

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΛΙΑΚΗΣ ΖΩΝΗΣ ΤΩΝ ΙΡΙΩΝ (ΑΡΓΟΛΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ), ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ

Γιαννούλη Δήμητρα-Ιλιάννα, Ε. Πούλος Σεραφείμ, Ανδρής Περικλής και
Πετράκης Στυλιανός

Τομέας Γεωγραφίας & Κλιματολογίας, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη Ζωγράφου, 15784 Αττική.

Περίληψη

Στην εργασία αυτή διερευνώνται τα αίτια της διάβρωσης, που έχει εκδηλωθεί κατά μήκος της παραλιακής ζώνης των Ιριών (ανατολική ακτή του Αργολικού Κόλπου). Η παραλιακή ζώνη συνίσταται από μεικτό υλικό (άμμος και ψηφίδες). Είναι εκτεθειμένη σε κυματισμό που προέρχεται από N-ΝΔ διευθύνσεις, αν και οι συχνότεροι άνεμοι είναι οι ΒΔ, οι οποίοι όμως, λόγω της μικρής απόστασης ανάπτυξης κυματισμού, σχετίζονται με σχετικά μικρού ύψους κύματα. Η ανθρωπογενής παρέμβαση είναι σημαντικότερη και συνίσταται στην κατασκευή αλιευτικού καταφυγίου, την κατασκευή παραλιακού δρόμου σε απόσταση ολίγων μέτρων από την ακτογραμμή, στο νοτιότερο τμήμα της, τη διευθέτηση της κοίτης των χειμάρρων και τη κατασκευή μικρών εγκάρσιων προβόλων. Όλες οι προαναφερόμενες παρεμβάσεις φαίνεται ότι έχουν εντείνει το φαινόμενο της διάβρωσης, το οποίο σε ορισμένα τμήματα της παραλίας των Ιριών είναι της τάξης αρκετών μέτρων, παρά το γεγονός ότι γενικά υπόκειται σε περιορισμένης έντασης υδροδυναμικές συνθήκες. Το φαινόμενο της διάβρωσης αναμένεται να ενταθεί περαιτέρω, λόγω της αναμενόμενης ανόδου της θαλάσσιας στάθμης (κατά 0,4 m) και σε μια πρώτη προσέγγιση εκτιμάται ότι η ακτογραμμή θα οπισθοχωρήσει επιπλέον περί τα 7,5 m.

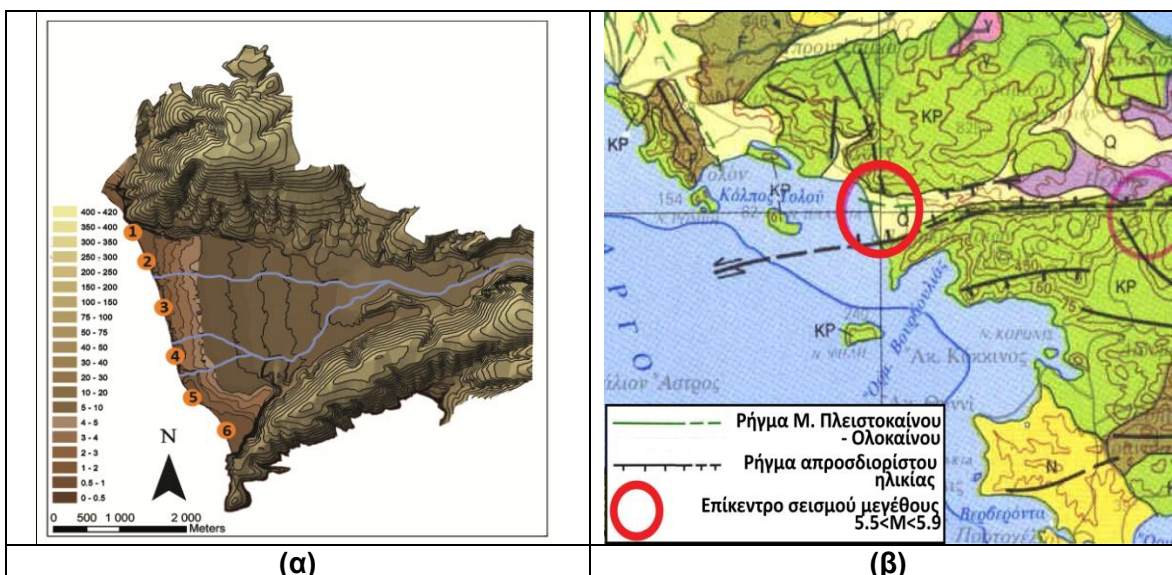
Abstract

The aim of this paper is to investigate the causes of erosion that has taken place along the beach zone of Iria (eastern coast of the Argolic Gulf). The beach zone consists of mixed material, mainly sand and granules. It is exposed to strong waves from the S and SW, even though the most frequent blowing winds are those of NW; the latter is related to small height waves due to limited fetch distances. Human intervention is very important and includes the construction of a fishery shelter, a road parallel to the shoreline and in a small distance from it, regulation torrent's channels and the arbitrary installment of small groins. All the aforementioned interventions seem to have either initiate and/or enhanced erosion, which locally accounts several metres, despite the non-intense nearshore hydrodynamic conditions. Moreover, coastal erosion is expected to be increased due to the potential sea level rise by 0.4 m (at 2100); this may cause a further coastline retreat at about 7.5 m in a beach zone that does not exceed the 20 m.

Λέξεις κλειδιά: διάβρωση, ανθρωπογενής παρέμβαση, ανύψωση θαλάσσιας στάθμης,
Key words: erosion, human intervention, sea-level rise

1. Εισαγωγή

Η παραλία των Ιρίων είναι μια παραλιακή ζώνη με διεύθυνση ακτογραμμής Β-Ν και μήκος περί τα 5 km ευρισκόμενη μπροστά από μια αλλουβιακή πεδιάδα στο κεντρικό τμήμα της ανατολικής ακτής του Αργολικού Κόλπου. Η αλλουβιακή πεδιάδα οριοθετείται από το όρος Λυκάλωνα (432 m) στα Βόρεια και προς νότο από το όρος Κουρκουμπέλα (100 m) (Σχήμα 1α). Τα πλευρικά όρια της αλλουβιακής πεδιάδας φαίνεται να ακολουθούν τις τεκτονικές γραμμές ρηγμάτων με διεύθυνση Α-Δ (Σχήμα 1β), ένα είδος τεκτονικού βυθίσματος μεταλπικής ηλικίας (Γάκη - Παπαναστασίου, 1991). Μάλιστα ο ποταμός Δυπόταμος, ο οποίος είναι ο μεγαλύτερος της περιοχής φαίνεται να ακολουθεί το μέτωπο του ρήγματος και εκβάλλει και αυτός στη Βόρεια πλευρά της παραλίας των Ιρίων.



Σχήμα 1. Μορφολογία (α) και τεκτονική δομή (β) της περιοχής μελέτης (ΙΓΜΕ, 1989)

Η παραλιακή ζώνη δέχεται τις ροές νερού και ιζήματος από μια συνολική επιφάνεια 174.860 m², η οποία αποστραγγίζεται κυρίως από τον εφήμερο ποταμό Δυπόταμο και έναν μικρότερο υδατόρευμα που διέρχεται από το χωριό των Ιρίων και εκβάλλει νοτιότερα. Καθώς η λεκάνη απορροής αποτελείται κυρίως από ανθρακικά πετρώματα, δεν αναμένονται σημαντικές ποσότητες χερσογενών ιζημάτων.

Ο σκοπός της εργασίας αυτής είναι η διερεύνηση των φυσικών και ανθρωπογενών αιτιών της διάβρωσης που έχει εκδηλωθεί κατά μήκος της ακτογραμμής και η εκτίμηση της μελλοντικής έκφρασης του φαινομένου σε σχέση και με την αναμενόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, λόγω κλιματικής αλλαγής, η οποία σύμφωνα με το συντηρητικό σενάριο του IPCC (2007) ανέρχεται σε 0.38m ή και >1m, όπως αναφέρουν άλλοι ερευνητές (π.χ. Pfeffer et al., 2008).

2. Μεθοδολογία

Οι εργασίες πεδίου περιελάμβαναν γεωμορφολογικές αποτυπώσεις, 6 τοπογραφικές τομές (Σχήμα 2), δειγματοληψία επιφανειακών χερσαίων και υποθαλάσσιων ιζημάτων (βλ. Σχήμα 3) και καταγραφή των ανθρώπινων παρεμβάσεων με παράλληλη λήψη

φωτογραφικού υλικού. Η τοπογραφική αποτύπωση έγινε για το χερσαίο τμήμα με χρήση αποστασιόμετρου laser μάρκας Leica, ενώ για την υποθαλάσσια αποτύπωση, μέχρι βάθους 5m, χρησιμοποιήθηκε μετροταινία και φορητό βυθόμετρο HONDEX, με εκτιμώμενη ακρίβεια $\pm 10\text{cm}$. Η κοκκομετρική ανάλυση και στατιστική επεξεργασία των δειγμάτων έγινε σύμφωνα με τη μεθοδολογία του Folk (1980).



Σχήμα 2. Πανοραμική άποψη περιοχής μελέτης με τις θέσεις των τομών (1-6).

Το ύψος (H) και η περίοδος (T) των προσερχόμενων από τα βαθιά ανεμογενών κυμάτων, προσδιορίστηκε με βάση τα ανεμολογικά δεδομένα της περιοχής (Ατλαντας Ανέμου και Κύματος της Ανατολικής Μεσογείου των Αθανασούλη και Σκαρσουλή, 1991) και χρησιμοποιώντας τις προγνωστικές εξισώσεις του CERC (1984). Το ύψος θραύσης των προσερχομένων κυμάτων (H_b) δίνεται από την εξίσωση (Carter, 1980):

$$H_b = 0,563 \times \frac{H_o}{(H_o/L_o)^{0,2}} \quad (1)$$

όπου H_o και L_o είναι αντιστοίχως το σημαντικό ύψος και μήκος κύματος. Το βάθος θραύσης δίνεται από τη σχέση (Komar, 1986): $H_b / d_b = 0,78$ (2)

Το μεγαλύτερο βάθος (h_c) κινητοποίησης των ιζημάτων του πυθμένα, μέχρι το οποίο γίνεται η μεγαλύτερη αλλαγή του υποθαλάσσιου προφίλ της παραλίας, υπολογίστηκε από τη σχέση:

$$h_c = 2,28H_e - 68,5 \times (H_e/T_e)^2 \quad (3)$$

όπου H_e και T_e είναι το ύψος και η περίοδος των θυελλωδών (μεγίστων) προσερχομένων κυμάτων. Τέλος, η οπισθοχώρηση της ακτογραμμής (S), λόγω της επικείμενης ανόδου της θαλάσσιας στάθμης, προσεγγίστηκε κάνοντας χρήση του μοντέλου του Brunn (1958):

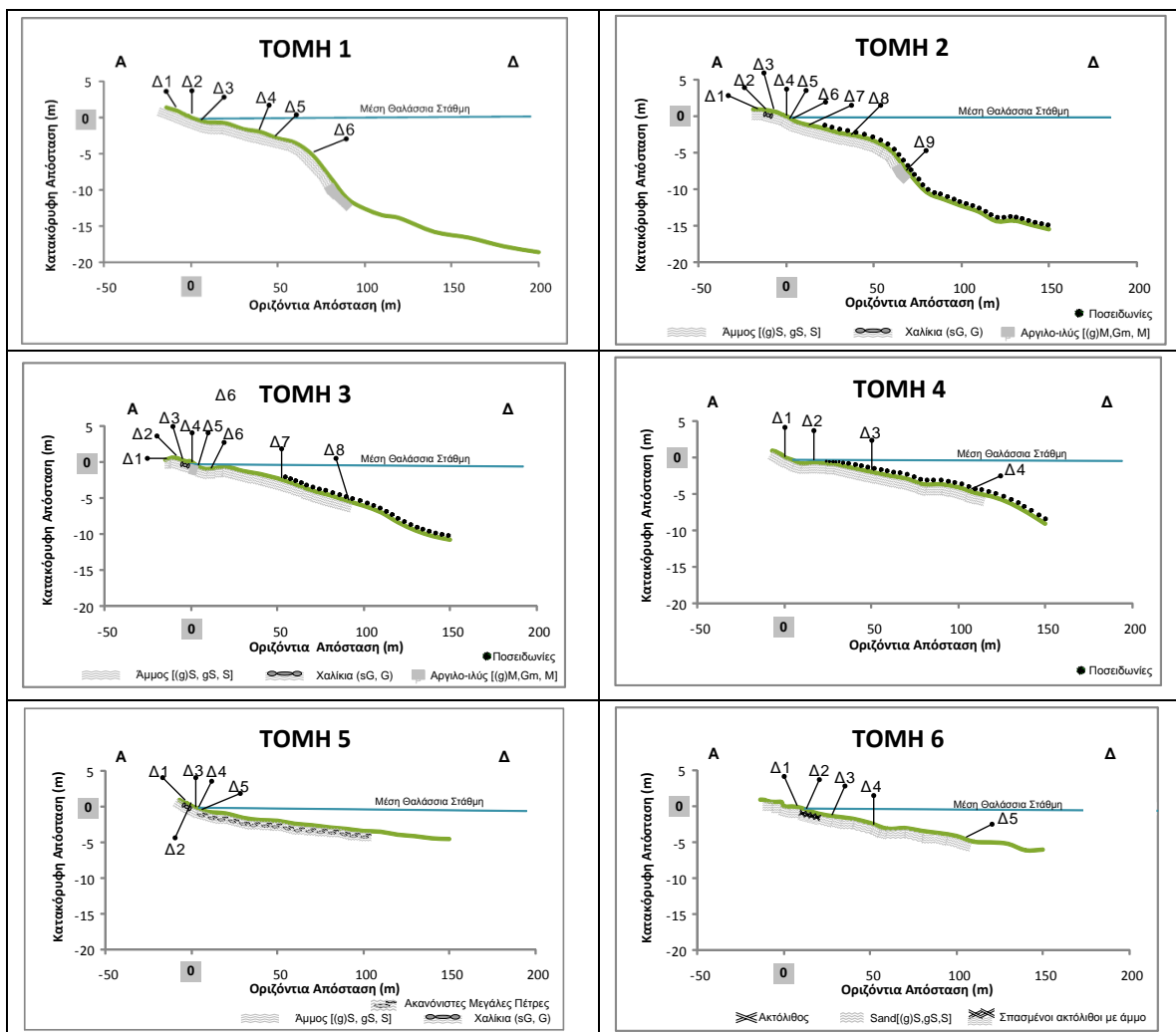
$$S = \frac{L \times \alpha}{h} \quad (4)$$

όπου α το εύρος ανόδου θαλάσσιας στάθμης, L η οριζόντια απόσταση και h η υψομετρική διαφορά μεταξύ του βάθους κλεισίματος (h_c) και της κορυφής της 1^{ης} berm.

3. Αποτελέσματα – Συζήτηση

3.1. Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά.

Στη βόρεια πλευρά της παραλίας των Ιρίων (Σχήμα 3, τομές 1 και 2) το πλάτος του χερσαίου τμήματος φτάνει τα 19 m. Η μορφολογία του πυθμένα μέχρι περίπου τα 60 m απόσταση από την ακτογραμμή και σε βάθος περίπου 5 m, είναι ομαλή (κλίση 8%). Ακολούθως, το βάθος μεγαλώνει απότομα φθάνοντας τα 12 m σε απόσταση 80 m, από όπου βαθαινει πάλι ομαλά έως τα 200 m, όπου το βάθος είναι σχεδόν 20 m. Η απότομη βάθυνση στην περιοχή μεταξύ 60 και 80 μέτρων, οφείλεται στο μεταλλικό ρήγμα, το οποίο εμφανίζεται στο βόρειο άκρο της αλλουβιακής κοιλάδας των Ιρίων.



Σχήμα 3. Χάρτης και τοπογραφικές τομές εγκάρσιων στην ακτογραμμή όπου εμφανίζονται οι θέσεις δειγματοληψίας

Το κεντρικό και νότιο τμήμα της παραλιακής ζώνης (Σχήμα 3, τομές 3-6) έχει πλάτος χερσαίου τμήματος από σχεδόν μηδενικό (περιοχή έντονης διάβρωσης) έως και 15 m (τομή 3). Ο πυθμένας είναι γενικά ομαλός, με προοδευτική βάθυνση μέχρι τα 150 m, όπου το βάθος είναι 5-6 m. Χαρακτηριστική είναι και η παρουσία φυκών στο κεντρικό και βόρειο υποθαλάσσιο τμήμα (τομές 2, 3 και 4) και από βάθος 2 m περίπου. Η παρουσία των φυκών είναι ένδειξη σταθεροποιημένου ή και μη διαβρούμενου πυθμένα, ενώ δεν αποκλείεται να ευνοείται η ανάπτυξή τους από τα θρεπτικά συστατικά που προσφέρει ο Δυπόταμος ποταμός. Ακόμη, έντονη είναι η παρουσία των ακτολίθων τόσο κατά μήκος του μετώπου όσο και υποθαλάσσια (βάθη <1m) στο τμήμα της παραλιακής ζώνης που βρίσκεται νότια από το αλιευτικό καταφύγιο (τομή 6). Η εκτεταμένη παρουσία των ακτολίθων, αφενός αποδίδεται στην ύπαρξη υποεπιφανειακών γλυκών νερών στη παρακείμενη αλλουβιακή πεδιάδα, όπως άλλωστε φαίνεται και από το μεγάλο αριθμό πηγαδιών και γεωτρήσεων, ενώ αφετέρου είναι σαφής ένδειξη οπισθοχώρησης (διάβρωσης) της ακτογραμμής.

3.2 Κοκκομετρικά χαρακτηριστικά

Τα αποτελέσματα των κοκκομετρικών αναλύσεων για τα δείγματα που συλλέχτηκαν κατά μήκος των 6 τομών παρουσιάζονται στον πίνακα 1. Τα δείγματα τα οποία πάρθηκαν από το χερσαίο χώρο της παραλίας συνίστανται κυρίως από άμμο και κροκάλες ((g)S, gS, S και sG & G) ενώ υπάρχουν και μερικά αποτελούμενα από λεπτόκοκκο υλικό (M=ιλύς+άργιλος).

Πίνακας 1. Αποτελέσματα κοκκομετρικής ανάλυσης και χαρακτηρισμός των δειγμάτων κατά Folk (με σκιαγράφηση σημειώνονται τα υποθαλάσσια δείγματα). σ_i : ταξινόμηση, Ski: ασυμμετρία, K_G : Κύρτωση. (οι θέσεις των τομών δίνονται στο Σχήμα 2 και των δειγμάτων στο σχήμα 3)

ΤΟΜΗ - ΔΕΙΓΜΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ (Folk)	σ_i	Ski	K_G	ΤΟΜΗ - ΔΕΙΓΜΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ (Folk)	σ_i	Ski	K_G
1-1	S	1.19	-0.46	1.10	3-5	S	0.76	-0.30	1.01
1-2	gS	1.32	-0.82	0.80	3-6	S	0.44	-0.09	1.23
1-3	S	30.33	0.10	0.73	3-7	S	0.54	-0.22	1.22
1-4	S	0.60	-0.15	1.17	3-8	S	0.50	-0.13	1.15
1-5	S	0.63	-0.22	1.26	4-1	gS	2.01	0.01	0.81
1-6	M	0.97	-0.14	0.92	4-2	S	1.10	-0.76	2.31
2-1	S	0.78	-0.09	1.00	4-3	S	0.64	-0.25	1.23
2-2	gS	2.47	-0.07	0.61	4-4	(g)mS	-	-	-
2-3	sG	2.14	0.90	0.61	5-1	S	0.58	-0.18	1.11
2-4	S	0.65	-0.08	0.97	5-2	sG	0.52	-0.35	1.10
2-5	(g)S	23.91	0.19	0.71	5-3	sG	1.91	0.51	0.63
2-6	M	1.26	-0.10	0.86	5-4	gS	1.22	-0.40	0.93
2-7	S	1.95	-0.37	0.79	5-5	gS	1.78	-0.74	0.59
2-8	S	0.80	-0.12	1.11	6-1	gS	2.68	0.43	0.51
2-9	mS	-	-	-	6-2	gS	0.84	0.51	0.84
3-1	gS	2.03	-0.52	0.66	6-3	S	479.1	-0.07	0.74
3-2	G	0.37	-0.20	0.92	6-4	gS	2.61	-0.90	0.77
3-3	M	0.53	-0.09	1.01	6-5	S	1.07	-0.26	0.92
3-4	gS	2.16	1.63	0.35					

Όσον αφορά την ταξινόμηση (σ_i), στα χερσαία ιζήματα, κυριαρχεί η μέτρια έως φτωχή διαβάθμιση ($0,7 < \sigma_i < 2,5$), ενώ στα υποθαλάσσια η διαβάθμιση είναι μέτρια ($0,4 < \sigma_i < 2$). Τα χερσαία ιζήματα, επίσης, παρουσιάζονται έντονα ασύμμετρα ($-0,1 < Ski < -0,8$) και το ίδιο ισχύει και για τα θαλάσσια ιζήματα. Σχετικά με την Κύρτωση (K_G), τα χερσαία ιζήματα παρουσιάζονται μεσόκυρτα έως λεπτόκυρτα ($0,9 < K_G < 1,5$), ενώ τα θαλάσσια πλατύκυρτα έως μεσόκυρτα ($0,7 < K_G < 1,1$). Τα προαναφερόμενα χαρακτηριστικά είναι σαφής ένδειξη για παρουσία κοκκομετρικά μεικτού υλικού (άμμος, χάλικες, πηλός) ενώ και το υδροδυναμικό (κυματικό) καθεστώς δεν φαίνεται να είναι ικανό για να τα ανακατανεύσει και να τα ταξινομήσει.

3.3 Παράκτιο υδροδυναμικό καθεστώς

Το παράκτιο υδροδυναμικό καθεστώς καθορίζεται κυρίως από τη δράση των κυμάτων καθώς γενικά το ύψος της αστρονομικής παλίρροιας δεν ξεπερνά τα 10 cm

(Tsimplis, 1994). Η παραλία των Ιρίων δέχεται τα ανεμογενούς προέλευσης κύματα από Δ, ΝΔ και Ν διεύθυνση, των οποίων τα βασικά χαρακτηριστικά δίνονται στον Πίνακα 2.

Τα μεγαλύτερα σε ύψος (3,7 m) και περίοδο (6,7 sec) κύματα, προέρχονται από νότιες διευθύνσεις με ετήσια όμως συχνότητα εμφάνισης μόλις 0,3%. Επιπροσθέτως, μέρος των κυμάτων αυτών φθάνει στη παραλιακή ζώνη μειούμενο, λόγω περίθλασης. Έτσι, τα ΝΔ με ύψος <3m είναι τα επικρατέστερα μεταξύ των μεγίστων ενώ τα συνήθη προσερχόμενα, ανεξαρτήτως διεύθυνσης δεν ξεπερνούν τα 0,7 m και περίοδο 4 sec.

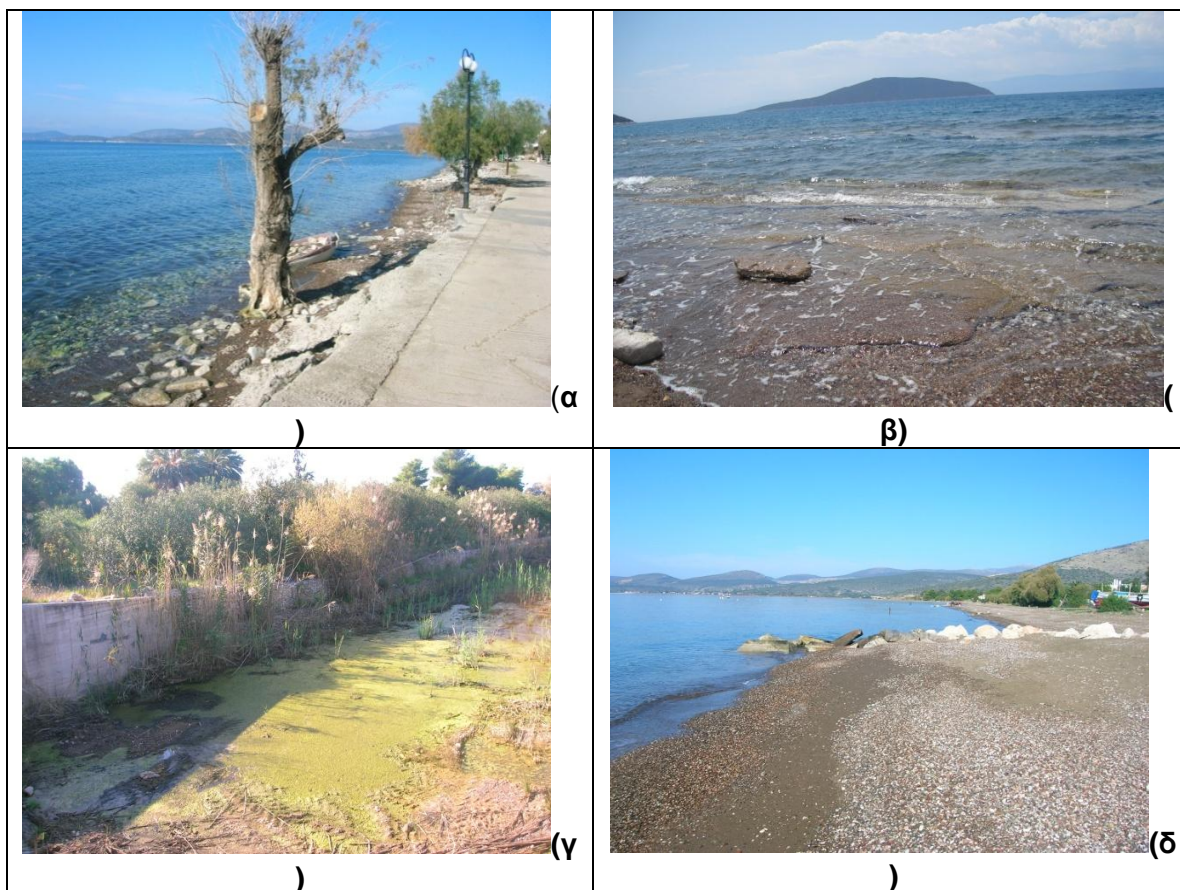
Πίνακας 2. Υπολογισμός χαρακτηριστικών κυμάτων για τις συνήθειες, μέγιστες και μεσοσταθμικές ταχύτητες ανέμου

	U (m/sec)	freq (%)	Tp sec	Hs m	H _b (m)	d _b (m)	H _c (m)
Νοτιοδυτικός άνεμος (F=22,84 km)							
Συνήθης	10.08	2.91	3.49	0.67	0.74	0.86	6.49
Μέγιστος	43.11	0.02	5.64	2.86	2.86	3.66	
Σταθμ. μέσος	9.79	11.36	3.45	0.65	0.72	0.83	
Δυτικός άνεμος (F=5,88 km)							
Συνήθης	10.08	4.34	2.23	0.34	0.36	0.43	3.29
Μέγιστος	43.11	0.02	3.60	1.45	1.39	1.86	
Σταθμ. μέσος	10.08	15,66	2.23	0.34	0.36	0.43	
Νότιος άνεμος (F=38,29 km)							
Συνήθης	5.71	2.29	3.43	0.49	0.57	0.63	8.41
Μέγιστος	43.11	0.03	6.68	3.70	3.76	4.74	
Σταθμ. μέσος	8.91	8,87	3.97	0.76	0.87	0.98	

Το κυματικό αυτό καθεστώς χαρακτηρίζεται από βάθη θραύσης που για τα μέγιστα κύματα δεν ξεπερνά τα 3,7 m και για τα μεσοσταθμικά το 1m. Τα αντίστοιχα βάθη μέγιστης κινητοποίησης των ιζημάτων του πυθμένα (h_c) για τα μέγιστα κύματα, φτάνουν στη περίπτωση των νοτίων ανέμων τα 8,5 m.

3.4 Ανθρωπογενής παρέμβαση και μελλοντική εξέλιξη.

Οι κυριότερες ανθρωπογενείς επεμβάσεις στην περιοχή μελέτης είναι η κατασκευή του αλιευτικού καταφυγίου, η οποία συνοδεύεται προς βορρά με τη κατασκευή παραλιακού δρόμου (Σχ. 4 α,β), ενώ η εκδηλωμένη διάβρωση επιχειρείται να αντιμετωπιστεί με την χωρίς μελέτη τοποθέτηση εγκάρσιων προβόλων στην παραλία (Σχ. 4, δ). Έτσι πέραν της διακοπής της φυσικής συνέχειας της παραλιακής ζώνης με την παρακείμενη ενδοχώρα, που θα έδινε το απαιτούμενο βάθος απόσβεσης της κυματικής ενέργειας, ο τεχνητός εγκιβωτισμός της κοίτης του κυρίως ποταμού (σχήμα 4, γ), στερεί την παραλία από τα (έστω και λίγα) φερτά υλικά. Έτσι, το φαινόμενο της διάβρωσης, λόγω της προς βορά παραλιακής στερεομεταφοράς, λόγω των επικρατούντων Ν και ΝΔ διευθύνσεων κυμάτων και όπως προκύπτει από τη συσσώρευση ιζημάτων εκατέρωθεν των προβόλων (σχήμα 4, δ), είναι ιδιαίτερα έντονο αμέσως μετά το λιμάνι μειούμενο όσο απομακρυνόμαστε από αυτό και κυρίως μετά το πέρασ του παραλιακού δρόμου (2 km βόρεια του λιμανιού).



Σχήμα 4: Φωτογραφίες της καταστροφής παραλιακού πεζοδρόμου (α), της εμφάνισης των ακτολίθων(β), του εγκιβωτισμένου χειμάρρου (γ) και της τοποθέτηση εγκάρσιου προβόλου (δ).

Στον Πίνακα 3 που ακολουθεί δίνεται οι επιμέρους παράμετροι της εξίσωσης του Bruhn και η εκτίμηση οπισθοχώρησης της ακτογραμμής για 3 χαρακτηριστικές τομές της παραλιακής ζώνης των Ιρίων, στην περίπτωση ανόδου της θαλάσσιας στάθμης κατά 0,38 m και 1,0 m. Με μια πρώτη προσέγγιση, για το μεν συντηρητικό σενάριο των 0,38 m, η οπισθοχώρηση είναι <10 m, ενώ στην περίπτωση του 1 m ξεπερνά τα 20 m.

Πίνακας 3. Εκτιμώμενες τιμές οπισθοχώρησης (S) της ακτογραμμής για το ενδεχόμενο ανόδου της θαλάσσιας στάθμης (a) κατά 0,38 και 1 m στη περίπτωση των ΝΔ κυμάτων για το μέγιστο βάθος κινητοποίησης των ιζημάτων του πυθμένα (hc) των επικρατέστερων ΝΔ κυμάτων ($hc=6,5$ m) (βλέπε επίσης παραμέτρους εξίσωσης 4)

Τομές	a (m)	l (m)	h (m)	S (m)
2	0,38	60,6	0,79	3,9
4		82,2	0,91	7,1
6		83,7	0,69	8,9
2	1,00	60,6	0,79	10,4
4		82,2	0,91	18,7
6		83,7	0,69	23,5

Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι πιθανότατα η οπισθοχώρηση στην τομή 6 θα είναι μικρότερη λόγω της παρουσίας ακτολίθων, οι οποίοι στη φάση αυτή παρέχουν προστασία από τη διάβρωση.

4. Συμπεράσματα

Η παραλιακή ζώνη των Ιρίων είναι η φυσική συνέχεια μιας αλλουβιακής πεδιάδας με μικρή προσφορά χερσογενούς υλικού. Χαρακτηρίζεται από ήπιο γενικά κυματικό καθεστώς, καθώς τα μέγιστα κύματα σπάνια φτάνουν σε ύψος τα 4 m ενώ τα συνήθη είναι <0,8 m.

Η παραλιακή ζώνη βρίσκεται υπό καθεστώς διάβρωσης, η οποία κυρίως αποδίδεται στην ανθρωπογενή παρέμβαση και πρωτίστως στη παρουσία του αλιευτικού καταφυγίου και ακολούθως στη κατασκευή παραλιακού δρόμου, στη διευθέτηση / σταθεροποίηση κοιτών και τοπικά στη κατασκευή προβόλων.

Στη περίπτωση ανόδου της θαλάσσιας στάθμης κατά 0,38 m η εκτιμώμενη οπισθοχώρηση φτάνει τα 9 m ενώ εάν η ανύψωση φτάσει το 1m, τότε η οπισθοχώρηση θα ξεπεράσει τα 23 m. Έτσι, στη μεν πρώτη (συντηρητική) περίπτωση η έκταση που θα καλυφθεί μπορεί να φτάσει τα 2/3 του πλάτους της υφιστάμενης παραλίας, για να απειλήσει το σύνολο αυτής, στην ακραία περίπτωση του 1 m.

Βιβλιογραφία

- Αθανασούλη Γ.Α. & Σκαρσούλη Ε.Κ., 1992. Άτλας Ανέμου και Κύματος, βορειοανατολικής Μεσογείου Θαλάσσης, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τμήμα Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών, Αθήνα.
- Γάκη-Παπαναστασίου, Κ., 1991. Γεωμορφολογική εξέλιξη της ευρύτερης περιοχής του Αργολικού Πεδίου κατά το Τεταρτογενές, Διδακτορική Διατριβή, Πανεπ. Αθηνών.
- Ζούβα Χ., 2006. Γεωμορφολογικές και περιβαλλοντικές παρατηρήσεις στις ακτές του Ανατολικού αργολικού κόλπου. Διπλωματική εργασία τμήματος Γεωλογίας & Γεωπεριβάλλοντος, Πανεπ. Αθηνών
- Bruun, P. 1954. Coast erosion and the development of beach profiles. Technical Memorandum, vol. 44. Beach Erosion Board, Corps of Engineers, 82 pp.
- CERC (1984) Shore protection Manual, U.S. Army Corps of Engineers Coastal Engineering Research Center, Washington D.C.
- Folk P.L., 1980. Petrology of Sedimentary Rocks, Hemphill Publishing Company, Austin, Texas, 183 pp.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 2007. Climate Change 2007: The physical science basis, Contribution of Working Group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, N.Y., USA
- Komar P. D. (1976). Beach Processes and Sedimentation. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N. J.
- Pfeffer W., Harper J. & O'Neel S., 2008. Kinematic constraints on Glacier Contributions to 21st Century Sea-Level Rise. Science, 321 (n 5894), pp.1340-1343.
- Tsimplis, M.N. (1994): Tidal oscillations in the Aegean and Ionian Seas. Estuarine, Coastal and Shelf Science 39 (2), 201–208.