφιδνών» καταλαμβάνουν την περιοχή Αφιδνών (Κιούρκα) και είναι μια σειρά μη μεταμορφωμένων φλυσχοειδών σχηματισμών, που αποτελούνται από ψαμμίτες, αργιλικούς σχιστόλιθους και ψηφιδοπαγή με ενστρώσεις κρυσταλλικών ασβεστολίθων. Η ηλικία τους είναι Άνω 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 υποβάθρου.

Πελαγονική ζώνη

Οι σχηματισμοί της Πελαγονικής ζώνης είναι εξ ολοκλήρου αμεταμόρφωτοι και περιλαμβάνουν: Μια σειρά εναλλασσόμενων αργιλοψαμμιτικών πετρωμάτων με ενστρώσεις ασβεστολίθων, ηλικίας Λιθανθρακοπερμίου – Κάτω μέσο Τριαδικού, τους «ασβεστολίθους Μαυρηγόρας – Μπελετσίου», ηλικίας Μέσου Τριαδικού – Κάτω Ιουρασικού, ασβεστολίθους Άνωκρητιδικής ηλικίας και το φλύσχη ηλικίας Άν. Μαιστρίχιου – Παλαιόκαινου.

Νεογενείς σχηματισμοί

Διακρίνονται σε: α) Ανδρομερείς ποταμολιμναίοι σχηματισμοί της Πάρνηθας και του Πεντελικού, ηλικίας Άνω Μειοκαινού. Πρόκειται για λατυποπαγείς και κροκαλοπαγείς σχηματισμούς, οι οποίοι βρίσκονται στις παρυφές των ορεινών όγκων της Πάρνηθας και του Πεντελικού. Με την απομάκρυνση από τους όγκους αυτούς, οι αποθέσεις αυτές εναλλάσσονται με λεπτομερέστερα υλικά. Κατά θέσεις παρεμβάλλονται ενστρώσεις μαργαϊκών – τραβερτινοειδών ασβεστολίθων. β) Κροκαλολατυποπαγή Καπανδριτίου, Άνω Μειοκαινικής ηλικίας. Είναι μικρής συνεκτικότητας ποταμολιμναίες αποθέσεις, άστρωτες ή με ασαφή στρώση. Περιέχουν κροκάλες και λατύπες, οι διαστάσεις των οποίων κυμαίνονται από πολύ μικρά μεγέθη μέχρι και ογκολίθους. Κατά θέσεις παρεμβάλλονται ενστρώσεις μαργαϊκών – τραβερτινοειδών ασβεστολίθων.

Τεταρτογενείς σχηματισμοί

Διακρίνονται σε Πλειστοκαινικής ηλικίας συνεκτικά πλευρικά κορήματα και κώνους κορημάτων, ασύνδετα Ολοκαινικά κορήματα, που αποτελούνται συνήθως από γωνιώδη και αδρομερή υλικά, λεπτομερείς προσωπαικές αποθέσεις Πλειστοκαινικής ηλικίας καστανέρυθρου χρώματος με διάσπαρτες κροκάλες, που συχνά αποτελούν υλικά πατάμιων αναβαθμίδων και Ολοκαινικής ηλικίας, χαλαρές ποταμοχειμάρειες αποθέσεις από άμμους, κροκάλες και λατύπες που εμφανίζονται κατά μήκος των πατάμιων κοιτών. Οι αλπικοί σχηματισμοί διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τους μεταμορφωμένους στο ανατολικό μέρος και τους μη μεταμορφωμένους στο υπόλοιπο κομμάτι. Οι κύριες εμφανίσεις των μεταμορφωμένων σχηματισμών απαντούν και στην περιοχή του Μαραθώνα και αντιπροσωπεύονται από μάρμαρα και μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους. Οι επιφάνειες ισοπέδωσης, που αναπτύσσονται σε πολλά σημεία της περιοχής, διακρίνονται στις επιφάνειες που έχουν προέλθει από απόθεση τλικών και σε εκείνες που έχουν προέλθει από τη διάβρωση. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν και οι επιφάνειες ισοπέδωσης του Σχινιά, οι οποίες έχουν υψόμετρο από 0 μέχρι 50 μέτρα.

4.1.2. Γεωλογία Περιοχής Όρμου Μαραθώνα

Ο παράκτιος χώρος του Όρμου Μαραθώνα αποτελείται από Τεταρτογενείς αποθέσεις (περιοχή έλους Μαραθώνα, δελταϊκούς σχηματισμούς, πεδία θινών), οι οποίες προς Β περικλείονται από τα

Μάρμαρα του Μαραθώνα (Κατ. Κρητιδικό) και Α από τα μάρμαρα Αγίας Μαρίνας (Αν. Κρητιδικό), που ανήκουν στην σχετικά αυτόχθονη ενότητα Αλμυροποτάμου Αττικής. Επίσης, στην περιοχή του έλους του Σχινιά, όπου έχει δεχθεί λεπτόκοκκα ιζήματα σηματίζοντας μια ακολουθία στρωμάτων, αλλά και στο χώρο της λεκάνης εκσκαφής του Ολυμπιακού Κωπηλατοδρομίου διακρίνονται πέντε στρώματα (Μαργώνης et al., 2003).

Στρώμα 1: Το κορυφαίο επιφανειακό φυσικό στρώμα με κυμαινόμενο πάχος (0.7 m – 1.5 m), το οποίο αυξάνεται προς το εσωτερικό τμήμα του έλους. Πρόκειται για στρώμα τεφρόμαυρης ιλύος – αργίλου και με σημαντική ποσότητα φυτικού οργανικού υλικού. Περιέχει πολλά κελύφη μαλακίων γλυκέων υδάτων, τα οποία ευδοκούν σε γλυκό νερό πλούσιο σε ανθρακικό ασβέστιο (*Theodoxus*, *Bithynia*, *Lymnaea*, *Planorbis*), καθώς επίσης και ωογόνια χαροφύτων, με κατά θέσεις παρουσία περιασβεστομένων φυτικών λειψάνων. Τα δεδομένα αυτά οδηγούν στο συμπέρασμα πως το παλαιοπεριβάλλον στο οποίο έγινε η απόθεση των υλικών στρώματος 1 ήταν έλος με γλυκό νερό, πλούσιο σε ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3) εν διαλύσει και με υδροχαρή βλάστηση. Η διατήρηση του έλους αυτού, καθώς επίσης και η περιεκτικότητα του νερού σε CaCO_3 (μαλάκια που ευδοκούν σε γλυκό νερό με αυξημένο ποσοτό CaCO_3) δείχνουν τροφοδοσία του από νερό καρστικών πηγών της ανάντη περιοχής. Δεν αποκλείεται το έλος αυτό να επηρεάζονταν τοπικά και για σύντομα χρονικά διαστήματα από εισβολές θαλασσινού νερού, όπως δείχνει η σποραδική παρουσία ελάχιστων μαλακίων υφάλμυρων (*Hydrobia*, *Phytia*) και θαλασσιών υδάτων (*Cerastoderma*, *Abra*). Η έκταση του έλους αυτού ήταν μεγάλη και φαίνεται πως κάλυπτε τις βόρειες και δυτικές παρυφές του σημερινού έλους, μέχρι το βορειότερο όριο του χώρου κατασκευής του Ολυμπιακού Κωπηλατοδρομίου.

Στρώμα 2: Είναι υποκείμενο του Στρώματος 1, με ασαφή οριακή επιφάνεια. Παρουσιάζεται με κυμαινόμενο πάχος από 0.75 m στα Ν και Β, μέχρι 2.35 m στα κεντρικά του έλους. Σε ορισμένα σημεία των στρωματογραφικών τομών φαίνεται πως αποσφηνώνεται. Πρόκειται για ανοιχτόχρωμο καστανότεφρο λεπτόκοκκο υλικό αργίλου και ιλυοαργίλου με πρισματικό αποχωρισμό. Περιέχει ελάχιστα διάσπαρτα κελύφη μαλακίων υφάλμυρου και γλυκού νερού, κελύφη οστρακωδών, αρκετά ασβεστιτικά και λειμωνιτικά συγκρίματα, περιασβεστομένα φυτικά λείψανα, ωογόνια χαροφύτων και κατά θέσεις σημαντικά ποσοστά κρυστάλλων γύψων υπό μορφή *desert rose*. Το στρώμα αυτό στερείται εσωτερικής δομής, σε στρώσεις και δείχνει ένα μαζώδη χαρακτήρα. Τα στοιχεία που αναφέρθηκαν για το στρώμα 2 ενισχύουν την άποψη πως το παλαιοπεριβάλλον σχηματισμού του και απόθεσης του υλικού αντιστοιχεί σε ένα εκτεταμένο έλος, με έντονη εξάτμιση και απόθεση γύψου κατά θέσεις (εβαποριτική διαδικασία). Το έλος αυτό προς το εσωτερικό – βόρειο τομέα του φαίνεται να είχε τροφοδοσία σε γλυκό καρστικό νερό, όπως δείχνουν τα ωογόνια χαροφύτων και τα περιασβεστομένα λείψανα φυτών που περιέχονται στα λεπτόκοκκα υλικά του. Το στρώμα αυτό δε φαίνεται να φτάνει στο βορειότερο άκρο του χώρου, τουλάχιστον με τους ίδιους χαρακτήρες. Πιθανώς να εμπλουτίζεται με περισσότερα κλαστικά υλικά και να αντιστοιχεί σε στρώμα καστανής έως τεφροκίτρινης ιλυοαργιλούχου άμμου.

Στρώμα 3: Είναι υποκείμενο του Στρώματος 2, με ασαφή οριακή επιφάνεια. Στο νότιο άκρο του χώρου εκσκαφής (του κωπητοδρομίου) εμφανίζεται η οροφή του, ενώ προς τα κεντρικά και βόρεια αποκαλύπτεται ολόκληρο σε σημαντική έκταση. Το πάχος του, παρότι δεν είναι ορατό στο νότιο άκρο, φαίνεται να υπερβαίνει τα 2.0 m, ενώ στον κεντρικό τομέα της εκσκαφής υπερβαίνει τα 3.0 m. προς τα βόρεια ελαττώνεται με τάσεις αποσγήνωσης. Είναι βέβαιο πως το στρώμα αυτό δεν απαντά στο βορειότερο άκρο του χώρου εκσκαφής. Αποτελείται από τεφροπράσινο αργιλικό υλικό πλούσιο σε κελύφη μαλακίων, οστρακώδη, περιασβεστομένα φυτικά λείψανα και χαρόφυτα. Στο νότιο τμήμα περιέχει κλαστικούς κόκκους αργίλου και ιλύος στη μάζα του, ενώ προς τα κεντρικά και βόρεια ολόκληρο το υλικό είναι χημικό και βιογενές (μη κλαστικό). Περιέχει άφθονα κελύφη θαλάσσιων ευρύαλων ειδών, όπως *Cerastoderma* και *Abra*, καθώς επίσης και υφάλμυρων ειδών μαλακίων, όπως *Hydrobia*. Μόνο τοπικά συναντώνται κελύφη μαλακίων των γλυκέων υδάτων, όπως *Bithynia*, *Lymnaea*, *Planorbis*. Το παλαιοπεριβάλλον απόθεσης του υλικού του στρώματος 3

ήταν λιμνοθαλάσσιο. Ίσως μια ρηχή εκτεταμένη παράκτια λιμνοθάλασσα, η οποία επικοινωνούσε συχνά με τη θάλασσα μέσω διαύλων στο χώρο του αμμώδους φράγματος (λουρνησίδας / ζώνη θινών Σχινιά) ή των ορίων του. Μέσα στο χώρο της ρηχής λιμνοθάλασσας κατά θέσεις, η τροφοδοσία σε γλυκό νερό από την πλευρά της χέρσου δημιούργησε μικροπεριβάλλοντα έλους. Εκεί επικρατούσε η υδροχαρής βλάστηση και κατά σύντομες περιόδους το γλυκό νερό.

Στρώμα 4: Πρόκειται για ένα στρώμα τύρφης, πάχους περίπου 0.30 m στο κεντρικό τμήμα και μικρότερου πάχους προς τα νότια. Προς τα βόρεια διατηρεί το πάχος του και έχει τάσεις σχηματισμού εναλλασσόμενων λεπτών στρώσεων τύρφης μέσα στο Στρώμα 5 που το φιλοξενεί. Η τύρφη αποτελείται από υπολείμματα υδροχαρούς βλάστησης και περιέχει κυρίως κελύφη μαλακίων γλυκού νερού, όπως *Bithynia*, *Lymnaea* και *Planorbis*. Ο σχηματισμός της τύρφης απαιτεί ένα τελματικό – τεναγώδες παλαιοπεριβάλλον απόθεσης, στο οποίο η στασιμότητα του νερού το οδηγεί σε έλλειψη οξυγόνου, η δε μεγάλη ανάπτυξη υδροχαρούς βλάστησης προσφέρει το πρωτογενές οργανικό υλικό. Δεν είναι γνωστή η έκταση του στρώματος της τύρφης, εκτιμάται όπως πως είχε σημαντική εξάπλωση στο κεντρικό και βόρειο τμήμα του έλους. Λεπτές στρώσεις τύρφης παρατηρούνται σε όλα τα στρώματα τα οποία έχουν σχηματιστεί σε περιβάλλον έλους, όπως είναι τα 1 και 2, καθώς και το υποκείμενο στρώμα 5.

Στρώμα 5: Πρόκειται για το κατώτερο στρώμα που ήταν προσιτό στην παρατήρηση στη βάση των скаμμάτων. Άρχισε να φαίνεται στη βάση του 4^{ου} σκάμματος και προς τα βόρεια έχει πλήρη ανάπτυξη. Το ορατό πάχος του στρώματος αυτού είναι περίπου 0.50-0.60 m, αλλά πρέπει να έχει πολύ μεγαλύτερο πάχος προς τα βαθύτερα. Αποτελείται από χαρακτηριστική λευκοκίτρινη – λευκότεφρη ανθρακική (ποσοστό μεγαλύτερο του 95% σε CaCO₃) «ιλούχο άμμο», λίγο συνεκτική και πορώδη. Περιέχει αρκετά κελύφη μαλακίων γλυκών υδάτων (*Bithynia*, *Lymnaea*, *Planorbis*), αλλά και λίγα θαλάσσια ευρύαλα (*Cerastoderma*, *Abra*). Περιέχει ακόμα πολλά οστακώδη και χαρόφυτα, καθώς επίσης και φυτικά λείψανα. Η απόθεση των υλικών του στρώματος 5 πρέπει να έγινε σε υδάτινο περιβάλλον, πλούσιο σε CaCO₃, με έντονη φυσικοχημική και βιογενή δραστηριότητα, η οποία δημιούργησε λεπτόκοκκο χημικό – βιογενές υλικό. Τα περιασβεστομένα φυτικά λείψανα, τα χαρόφυτα και τα κελύφη μαλακίων του γλυκού νερού μέσα στο στρώμα 5 έχουν αποθεθεί σε ένα περιβάλλον γλυκού νερού με μεγάλη περιεκτικότητα σε CaCO₃. Οι καρστικές πηγές της ανάντη λεκάνης ίσως τροφοδοτούσαν το έλος με σημαντικούς όγκους νερού. Φυσικά προβληματίζει η έστω και περιορισμένη παρουσία των θαλάσσιων οργανισμών (*Cerastoderma*, *Abra*), η οποία πιθανώς προέκυψε λόγω περιοδικών εισβολών θαλασσινού νερού στο χώρο του έλους. Ίσως η έρευνα στα βαθύτερα αποκαλύψει τί πραγματικά συνέβαινε κατά την περίοδο σχηματισμού του στρώματος 5. Το στρώμα 5 δε φαίνεται να επεκτείνεται μέχρι το βορειότερο άκρο του χώρου κατασκευής του Ολυμπιακού Κωπηλατοδρομίου.

Τα στάδια εξέλιξης του έλους του Μαραθώνα, από την αρχαιότητα έως σήμερα, περιγράφονται ακολούθως (Μαργώνης et al., 2003):

Στάδιο 1: Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας προκάλεσε την είσοδό της στο χαμηλού αναγλύφου καρστικού βύθισμα του Μαραθώνα, το οποίο μετέτρεψε σε ρηχό θαλάσσιο κόλπο, ανοικτό στη δράση ανέμων και κυμάτων νότιας συνιστώσας. Η δράση αυτή οδήγησε στο σχηματισμό εγκάρσιου αμμώδους φράγματος (bar) μορφής λουρνησίδας, το οποίο ανυψώθηκε επάνω από τη στάθμη της θάλασσας και απομόνωσε το εσωτερικό τμήμα του κόλπου από την ανοικτή θάλασσα. Στην επιφάνεια της λουρνησίδας σχηματίστηκαν ομάδες παράλληλων θινών με ορίζοντα κίσσηρις, αντίστοιχο με αυτόν που δημιούργησε η έκρηξη του ηφαιστείου της Σαντορίνης το 1500 π.Χ. (Sotiriadis & Schneider, 1974). Η απομόνωση του ρηχού θαλάσσιου κόλπου και οι εισροές γλυκού νερού από καρστικές πηγές (Μακαρία, Δρακονέρα κ.ά.) τον μετλετρεψαν σε λιμνοθάλασσα και λίμνη γλυκού – υφάλμυρου νερού. Εκτιμάται πως οι διεργασίες αυτές συνέβησαν περίπου κατά την

περίοδο προ του 1500 π.Χ. και μετά. Προς το τέλος του Σταδίου 1, στο λιμνοτελματικό περιβάλλον του Σχινιά σχηματίστηκε στρώμα τύρφης.

Στάδιο 2: Κατά το στάδιο αυτό παρατηρείται είσοδος θαλασσινού νερού στο λιμνοτελματικό περιβάλλον του Σχινιά και βαθμιαία μετατροπή του σε λιμνοθάλασσα με αλμυρό και υφάλμυρο νερό. Η είσοδος του θαλασσινού νερού γινόταν μέσω διαύλων στον οριακό χώρο της λουρνησίδας, ενώ μεγάλες εισροές καρστικού νερού γίνονταν μέσω πηγών στον περίγυρο, των οποίων το γλυκό νερό δημιουργούσε ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη υδροχαρούς βλάστησης.

Στάδιο 3: Η περιοχή μετατρέπεται σε εκτεταμένο υφάλμυρο έλος, με περιόδους έντονης εξάτμισης και απόθεσης γύψου μέσα στο αργιλικό στρώμα του υλικού του πυθμένα. Το νερό διατηρεί τον υφάλμυρο χαρακτήρα του σχεδόν σε όλη την έκταση του έλους, εκτός από τον εσωτερικό χώρο όπου εκφορτίζονται οι καρστικές πηγές. Το Στάδιο 3, σύμφωνα με χρονολογικές εκτιμήσεις, αντιστοιχεί στην περίοδο διεξαγωγής της Μάχης του Μαραθώνα (490 π.Χ.) και από πλευράς περιβάλλοντος δε φαίνεται να είχε ευνοήσει τη διεξαγωγή της μάχης στο χώρο του έλους. Τόσο η κατάκλυση από το νερό, όσο και το παχύ αργιλικό στρώμα του πυθμένα, δεν επέτρεπαν την πρόσβαση της περιοχής ή τις ανθρώπινες δραστηριότητες στο χώρο αυτό.

Στάδιο 4: Πρόκειται για το τελευταίο στάδιο φυσικής εξέλιξης του έλους του Σχινιά και η περιοχή διατηρεί το χαρακτήρα του έλους γλυκού νερού, με εισροές κατά περιόδους θαλασσινού νερού από την πλευρά της λουρνησίδας. Η περιβαλλοντική κατάσταση της ελώδους τελματικής περιοχής του Σχινιά, με την πλούσια υγροτοπική βλάστηση (καλαμώνες κ.ά.), θα συνεχιζόταν ακώλυτα μέχρι σήμερα εάν δεν πραγματοποιούνταν ανθρωπογενείς επεμβάσεις, παρά τις οποίες όμως η περιοχή συνεχίζει να διατηρεί πολλούς φυσικούς χαρακτήρες και ποικίλα οικοσυστήματα.

Στάδιο 5: Πρόκειται για ένα στάδιο κατά το οποίο σοβαρές ανθρωπογενείς επεμβάσεις προσπαθούν να αλλάξουν το φυσικό υγροτοπικό σύστημα του Σχινιά. Έργα στράγγισης περιορίζουν την έκταση του έλους, έργα κατασκευής στρατιωτικών εγκαταστάσεων τροποποιούν το δυτικό του άκρο, έργα οικοδομικής ανάπτυξης και αξιοποίησης πιέζουν από όλες τις πλευρές τον υγρότοπο. Τα νέα έργα κατασκευής του Ολυμπιακού Κωπηλατοδρομίου, σε συνδυασμό και με τη νομοθετική ρύθμιση για την προστασία του Εθνικού Πάρκου του Σχινιά, δημιουργούν προϋποθέσεις αναβάθμισης και ανάδειξης της περιοχής, η οποία έχει τη δυνατότητα να διατηρήσει τα χαρακτηριστικά του υγροτοπικού της περιβάλλοντος.

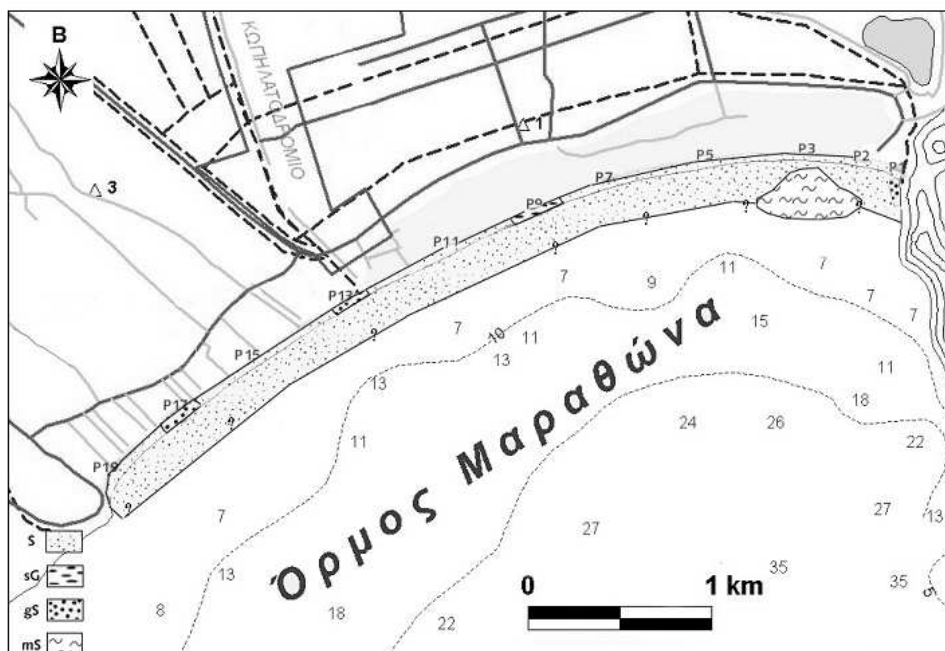
4.2. Τεκτονική και Νεοτεκτονική

Η νεοτεκτονική δομή της μεγάλης κλίμακας της ευρύτερης περιοχής περιλαμβάνει αφενός τη διάκριση των **μεταλλικών αποθέσεων** από το αλπικό υπόβαθρο και αφετέρου τα μεγάλα ενεργά ρήγματα, των οποίων το μήκος ξεπερνά τα επτά με οχτώ χιλιόμετρα, και επομένως το σεισμικό τους δυναμικό ξεπερνά το μέγεθος 5. Η γενική διάταξη των ρηγμάτων στην περιοχή της Δυτικής Αττικής, στην περιοχή του Κορινθιακού Κόλπου όπου εντάσσονται και τα ρήγματα που ενεργοποιήθηκαν κατά τους σεισμούς του 1981, μεγέθους 6.5 έως 7, έχουν διεύθυνση ΑΒΑ – ΔΝΔ, τα οποία στο χώρο της Πάρνηθας περνάνε σε διεύθυνση Α-Δ και προς τα ανατολικά προς το Νότιο Ευβοϊκό Κόλπο η διεύθυνσή τους γίνεται ΒΔ – ΝΑ (Παπανικολάου, 1999). Η αλλαγή αυτή της διεύθυνσης σε τρεις περίπου ζώνες συνοδεύεται από μικρότερα σχετικά μεγέθη σεισμικού δυναμικού στην πλευρά του Νότιου Ευβοϊκού, όπου το μέγεθος φθάνει έως το μέγεθος 6, όπως ο σεισμός του Ωρωπού το 1938. Η τεκτονική δομή της Αττικής, εκτός από την παραπάνω διάταξη των νεοτεκτονικών ρηγμάτων, χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη μιας μεγάλης τεκτονικής ζώνης, που χωρίζει τους ορεινούς όγκους της Πάρνηθας και Αιγάλεω προς τα βορειοδυτικά από τους αντίστοιχους ορεινούς όγκους Πεντέλης – Υμηττού προς τα νοτιοανατολικά, οι οποίοι και

δομούνται από τελείως διαφορετικά πετρώματα και ανήκουν σε διαφορετικές γεωτεκτονικές ενότητες. Συγκεκριμένα, η ΝΑ Αττική περιλαμβάνει μεταμορφωμένα πετρώματα από μάρμαρα, σχιστόλιθους κ.λπ., που αποτελούν μια συμπαγή μάζα, η οποία βυθίζεται προς τα βορειοδυτικά κάτω από τα μη μεταμορφωμένα ιζηματογενή πετρώματα της ΒΔ Αττικής, που αποτελούνται κυρίως από ασβεστόλιθους.

4.3. Γεωμορφολογία, Εισαγωγή

Ο κόλπος του Μαραθώνα έχει μήκος ακτογραμμής περίπου 11 km και η περιοχή μελέτης μας από την ακρωτήριο της Κυνοσούρας μέχρι τις εκβολές του ποταμού Οινόη (Χάραδρου), (δηλαδή η παραλία του Σχινιά) έχει μήκος περίπου 5 km. Η ευρύτερη περιοχή χαρακτηρίζεται από ήπιο τεκτονισμό, μεσογειακό τύπο κλίματος περιοχή και σχετικά χαμηλή κυματική ενέργεια. Ο ποταμός Χάραδρος (ή Οινόη) κατά το παρελθόν μετέφερε σημαντικές ποσότητες ιζημάτων, οι οποίες μειώθηκαν δραστικά από το 1929 μετά την κατασκευή του φράγματος του Μαραθώνα. Η κορυφή του δέλτα βρίσκεται σε απόσταση περίπου δύο χιλιομέτρων από την ακτογραμμή. Ο ποταμός σήμερα διακλαδώνεται πριν τις εκβολές του δημιουργώντας το ρέμα Σεχρί (βάθος ~2 μέτρα) που δε λειτουργεί εδώ και αρκετές δεκαετίες και το ρέμα Καινούργιο. Ειδικότερα, η περιοχή μελέτης είναι η παραλιακή ζώνη του Όρμου του Σχινιά, η οποία περιλαμβάνει στο βόρειο τμήμα της το πεδίο των αμμοθινών με το πευκοδάσος του Σχινιά (με μήκος ~3 km και πλάτος περί τα 450 m) και στο νότιο τμήμα της μια αλλουβιακή, σχετικά επίπεδη πεδιάδα μέχρι τις εκβολές του Χάραδρου. Ο σχηματισμός της παράκτιας ζώνης της περιοχής του πευκοδάσους του Σχινιά και της ελώδους περιοχής πίσω από αυτό έχει περιγραφεί από τους Μαργώνη κ.ά. (2002). Ο ευρύτερος χερσαίος παράκτιος χώρος του Κόλπου Μαραθώνα αποτελείται από Τεταρτογενείς αποθέσεις (περιοχή έλους Μαραθώνα, δελταϊκούς σχηματισμούς, πεδία θινών), οι οποίες προς βορρά περικλείονται από τα Μάρμαρα του Μαραθώνα (Κατ. Κρητιδικό) και ανατολικά από τα μάρμαρα Αγίας Μαρίνας (Αν. Κρητιδικό), που ανήκουν στην σχετικά αυτόχθονη ενότητα Αλμυροποτάμου Αττικής (Παυλόπουλος κ.ά., 2002, Maroukian et al., 1993).



Σχήμα 4.1. Φυσιογραφικά χαρακτηριστικά περιοχής μελέτης και σχηματική απεικόνιση της κατανομής των διαφόρων τύπων ιζήματος σύμφωνα με την ονοματολογία του Folk (1980) [S: άμμος, sG: αμμούχοι χάλικες, gS: χαλικούχος άμμος, mS: πηλούχος άμμος].

Η ανθρώπινη παρέμβαση πέραν της κατασκευής του φράγματος μέχρι και τα μέσα του προηγούμενου αιώνα ήταν περιορισμένες, ενώ κάποιες παρεμβάσεις, που αφορούσαν αποστραγγιστικά έργα, προκύπτουν από αεροφωτογραφία του 1960. Τις τελευταίες όμως δεκαετίες υπήρξε σχετικά αυξημένη εκμετάλλευση της παράκτιας χερσαίας περιοχής με τη λειτουργία στρατιωτικών εγκαταστάσεων, αεροδρομίου, ενώ πολύ κοντά στον αιγιαλό κτίστηκαν παραθεριστικές κατοικίες, ταβέρνες και λίγα ξενοδοχεία. Τέλος, η πλέον πρόσφατη και πιο δραστική επέμβαση στην παράκτια ζώνη είναι το κωπηλατοδρόμιο, που φτιάχτηκε για τους Ολυμπιακούς Αγώνες του 2004, και άλλαξε δραστικά την εικόνα της περιοχής με νέους δρόμους, χώρους πάρκινγκ και εγκαταστάσεις. Στην εργασία αυτή διερευνάται η ιζηματολογία της παραλιακής ζώνης του Όρμου Σχινιά (Μαραθώνα) σε σχέση με τη παράκτια γεωμορφολογία, το υδροδυναμικό καθεστώς, ενώ εξετάζεται παράλληλα και ο ρόλος της ανθρώπινης παρέμβασης.

Οι ορεινοί όγκοι που οριοθετούν την περιοχή μελέτης συνίσταται από ασβεστόλιθους και αργιλικούς σχιστόλιθους Μεσοζωικής ηλικίας που ανήκουν στην γεωτεκτονική ενότητα της Βορειοανατολικής Αττικής, και αποτελούν μια σχετικά αυτόχθονη ακολουθία μεταμορφωμένων πετρωμάτων (Λόζιος, Σ., 1993), (Εικόνα 4.1). Οι σχηματισμοί του Τεταρτογενούς περιλαμβάνουν τις αλλουβιακές αποθέσεις του Οινόη ποταμού. Οι σχηματισμοί αυτοί διακρίνονται σε Πλειστοκαινικής ηλικίας συνεκτικά πλευρικά κορήματα και κώνους κορημάτων, λεπτομερείς προσχωματικές αποθέσεις Πλειστοκαινικής ηλικίας με διάσπαρτες κροκάλες που συχνά αποτελούν υλικά ποτάμιων αναβαθμίδων, ασύνδετα Ολοκαινικά κορήματα που αποτελούνται από γωνιώδη και αδρομερή υλικά, και Ολοκαινικής ηλικίας χαλαρές ποτάμιες και χειμάριες αποθέσεις από άμμους, κροκάλες και λατύπες που εμφανίζονται κατά μήκος των ποτάμιων κοιτών. Τα Πλειστοκαινικής και Ολοκαινικής ηλικίας κορήματα και κώνοι κορημάτων καλύπτουν τις κλιτείες μεγάλης κλίσης και τις ρηξιγενείς ζώνες. Σύμφωνα με στοιχεία της Ε.Μ.Υ, η μέση ετήσια βροχόπτωση για το μετεωρολογικό σταθμό του Μαραθώνα και για την χρονική περίοδο 1925-1995 είναι 567 mm. Για τον ίδιο σταθμό, την ίδια χρονική περίοδο οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες του αέρα κυμαίνονται μεταξύ 27°C και 10°C με μέση ετήσια τιμή 18°C.



Εικόνα 4.1: Αεροφωτογραφίες από την περιοχή των εκβολών του ποταμού Οινόη στην πεδιάδα του Μαραθώνα κατά τα έτη α) 1945 και β) 2002.

4.3.1. Μεθοδολογία

Η παράκτια γεωμορφολογία έγινε με χαρτογράφηση και μέτρηση των κλίσεων της χερσαίας και υποθαλάσσιας παραλιακής ζώνης (beach zone) με τη χρήση τοπογραφικών χαρτών (1:50000) και

διαγραμμάτων (1:5000) και με τη συσχέτιση αεροφωτογραφιών της ΓΥΣ. Η δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε στην περιοχή μελέτης μας, περιλαμβάνει τη συλλογή επιφανειακών δειγμάτων (χερσαίων και υποθαλάσσιων) κατά μήκος 11 τομών κάθετων στην ακτογραμμή. Για την κοκκομετρική σύσταση της παραλιακής ζώνης συλλέχθηκαν 47 επιφανειακά δείγματα ιζήματος από το μέτωπο της παραλίας, την οπισθοπαραλία (backshore), αλλά και από τον πυθμένα της θάλασσας (από βάθη (0.5), (1), (1.5) και (2) m). Οι κοκκομετρικές αναλύσεις, όπως και η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων τους (η διάμεσος (**Md**), η γραφική μέση τιμή (**Mz**), η περιεκτική γραφική σταθερά απόκλισης (σ_1), η λοξότητα (Sk_1) και η κύρτωση (K_G)), έγιναν σύμφωνα με τη μεθοδολογία του Folk (1980). Ο προσδιορισμός των χαρακτηριστικών των κυμάτων, αλλά και των επιμήκων ρευμάτων στην ακτογραμμή, έγινε με την αξιοποίηση των ανεμολογικών δεδομένων της ευρύτερης θαλάσσιας περιοχής από τον Άτλαντα Κύματος και Ανέμου των (Αθανασούλη και Σκαρσούλη, 1992). Στη συνέχεια ακολουθεί η πρόγνωση των χαρακτηριστικών κύματος σε συνθήκες περιορισμένης ανάπτυξης απόστασης κυματισμού (fetch limited). Ο υπολογισμός του σημαντικού ύψους κύματος H_{m0} (m) και της σημαντικής περιόδου T_s (sec) για την κάθε διεύθυνση (A, NA, N) έγινε τόσο στη περίπτωση της περιορισμένης απόστασης ανάπτυξης κυματισμού (fetch limited), όσο και σε συνθήκες πλήρους ανάπτυξης (fully developed) σύμφωνα με τις εξισώσεις του εγχειριδίου CERC (2000). Μετά τον προσδιορισμό των κυματικών χαρακτηριστικών σε συνθήκες βαθιών νερών ακολούθησε ο υπολογισμός των βασικών και κρίσιμων χαρακτηριστικών των κυμάτων από τα βαθιά μέχρι την στιγμή που σπάνε με την χρήση του προγράμματος CEDAS. Η παράκτια δυνητική στερεομεταφορά (Q_L) υπολογίστηκε με βάση την εξίσωση του Komar (1998):

$$Q_L = 0.46 \cdot \rho \cdot g^{3/2} \cdot H_b^{5/2} \cdot \sin(a_b) \cdot \cos(a_b), \quad (4.1)$$

όπου (ρ) η πυκνότητα του νερού, (g) η επιτάχυνση της βαρύτητας, (H_b) το ύψος του κύματος τη στιγμή που σπάει, (a_b) η γωνία που σχηματίζει η γραμμή της κορυφής των κυμάτων με την ισοβαθή στη ζώνη θραύσης.

4.3.2. Αποτελέσματα

4.3.2.1. Παράκτια γεωμορφολογία

Η εξεταζόμενη περιοχή παρουσιάζει συγκεκριμένα μορφολογικά χαρακτηριστικά τα οποία κατατάσσουν το σύνολο της εμφανιζόμενης παραλιακής ζώνης (beach zone) ως παραλία επαπτόμενη της ακτογραμμής (shoreline beach). Η οπισθοχώρα της παραλίας διακρίνεται στο βόρειο τμήμα της, όπου έχουμε το πεδίο των αμμοθινών με το πευκοδάσος του Σχινιά να εκτείνεται μέχρι το ρέμα (Θέση 13) και το νότιο τμήμα της από το ρέμα μέχρι τις εκβολές του ποταμού Χάραδρου (ρέματα Καινούργιο και Σεχρί), όπου δεν έχουμε αμμοθίνες, αλλά μια αλλουβιακή (δελταϊκή) σχετικά επίπεδη πεδιάδα. Ακόμη, πρέπει να σημειωθεί ότι οι αμμοθίνες αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα του παράλιου συστήματος, με την ενεργή ανταλλαγή υλικού μεταξύ παραλίας και θινών. Γενικά, η υψομετρική διαφορά των χαμηλότερων θινών από τη μέση στάθμη της θάλασσας είναι περίπου 1.2m και από το επίπεδο της παραλίας περίπου 0.5m. Τέλος, σημειώνεται ότι στην ευρύτερη χερσαία παράκτια ζώνη και στο βόρειο κυρίως μέρος της περιοχής μελέτης μας παρατηρήθηκαν κάποιες βαλτώδεις εκτάσεις με πλήρη ανάπτυξη μικρών υγροβιότοπων με χαμηλή βλάστηση.

Επίσης, κατά θέσεις παρατηρήθηκαν χαρακτηριστικές συγκεντρικές αμμώδεις ζώνες (berms) που σε αρκετά σημεία ήταν έως και τρεις, έχοντας μικρές υψομετρικές διαφορές μεταξύ

τους (κατώτερη 0.7m, μέση 0.95m και ανώτερη 1.2m). Είχαν αποκλειστικά αμμώδη σύσταση, ενώ η ανάπτυξή τους ποικίλει από εποχή σε εποχή, όπως άλλωστε και αυτή των ημισεληνοειδών σχηματισμών (beach cusps) με μήκη της τάξης των 5-6 m. Η παρουσία των είναι ιδιαίτερα αισθητή στο κεντρικό τμήμα κεντρικό της παραλίας του Μαραθώνα, υποδηλώνοντας τη μεταβολή της μορφολογίας της παραλιακής ζώνης ανάλογα με τις μεταβολές του κυματικού καθεστώτος. Τα μεγέθη των είναι σχετικά μικρά, όπως μικρά είναι και τα ύψη των προσερχόμενων κυμάτων. Χαρακτηριστική, επίσης, είναι και η μείωση του εύρους της παραλίας νότια από τις εκβολές του ρέματος (το νότιο άκρο του πευκοδάσους) που ακόμη νοτιότερα (πέραν των εκβολών του Χάραδρου) περνάμε σε καθεστώς διάβρωσης με απομάκρυνση του λεπτόκοκκου υλικού και οπισθοχώρηση της ακτογραμμής (Maroukian et al., 1993). Το υποθαλάσσιο ανάγλυφο είναι σχετικά ομαλό, αμμώδες, με την παρουσία αραιής "φυκοκάλυψης", ακόμα και σε βάθη <3m, υποδηλώνοντας ένα σχετικά χαμηλό υδροδυναμικό περιβάλλον. Μάλιστα, σε ορισμένες θέσεις διαφαίνονται και οι προεκτάσεις των σημερινών κοιτών των ποταμοχειμάρρων, πέραν του 1.5-2 m (βλέπε Σχήμα 4.2), που πιθανόν να υποδηλώνει μια σχετική ανύψωση της θαλάσσιας στάθμης με παράλληλο "γέμισμα" του τμήματος των κοιτών κοντά στην ακτογραμμή από την κυματική κυρίως δράση και την παράκτια στερεομεταφορά.

4.3.2.2. Ιζηματολογία

Όλα σχεδόν τα δείγματα είτε έχουν συλλεχθεί από το μέτωπο της παραλίας, είτε από το πεδίο των αμμοθινών, είτε μέσα από τη θάλασσα (Σχήμα 4.1), χαρακτηρίζονται κοκκομετρικά ως αμμώδη (Πίνακας 4.1). Εξάιρεση αποτελούν οι θέσεις P1, P13 και P17, στις οποίες κατά το παρελθόν υπήρχαν εκβολές μικρών ρεμάτων, ενώ σήμερα παρατηρείται μια βαλτώδης κατάσταση (πίσω από τις εκβολές τους) και οι οποίες χαρακτηρίζονται από κροκαλούχο άμμο gS. Ακόμη, στη θέση P9, το μέτωπο της παραλίας αποτελείται από αμμώδεις κροκάλες sG, που πιθανότατα οφείλονται σε ανθρώπινη παρέμβαση (επιχωμάτωση). Επίσης, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι το μεγαλύτερο τμήμα του υποθαλάσσιου χώρου καλύπτεται από αμμώδη ιζήματα με διάμετρο $M > 2\phi$, ενώ το πλέον λεπτόκοκκο υλικό (ιλυούχος άμμος, mS) συναντάται στο βόρειο άκρο της περιοχής και για βάθη μεγαλύτερα των δύο μέτρων. Στην περιοχή μελέτης, οι τιμές της περιεκτικής γραφικής σταθεράς απόκλισης σ_1 (Πίνακας 4.1) δείχνουν καλή διαβάθμιση, ειδικά για τα ιζήματα μέσα στη θάλασσα, γεγονός που υποδεικνύει ένα σχετικά σταθερό υδροδυναμικό καθεστώς. Σε θέσεις κοντά σε ρέματα (προσφορά χερσαίου υλικού) και κοντά σε παραθεριστικές εγκαταστάσεις (ανθρώπινη παρέμβαση) η ταξινόμηση γίνεται μέτρια. Η περιεκτική γραφική λοξότητα Sk_1 παρουσιάζει κυρίως θετικές τιμές που μας δείχνει πως η άμμος είναι λεπτόκοκκη σχεδόν σε όλη την περιοχή με εξαίρεση τις περιοχές κοντά σε στόμια ρεμάτων. Ως αναφορά την κύρτωση K_G παρουσιάζονται κυρίως δύο πεδία. Το πρώτο ανατολικά της θέσης P9 με πιο πλατύκυρτα ιζήματα από το δεύτερο που βρίσκεται δυτικά της θέσης P9, όπου επικρατούν τα μεσόκυρτα ιζήματα. Αυτή η διαφορά οφείλεται πιθανώς στον τύπο των ιζημάτων που μεταφέρουν τα θαλάσσια ρεύματα παράλληλα της ακτογραμμής.

Πίνακας 4.1. Αποτελέσματα κοκκομετρικών αναλύσεων και χαρακτηρισμός των δειγμάτων σύμφωνα με τον Folk (1980).

ΘΕΣΗ	ΔΕΙΓΜ Α	ΑΜΜΟ Σ %	ΙΛΥΣ & ΑΡΤΙΑ ΟΣ %	ΚΡΟΚΑ ΛΕΣ %	M _z (Φ)	M _z (MM)	ΟΝΟΜ Α	σ _i	ΔΙΑΒΑ ΘΜΙΣΗ	SK _i	K _G	ΒΑΘΟΣ ΣΕ ΜΕΤΡΑ	ΑΠΟΣΤ ΑΣΗ ΑΠΟ ΑΚΤΗ
1	1	99,41	0,59	0	2,79	0,144	S	0,39	καλή	-0,097	0,916	0	0
	2	85,83	0,08	14,09	-0,082	1,059	gS	1,88	κακή	0,297	0,999	0,5	20
	3	99,79	0,21	0	2,831	0,141	S	0,34	πολύ καλή	0,016	0,762	0,6	52
	5	97,29	2,71	0	3,039	0,122	S	0,49	καλή	0,146	0,891	1	80
	4	99,51	0,49	0	2,832	0,14	S	0,35	πολύ καλή	0,021	0,770	1,8	140
2	6	99,99	0,01	0	1,476	0,36	S	1,24	κακή	0,201	0,786	0	0
	7	98,77	1,23	0	2,838	0,14	S	0,45	καλή	-0,027	1,116	0,5	22
	8	96,65	3,35	0	3,1	0,117	S	0,51	μέτρια	0,075	0,808	1	43
	9	96,48	3,52	0	3,109	0,116	S	0,51	μέτρια	0,040	0,808	1,5	123
10	95,17	4,83	0	3,148	0,113	S	0,54	μέτρια	0,099	0,762	2	161	
3	11	99,99	0,01	0	0,901	0,536	S	0,94	μέτρια	0,278	1,236	0	0
	13	99,85	0,15	0	2,483	0,179	S	0,54	μέτρια	-0,053	0,748	0	0
	12	99,4	0,6	0	2,824	0,141	S	0,35	πολύ καλή	0,017	0,763	0,5	9,5
	14	97,78	2,22	0	2,961	0,128	S	0,46	καλή	0,161	0,979	1	13,5
	15	97,35	2,65	0	2,98	0,127	S	0,47	καλή	0,195	1,011	1,5	107,5
	16	82,66	17,34	0	3,57	0,084	mS	0,55	μέτρια	-0,331	1,252	2	149,5
5	20	99,82	0,18	0	1,69	0,31	S	1,12	κακή	-0,184	0,688	0	0
	23	98,2	1,8	0	2,872	0,137	S	0,43	καλή	0,135	1,011	1	21
	21	98,61	1,39	0	2,879	0,136	S	0,42	καλή	0,127	0,989	1	53
	22	94,97	5,03	0	3,14	0,113	S	0,54	μέτρια	0,110	0,784	2	124,5
7	24	99,97	0,03	0	0,401	0,757	S	1,51	κακή	0,506	0,706	0	0
	25	99,81	0,19	0	2,42	0,187	S	0,55	μέτρια	0,169	0,734	0,5	4
	28	98,41	1,59	0	3,013	0,124	S	0,47	καλή	0,146	0,92	1,5	50
	29	97,86	2,14	0	2,961	0,128	S	0,46	καλή	0,164	0,983	2	97
	30	94,08	5,92	0	3,156	0,112	S	0,56	μέτρια	0,142	0,777	2,8	147
	36	48,38	0,01	51,61	-1,761	3,39	sG	1,34	κακή	0,527	1,455	0	0
9	33	100	0	0	-0,281	1,215	S	1,33	κακή	0,216	1,068	0	0
	32	96,58	3,42	0	2,871	0,137	S	0,58	μέτρια	-0,003	1,284	1	11
	34	98,13	1,87	0	2,982	0,127	S	0,46	καλή	0,153	0,948	2	78
	35	99,77	0,23	0	2,061	0,24	S	0,66	μέτρια	0,101	1,121	0	0
11	51	99,41	0,59	0	2,522	0,174	S	0,96	μέτρια	-0,351	1,392	0,5	1,5
	57	97,16	2,84	0	2,912	0,133	S	0,45	καλή	0,141	0,994	1	13
	53	98,25	1,75	0	2,969	0,128	S	0,46	καλή	0,148	0,947	2	65
	54	78,3	0,01	21,69	-0,754	1,687	gS	1,65	κακή	0,278	1,098	0	0
13	55	94,41	5,59	0	3,072	0,119	S	0,55	μέτρια	0,147	0,868	1	16
	50	99,06	0,94	0	2,862	0,138	S	0,4	καλή	0,094	0,909	2	80
	46	99,61	0,39	0	2,653	0,159	S	0,52	μέτρια	-0,146	0,946	1	17
15	44	99,27	0,73	0	2,782	0,145	S	0,48	καλή	-0,103	1,157	1,5	40
	43	99,00	1	0	2,839	0,14	S	0,47	καλή	-0,035	1,095	2	78
17	38	90,89	0,01	9,1	0,4	0,758	gS	1,63	κακή	-0,118	1,026	0	0
	40	99,77	0,23	0	2,636	0,161	S	0,5	καλή	-0,156	0,914	1	36
	41	99,35	0,65	0	2,825	0,141	S	0,5	καλή	-0,051	1,094	1,5	63
	37	99,38	0,62	0	2,844	0,139	S	0,39	καλή	0,073	0,873	2	81
19	73	100,00	0	0	0,304	0,81	S	0,65	μέτρια	0,296	1,670	0	0
	70	99,69	0,31	0	2,575	0,168	S	0,54	μέτρια	-0,14	0,819	1	10
	42	99,3	0,7	0	2,722	0,152	S	0,54	μέτρια	-0,117	1,083	1	24
	72	99,01	0,99	0	2,806	0,143	S	0,47	καλή	-0,043	1,085	1,5	46

4.3.2.3. Συμπεράσματα

Η παραλία του Σχινιά ευρισκόμενη βόρεια των εκβολών του Χάραδρου (Οινόη) ποταμού στο βόρειο τμήμα του Κόλπου του Μαραθώνα χαρακτηρίζεται από γενικά ασθενή κυματική ενέργεια,

δεχόμενη κύματα από την ανοικτή θάλασσα από ΝΑ και Ν διευθύνσεις σε ποσοστό <10% ετησίως. Τα δε προσερχόμενα προκαλούν μια παράκτια στερεομεταφορά, η οποία αφενός περιορίζεται σε βάθη <1m και αφενός δεν είναι ιδιαίτερα ισχυρή, ώστε να μεταβάλει δραστικά την παράκτια μορφολογία. Η κατεύθυνσή της είναι προς ΑΒΑ, γεγονός που εξηγεί και την παρουσία πιο λεπτόκοκκης άμμου στο βόρειο τμήμα της παραλίας. Ιζηματολογικά πρόκειται για μια αμμώδη παραλιακή ζώνη, η οποία βόρεια σχετίζεται με το χαμηλό πεδίο των αμμοθινών (πευκοδάσος Σχινιά) και νοτιότερα με μια παράκτια (δελταϊκής προέλευσης) πεδιάδα. Γενικά, η ακτογραμμή και η μορφομετρία της παραλιακής ζώνης του Όρμου του Σχινιά παρουσιάζει μια σταθερότητα, παρά την ανθρώπινη παρέμβαση με σημαντικότερη το φράγμα του Μαραθώνα, που από το 1929 στερεί τον Κόλπο από τα φερτά υλικά του ποταμού, όπως επίσης και των παρεμβάσεων στην παρακείμενη παράκτια χερσαία ζώνη, με διευθετήσεις κοιτών, αποξηράνσεις ελών και την ποικίλοι οικοδομική δραστηριότητα συμπεριλαμβανομένου, τελευταία, και του Ολυμπιακού κωπηλατοδρομίου. Βέβαια, νότια των εκβολών του Χάραδρου έχουμε φαινόμενα διάβρωσης και ασθενή οπισθοχώρηση της ακτογραμμής, πιθανότατα ως αποτέλεσμα της διατάραξης του ιζηματολογικού ισοζυγίου από την ανθρώπινη δραστηριότητα σε συνδυασμό και με το γεγονός ότι η περιοχή αυτή είναι εκτεθειμένη και σε κύματα Α και ΒΑ διευθύνσεων.

Κεφάλαιο Ε'

Ανθρωπογενείς & Περιβαλλοντικές Πιέσεις



Εικόνα 5.1. Η παραλία του Σχινιά

5.1. Εισαγωγή

Το Ολυμπιακό Κέντρο Κωπηλασίας & Κανό αποτελεί ίσως το πιο «διάσημο» Ολυμπιακό έργο, αφού χωροθετήθηκε σε μια περιοχή οικολογικά ευαίσθητη, γεγονός που προκάλεσε πολλές συζητήσεις και μεγάλη δημοσιότητα. Ένα σημαντικό μέρος των περιβαλλοντικών οργανώσεων της χώρας αντιτάχθηκε στο σχέδιο αυτό (Ανδρεαδάκη, 2004), ενώ εκφράστηκαν ζοηρές αντιρρήσεις για επιπτώσεις σε αρχαιολογικές τοποθεσίες. Η κινητοποίηση πήρε διεθνείς διαστάσεις και διήρκεσε επί πολλούς μήνες, χωρίς τελικά να επηρεάσει τον σχεδιασμό, ο οποίος είχε προκύψει από τις περιβαλλοντικές μελέτες. Η παράκτια περιοχή του Σχινιά βρίσκεται στο βορειοανατολικό τμήμα του Νομού Αττικής, σε απόσταση 45 χιλιομέτρων από το κέντρο της Αθήνας. Η οικολογική αξία της, καθώς και οι κίνδυνοι που αντιμετωπίζει, είχαν εντοπισθεί από τη δεκαετία του 1970 (Χαριτωνίδου, 1977, 1979). Αποτελεί το σημαντικότερο παράκτιο οικοσύστημα της Αττικής, παρουσιάζει εξαιρετικό ενδιαφέρον ως τοπίο και βασίζεται σε μια ευαίσθητη υδατική ισορροπία.. Έχει ιδιαίτερη αξία κυρίως επειδή περιλαμβάνει σε μικρή σχετικά έκταση (13000 στρέμματα) μεγάλη ποικιλία οικολογικών ενδιαιτημάτων, βιολογικών ειδών και τύπων τοπίου (ΦΙΛΟΤΗΣ, 2003). Επιπλέον, η μικρή απόσταση από την Αθήνα κάνει τον Σχινιά περιοχή μοναδική για τον

ελληνικό χώρο. Η ύπαρξη αξιόλογου παραλιακού υγροτόπου και δασωμένων αμμοθινών στα περίχωρα ενός μεγάλου πολεοδομικού συγκροτήματος είναι πολύτιμη από πλευράς επαφής του κοινού με τη φύση, περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και ευαισθητοποίησης. Ο σχεδιασμός του Ολυμπιακού έργου και η συμβολή του στην αποκατάσταση της υποβαθμισμένης περιοχής (Κοτζαγεώργης et al, 1999) σε συνδυασμό με την κήρυξη του Εθνικού Πάρκου Σχινιά Μαραθώνα έχουν δημιουργήσει προϋποθέσεις μακροπρόθεσμης προστασίας και αναβάθμισης της περιοχής.



Εικόνα 5.2. Το πευκοδάσος του Σχινιά

5.2. Ανθρωπογενείς Περιβαλλοντικές Πιέσεις

Οι αλλαγές που έχουν σημειωθεί στην περιοχή του Σχινιά, από την δεκαετία του 1920 μέχρι σήμερα, λόγω των ανθρωπογενών πιέσεων είναι σημαντικές. Η επί πολλά χρόνια ανάπτυξη ασύμβατων και οχλουσών χρήσεων, καθώς και η έλλειψη συγκροτημένου προγράμματος προστασίας του βιοτόπου, οδήγησαν σε σταδιακή υποβάθμιση των οικολογικών χαρακτηριστικών του, ειδικότερα στην συρρίκνωση και αλλοίωση του υγροτόπου, στην έλλειψη αναγέννησης του δάσους (ΟΡΣΑ, 1998) και στον κατακερματισμό των φυσικών περιοχών, με εξαίρεση την Κυνοσούρα. Η σημαντικότερη επέμβαση ήταν η μερική αποξήρανση που έφερε περιορισμό των ελών και υφαλμύριση των υδροφορέων. Κυρίαρχες πιέσεις, εκτός από τα αποστραγγιστικά έργα, ήταν το αεροδρόμιο, η άναρχη δόμηση, οι στρατιωτικές εγκαταστάσεις και η ανεξέλεγκτη χρήση του χώρου για κυνήγι, μοτοκρός, στάθμευση, κατασκήνωση, καθώς επίσης η επικράτηση ενός μαζικού και καταναλωτικού προτύπου αναψυχής, ιδιαίτερα κατά τους θερινούς μήνες. Η υποβάθμιση εκφράζεται κατά ενότητα ως εξής (ENVECO, 2000):

Α) υγρότοπος: 1) περιορισμός της έκτασης του λόγω αλλαγής χρήσεων γης όπως: δόμηση, επιχωματώσεις στην λίμνη Στόμι, κατασκευή και λειτουργία αεροδρομίου, στρατιωτικές εγκαταστάσεις, κατατμήσεις λόγω οδικού δικτύου, επέκταση γεωργικών εκτάσεων σε βάρος υγροτοπικών περιοχών 2) περιορισμός της ποσότητας νερού που καταλήγει στον υγρότοπο μετά την διάνοιξη των αποστραγγιστικών τάφρων το 1923 και αργότερα, υφαλμύριση υδροφορέων λόγω αντλήσεων και αλλαγής του υδρολογικού καθεστώτος από τα αποστραγγιστικά κανάλια, εξαφάνιση μικροβιοτόπων της περιοχής και κυρίως εποχικών τελμάτων 3) ενδεχόμενη τοξική ρύπανση από

απόβλητα στρατιωτικών εγκαταστάσεων ή καλλιεργειών 4) κυνήγι και βόσκηση που συνεπάγονται, μεταξύ άλλων, μείωση των πληθυσμών πανίδας, ειδικότερα δε ορνιθοπανίδας, που ζουν στην περιοχή.

Β) πευκοδάσος: 1) περιορισμός της έκτασής του εξ αιτίας νόμιμης ή παράνομης αλλαγής χρήσεων γης κυρίως για ανέγερση κατοικιών ή καταστημάτων 2) κυκλοφορία και στάθμευση χιλιάδων οχημάτων, ιδιαίτερα κατά τη θερινή περίοδο, μοτοκρός 3) μείωση του υπωρόφου 4) αποψίλωση στην περιφερειακή ζώνη 5) ρύπανση από σκουπίδια 6) κατασκήνωση, διανυκτέρευση, άναμα φωτιάς 7) βόσκηση και κυνήγι. Οι πιέσεις στο πευκοδάσος συνεπάγονται προπάντων αυξημένο κίνδυνο πυρκαγιάς, περιορισμένο βαθμό αναγέννησης της κουκουναριάς και αισθητική υποβάθμιση.

Γ) τοπίο: 1) αστικοποίηση στους λόφους, στο δάσος και στη γεωργική περιοχή 2) ασύμβατες χρήσεις, π.χ. στρατιωτικές εγκαταστάσεις, αεροδρόμιο 3) παράνομα κτίσματα 4) κυκλοφορία και στάθμευση οχημάτων 5) ρύπανση από σκουπίδια 6) ηχορρύπανση.

Δ) παραλιακή ζώνη: 1) δομική αλλοίωση των αμμοθινών 2) περιορισμός της έκτασης της ζώνης αρκεύθων και μηδαμινή αναγέννησή τους 3) υποχώρηση κάποιων ειδών αμμόφιλης βλάστησης, πιθανή εξαφάνιση ενός τουλάχιστον (*Pancratium maritimum*) 4) παράνομα κτίσματα 5) κυκλοφορία και στάθμευση τζιπ 6) ρύπανση από σκουπίδια.

Ε) υπόγεια νερά: μείωση των αποθεμάτων του υπόγειου υδροφορέα, εξάντληση των πηγών της Δρακονέρας και αυξανόμενη υφαλμύριση, με βασική αιτία την υπεράντληση τόσο του αλλουβιακού, όσο και κυρίως του καρστικού υδροφορέα, στην περιοχή των εντατικών γεωργικών καλλιεργειών βόρεια του υγροτόπου.

ΣΤ) ευρύτερη περιοχή εκτός Πάρκου: 1) νόμιμη και παράνομη εκτός σχεδίου δόμηση α' και β' κατοικίας, οικισμός Αγ. Γεωργίου, οικοδομικοί συνεταιρισμοί Δικαστικών Υπαλλήλων, Δικαστών και Εισαγγελέων 2) επέκταση οδικού δικτύου 3) εντατική γεωργία 4) ανεξέλεκτη τουριστική δραστηριότητα 5) βόσκηση, κυνήγι, αλιεία.



Εικόνα 5.3. Το κωπηλατοδρόμιο του Σχινιά

5.3. Η Προσπάθεια Αναβάθμισης διά των Ολυμπιακών Αγώνων

5.3.1. Το Ολυμπιακό Κέντρο Κωπηλασίας και Κανό – Καγιάκ

Με αφετηρία την διεξαγωγή των Ολυμπιακών Αγώνων του 2004 επιχειρήθηκε στο Σχινιά μια παρέμβαση μεγάλης κλίμακας που περιλαμβάνει αφ' ενός μεν τις Ολυμπιακές εγκαταστάσεις και αφ' ετέρου την κήρυξη της περιοχής ως προστατευόμενης. Ο περιβαλλοντικός σχεδιασμός του τεχνικού έργου και η ένταξή του χωρικά και λειτουργικά στο φυσικό περιβάλλον δημιούργησαν τις προϋποθέσεις βελτίωσης της κατάστασης σε όλο το βιότοπο, με παράλληλη ελαχιστοποίηση των όποιων αρνητικών επιπτώσεων. Το Ολυμπιακό Κέντρο του Σχινιά αποτελεί μια από τις ελάχιστες περιπτώσεις μεγάλου τεχνικού έργου στην Ελλάδα, όπου η περιβαλλοντική διάσταση αποτέλεσε κύριο στοιχείο από τη φάση σύλληψης και αρχικού σχεδιασμού, συνέχισε να αποτελεί καθοριστική παράμετρο κατά τη διάρκεια της οριστικής μελέτης και εντάχθηκε στο πρόγραμμα κατασκευής (Κοτζαγιώργης et al 1999, 2003).

Ο σχεδιασμός του έργου αποτέλεσε εξ αρχής καταλυτικό παράγοντα προς την κατεύθυνση αποκατάστασης του υγροτόπου, με διπλό ρόλο: λειτουργικό, με την επαναφορά της ροής νερού στον υγρότοπο μέσω της χρησιμοποίησης του υγρού στίβου ως λίμνη τροφοδοσίας του υγροτόπου, αλλά και ευρύτερο, ως αφετηρία για την προώθηση μέτρων και δράσεων προς την περιβαλλοντική ανάταξη της περιοχής. Η χωροθέτηση, ο φιλοπεριβαλλοντικός τρόπος σχεδιασμού του και ο ήπιος χαρακτήρας των αθλημάτων που θα φιλοξενεί, σε συνδυασμό με την εφαρμογή οργανωμένου προγράμματος διαχείρισης και αποτελεσματικής προστασίας των οικοσυστημάτων και του τοπίου της ευρύτερης περιοχής εκτιμήθηκε ότι θα οδηγήσουν σε εξασθένηση των πιέσεων και στη δημιουργία ενός πρότυπου πόλου οικολογίας, αθλητισμού και αναψυχής, ανοικτού σε χιλιάδες επισκέπτες κάθε χρόνο.

Η Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ENVECO, 2000) οδήγησε στη θέσπιση 51 περιβαλλοντικών όρων (ΚΥΑ, 2000) που αφορούν σε περιορισμούς, απαγορεύσεις και επανορθωτικά μέτρα, με σκοπό την προστασία των οικολογικών χαρακτηριστικών της περιοχής αλλά και την αποκατάσταση βιοτόπου και τοπίου. Εκτιμήθηκε ως αναγκαία η θέσπιση πολυάριθμων αυστηρών περιβαλλοντικών όρων, προπάντων για τη φάση κατασκευής, καθώς και η εφαρμογή εκτεταμένου προγράμματος παρακολούθησης της ποιότητας και ποσότητας των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων, της στάθμης θορύβου και της ορνιθοπανίδας της περιοχής (Κοτζαγεώργης et al 2003). Επίσης, προεκτιμήθηκε με μαθηματικό μοντέλο η ποιότητα νερού της λίμνης του Κωπηλατοδρομίου. Την ευθύνη για τις αναλύσεις των δειγμάτων και τις εκτιμήσεις είχε το Εργαστήριο Υγειονομικής Τεχνολογίας του Ε.Μ.Π. (Romas et al, 2005).



Εικόνα 5.4. Το κωπηλατοδρόμιο του Σχινιά

Το Ολυμπιακό Κέντρο χωροθετήθηκε στη δυτική πλευρά του υγροτόπου του Σχινιά. Προηγήθηκε η εξαντλητική εξέταση 5 εναλλακτικών λύσεων χωροθέτησης του έργου στην περιοχή του Σχινιά (ENVECO, 2000), με κριτήρια τόσο περιβαλλοντικά όσο και αθλητικά (FISA, 1992). Η γενική διάταξη του χώρου προβλέπει χωροθέτηση του κύριου αγωνιστικού στίβου (2222 μ.) σε οξεία γωνία περίπου 20° με την υπάρχουσα τεχνητή τάφρο αποστράγγισης των νερών της Μακαρίας πηγής στη θάλασσα. Ο δευτερεύων στίβος έχει στραφεί λίγο, σε ελαφρά απόκλιση ως προς τον κύριο αγωνιστικό στίβο, ώστε να αναιρεθεί το γραμμικό σχήμα του συνόλου και να δημιουργηθεί ένας πιο φυσικός ενδιάμεσος χώρος. Η συνολική υδάτινη επιφάνεια έχει έκταση 750 στρεμμάτων, ενώ το σύνολο της έκτασης που καταλαμβάνει το έργο είναι 1230 στρέμματα. Οι κύριοι και βοηθητικοί χώροι εξυπηρέτησης έχουν αναπτυχθεί σ' ένα μικρό νησί της λίμνης (75 στρέμματα) στα νότια των στίβων. Η διατομή των στίβων είναι χωμάτινη και τα πρανή τους έχουν κλίση 1:8. Ανάμεσα στους δύο στίβους, μια επιμήκης λωρίδα γης εκτείνεται παράλληλα με τον άξονά τους, με κατεύθυνση από βορρά προς νότο και αποτελεί το μεταξύ τους φυσικό όριο. Για την τροφοδοσία των στίβων με νερό, μέσω ανοικτής ανεπένδυτης τάφρου τραπεζοειδούς διατομής, χρησιμοποιείται η Μακαρία πηγή. Στην ανατολική πλευρά του βοηθητικού στίβου έχουν κατασκευαστεί υπερχειλιστές, για την κίνηση του νερού προς τον βιότοπο. Έτσι επιτυγχάνεται η μερική επαναφορά του βιοτόπου του Σχινιά στην προ της αποστράγγισης του 1923 κατάσταση, με σταθερή τροφοδοσία του υγροτόπου από τη Μακαρία πηγή (ENVECO, 2000). Η βέλτιστη ένταξη του έργου στην περιοχή και η αναβάθμιση των βιοτόπων επιτυγχάνονται με μέτρα που εξειδικεύονται ως εξής:

- Χωροθέτηση των δύο στίβων παράλληλα με το δυτικό όριο του υγροτόπου, δημιουργώντας ένα νέο ημιφυσικό σύνορο προς τις οικιστικές δραστηριότητες.
- Μεγάλο τμήμα των εγκαταστάσεων χωροθετήθηκε στο χώρο που καταλάμβανε το αεροδρόμιο Μαραθώνα, αφαιρώντας μια έντονα οχλούσα χρήση από τον υγρότοπο.
- Το τμήμα φυσικής περιοχής που καταλαμβάνεται από το έργο περιορίστηκε σε 450 στρέμματα περίπου. Πρόκειται για καλαμιώνες και αρμυρίκια, ενδιαιτήματα που αναμένεται να αναπτυχθούν ευρύτερα στα αλλοιωμένα από την υφαλμύριση τμήματα του υγροτόπου, μετά την υδρολογική αποκατάσταση.
- Τα χαρακτηριστικά σχεδιασμού του έργου (χωμάτινα κανάλια χωρίς επένδυση τσιμέντου, ήπια πρανή, ανθρώπινη παρουσία με σαφή χωρικά όρια κ.λπ.) δημιουργούν προϋποθέσεις ανάπτυξης ενός λιμναίου οικοσυστήματος συμβατού με τα χαρακτηριστικά του βιοτόπου, με πολύ θετικές επιπτώσεις στην πανίδα και τη χλωρίδα της περιοχής.

- Επιβολή και τήρηση αυστηρών περιβαλλοντικών όρων κατά τις φάσεις κατασκευής και λειτουργίας του αθλητικού κέντρου.

Μερική αρχική πλήρωση των δύο στίβων με φυσικό τρόπο από τον αλλουβιακό υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα.

- Τελική πλήρωση και ανανέωση του νερού της λίμνης μέσω παροχέτευσης νερού της Μακαρίας πηγής, χωρίς γεώτρηση, από το υπάρχον τεχνητό κανάλι απαγωγής προς τους δύο στίβους και στη συνέχεια, μέσω υπερχειλιστών στον υγρότοπο, αυξάνοντας σημαντικά την διαθέσιμη ποσότητα νερού μικρότερης αλατότητας για τα οικοσυστήματα. Ουσιαστικά αποκαθίσταται η υδρολογική ισορροπία στην περιοχή.
- Εποχική διακύμανση των ποσοτήτων νερού που θα δέχεται ο υγρότοπος σύμφωνα με τις παροχές της Μακαρίας πηγής, την βροχόπτωση και την εξατμισοδιαπνοή, διατηρώντας την εποχικότητα ως δυναμικό χαρακτηριστικό του υγροτόπου.
- Βελτίωση της υδατικής ποιότητας και αύξηση της ποσότητας των διαθέσιμων γλυκών νερών, με αναμενόμενες θετικές επιπτώσεις στην κατάσταση του πευκοδάσους και ιδιαίτερα του τμήματος της κουκουναριάς.
- Διάνοιξη τάφρου βόρεια των εγκαταστάσεων, παράλληλα με τις γεωργικές καλλιέργειες, που θα συγκεντρώνει πλημμυρικά νερά της ανάντη περιοχής, θα αποτελεί φυσικό όριο μεταξύ του υγροτόπου και ανθρωπογενών δραστηριοτήτων και θα επιτρέψει το φυσικό φιλτράρισμα επιβαρυσμένων υδάτων.
- Διάνοιξη δύο μικρών λιμνών στο κεντρικό τμήμα του υγροτόπου που θα λειτουργήσουν ως καταφύγια, κυρίως για την ορνιθοπανίδα, όταν υπάρχει αθλητική δραστηριότητα στους στίβους.
- Αποφυγή δημιουργίας εκτεταμένων χώρων στάθμευσης στο χώρο του Πάρκου.
- Ένταξη των νέων εγκαταστάσεων στο Εθνικό Πάρκο, το οποίο θα αποτελέσει τον κύριο μοχλό για την προστασία της περιοχής και τη μείωση των περιβαλλοντικών πιέσεων.



Εικόνα 5.5. Το κωπηλατοδρόμιο του Σχινιά

5.3.2. Η Εναρμόνιση του Τεχνικού Έργου με το Βιότοπο

Τα συγκεκριμένα αντισταθμιστικά οφέλη που δόθηκαν υπέρ του φυσικού περιβάλλοντος έναντι της κατασκευής του Κωπηλατοδρομίου στο βιότοπο ήταν:

- Η αποκατάσταση της φυσικής ροής του νερού, η ουσιαστική άρση της αποξήρανσης που είχε ξεκινήσει το 1923, η δημιουργία μιας νέας, σχεδόν φυσικής λίμνης.

- Η οριστική απομάκρυνση του αεροδρομίου.
- Η εγκατάσταση σύγχρονου αυτόματου συστήματος πυρόσβεσης στο δάσος, με αποθήκη νερού το Κωπηλατοδρόμιο.
- Η αποξήλωση των παλιών στρατιωτικών εγκαταστάσεων της αμερικανικής βάσης, η απορρύπανση και αποκατάσταση του φυσικού εδάφους που κατελάμβαναν.
- Η ίδρυση Εθνικού Πάρκου για την αποτελεσματική προστασία και οργάνωση του χώρου.

Τα αποτελέσματα του έργου κρίνονται ως πολύ θετικά για το φυσικό περιβάλλον. Η παροχέτευση νερού της Μακαρίας πηγής αυξάνει πολύ την διαθέσιμη ποσότητα και μειώνει την αλατότητα του νερού στον υγροτόπο, με θετικές επιπτώσεις στην κατάσταση της ορνιθοπανίδας, πιθανώς δε και του πευκοδάσους. Η άρση ορισμένων πιέσεων ενισχύει την φυσικότητα των υαρχόντων οικοσυστημάτων, ενώ ταυτόχρονα δημιουργούνται προϋποθέσεις για αύξηση της βιοποικιλότητας και ανάπτυξη ενός λιμναίου οικοσυστήματος με οικολογικό ενδιαφέρον (Παπααρηγορίου et al, 2001). Ένα χρόνο μετά την κατασκευή του Κωπηλατοδρομίου, ο περιβάλλον χώρος άρχισε να αναβαθμίζεται σταδιακά με αύξηση των πληθυσμών της ορνιθοπανίδας. Η παρουσία πουλιών ήταν εντυπωσιακή, παρά τη συνεχή όχληση από τα εργοταξιακά μηχανήματα και την έντονη ανθρώπινη παρουσία κατά τη φάση κατασκευής. Περίοδοι αιχμής, τόσο από πλευράς αριθμού ειδών όσο και από πλευράς πλήθους ατόμων, ήταν η εαρινή (Μάρτιος-Μάιος 2002) και η φθινοπωρινή (Σεπτέμβριος 2002) μετανάστευση. Ο υγρότοπος εμφανίζει πλέον πολύ νερό τον χειμώνα και μεγάλος αριθμός πουλιών τον επισκέπτεται ή παραμένει μονίμως εκεί, όπως ερωδιοί, πάπιες, κύκνοι και παρυδάτια. Οι μελέτες της περιόδου 1997-1999 είχαν απογράψει 115 είδη πουλιών στον Σχινιά, ενώ ο βιότοπος αυτός είναι θεωρητικά κατάλληλος τουλάχιστον για 215 είδη της ορνιθοπανίδας της Ελλάδας (ENVECO, 2000). Είναι ενθαρρυντικό ότι μετά την κατασκευή του έργου έχουν κάνει την εμφάνισή τους 36 επιπλέον είδη πουλιών που δεν είχαν παρατηρηθεί ξανά στην περιοχή του Σχινιά. Ενδεικτικά αναφέρονται τα: *Anas penelope*, *Anas crecca*, *Anas acuta*, *Botaurus stellaris*, *Pluvialis squatarola*, *Vanellus vanellus*, *Calidris alba*, *Calidris ferruginea*, *Tringa stagnatilis*, *Actitis hypoleucos*, *Chlidonias hybridus* και *Chlidonias leucopterus*. Όλα τα παραπάνω είχαν επισημανθεί (ENVECO, 2000) ως είδη ορνιθοπανίδας με δυνατότητα μελλοντικής εμφάνισης στην περιοχή μετά την υλοποίηση του έργου.



Εικόνα 5.6. Η παραλία του Σχινιά

5.4. Η Δημιουργία του Εθνικού Πάρκου

Η γνωστή μεγάλη διαμάχη για το Κωπηλατοδρόμιο κατέληξε στην ίδρυση Εθνικού Πάρκου, το οποίο συνδέθηκε αναπόσπαστα με την Ολυμπιακή εγκατάσταση και κηρύχθηκε με Προεδρικό Διάταγμα (Π.Δ., 2000) το 2000, συμπεριλαμβάνοντας και το Ολυμπιακό Κέντρο. Το σχέδιο διαχείρισης και ο κανονισμός λειτουργίας εγκρίθηκαν το 2001 (ΚΥΑ, 2001), ο Φορέας Διαχείρισης (ΦΟΔΕΠΑΣΜ) ιδρύθηκε με Π.Δ. το 2002 και το Διοικητικό Συμβούλιο συστάθηκε τον Ιανουάριο του 2003. Με έκταση 9000 χιλιάδες στρέμματα χερσαίου και 4000 στρέμματα θαλάσσιου χώρου, το Πάρκο αποτελείται από το Κωπηλατοδρόμιο, τη Μακαρία Πηγή, τον υγρότοπο, το δάσος πεύκου-κουκουναριάς, την χερσόνησο Κυνοσούρα, την αμμώδη παραλία και ένα τμήμα του όρμου Μαραθώνα.

Η ύπαρξη Εθνικού Πάρκου κοντά στην Αθήνα είναι ιδιαίτερα σημαντική διότι προσφέρει πολύτιμες δυνατότητες περιβαλλοντικής αναψυχής σε μεγάλο πληθυσμό που έχει στερηθεί την επαφή με τη φύση. Ειδικότερα το Πάρκο Σχινιά Μαραθώνα θα μπορούσε, να προσελκύει μέχρι και 1 εκατομμύριο επισκέπτες/έτος (Παπαρηγορίου et al, 2001). Κατάλληλη διαχείριση των επισκεπτών σημαίνει αποκλεισμό του Ι.Χ. μέσα στο Πάρκο κατά τις περιόδους αιχμής, καθαριότητα, προώθηση πεζοπορίας και παρατήρησης της φύσης, περιβαλλοντική εκπαίδευση και ανάπτυξη αθλητικών δραστηριοτήτων. Πρόσθετο πλεονέκτημα του Πάρκου είναι ότι, λόγω των πολύ μικρών κλίσεων του εδάφους, θα μπορεί να χρησιμοποιείται και από άτομα μειωμένης κινητικότητας. Ο ρόλος του Πάρκου πρέπει να είναι σημαντικός κατ' αρχήν στην αλλαγή μοντέλου πρόσβασης με αποθάρρυνση της χρήσης ΙΧ και στροφή στα μέσα μαζικής μεταφοράς, στην προώθηση εναλλακτικών τρόπων αναψυχής με δίκτυο ποδηλατοδρόμων και μονοπατιών, στην διευκόλυνση της πρόσβασης ατόμων με αναπηρίες κ.λπ. Απαιτούνται φύλαξη του χώρου σε 24ωρη βάση και πολλές παρεμβάσεις με ανατρεπτικό χαρακτήρα, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά τον τρόπο προσέγγισης στο δάσος και στη θάλασσα, την διαχείριση των απορριμμάτων με διαλογή στην πηγή και ολική ανακύκλωση, τη επαφή του επισκέπτη με το φυσικό και πολιτιστικό περιβάλλον της περιοχής.

Για τις ανάγκες μεγάλων αγωνιστικών εκδηλώσεων, όπως οι Ολυμπιακοί Αγώνες δημιουργήθηκε χώρος στάθμευσης σε απόσταση 4 χλμ., από όπου μπορούν να ξεκινούν λεωφορεία προς το αθλητικό κέντρο, αλλά η θέση αυτή δεν ενδείκνυται για μόνιμη εξυπηρέτηση των επισκεπτών του Πάρκου. Προβλέπεται να χρησιμοποιούνται οι θέσεις στάθμευσης κοντά στην είσοδο του Ολυμπιακού κέντρου, δημιουργώντας προϋποθέσεις για απαγόρευση πρόσβασης μηχανοκινήτων στο δάσος και στην παραλία, πλην των οχημάτων υπηρεσίας. Κατά τη θερινή περίοδο, η μετακίνηση από το χώρο στάθμευσης προς την παραλία θα μπορεί να γίνεται με λεωφορεία του Πάρκου και πεζοπορία μέσα από το δάσος. Ένα δίκτυο ποδηλατοδρόμων, μονοπατιών, γεφυρών και δρόμων περιπάτου με ήπιες κλίσεις για πεζούς θα επιτρέπει την πρόσβαση στους διάφορους ανοιχτούς χώρους, δημιουργώντας ενδιαφέρουσες διαδρομές.

Οι δυσκολίες υλοποίησης των προβλεπόμενων μέτρων συνδέονται αφ' ενός μεν με τις αβεβαιότητες για τον τρόπο λειτουργίας της αθλητικής εγκατάστασης μετά τους Ολυμπιακούς Αγώνες και αφ' ετέρου με την επιδιωκόμενη αλλαγή νοοτροπίας των επισκεπτών του Εθνικού Πάρκου, καθώς και των κατοίκων της ευρύτερης περιοχής. Το Δεκέμβριο του 2003, το Πάρκο χρηματοδοτήθηκε από το ΕΠΠΕΡ (Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης) για να οργανωθούν κατάλληλα ο χώρος και η διαχείριση των επισκεπτών. Ο ΦΟΔΕΠΑΣΜ έχει λειτουργήσει με περιορισμένη χρηματοδότηση από το ΕΠΠΕΡ και δωρεάν υποστήριξη από το ΕΜΠ. Προβλέπεται κονδύλι 220000 Ευρώ για την λειτουργία του επί 3 έτη, καθώς επίσης 150000 Ευρώ για τη φύλαξη του Πάρκου, που αντιστοιχεί στην αμοιβή δύο φυλάκων σε 24ωρη βάση επί ένα χρόνο. Άλλα έξοδα του Πάρκου, όπως εξοπλισμός γραφείου, αγορά τζίπ, επικοινωνιακές δράσεις και παρακολούθηση του περιβάλλοντος καλύπτονται από το ΕΠΠΕΡ μέχρι το ποσό των 127000 Ευρώ για τρία χρόνια. Το Πάρκο έχει επίσης χρηματοδοτηθεί με μικρά ποσά από την ΤΕΔΚΝΑ και το ΕΤΕΡΠΣ. Στη διάρκεια 33 μηνών λειτουργίας, ο ΦΟΔΕΠΑΣΜ έχει:

- εκπονήσει τον κατευθυντήριο σχεδιασμό για το έργο «Διαχείριση επισκεπτών και ερμηνεία περιβάλλοντος».
- πραγματοποιήσει παρεμβάσεις στο Συμβούλιο της Επικρατείας και άλλες νομικές ενέργειες.
- επιτύχει την έγκριση πρότασης LIFE από την Ευρωπαϊκή Ένωση.
- φροντίσει για τον καθαρισμό του πευκοδάσους από όγκους ξερών κλαδιών που συσσωρεύσε η χιονόπτωση του 2004, καθώς και τον καθαρισμό του υγρότοπου από συσσωρευμένα μπάζα.
- ξεκινήσει επικοινωνιακή δράση για το Πάρκο.
- εντάξει το Πάρκο στο Europarc Federation.
- βοηθήσει το ΥΠΕΧΩΔΕ στο έργο αποξήλωσης των εγκαταστάσεων της πρώην αμερικανικής βάσης στον υγρότοπο.
- βοηθήσει την ΟΕΟΑ Αθήνα 2004 στο έργο βιολογικής καταπολέμησης των κουνουπιών το 2004.
- παρέμβει στην κυβέρνηση και σε άλλους φορείς για την προστασία του Πάρκου, την λειτουργία του Κωπηλατοδρομίου και διάφορα θέματα των Ολυμπιακών Αγώνων.

Με βάση τον νομοθετικά εγκεκριμένο τρόπο διαχείρισης του Εθνικού Πάρκου (ΚΥΑ, 2001) έχουν μελετηθεί κατάλληλες παρεμβάσεις, στοχεύοντας στη διαμόρφωση χώρου φιλικού για τον επισκέπτη, στη διευκόλυνση πεζοπορίας και παρατήρησης της φύσης, στον περιορισμό των Ι.Χ., στην οργάνωση της κίνησης λεωφορείων. Το σύνολο αυτών των θεμελιωδών παρεμβάσεων αποτελεί το βασικό έργο διαμόρφωσης του Εθνικού Πάρκου: «Διαχείριση επισκεπτών και ερμηνεία περιβάλλοντος», το οποίο σχεδιάστηκε από τον ΦΟΔΕΠΑΣΜ και εγκρίθηκε από τις αρμόδιες υπηρεσίες του ΥΠΕΧΩΔΕ. Η χρηματοδότηση της μελέτης και κατασκευής του μέχρι 747053 Ευρώ έχει εγκριθεί από το πρόγραμμα ΕΠΠΕΡ. Το έργο περιλαμβάνει:

- σχεδιασμό και σήμανση μονοπατιών πεζοπορίας και υποδομών αποκλεισμού των ΙΧ από το δάσος, την παραλία και τον υγρότοπο.
- κατασκευή πέντε παρατηρητηρίων ορνιθοπανίδας, τεσσάρων εγκαταστάσεων εξυπηρέτησης επισκεπτών στην παραλία και φυλακίου στην είσοδο του Πάρκου
- τοποθέτηση οροσήμων του Πάρκου.



Εικόνα 5.7. Έλος στο Σχινιά

5.5. Η Κατάσταση μετά τους Ολυμπιακούς Αγώνες

Ήδη από τον Ιούνιο του 2004 άρχισε να επικρατεί στασιμότητα και το όραμα του Εθνικού Πάρκου αντιμετωπίστηκε με μειωμένο ενδιαφέρον. Η αλλαγή έγινε σαφέστερη μετά τους Ολυμπιακούς Αγώνες, με αποτέλεσμα η ίδια η ύπαρξη του Εθνικού Πάρκου να αρχίσει να αμφισβητείται στη συνείδηση κατοίκων και επισκεπτών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το σύγχρονο και δαπανηρό σύστημα πυρόσβεσης του δάσους. Κατασκευάστηκε μαζί με το Κωπηλατοδρόμιο, κόστισε περίπου 3 εκατ. Ευρώ, έχει εγκατασταθεί από το 2003, αλλά δεν λειτούργησε ποτέ, λόγω έλλειψης του προσωπικού 4 ατόμων που απαιτείται. Οι αρμόδιες υπηρεσίες δεν αναλαμβάνουν την ευθύνη λειτουργίας.

Το Εθνικό Πάρκο είναι αναπόσπαστα συνδεδεμένο με την λειτουργία του αθλητικού κέντρου, το οποίο παραμένει σε πλήρη αδράνεια. Λόγω έλλειψης συντήρησης, η γρήγορη ανάπτυξη υδρόβιας βλάστησης απειλεί να αχρηστεύσει τους στίβους, ενώ το κόστος αποκατάστασής τους αυξάνεται ραγδαία. Προβάλλεται η λανθασμένη αντίληψη ότι το Ολυμπιακό Κέντρο, λόγω περιβαλλοντικών περιορισμών, δεν είναι λειτουργικό και προσοδοφόρο. Ωστόσο ο ΦΟΔΕΠΑΣΜ, ως αρμόδιος για την προστασία του περιβάλλοντος στο Πάρκο, έχει διατυπώσει ρεαλιστικές προτάσεις για δυνατότητες αξιοποίησης.

Οι περιβαλλοντικοί όροι κατασκευής και λειτουργίας του Κωπηλατοδρομίου έληξαν την 31.12.2004 και δεν έχουν ακόμα ανανεωθεί, ενώ μερικοί δεν έχουν τηρηθεί, με αποτέλεσμα το όλο έργο να έχει μείνει ημιτελές. Πρόκειται για υποχρέωση των συναρμόδιων Υπουργείων. Ένας όρος αφορά υδραυλικές παρεμβάσεις, με τις οποίες θα ρυθμιστεί η ροή των υδάτων στον υγρότοπο και θα κατασκευαστούν 2 μικρές λίμνες-καταφύγια για την ορνιθοπανίδα της λίμνης. Το έργο είναι εγκεκριμένο, έχει ανατεθεί στην ΔΕΠΟΣ από το 2003, μαζί με την αναγκαία χρηματοδότηση ενός εκατομμυρίου Ευρώ, αλλά δεν έχει δημοπρατηθεί ακόμα, αν και οι απαραίτητες μελέτες ολοκληρώθηκαν εγκαίρως. Οι ντόπιοι κάτοικοι διαμαρτύρονται και διαμορφώνουν αρνητική διάθεση απέναντι στο Πάρκο, επειδή κάποια σπίτια στο έλος πλημμυρίζουν το χειμώνα.

Στη συνέχεια των έργων του ΕΠΠΕΡ εγκρίθηκε, με ενέργειες του ΦΟΔΕΠΑΣΜ, 3ετές ευρωπαϊκό πρόγραμμα LIFE για βιώσιμο τουρισμό, συνολικού προϋπολογισμού 790949 Ευρώ. Στόχος είναι η περιβαλλοντική πιστοποίηση του Πάρκου, η οργάνωση ολοκληρωμένης διαχείρισης των απορριμμάτων, καθώς επίσης η οργάνωση μετακινήσεων με μέσα μαζικής μεταφοράς και η διευκόλυνση ατόμων μειωμένης κινητικότητας. Ωστόσο, το πρόγραμμα LIFE κινδυνεύει να σταματήσει λόγω μη κάλυψης του ποσοστού 50% που αντιστοιχεί στην εθνική συμμετοχή. Το βασικό έργο διαμόρφωσης του Εθνικού Πάρκου «Διαχείριση επισκεπτών και ερμηνεία περιβάλλοντος» ξεκίνησε τον Μάρτιο 2004, με προοπτική να ολοκληρωθεί σε 6 μήνες. Ένα πρώτο μέρος του έργου εκτελέστηκε, αλλά ξαφνικά οι σχετικές διαδικασίες έγιναν πολύ χρονοβόρες με αποτέλεσμα να μην εκταμιεύονται εγκαίρως οι πληρωμές. Η καθυστέρηση πληρωμής του 1^{ου} λογαριασμού κατά 5 περίπου μήνες λόγω αργοπορίας των απαραίτητων υπουργικών υπογραφών ανέτρεψε το σχεδιασμό, ο εργολάβος ζήτησε την διάλυση της σύμβασης, με αποτέλεσμα το έργο να παραμένει μετέωρο.

Η κατασκευή του βόρειου οδικού άξονα για αποσυμφόρηση του Πάρκου από την διαμπερή κυκλοφορία, κόστους 2,5 εκατομμυρίων Ευρώ, είναι έργο απαραίτητο για την ολοκλήρωση της θετικής παρέμβασης στον βιότοπο. Παρά την αναγνώριση της σημασίας του έργου από το ΥΠΕΧΩΔΕ, τη μελέτη και την έκδοση των σχετικών περιβαλλοντικών όρων, το έργο δεν έχει δημοπρατηθεί. Η τελεσίδικη δικαστική απόφαση που εκδόθηκε το 2005 και κηρύσσει κατεδαφιστέα τα 8 κτίσματα (ταβέρνες, αναψυκτήρια) στην παραλία του Εθνικού Πάρκου παραμένει ανεκτέλεστη. Επίσης συνεχίζονται, αν και μειωμένες, διάφορες παράνομες και αυθαίρετες δραστηριότητες, όπως η απόρριψη μπάζων και σκουπιδιών, το μοτοκρός, το κυνήγι, η διανυκτέρευση στο χώρο του Πάρκου. Η βιολογική καταπολέμηση των κουνουπιών, οι πληθυσμοί των οποίων εμφανίζονται αυξημένοι κατά τα έτη που ακολούθησαν το έργο, πραγματοποιήθηκε με επιτυχία το καλοκαίρι του 2004 αλλά δεν επαναλήφθηκε. Η χρήση χημικών βιοκτόνων είναι απαγορευμένη στο Πάρκο. Είναι πιθανό ότι η πληθυσμιακή έξαρση των κουνουπιών θα μετριαστεί σταδιακά στο μέλλον, εφ' όσον το οικοσύστημα του υγροτόπου αφεθεί να προσεγγίσει μια νέα

ισορροπία. Είναι πάντως αναγκαία προς το παρόν η σταθερή ετήσια βιολογική καταπολέμηση των κουνουπιών. Η κτηματογράφηση του Εθνικού Πάρκου μέσω του Κτηματολογίου και η προώθηση ορισμένων απαλλοτριώσεων χρήσιμων για την ανάπτυξή του δεν έχουν προχωρήσει.

5.6. Συμπεράσματα

Το εγχείρημα της δημιουργίας «εκ του μηδενός» ενός Εθνικού Πάρκου, με δεδομένες τις τάσεις υποβάθμισης της περιοχής, τις αντιτιθέμενες πιέσεις και τη μεγάλη επισκεψιμότητα είναι προφανώς πολύπλοκο (Ramade, 1981) και χρειάζεται να υπερπηδήσει πολλές, κοινωνικοοικονομικές κυρίως, δυσκολίες. Στη συγκεκριμένη περίπτωση του Σχινιά, παρ' όλη την περιβαλλοντική αξία της περιοχής, θα ήταν ελάχιστα πιθανή η υπέρβαση των εμποδίων για την λειτουργία Πάρκου, αν δεν είχε μεσολαβήσει η ώθηση των Ολυμπιακών Αγώνων. Αυτή ήταν αρκετή π.χ. για την κατάργηση μιας σημαντικής αλλά οχλούσας υποδομής, όπως το αεροδρόμιο του Μαραθώνα ή για την δαπανηρή αποξήλωση της αμερικανικής στρατιωτικής βάσης, όχι όμως και για το ξεπέραςμα των παλινδρομήσεων της τοπικής κοινωνίας ή των αντιθέσεων που συνδέονται με την κυβερνητική αλλαγή λίγους μήνες πριν τους Ολυμπιακούς Αγώνες.

Χάρη κυρίως στον Ολυμπιακό χαρακτήρα του, το Κέντρο Κωπηλασίας και Κανό-Καγιάκ μελετήθηκε εξαντλητικά, ώστε να ενταχθεί αρμονικά στις λειτουργίες του βιοτόπου και μπορεί να θεωρηθεί ως πρότυπο περιβαλλοντικού σχεδιασμού ενός μεγάλου τεχνικού έργου. Η εκπόνηση των τεχνικών και περιβαλλοντικών μελετών, η διατύπωση και παρακολούθηση των περιβαλλοντικών όρων και η ένταξη του περιβαλλοντικού προβληματισμού στην καθημερινή δραστηριότητα της κατασκευής οδήγησαν στην πραγματοποίηση ενός έργου που εναρμονίστηκε με ένα ευαίσθητο φυσικό περιβάλλον και συνέβαλε στην αποκατάσταση και αναβάθμισή του. Μ' αυτή την έννοια, το αποτέλεσμα μπορεί να θεωρηθεί ως θρίαμβος μιας ολοκληρωμένης τεχνολογικής παρέμβασης.

Από την άλλη μεριά, η φιλοδοξία δημιουργίας ενός Πάρκου που θα υπηρετεί το περιβάλλον και τους επισκέπτες του απέχει σημαντικά από την εκπλήρωσή της. Οι σωστές επιστημονικές εκτιμήσεις και τεχνικές εφαρμογές είναι απαραίτητες, υλοποιούνται όμως σε βραχεία χρονική κλίμακα. Αντίθετα, η συναίνεση σε επίπεδο τοπικής και ευρύτερης κοινωνίας, η οποία είναι εξ ίσου αναγκαία για να γεννηθεί η κατάλληλη οικονομική και πολιτική στήριξη, διαμορφώνεται σε πιο μακροπρόθεσμο χρονικό ορίζοντα. Μ' αυτή την έννοια, η οριστική επιτυχία του έργου θα κριθεί αργότερα, ενώ προς το παρόν η παρέμβαση μπορεί να θεωρηθεί ως ήττα σε επίπεδο περιβαλλοντικής πολιτικής. Συνθέτοντας τα ανωτέρω διαπιστώνονται κυρίως τα ακόλουθα:

- δυνατότητα μιας τεχνικής παρέμβασης σε βίοτοπο προς όφελος του περιβάλλοντος.
- δυνατότητα του περιβαλλοντικού σχεδιασμού να διατηρήσει επί αρκετά χρόνια την αναβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος, έστω και χωρίς λειτουργία του Πάρκου.
- μεγάλες καθυστερήσεις στη διαδικασία ίδρυσης του Πάρκου και ανεπαρκής πολιτική στήριξη για την επίτευξη ευρείας τοπικής κοινωνικής αποδοχής.
- κρατική αδιαφορία για την τήρηση εγκεκριμένων περιβαλλοντικών όρων.
- εμπόδια από πολύπλοκες και χρονοβόρες διαδικασίες μετά τους Ολυμπιακούς Αγώνες.
- έλλειψη τοπικής κοινωνικής στήριξης και κρατικής βούλησης για την καταστολή παράνομων δραστηριοτήτων και αυθαιρεσιών.
- χαμηλή προτεραιότητα επενδύσεων για την κάλυψη του κόστους λειτουργίας και ανάπτυξης Κωπηλατοδρομίου και Πάρκου, έλλειψη πολιτικού ενδιαφέροντος για την αξιοποίηση του χώρου του Ολυμπιακού Κέντρου, ακόμα και μέσω ιδιωτικών δραστηριοτήτων.

Πάντως, το προβλεπόμενο κόστος για να γίνει το Εθνικό Πάρκο λειτουργικό δεν είναι υπέρογκο. Περιλαμβάνει ως ελάχιστες ετήσιες δαπάνες μερικές εκατοντάδες χιλιάδες Ευρώ (συντήρηση στίβων, πυρόσβεση, βιολογική καταπολέμηση κουνουπιών, φύλαξη Πάρκου) και εφ' άπαξ

επενδύσεις τουλάχιστον 4 εκατομμυρίων Ευρώ (LIFE, υδραυλικές παρεμβάσεις, βόρειος οδικός άξονας). Πρέπει να ληφθεί υπ' όψη ότι η μεγάλη αναμενόμενη επισκεψιμότητα του Πάρκου δημιουργεί αξιολογες δυνατότητες (Παπαρηγορίου et al, 2001) χρηματοδότησης της λειτουργίας του, μέσω εισιτηρίου ή προσφοράς υπηρεσιών, ενώ και η εκμετάλλευση του Ολυμπιακού Κέντρου μπορεί να αποδειχθεί οικονομικά προσοδοφόρα. Επιπρόσθετο έμμεσο οικονομικό κέρδος είναι το όφελος που θα αποκόμιζαν το περιβάλλον και η κοινωνία της Αττικής από τη λειτουργία του Πάρκου.

Η δημιουργία Εθνικού Πάρκου στην υποβαθμισμένη παράκτια περοχή του Σχινιά αποδείχτηκε ένα εγχείρημα επιτυχημένο από τεχνολογικής πλευράς. Ωστόσο, η βιώσιμη λειτουργία Εθνικών Πάρκων χρειάζεται επιπλέον και κατάλληλη περιβαλλοντική πολιτική. Το τεχνικό έργο και η κοινωνική στήριξη είναι δύο δράσεις που εκδηλώνονται σε διαφορετικές χρονικές κλίμακες. Αν τα πράγματα εγκαταλείπονταν στην αυτόματη πορεία τους, ο χώρος του Σχινιά θα έτεινε να μετατραπεί σε πεδίο ανεξέλεγκτων δραστηριοτήτων, οικισμό αυθαιρέτων και εκτεταμένο σκουπιδότοπο. Εν τούτοις, ο υφιστάμενος περιβαλλοντικός σχεδιασμός του Ολυμπιακού έργου θα καθυστερούσε σημαντικά μια τέτοια δυσμενή εξέλιξη, αφήνοντας περιθώρια κοινωνικής ωρίμανσης.



Εικόνα 5.8. Η λίμνη του Μαραθώνα

Κεφάλαιο Στ'

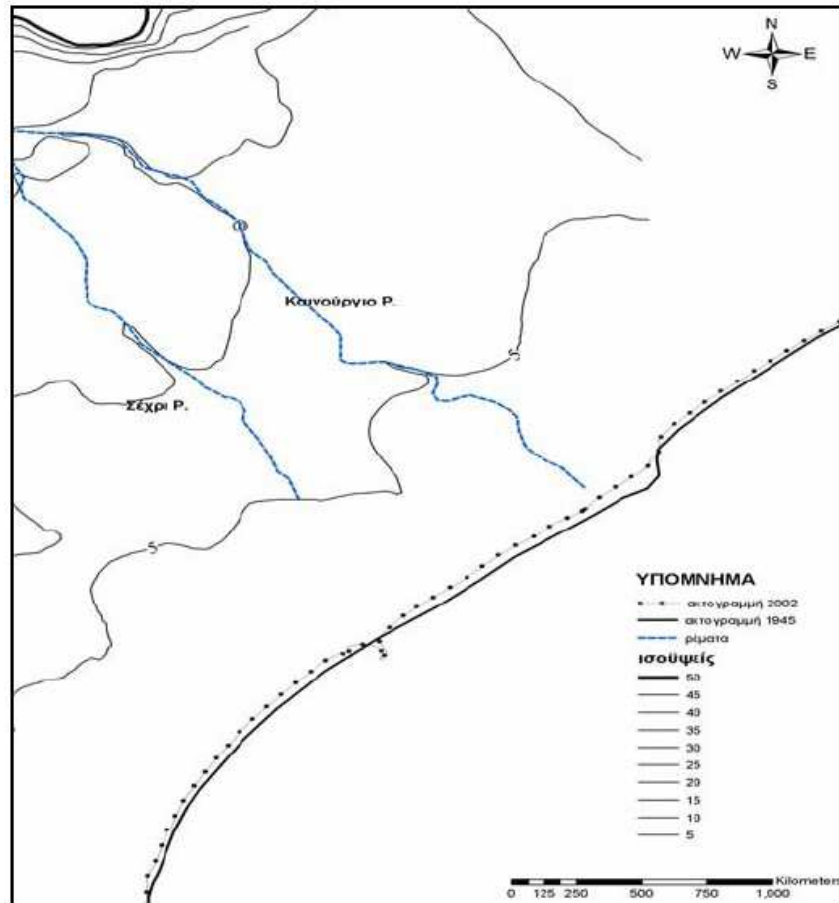
Συμπεράσματα

6.1. Μορφοδυναμικά Αποτελέσματα

Η παρουσία πολλών πηγών γλυκού νερού είναι χαρακτηριστική στην πεδιάδα του Μαραθώνα με σημαντικότερες την πηγή Δρακονέρα, τη Μακάρια πηγή και την πηγή Μάτι, όπως αυτές αποτυπώνονται στον χάρτη των Curtius and Kaupert. Ο ποταμός Οινόης διαιρεί την πεδιάδα σε δύο τμήματα και έχει διαμορφώσει ένα εκτεταμένο τριγωνικής μορφής αλλουβιακό ριπίδιο το οποίο ουσιαστικά αποτελεί την παράκτια πεδιάδα του Μαραθώνα. Η μορφή της είναι επιμήκης με διεύθυνση βορειοανατολική-νοτιοδυτική. Νοτιότερα εποχιακοί χείμαρροι δημιουργούν μικρής έκτασης αλλουβιακά ριπίδια με πιο σημαντικό αυτό του Κιρπιτούγιου. Βορείως της Νέας Μάκρης, εκτεινόταν μια ελώδης περιοχή (τέως έλος Βερξίζας) που εντοπίζεται στον τοπογραφικό χάρτη των Curtius-Kaupert και αποξηράνθηκε στα μέσα του 20^{ου} αιώνα. Στα ανατολικά βρίσκεται το έλος και το δάσος του Σχινιά που χωρίζεται από τη θάλασσα με μία ζώνη από χαμηλές αμμώδεις παράκτιες θίνες, σταθεροποιημένες με βλάστηση (Baeteman, 1985).

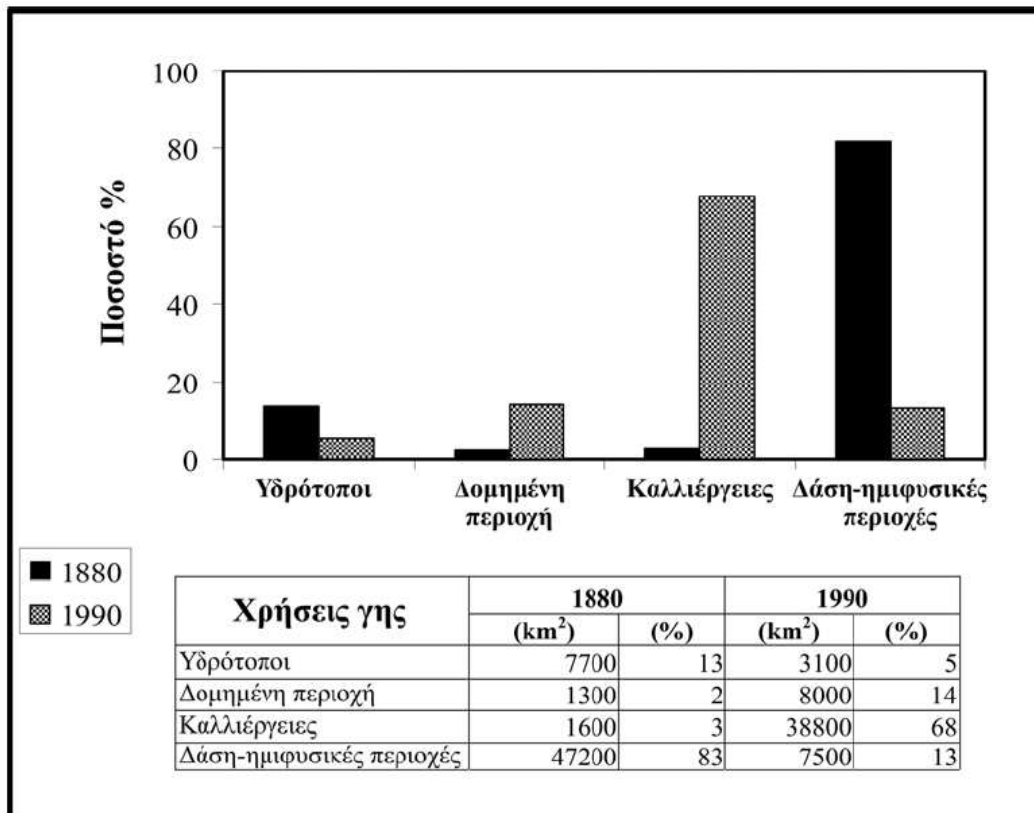
Όπως προαναφέρθηκε ο Οινόης ποταμός διακλαδίζεται σε δύο κοίτες, την δυτική που ονομάζεται Σέχρι ρέμα και την ανατολική που ονομάζεται Καινούργιο ρέμα. Η πρώτη πρέπει είναι ανενεργή εδώ και αιώνες αφού εντός αυτής βρίσκονται μωσαϊκά και ερείπια κτιρίων που χρονολογούνται από την Ρωμαϊκή περίοδο. Το Καινούργιο ρέμα λειτουργούσε μέχρι τη δεκαετία του 1920, αλλά η κατασκευή του φράγματος του Μαραθώνα, το 1929, στον άνω ρου του Οινόη ποταμού, για την ύδρευση των Αθηνών προκάλεσε παρακράτηση του νερού στο φράγμα και επακόλουθη ελάττωση ροής του Καινούργιου ρέματος. Το ρέμα αυτό είχε σχεδιαστεί να λειτουργεί σε περιπτώσεις υπερχειλίσας του φράγματος. Όμως, η υπέρμετρη διόγκωση της πρωτεύουσας και οι διαρκώς αυξανόμενες ανάγκες της σε νερό δεν επέτρεψαν ποτέ τη διαφυγή του νερού κατάντη του φράγματος. Στις επόμενες δεκαετίες, πολλά τμήματα της κοίτης του Καινούργιου ρέματος πληρώθηκαν με τεχνητές επιχωματώσεις (μπάζα), ενώ σε κάποια άλλα γίνονται εκτεταμένες αμμοληψίες.

Οι συγκριτικές παρατηρήσεις της ακτογραμμής από τους τοπογραφικούς χάρτες του 1990 και του 1880 καθώς επίσης και των αεροφωτογραφιών έδειξαν μια μέγιστη υποχώρηση της τάξεως των 100 μέτρων μπροστά από τις εκβολές του Οινόη ποταμού. Οι Μαρουκιάν et al. (1993) έχουν διαπιστώσει ανάλογη υποχώρηση της ακτογραμμής στην περιοχή με ρυθμό 2 m ανά έτος κατά την διάρκεια των τελευταίων 50 χρόνων. Οι παράκτιες σταθεροποιημένες θίνες, που βρίσκονται στην περιοχή αυτή, διαβρώνονται από τις θαλάσσιες και αιολικές διεργασίες. Άνεμοι έντασης άνω των 7 Beaufort δημιουργούν κύματα ύψους τουλάχιστον δύο μέτρων, τα οποία προκαλούν έντονη διάβρωση της παράκτιας ζώνης. Η υποχώρηση αναμένεται να συνεχιστεί με ταχύτερους ρυθμούς. Η μελλοντική άνοδος της θαλάσσιας στάθμης θα προκαλέσει την αύξηση της έντασης των θαλάσσιων διεργασιών και κατ' επέκταση την γρηγορότερη υποχώρηση της ακτογραμμής. Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες (I.C.P.P., 2001) αναμένεται μια αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα του πλανήτη κατά 2°C, γεγονός που θα προκαλέσει την άνοδο της μέσης θαλάσσιας στάθμης κατά 49 cm για τα επόμενα 100 χρόνια.



Εικόνα 6.1. Περιοχή με την μεγαλύτερη υποχώρηση της ακτογραμμής κατά τα έτη 1945 και 2002 με την χρήση αεροφωτογραφιών.

Οι αλλαγές των χρήσεων γης στην πεδιάδα του Μαραθώνα ανάμεσα στα έτη 1880 και 1990 δίνονται στον πίνακα της Εικόνας 6.2. Παρατηρήθηκε ραγδαία αύξηση της γεωργικής ανάπτυξη από 3% σε 68%, της συνολικής έκτασης της περιοχής μελέτης, η οποία πραγματοποιήθηκε σε βάρος των δασικών και ημιφυσικών περιοχών (θάμνων και φυσικών βοσκοτόπων). Πάνω από τα δύο τρίτα (83%) των μη καλλιεργημένων περιοχών (από 47200 km² το 1880 σε 7500 km² το 1990) έχουν αλλάξει χρήση. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το αλμυρό έλος Βρεξίζας, βορείως της Νέας Μάκρης, που υπήρχε το 1880 δεν υφίσταται πλέον. Η κατασκευή της παλιάς Αμερικάνικης Στρατιωτικής βάσης, ενός μικρού αεροδρομίου και προσφάτως, του Ολυμπιακού Κοπηλατοδρομίου έγινε πάνω σε ευαίσθητες περιβαλλοντικά περιοχές απειλώντας με οικολογική υποβάθμιση το έλος Μαραθώνα και το πευκοδάσος Σχινιά. Επιπλέον, η κατασκευή ενός πυκνού οδικού δικτύου κι η επέκταση των αρδευτικών καναλιών της πεδιάδας επέφεραν σημαντικές αλλαγές στην φυσιογραφία της πεδιάδας.



Εικόνα 6.2. Συγκριτικό διάγραμμα με τις αλλαγές των χρήσεων γης κατά τα έτη 1880 και 1990.

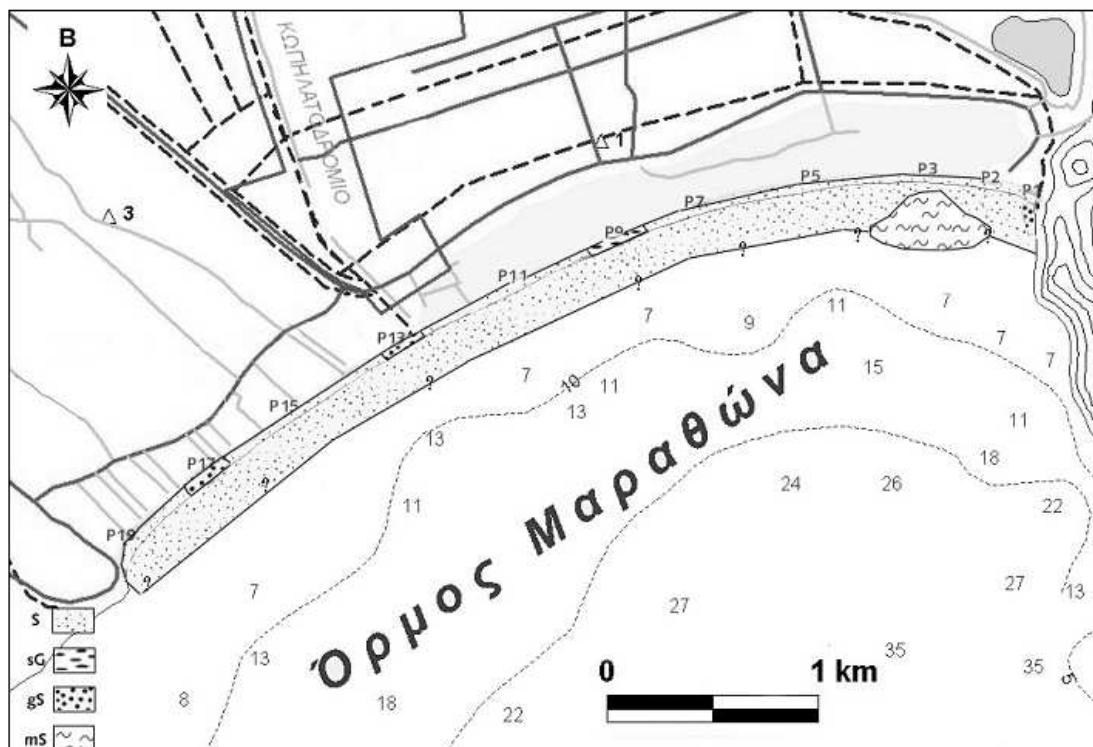
6.2. Γεωμορφολογικά Συμπεράσματα

6.2.1. Παράκτια γεωμορφολογία

Η εξεταζόμενη περιοχή παρουσιάζει συγκεκριμένα μορφολογικά χαρακτηριστικά τα οποία κατατάσσουν το σύνολο της εμφανιζόμενης παραλιακής ζώνης (beach zone) ως παραλία επαπτόμενη της ακτογραμμής (shoreline beach), Σχήμα 6.1. Η οπισθοχώρα της παραλίας διακρίνεται στο βόρειο τμήμα της, όπου έχουμε το πεδίο των αμμοθινών με το πευκοδάσος του Σχινιά να εκτείνεται μέχρι το ρέμα (Θέση 13) και το νότιο τμήμα της από το ρέμα μέχρι τις εκβολές του ποταμού Χάραδρου (ρέματα Καινούργιο και Σεχρί), όπου δεν έχουμε αμμοθίνες, αλλά μια αλλουβιακή (δελταϊκή) σχετικά επίπεδη πεδιάδα. Ακόμη, πρέπει να σημειωθεί ότι οι αμμοθίνες αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα του παράλιου συστήματος, με την ενεργή ανταλλαγή υλικού μεταξύ παραλίας και θινών. Γενικά, η υψομετρική διαφορά των χαμηλότερων θινών από τη μέση στάθμη της θάλασσας είναι περίπου 1.2m και από το επίπεδο της παραλίας περίπου 0.5m. Τέλος, σημειώνεται ότι στην ευρύτερη χερσαία παράκτια ζώνη και στο βόρειο κυρίως μέρος της περιοχής μελέτης μας παρατηρήθηκαν κάποιες βαλτώδεις εκτάσεις με πλήρη ανάπτυξη μικρών υγροβιότοπων με χαμηλή βλάστηση.

Επίσης, κατά θέσεις παρατηρήθηκαν χαρακτηριστικές συγκεντρικές αμμώδεις ζώνες (berms) που σε αρκετά σημεία ήταν έως και τρεις, έχοντας μικρές υψομετρικές διαφορές μεταξύ τους (κατώτερη 0.7m, μέση 0.95m και ανώτερη 1.2m). Είχαν αποκλειστικά αμμώδη σύσταση, ενώ η ανάπτυξή τους ποικίλει από εποχή σε εποχή, όπως άλλωστε και αυτή των ημισεληνοειδών σχηματισμών (beach cusps) με μήκη της τάξης των 5-6 m. Η παρουσία των είναι ιδιαίτερα αισθητή στο κεντρικό τμήμα κεντρικό της παραλίας του Μαραθώνα, υποδηλώνοντας τη μεταβολή της μορφολογίας της παραλιακής ζώνης ανάλογα με τις μεταβολές του κυματικού καθεστώτος. Τα μεγέθη των είναι σχετικά μικρά, όπως μικρά είναι και τα ύψη των προσερχόμενων κυμάτων.

Χαρακτηριστική, επίσης, είναι και η μείωση του εύρους της παραλίας νότια από τις εκβολές του ρέματος (το νότιο άκρο του πευκοδάσους) που ακόμη νοτιότερα (πέραν των εκβολών του Χάραδρου) περνάμε σε καθεστώς διάβρωσης με απομάκρυνση του λεπτόκοκκου υλικού και οπισθοχώρηση της ακτογραμμής (Maroukian et al., 1993). Το υποθαλάσσιο ανάγλυφο είναι σχετικά ομαλό, αμμώδες, με την παρουσία αραιής "φυκοκάλυψης", ακόμα και σε βάθη <3m, υποδηλώνοντας ένα σχετικά χαμηλό υδροδυναμικό περιβάλλον. Μάλιστα, σε ορισμένες θέσεις διαφαίνονται και οι προεκτάσεις των σημερινών κοιτών των ποταμοχειμάρρων, πέραν του 1.5-2 m, που πιθανόν να υποδηλώνει μια σχετική ανύψωση της θαλάσσιας στάθμης με παράλληλο "γέμισμα" του τμήματος των κοιτών κοντά στην ακτογραμμή από την κυματική κυρίως δράση και την παράκτια στερεομεταφορά.



Σχήμα 6.1. Φυσιογραφικά χαρακτηριστικά περιοχής μελέτης και σχηματική απεικόνιση της κατανομής των διαφόρων τύπων ιζήματος σύμφωνα με την ονοματολογία του Folk (1980) [S: άμμος, sG: αμμώχοι χάλικες, gS: χαλικούχος άμμος, mS: πηλούχος άμμος].

6.2.2. Ιζηματολογία

Όλα σχεδόν τα δείγματα είτε έχουν συλλεχθεί από το μέτωπο της παραλίας, είτε από το πεδίο των αμμοθινών, είτε μέσα από τη θάλασσα, χαρακτηρίζονται κοκκομετρικά ως αμμώδη. Εξαιρεση αποτελούν οι θέσεις P1, P13 και P17, στις οποίες κατά το παρελθόν υπήρχαν εκβολές μικρών ρεμάτων, ενώ σήμερα παρατηρείται μια βαλτώδης κατάσταση (πίσω από τις εκβολές τους) και οι οποίες χαρακτηρίζονται από κροκαλούχο άμμο gS. Ακόμη, στη θέση P9, το μέτωπο της παραλίας αποτελείται από αμμώδεις κροκάλες sG, που πιθανότατα οφείλονται σε ανθρώπινη παρέμβαση (επιχωμάτωση). Επίσης, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι το μεγαλύτερο τμήμα του υποθαλάσσιου χώρου καλύπτεται από αμμώδη ιζήματα με διάμετρο $M > 2\phi$, ενώ το πλέον λεπτόκοκκο υλικό (ιλουόχος άμμος, mS) συναντάται στο βόρειο άκρο της περιοχής και για βάθη μεγαλύτερα των δύο μέτρων. Στην περιοχή μελέτης, οι τιμές της περιεκτικής γραφικής σταθεράς απόκλισης σ_1

δείχνουν καλή διαβάθμιση, ειδικά για τα ιζήματα μέσα στη θάλασσα, γεγονός που υποδεικνύει ένα σχετικά σταθερό υδροδυναμικό καθεστώς. Σε θέσεις κοντά σε ρέματα (προσφορά χερσαίου υλικού) και κοντά σε παραθεριστικές εγκαταστάσεις (ανθρώπινη παρέμβαση) η ταξινόμηση γίνεται μέτρια. Η περιεκτική γραφική λοξότητα Sk_1 παρουσιάζει κυρίως θετικές τιμές που μας δείχνει πως η άμμος είναι λεπτόκοκκη σχεδόν σε όλη την περιοχή με εξαίρεση τις περιοχές κοντά σε στόμια ρεμάτων. Ως αναφορά την κύρτωση K_G παρουσιάζονται κυρίως δύο πεδία. Το πρώτο ανατολικά της θέσης P9 με πιο πλατύκυρτα ιζήματα από το δεύτερο που βρίσκεται δυτικά της θέσης P9, όπου επικρατούν τα μεσόκυρτα ιζήματα. Αυτή η διαφορά οφείλεται πιθανώς στον τύπο των ιζημάτων που μεταφέρουν τα θαλάσσια ρεύματα παράλληλα της ακτογραμμής.

6.2.3. Συμπεράσματα

Η παραλία του Σχινιά ευρισκόμενη βόρεια των εκβολών του Χάραδρου (Οινόη) ποταμού στο βόρειο τμήμα του Κόλπου του Μαραθώνα χαρακτηρίζεται από γενικά ασθενή κυματική ενέργεια, δεχόμενη κύματα από την ανοικτή θάλασσα από ΝΑ και Ν διευθύνσεις σε ποσοστό <10% ετησίως. Τα δε προσερχόμενα προκαλούν μια παράκτια στερεομεταφορά, η οποία αφενός περιορίζεται σε βάθη <1m και αφενός δεν είναι ιδιαίτερα ισχυρή, ώστε να μεταβάλει δραστικά την παράκτια μορφολογία. Η κατεύθυνσή της είναι προς ΑΒΑ, γεγονός που εξηγεί και την παρουσία πιο λεπτόκοκκης άμμου στο βόρειο τμήμα της παραλίας. Ιζηματολογικά πρόκειται για μια αμμώδη παραλιακή ζώνη, η οποία βόρεια σχετίζεται με το χαμηλό πεδίο των αμμοθινών (πευκοδάσος Σχινιά) και νοτιότερα με μια παράκτια (δελταϊκής προέλευσης) πεδιάδα. Γενικά, η ακτογραμμή και η μορφομετρία της παραλιακής ζώνης του Όρμου του Σχινιά παρουσιάζει μια σταθερότητα, παρά την ανθρώπινη παρέμβαση με σημαντικότερη το φράγμα του Μαραθώνα, που από το 1929 στερεί τον Κόλπο από τα φερτά υλικά του ποταμού, όπως επίσης και των παρεμβάσεων στην παρακείμενη παράκτια χερσαία ζώνη, με διευθετήσεις κοιτών, αποξηράνσεις ελών και την ποικίλοι οικοδομική δραστηριότητα συμπεριλαμβανομένου, τελευταία, και του Ολυμπιακού κωπηλατοδρομίου. Βέβαια, νότια των εκβολών του Χάραδρου έχουμε φαινόμενα διάβρωσης και ασθενή οπισθοχώρηση της ακτογραμμής, πιθανότατα ως αποτέλεσμα της διατάραξης του ιζηματολογικού ισοζυγίου από την ανθρώπινη δραστηριότητα σε συνδυασμό και με το γεγονός ότι η περιοχή αυτή είναι εκτεθειμένη και σε κύματα Α και ΒΑ διευθύνσεων.

6.3. Ανθρώπινη Παρέμβαση – Συμπεράσματα

Το εγχείρημα της δημιουργίας «εκ του μηδενός» ενός Εθνικού Πάρκου, με δεδομένες τις τάσεις υποβάθμισης της περιοχής, τις αντιτιθέμενες πιέσεις και τη μεγάλη επισκεψιμότητα είναι προφανώς πολύπλοκο (Ramade, 1981) και χρειάζεται να υπερπηδήσει πολλές, κοινωνικοοικονομικές κυρίως, δυσκολίες. Στη συγκεκριμένη περίπτωση του Σχινιά, παρ' όλη την περιβαλλοντική αξία της περιοχής, θα ήταν ελάχιστα πιθανή η υπέρβαση των εμποδίων για την λειτουργία Πάρκου, αν δεν είχε μεσολαβήσει η ώθηση των Ολυμπιακών Αγώνων. Αυτή ήταν αρκετή π.χ. για την κατάργηση μιας σημαντικής αλλά οχλούσας υποδομής, όπως το αεροδρόμιο του Μαραθώνα ή για την δαπανηρή αποξήλωση της αμερικανικής στρατιωτικής βάσης, όχι όμως και για το ξεπέραςμα των παλινδρομήσεων της τοπικής κοινωνίας ή των αντιθέσεων που συνδέονται με την κυβερνητική αλλαγή λίγους μήνες πριν τους Ολυμπιακούς Αγώνες.

Χάρη κυρίως στον Ολυμπιακό χαρακτήρα του, το Κέντρο Κωπηλασίας και Κανό-Καγιάκ μελετήθηκε εξαντλητικά, ώστε να ενταχθεί αρμονικά στις λειτουργίες του βιοτόπου και μπορεί να θεωρηθεί ως πρότυπο περιβαλλοντικού σχεδιασμού ενός μεγάλου τεχνικού έργου. Η εκπόνηση των

τεχνικών και περιβαλλοντικών μελετών, η διατύπωση και παρακολούθηση των περιβαλλοντικών όρων και η ένταξη του περιβαλλοντικού προβληματισμού στην καθημερινή δραστηριότητα της κατασκευής οδήγησαν στην πραγματοποίηση ενός έργου που εναρμονίστηκε με ένα ευαίσθητο φυσικό περιβάλλον και συνέβαλε στην αποκατάσταση και αναβάθμισή του. Μ' αυτή την έννοια, το αποτέλεσμα μπορεί να θεωρηθεί ως θρίαμβος μιας ολοκληρωμένης τεχνολογικής παρέμβασης.

Από την άλλη μεριά, η φιλοδοξία δημιουργίας ενός Πάρκου που θα υπηρετεί το περιβάλλον και τους επισκέπτες του απέχει σημαντικά από την εκπλήρωσή της. Οι σωστές επιστημονικές εκτιμήσεις και τεχνικές εφαρμογές είναι απαραίτητες, υλοποιούνται όμως σε βραχεία χρονική κλίμακα. Αντίθετα, η συναίνεση σε επίπεδο τοπικής και ευρύτερης κοινωνίας, η οποία είναι εξ ίσου αναγκαία για να γεννηθεί η κατάλληλη οικονομική και πολιτική στήριξη, διαμορφώνεται σε πιο μακροπρόθεσμο χρονικό ορίζοντα. Μ' αυτή την έννοια, η οριστική επιτυχία του έργου θα κριθεί αργότερα, ενώ προς το παρόν η παρέμβαση μπορεί να θεωρηθεί ως ήττα σε επίπεδο περιβαλλοντικής πολιτικής. Συνθέτοντας τα ανωτέρω διαπιστώνονται κυρίως τα ακόλουθα:

- vi.** δυνατότητα μιας τεχνικής παρέμβασης σε βίοτοπο προς όφελος του περιβάλλοντος.
- vii.** δυνατότητα του περιβαλλοντικού σχεδιασμού να διατηρήσει επί αρκετά χρόνια την αναβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος, έστω και χωρίς λειτουργία του Πάρκου.
- viii.** μεγάλες καθυστερήσεις στη διαδικασία ίδρυσης του Πάρκου και ανεπαρκής πολιτική στήριξη για την επίτευξη ευρείας τοπικής κοινωνικής αποδοχής.
- ix.** κρατική αδιαφορία για την τήρηση εγκεκριμένων περιβαλλοντικών όρων.
- x.** εμπόδια από πολύπλοκες και χρονοβόρες διαδικασίες μετά τους Ολυμπιακούς Αγώνες.
- xi.** έλλειψη τοπικής κοινωνικής στήριξης και κρατικής βούλησης για την καταστολή παράνομων δραστηριοτήτων και αυθαιρεσιών.
- xii.** χαμηλή προτεραιότητα επενδύσεων για την κάλυψη του κόστους λειτουργίας και ανάπτυξης Κωπηλατοδρομίου και Πάρκου, έλλειψη πολιτικού ενδιαφέροντος για την αξιοποίηση του χώρου του Ολυμπιακού Κέντρου, ακόμα και μέσω ιδιωτικών δραστηριοτήτων.

Πάντως, το προβλεπόμενο κόστος για να γίνει το Εθνικό Πάρκο λειτουργικό δεν είναι υπέρογκο. Περιλαμβάνει ως ελάχιστες ετήσιες δαπάνες μερικές εκατοντάδες χιλιάδες Ευρώ (συντήρηση στίβων, πυρόσβεση, βιολογική καταπολέμηση κουνουπιών, φύλαξη Πάρκου) και εφ' άπαξ επενδύσεις τουλάχιστον 4 εκατομμυρίων Ευρώ (LIFE, υδραυλικές παρεμβάσεις, βόρειος οδικός άξονας). Πρέπει να ληφθεί υπ' όψη ότι η μεγάλη αναμενόμενη επισκεψιμότητα του Πάρκου δημιουργεί αξιόλογες δυνατότητες (Παπαρηγορίου et al, 2001) χρηματοδότησης της λειτουργίας του, μέσω εισιτηρίου ή προσφοράς υπηρεσιών, ενώ και η εκμετάλλευση του Ολυμπιακού Κέντρου μπορεί να αποδειχθεί οικονομικά προσοδοφόρα. Επιπρόσθετο έμμεσο οικονομικό κέρδος είναι το όφελος που θα αποκόμιζαν το περιβάλλον και η κοινωνία της Αττικής από τη λειτουργία του Πάρκου.

Η δημιουργία Εθνικού Πάρκου στην υποβαθμισμένη παράκτια περοχή του Σχινιά αποδείχτηκε ένα εγχείρημα επιτυχημένο από τεχνολογικής πλευράς. Ωστόσο, η βιώσιμη λειτουργία Εθνικών Πάρκων χρειάζεται επιπλέον και κατάλληλη περιβαλλοντική πολιτική. Το τεχνικό έργο και η κοινωνική στήριξη είναι δύο δράσεις που εκδηλώνονται σε διαφορετικές χρονικές κλίμακες. Αν τα πράγματα εγκαταλείπονταν στην αυτόματη πορεία τους, ο χώρος του Σχινιά θα έτεινε να μετατραπεί σε πεδίο ανεξέλεγκτων δραστηριοτήτων, οικισμό αυθαιρέτων και εκτεταμένο σκουπίδοτοπο. Εν τούτοις, ο υφιστάμενος περιβαλλοντικός σχεδιασμός του Ολυμπιακού έργου θα καθυστερούσε σημαντικά μια τέτοια δυσμενή εξέλιξη, αφήνοντας περιθώρια κοινωνικής ωρίμανσης.

Ζ'. Βιβλιογραφικές Αναφορές

- [1] Σφήκας Δ. Ιωάννης, **Περιβαλλοντικά Ήπιες Κατασκευές στα Λιμενικά Έργα: Εφαρμογή στο Λιμένα της Ρόδου**, Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Επιστημών της Θάλασσας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη 2006.
- [2] Κωνσταντίνος Μέμος, **“Εισαγωγή στα Λιμενικά Έργα”**, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα 2008.
- [3] Μανώλης Κ. Δασκαλάκης, **“Λιμάνια, Θαλάσσια Κύματα, Λιμενικά Έργα, Τόμος Α”**, Εκδόσεις Άνωση, Αθήνα 1999.
- [4] Μανώλης Κ. Δασκαλάκης, **“Λιμάνια, Θαλάσσια Κύματα, Λιμενικά Έργα, Τόμος Β”**, Εκδόσεις Άνωση, Αθήνα 1999.
- [5] Χριστοφόρου Γ. Κουτίτα, **“Εισαγωγή στην Παράκτια Τεχνική και τα Λιμενικά Έργα”**, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη 1998.
- [6] Χρήστος Λ. Αναγνώστου, Γεώργιος Θ. Χρόνης, Ανδρέας Ι. Σιούλας, **“Δυναμική, Λειτουργία και Διαχείριση του Θαλασσιού Συστήματος”**, Διδακτικές Εγχειρίδιο στα πλαίσια του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών: «Ναυτική & Θαλάσσια Τεχνολογία & Επιστήμη», Σχολή Ναυπηγών & Μηχανολόγων Μηχανικών, Ε.Μ.Π., Αθήνα, Ιούνιος 2005.
- [7] Δ. Δεληγιώργη, Γ. Κάλλου, **“Μαθήματα Δυναμικής – Συνοπτικής Μετεωρολογίας”**, Διδακτικές σημειώσεις στα πλαίσια του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών: «Ναυτική & Θαλάσσια Τεχνολογία & Επιστήμη», Σχολή Ναυπηγών & Μηχανολόγων Μηχανικών, Ε.Μ.Π., Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα 1988.
- [8] Βασίλης Λυκούσης, **“Εισαγωγή στην Υποθαλάσσια Γεωλογία”**, Διδακτικό Εγχειρίδιο στα πλαίσια του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών: «Ναυτική & Θαλάσσια Τεχνολογία & Επιστήμη», Σχολή Ναυπηγών & Μηχανολόγων Μηχανικών, Ε.Μ.Π., Αθήνα, Ιανουάριος 1999.
- [9] Γουρδούμπας Ιωάννης, Ιορδάνης Κυριάκος, Κιουρτίδης Χρήστος, **Το Ιζηματολογικό Καθεστώς της Παράκτιας Ζώνης του Όρμου Σχινιά (Μαραθώνα): Φυσικές Διεργασίες & Ανθρώπινη Παρέμβαση**, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Γεωλογίας, Ε.Κ.Π.Α., αΑθήνα 2004.
- [10] Λόζιος Σ., (1993), **Τεκτονική ανάλυση των μεταμορφωμένων σχηματισμών της Νοτιοανατολικής Αττικής**, Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Αθηνών, σελ. 299.
- [11] Γουρδούμπας Ιωάννης, Ιορδάνης Κυριάκος, **“Φυσικές Διεργασίες και Ανθρώπινη Παρέμβαση στην Παράκτια Ζώνη του Όρμου Σχινιά (Μαραθώνα Αττικής)”**, Περιοδικό ΓΑΙΑ Νο 14, Τόμος Α', Πρακτικά 1^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Φοιτητών Γεωλογίας, Δημοσιεύματα του Τμήματος Γεωλογίας & Γεωπεριβάλλοντος, ΕΚΠΑ, Αθήνα 2006.
- [12] Αρχόντω Σενή, Βασίλειος Καψιμάλης, Κοσμάς Παυλόπουλος, **“Προσδιορισμός των πρόσφατων μεταβολών στην παράκτια πεδιάδα του Μαραθώνα Αττικής, με χρήση Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών”**, www.srcosmos.gr, 2010.
- [13] Νασοπούλου Ιωάννα, **“Εκτίμηση των παραμέτρων του υδρολογικού ισοζυγίου της λεκάνης απορροής του Οινόη ποταμού (Ν. Αττικής)”**, Πτυχιακή Εργασία, Τμήμα Γεωγραφίας,

Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα 2006.

[14] Μαργώνη Γρ. Σοφία, “**Έρευνα των περιβαλλοντικών διεργασιών εξέλιξης των υγροτόπων και της πεδιάδας του Μαραθώνα κατά το Ολόκαινο με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (G.I.S.)**”, Διδακτορική Διατριβή, Τομέας Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη 2006.

[15] Μαργώνη Σοφία et al , “**Η Εξέλιξη του Φυσικού Περιβάλλοντος στην Περιοχή του Έλους Σχινιά Μαραθώνα από την Αρχαιότητα μέχρι Σήμερα**”, 6ο Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο, Πρακτικά – Τόμος I, σελ. 159–166, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη 2002.