

ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΚΑΙ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΑ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΟΡΜΟΥ ΚΑΤΕΛΕΙΟΥ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΚΕΦΑΛΗΝΙΑΣ

Τσούτσια Α.*, Καρδισά Α., Αλεξανδράκης Γ., Πούλος Σ. Ε., Πετράκης Σ.
και Αναστασάτου Μ.

E-mail: antat@hotmail.com

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

Περίληψη

Ο σκοπός της εργασίας αυτή είναι η συγκριτική μελέτη της παράκτιας και υποθαλάσσιας ιζηματολογίας και μορφομετρίας των παραλιών «Κατελειός» και «Καμίνια». Οι υπό μελέτη παραλίες βρίσκονται στο ΝΑ τμήμα της Κεφαλληνίας, στον όρμο του Κατελειού και γενικά συνίστανται από άμμο και ψηφίδες, ενώ κατά τόπους υπάρχουν και αυξημένες συγκεντρώσεις ψηφίδων και κροκάλων. Χαρακτηριστική μορφολογική διαφορά είναι η ύπαρξη μικρού χειμάρρου στη παραλία του Κατελειού, αφενός και η παρουσία πεδίου χαμηλών θινών στον όρμο Καμίνια, αφετέρου. Γενικά το υποθαλάσσιο ανάγλυφο του όρμου χαρακτηρίζεται ομαλό, από πλευράς όμως σύστασης παρουσιάζει σημαντική διαφοροποίηση καθώς από σχεδόν αμμώδης μεταπίπτει σε βραχώδη, με παράλληλη παρουσία και φυκιών. Ο όρμος δέχεται σημαντική υψηλή κυματική ενέργεια καθώς είναι εκτεθειμένος προς νότο σε σημαντικά μήκη ανάπτυξης του κυματισμού, με τα μεγαλύτερα κύματα να φτάνουν τα 4,30m με περίοδο >8 sec και τα οποία έχουν δυνατότητα αναρρίχησης μέχρι τα 2 περίπου μέτρα. Όμως, τα συνηθέστερα εμφανιζόμενα κύματα (2,28%) έχουν ύψος 0,6 m και περίοδο 4 sec. Η εμφάνιση βραχώδους υποστρώματος και η αποκάλυψη του ενεργειακού καλωδίου της ΔΕΗ είναι ενδείξεις διάβρωσης, η οποία σχετίζεται με τη σχετική ανύψωση της θαλάσσιας στάθμης. Μάλιστα, σε μια πρώτη προσέγγιση υπολογίστηκε ότι σε μια ενδεχόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης κατά 0,38 m η οπισθοχώρηση της ακτογραμμής των είναι της τάξης των 25 m, ενώ στην ακραία περίπτωση ανύψωσης κατά 1m, η οπισθοχώρηση υπερβαίνει τα 60 m, διαβρώνοντας πλήρως και τις δυο παραλιακές ζώνες.

Abstract

The aim of this project is the physico-geographically study of the neighbouring beach zones of Kateleios and Kaminia that belong to the Kateleios Bay (SE end of Kefalonia island, Greece). Both coastal zone consists mostly of sand with some pebbles (locally). Furthermore, the Kateleios beach hosts the mouth of a small torrent, while the Kaminia beach has a low-lying sandune field. Their submarine part although it is sandy, it is characterized by the presence of bedrock at water depths of approximately 2 m; this observation together with the reveal of the energy-cable at water depths 7.5 m indicate that the Bay undergoes erosion that maybe attributed to the relative sea level rise. The Bay undergoes moderate hydrodynamic regime as the average waves present offshore heights <0.6 m and periods of 4 m, with the highest values being 4,3 m and >8 sec, respectively. Furthermore, the estimated coastline retreat due to expected sea level rise by 0.38 m, accounts to, a first approximation, some 25 m, whilst for 1 m rise (extreme scenario) the retreat exceeds the 60 m eroding the total of both beach zones.

Λέξεις κλειδιά: ιζήματα, κυματικό καθεστώς, ανύψωση θαλάσσιας στάθμης, Brunn's rule

Keywords: sediment, wave regime, sea-level rise, Brunn's rule,

1. Εισαγωγή

Οι παραλίες Καμίνια και Κατελειός ευρίσκονται στον Όρμο του Κατελειού, ο οποίος βρίσκεται στο Νότιο-Ανατολικό άκρο της νήσου Κεφαλονιάς. Μάλιστα, η παραλία του Κατελειού παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον εξαιτίας της προσαιγιάλωσης σε αυτόν, ενεργειακού καλωδίου της Δ.Ε.Η, το οποίο συνδέει τη Κεφαλονιά με τη Ζάκυνθο.

Η Κεφαλονιά αποτελεί ένα νησί με έντονη τεκτονική δραστηριότητα ευρισκόμενη κοντά στην ελληνική τάφρο, γεγονός που επηρεάζει και την περιοχή μελέτης με τεκτονικές μετατοπίσεις άλλοτε σύμφωνες με εκείνες του υπόλοιπου νησιού και άλλοτε όχι. Έτσι, από τον Σεπτέμβριο του 2001 έως τον Σεπτέμβριο του 2003, οι οριζόντιες μετατοπίσεις ήταν αρκετά μικρές σε όλο τη νησί με μεγαλύτερες τιμές (10-12 mm) στο ΝΑ τμήμα του νησιού (Lagios et al., 2007). Από την άλλη πλευρά, ενώ ανοδικές κινήσεις παρατηρήθηκαν σε ολόκληρη τη νήσο στο ΝΑ τμήμα του νησιού καταγράφηκε υποχώρηση (3-20 mm), η οποία συνεχίστηκε συστηματικά στο αμέσως ακόλουθο χρονικό διάστημα (Σεπτ. 2003 – Φεβρ. 2006) με περαιτέρω βύθιση 32 mm.



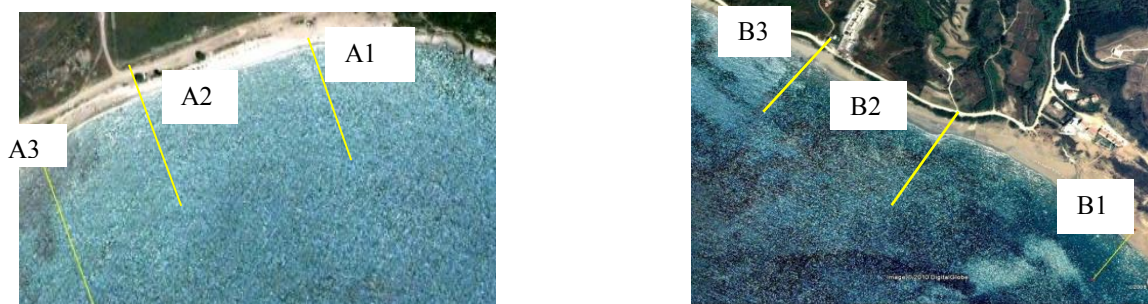
Σχήμα 1. Γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης (Όρμος Κατελειού) στο χάρτη της Νήσου Κεφαλληνίας

Το κλίμα της περιοχής είναι «ήπιο Μεσογειακό» που είναι χαρακτηριστικό τόσο για ολόκληρη τη νήσο, όσο και για τα υπόλοιπα Ιόνια νησιά. Το φθινόπωρο και τον χειμώνα επικρατούν Β και ΒΔ άνεμοι ενώ οι ΝΔ άνεμοι είναι εκείνοι που εμφανίζονται συχνότερα, κυρίως κατά την ψυχρή περίοδο με άμεσο αποτέλεσμα τις βροχοπτώσεις γεγονός που εξηγεί την έντονη βλάστηση με τα καρποφόρα δέντρα χαρακτηριστικό της νήσου (www.argostoli.gr).

Η παρούσα εργασία εξετάζει τόσο τη γεωμορφολογία, όσο και την ιζηματολογία της παράκτιας και υποθαλάσσιας ζώνης της παραλίας του Κατελειού και των Καμινίων (Όρμος Κατελειού), καθώς επίσης και τη μελλοντική εξέλιξη των παραλιών αυτών, σε σχέση με την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, λόγω της κλιματικής αλλαγής.

2.ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ-ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η εργασία υπαίθρου (καλοκαίρι 2006) περιλαμβάνει γεωμορφολογική αποτύπωση, 6 τοπογραφικές τομές (σχήμα 2) και δειγματοληψία συνολικά 19 δειγμάτων από την παραλιακή ζώνη (χερσαία και υποθαλάσσια). Για την εργαστηριακή μελέτη των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε καθορισμένη σειρά ανοξειδωτων κοσκίνων CISA. Για την κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων ακολουθήθηκε η μεθοδολογία και ονοματολογία του FOLK (1980), ενώ για τον κοκκομετρικό καθορισμό τους η κλίμακα WENTWORTH.



Σχήμα 2. Σχηματική απεικόνιση των θέσεων των τομών Α1-3 στην παραλία Κατελειος (αριστερά) και των τομών Β1-3 στην παραλία Καμίνια (δεξιά).

Για την πλήρη τοπογραφική αποτύπωση της περιοχής, μελετήθηκε τόσο το χερσαίο τμήμα, με τη χρήση σταδίων και αναφορά στο επίπεδο του ορίζοντα (Komar, 1976), όσο και το υποθαλάσσιο

τμήμα με χρήση μετροταινίας και φορητού βυθομέτρου HONDEX. Η αποτύπωση/φωτογράφιση του πυθμένα έγινε με κατάδυση των Γ. Αλεξανδράκη και Κ. Καρδισάς.

Για τον προσδιορισμό των κυματικών συνθηκών, χρησιμοποιήθηκαν οι μαθηματικοί τύποι CERC (1984, p. 4-24). Το ύψος θραύσης (H_b) του κύματος, δίνεται από τον τύπο του (Carter, 1988):

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

Το βάθος (d_b) του κύματος που σπάει δίνεται από τον εμπειρικό τύπο

$$H_b / d_b = 0,78 \quad (2)$$

Παράλληλα, υπολογίστηκε το μεγαλύτερο βάθος h_c μέχρι το οποίο παρατηρείται αλλαγή του υποθαλάσσιου προφίλ της παραλίας, άρα το μέγιστο βάθος κινητοποίησης των πλαγίων ιζημάτων του πυθμένα με διεύθυνση κάθετη στην ακτογραμμή (Birkemeier, 1984):

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

Όπου, τα H_e και T_e είναι το ύψος και η περίοδος, αντίστοιχα, του κύματος που αντιστοιχούν στη μεγαλύτερη ένταση του ανέμου για κάθε μία από τις κύριες διευθύνσεις.

Το μέγιστο ύψος αναρρίχησης (R) του κύματος πάνω στην παραλία, σε σχέση με τη μέση στάθμη της θάλασσας, δίνεται από την εξίσωση (Komar, 1998):

$$R = 0,36 g^{0,5} S H_o^{0,5} T \quad (4)$$

όπου S είναι η εφαπτόμενη κλίση της παραλίας. Και H_o και T_o το ύψος και η περίοδος των μεγαλύτερων προσερχομένων κυμάτων, αντίστοιχα.

Η οπισθοχώρηση της ακτογραμμής (S) εξαιτίας της επικείμενης ανόδου της θάλασσας στάθμης, υπολογίστηκε σύμφωνα με τον κανόνα του Brunh (1958), σύμφωνα με τον οποίο ισχύει:

$$S = (L a) / h \quad (5)$$

Όπου, a : η αναμενόμενη άνοδος της στάθμης της θάλασσας, L : η οριζόντια απόσταση μεταξύ του βάθους κλεισίματος (h_c) και της πρώτης berm και h η υψομετρική διαφορά μεταξύ του βάθους του h_c και της κορυφής της 1^{ης} berm.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1. Γεωμορφολογικά / ιζηματολογικά χαρακτηριστικά

Η παραλία του Κατελειού έχει μήκος περίπου 700 m και σχετικά ήπιες κλίσεις 2%. Το χερσαίο τμήμα της παραλίας έχει μέγιστο πλάτος περί τα 20 m, οπότε το ανάγλυφο γίνεται απότομο και βραχώδες (Σχ. 2). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει η παρουσία βυθισμένου ακτόλιθου (beachrock) στο κεντρικό τμήμα της συγκεκριμένης παραλίας και σε βάθος 2,3 m. Επίσης, χαρακτηριστική είναι και η ύπαρξη ενός μικρού χείμαρρου που έχει τις εκβολές του στο κεντρικό της τμήμα της παραλίας αυτής.



Σχήμα 3. Το ανατολικό άκρο της παραλίας του Κατελειού (αριστερά) και το πεδίο θινών στην παραλία των Καμινίων (δεξιά).

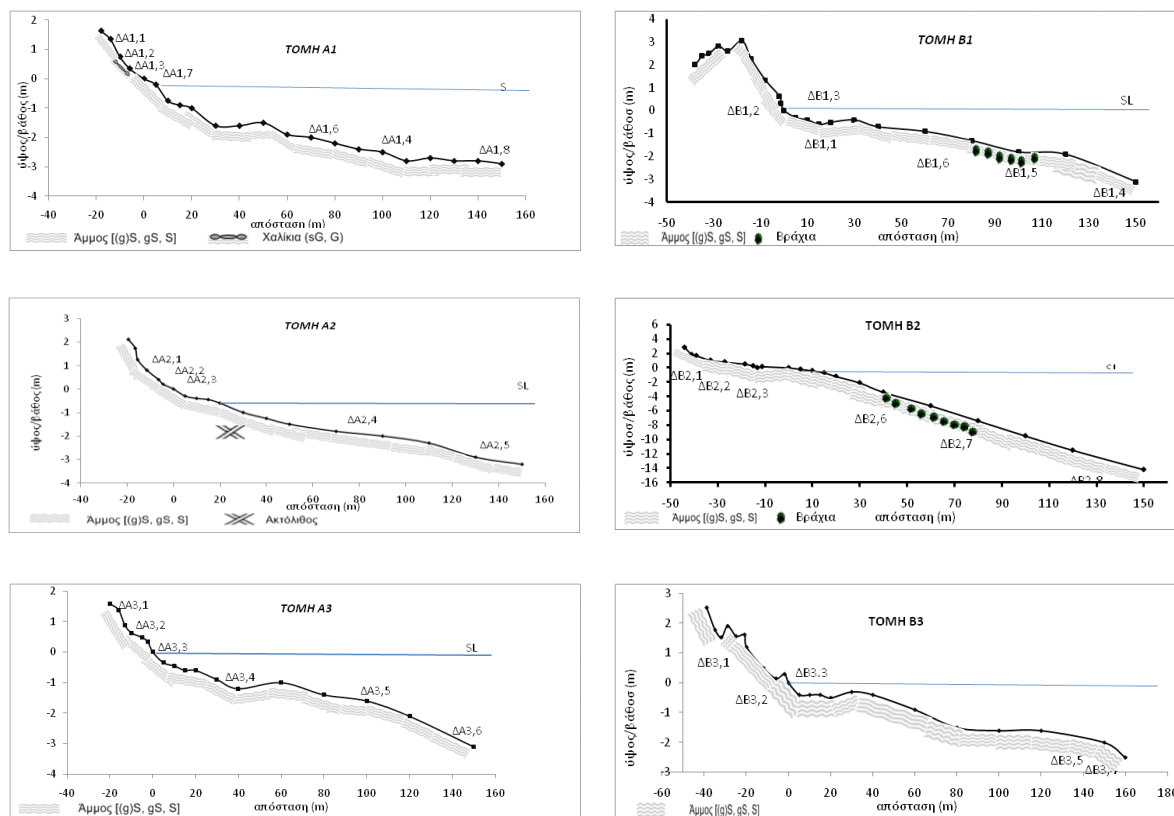
Κατά κύριο λόγο η παραλία του Κατελειού χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη άμμου με την παρουσία λίγων χαλικιών ((g)S) ενώ η ζώνη διαβροχής συναντάται σε απόσταση 3 m από το μέτωπο της παραλίας. Το ανατολικό τμήμα της παράκτιας ζώνης είναι σχεδόν αμιγώς αμμώδες (μικρή παρουσία κροκάλων) μεταπίπτοντας σταδιακά προς δυτικά σε μεικτής σύστασης για να

καταλήξει βραχώδες στο δυτικό της άκρο. Υποθαλάσσια έχουμε τη παρουσία βραχώδους υποστρώματος σε βάθος περίπου 2m (τομές A2) ενώ στις τομές A1 και A3 έχουμε τη παρουσία αμμωδών υβωμάτων. Η αποκάλυψη του ενεργειακού καλωδίου, κοντά στο άξονα της τομής A2 (κεντρικό τμήμα) σε βάθος >5 m (Σχ. 3) μαρτυρά σημαντική μεταβολή του υποθαλάσσιου ανάγλυφου, καθώς κατά τη προσαιγιάλωση τα καλώδια θάβονται περισσότερο από 0,5 m.



Σχίμα 4. Φωτογραφική απεικόνιση του αποκλυμμένου ενεργειακού καλωδίου της ΔΕΗ σε ~ 7,5 m

Όσον αφορά στη δεύτερη παραλία μελέτης, τα Καμίνια, το συνολικό μήκος της παραλίας είναι περί τα 950 m και το πλάτος της περί τα 80 m. Η παραλία των Καμινίων χαρακτηρίζεται γενικά ως αμμώδης. Βασικό γεωμορφολογικό χαρακτηριστικό είναι οι θίνες που βρίσκονται στο χερσαίο όριο της παραλιακής ζώνης (Σχ. 2). Μάλιστα, έχουμε 2 σειρές θινών με μικρή υψομετρική διαφορά ~30 cm. Γενικότερα στην παραλία των Καμινίων οι τοπογραφικές κλίσεις παρουσιάζονται μεγαλύτερες από εκείνες του Κατελειού. Υποθαλάσσια, επικρατεί η άμμος με τοπική παρουσία χαλικιών (g)S και την εμφάνιση βραχώδους πυθμένα. Πιο συγκεκριμένα, ο βραχώδης πυθμένας συναντάτε σε απόσταση 80-100m και σε βάθος 1,8m κατά μήκος της πρώτης τομής (Τομή Β1) και σε απόσταση 20m από το μέτωπο, σε βάθος >1,3m κατά μήκος της τομής Β2)..



Σχίμα

5. Τοπογραφικές τομές της παραλίας Κατελειός (A1-3) και της παραλίας Καμίνια (B1-3). Οι θέσεις των δειγμάτων ιζήματος δίνονται κατά μήκος των τομών

Στον πίνακα 1 παρατίθενται τα κοκκομετρικά χαρακτηριστικά των δύο παραλιών (με σκίαση σημειώνονται τα υποθαλάσσια ιζήματα). Από τα αποτελέσματα αυτά προκύπτει πως τα δείγματα τα οποία συλλέχθηκαν κατά μήκος των 6 τομών αποτελούνται κυρίως από άμμο και σε κάποιες περιπτώσεις και από χαλίκια (G), g(S), (S).

Πίνακας 1. Κοκκομετρικά χαρακτηριστικά των παραλιακών ζωνών Κατελειού και Καμινίων (σ_i : ταξινόμηση, Ski : ασυμμετρία, K_G : Κύρτωση). Η θέση των δειγμάτων φαίνονται στο σχήμα 5.

Δείγμα	M_z (Φ)	σ_i (Φ)	Ski	K_G	Διαβάθμιση	Ασυμμετρία	Κύρτωση	Χαρ/μ ός Folk (1954)	Δείγμα	M_z (Φ)	σ_i (Φ)	Ski	K_G	Διαβάθμιση	Ασυμμετρία	Κύρτωση	Χαρ/μ ός Folk (1954)
A1,1	0,992	0,644	-0,093	1,122	Μέτρια	Σχεδόν συμμετρική	Λεπτοκυρτή	(g)S	B1,1	2,064	0,614	0,133	1,177	Μέτρια	Θετική ασυμμετρία	Λεπτοκυρτή	S
A1,2	2,081	0,573	0,118	1,500	Μέτρια	Θετική ασυμμετρία	Λεπτοκυρτή	(g)S	B1,2	1,816	0,685	0,085	1,110	Μέτρια	Σχεδόν συμμετρική	Λεπτοκυρτή	S
A1,3	0,155	2,255	-0,098	0,516	Πολύ κακή	Σχεδόν συμμετρική	Πολύ πλατύκυρτη	sG	B1,3	1,429	0,675	0,053	1,070	Μέτρια	Σχεδόν συμμετρική	Μεσόκυρτη	(g)S
A1,4	3,282	0,556	-0,166	0,811	Μέτρια	Αρνητική ασυμμετρία	Πλατύκυρτη	S	B1,4	2,521	0,597	-0,213	0,905	Μέτρια	Αρνητική ασυμμετρία	Μεσόκυρτη	(g)S
A1,6	3,294	0,612	-0,249	0,947	Μέτρια	Αρνητική ασυμμετρία	Μεσόκυρτη	(g)S	B1,5	2,330	0,636	-0,017	0,879	Μέτρια	Σχεδόν συμμετρική	Πλατύκυρτη	S
A1,7	2,897	0,507	-0,010	1,080	Μέτρια	Σχεδόν συμμετρική	Μεσόκυρτη	S	B1,6	2,440	0,618	-0,157	0,881	Μέτρια	Αρνητική ασυμμετρία	Πλατύκυρτη	(g)S
A1,8	3,172	0,754	-0,272	1,302	Μέτρια	Αρνητική ασυμμετρία	Λεπτοκυρτή	(g)S	B2,1	2,299	0,552	0,208	0,856	Μέτρια	Θετική ασυμμετρία	Πλατύκυρτη	(g)S
XEI M.	0,136	1,238	-0,029	1,146	Κακή	Σχεδόν συμμετρική	Λεπτοκυρτή	gS	B2,2	2,710	0,429	-0,134	0,960	Καλή	Αρνητική ασυμμετρία	Μεσόκυρτη	S
A2,1	1,899	0,465	0,004	1,385	Καλή	Σχεδόν συμμετρική	Λεπτοκυρτή	S	B2,3	2,190	0,668	0,055	0,997	Μέτρια	Σχεδόν συμμετρική	Μεσόκυρτη	(g)S
A2,2	1,835	0,540	-0,049	1,306	Μέτρια	Σχεδόν συμμετρική	Λεπτοκυρτή	(g)S	B2,6	2,426	0,721	-0,263	0,967	Μέτρια	Αρνητική ασυμμετρία	Μεσόκυρτη	S
A2,3	2,141	0,563	0,204	1,163	Μέτρια	Θετική ασυμμετρία	Λεπτοκυρτή	(g)S	B2,7	2,753	0,479	-0,178	1,145	Καλή	Αρνητική ασυμμετρία	Λεπτοκυρτή	S
A2,4	2,808	0,443	-0,083	1,054	Καλή	Σχεδόν συμμετρική	Μεσόκυρτη	S	B2,8	2,499	0,605	-0,198	0,873	Μέτρια	Αρνητική ασυμμετρία	Πλατύκυρτη	(g)S
A2,5	3,069	0,554	0,024	0,853	Μέτρια	Σχεδόν συμμετρική	Πλατύκυρτη	(g)S	B3,1	2,529	0,532	-0,124	0,787	Μέτρια	Αρνητική ασυμμετρία	Πλατύκυρτη	S
A3,1	0,755	1,080	0,083	1,227	Κακή δ	Σχεδόν συμμετρική	Λεπτοκυρτή	(g)S	B3,2	2,610	0,493	-0,164	0,913	Καλή	Αρνητική ασυμμετρία	Μεσόκυρτη	S
A3,2	2,075	1,160	-0,331	1,161	Κακή	Πολύ αρνητική ασυμμετρία	Λεπτοκυρτή	(g)S	B3,3	2,468	0,536	-0,030	0,743	Μέτρια	Σχεδόν συμμετρική	Πλατύκυρτη	(g)S
A3,3	2,827	0,889	-0,258	1,324	Μέτρια	Αρνητική ασυμμετρία	Λεπτοκυρτή	(g)S	B3,4	2,919	0,404	0,069	0,840	Καλή	Σχεδόν συμμετρική	Πλατύκυρτη	S
A3,4	3,146	0,545	-0,041	0,796	Μέτρια	Σχεδόν συμμετρική	Πλατύκυρτη	S	B3,5	2,808	0,453	-0,088	1,074	Καλή	Σχεδόν συμμετρική	Μεσόκυρτη	S
A3,5	2,884	0,715	-0,095	1,116	Μέτρια	Σχεδόν συμμετρική	Λεπτοκυρτή	S									
A3,6	0,157	0,684	-0,051	0,957	Μέτρια	Σχεδόν συμμετρική	Μεσόκυρτη	(g)S									

Σχετικά με την ταξινόμηση(σ_i) των δειγμάτων που συλλέχθηκαν από την παραλία του Κατελειού, τόσο τα χερσαία όσο και τα θαλάσσια ιζήματα είναι μέτριας διαβάθμισης ($0,4 < \sigma_i < 2,5$). Τα χερσαία ιζήματα παρουσιάζονται με ποικίλη κυρτότητα ($0,5 < K_G < 1,5$) ενώ τα υποθαλάσσια είναι από πλατύκυρτα έως μεσόκυρτα ($0,7 < K_G < 1,1$). Τα δείγματα της παραλίας των Καμινίων παρουσιάζουν μέτρια γενικά ταξινόμηση ($0,4 < \sigma_i < 2,5$) ενώ από πλευράς κυρτότητας χαρακτηρίζονται από πλατύκυρτα έως μεσόκυρτα. Όπως προκύπτει, οι δύο παραλίες έχουν παρόμοια κοκκομετρία, γεγονός αναμενόμενο μιας και ανήκουν στον ίδιο Όρμο, άρα υπόκεινται σε παρόμοιο υδροδυναμικό καθεστώς, ενώ αποτελούνται από παρόμοια ιζήματα.

3.2. Κυματικό καθεστώς

Οι δύο υπό μελέτη παραλίες, όπως έχει ήδη αναφερθεί ανήκου αμφότερες στον όρμο του Κατελειού, έτσι υπόκεινται στο ίδιο κυματικό καθεστώς. Στον πίνακα 2 περιγράφονται τα χαρακτηριστικά κύριων διευθύνσεων των ανεμογενούς προέλευσης κυμάτων που επηρεάζουν τον συγκεκριμένο όρμο για τις περιπτώσεις (1) του σταθμικού μέσου, με βάση τις συχνότητες εμφάνισης των επιμέρους εντάσεων του ανέμου, (2) για τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης και (3) για τη μέγιστη ταχύτητα εμφάνισης.

Πίνακας 2. Κυματικό καθεστώς των ανεμογενών κυμάτων για τις διευθύνσεις που επηρεάζουν την περιοχή μελέτης στη περίπτωση των μεγίστων (M), σταθμικών μέσων (ΣΜ) και επικρατέστερων (E) εντάσεων του ανέμου

		<i>f</i> (%)	<i>U_a</i> m/s	<i>T_p</i> (s)	<i>H_s</i> (m)	<i>H_c</i> (m)	<i>L_o</i> (m)	<i>H_b</i> (m)	<i>d_b</i> (m)	<i>R</i> (m)
Δ	M	0,35	18,00	11,37	5,78	11,37	201,79	6,64	7,41	1,9-2,2
	ΣΜ	11,37	7,10	5,89	1,25		54,12	1,50	1,60	
	E	1,63	4,90	4,06	0,59		25,76	0,71	0,76	
A	M	0.05	29.89	7.50	3.96	7.09	87.80	4.16	5.08	1,1-1,4
	ΣΜ	6,05	7.10	4.67	0.94		34.00	1.09	1.21	
	E	1.63	4.90	4.13	0.65		26.60	0.77	0.83	
N	M	1,36	13,17	10,93	4,30	8,73	186,35	5,17	5.52	1,6-1,9
	ΣΜ	9,26	6,41	1,48	3,00		1,77	1,90	10.25	
	E	2,28	4,90	4,06	0,59		25,76	0,71	0.76	
NA	M	0,26	29,89	8,43	4,73	8,58	110,75	5,02	6.06	1,1-2,2
	ΣΜ	10,31	8,67	5,60	1,37		48,93	1,58	1.76	
	E	2.49	8,65	5,60	1,37		48,85	1,58	1.75	
NΔ	M	0,61	13,17	10,93	4,30	8,73	186,35	5,17	5.52	1,6-1,9
	ΣΜ	6,40	6,85	5,68	1,16		50,39	1,40	1.49	
	E	1,44	14,85	7,18	1,86		80,39	2,23	2.38	

Υπόμνημα: *U_a* ταχύτητα ανέμου, *f_{ea}* (%): ποσοστιαία συχνότητα εμφάνισης ανέμου με τη συγκεκριμένη ταχύτητα, *T_p*: περίοδος κύματος, *H_s*: ύψος κύματος, *H_c*: μέγιστο ύψος κινητοποίησης των ιζημάτων πυθμένα, *H_b*: ύψος θραύσης, *D_b*: βάθος θραύσης και *R* το εύρος αναρρίχησης στις 6 τομές.

Αναλυτικότερα στην περιοχή το μέγιστο ύψος κύματος είναι 4,73 m με αντίστοιχη περίοδο τα 8.43 sec με συχνότητα εμφάνισης κατά έτος μόνο 0,26% και δημιουργούνται από την πνοή του NA ανέμου. Τα συνηθέστερα κύματα (2,28%) είναι προερχόμενα από A ανέμους, έχοντας ύψος 0,59 m και περίοδο 4,06 sec. Τα βάθη θραύσης δεν ξεπερνούν τα 5,17 m (NΔ) για τα μέγιστα, ενώ για τα μεσοσταθμικά φθάνουν τα 1,90 m (N). Το μέγιστο βάθος μέγιστης κινητοποίησης των ιζημάτων του πυθμένα (*H_c*) φθάνει τα 11,4 m για Δ διευθύνσεις, περί τα 8,6 m για NA, N και NΔ διευθύνσεις και τα 7 m για A διευθύνσεις. Τέλος η ικανότητα αναρρίχησης των κυμάτων κυμαίνεται από 1,1 m (Καμίνια) για να φθάσει τα ~2 m για τις περισσότερες διευθύνσεις των ανέμων και με τις σχετικά μεγαλύτερες τιμές να αφορούν τη παραλία του Κατελειού.

3.3. Μελλοντική εξέλιξη

Η περιοχή του Κατελειού φαίνεται να βρίσκεται σε καθεστώς διάβρωσης, όπως αποδεικνύεται από την αποκάλυψη του καλωδίου της ΔΕΗ (σχήμα 5) σε βάθη >5 m, το οποίο αρχικά θα έπρεπε να ήταν καλυμμένο σύμφωνα με τη πάγια τακτική της ΔΕΗ. Σημειώνεται ότι το βάθος αυτό ευρίσκεται εντός του ορίου του μέγιστου βάθους κινητοποίησης των ιζημάτων πυθμένα (*H_c*=~11m), γεγονός που υποδηλώνει πως η αποκάλυψη του καλωδίου οφείλεται στο υδροδυναμικό καθεστώς της περιοχής, το οποίο ενισχύεται και από τη γενικότερη βύθιση της περιοχής (NA άκρο της Κεφαλονιάς), όπως έχει προαναφερθεί.

Η παραλιακή ζώνη του Όρμου του Κατελειού, θα απειληθεί στο άμεσο μέλλον και από την ήδη εκδηλωμένη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης λόγω της κλιματικής αλλαγής. Η εκτίμηση της

οπισθοχώρησης της ακτογραμμής για τιμή ανόδου της θαλάσσιας στάθμης κατά 0,38m (IPCC, 2007), καθώς και για μια μεγαλύτερη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης (Pfeffer et al., 2008) της τάξεως του 1 m με τη χρήση του κανόνα του Bruun (Πίνακας 3) στη περίπτωση της παραλιακής ζώνης του Κατελειού αγγίζει τα 24m και 65 m, αντίστοιχα. Ανάλογη είναι και η εκτίμηση για τη παραλία των Καμινίων, όπου η οπισθοχώρηση θα είναι ελαφρά μεγαλύτερη φθάνοντας τα 28 m και 75m, αντίστοιχα.

Πίνακας 3. Εκτιμώμενες τιμές οπισθοχώρησης (S) της ακτογραμμής για το ενδεχόμενο αύξησης της θαλάσσιας στάθμης κατά 0,38 m και 1 m στη περίπτωση των μεγαλύτερων δυνατών και αντιστοίχων βαθών κλεισίματος (βλέπε Πίνακα 2) για τις κεντρικές τομές των παλιών Κατελειού (A2) και Καμινίων (B2)

Τομές	a (m)	l (m)	h (m)	S (m)	R(m)
A2	0,38	849,4	13.48	23.95	2.17
B2		1045	14.21	27.95	1.93
A2	1,00	849,4	13.48	63.01	2.17
B2		1045	14.21	73.54	1.93

Με βάση λοιπόν τους παραπάνω υπολογισμούς, αρκεί μόνο η περίπτωση του συντηρητικού σεναρίου ανόδου της θαλάσσιας στάθμης (0,38 m) για την απώλεια του 95% του Κατελειού και >1/3 των Καμινίων, απώλεια σχεδόν ολοκληρωτική για τη περίπτωση του δυσμενούς σεναρίου (ανύψωση 1 m).

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι παραλιακές ζώνες Κατελειού και Καμινίων, του Όρμου Κατελειού, υπόκεινται σε σημαντικής έντασης κυματικό καθεστώς, καθώς το μέγιστο ύψος κύματος φθάνει τα 5m, ενώ τα συνήθη κύματα έχουν ύψος < 2m. Κάτω από αυτό το κυματικό καθεστώς, το μέγιστο βάθος κινητοποίησης των ιζημάτων του πυθμένα εκτείνεται σε βάθος 11 m, γεγονός που δικαιολογεί τη μεταβολή του υποθαλάσσιου προφίλ και την αποκάλυψη του καλωδίου σε βάθη 5-10 m. Στο χερσαίο τμήμα των παλαιών η επίδραση των κυμάτων φθάνει τα 2 m, με βάση τις τιμές αναρρίχησης τους.

Τα μορφολογικά προφίλ και των δύο αυτών γειτονικών παραλιών που συνίστανται κυρίως από αμμώδη ιζήματα, είναι ομαλά, ενώ διαφέρουν στο ότι ο μεν Κατελειός φιλοξενεί τις εκβολές ενός χείμαρρου, ενώ τα Καμίνια εμφανίζουν δυο σειρές χαμηλών θινών, υποδηλώνοντας μεγαλύτερη έκθεση στην αιολική δράση και σχετική αφθονία αμμώδους υλικού. Η γενικά μέτρια ταξινόμηση των ιζημάτων αποδίδεται στη ποικίλη διαβάθμιση της άμμου, στη παρουσία τοπικά ψηφίδων και στο μεταβαλλόμενο κυματικό καθεστώς (εποχιακά και ανά διεύθυνση). Ακόμη, χαρακτηριστική είναι η εμφάνιση βραχώδους υποβάθρου σε βάθη περί τα 2 m, ενώ η αποκάλυψη του ενεργειακού καλωδίου σε βάθη 5-10 m είναι απόδειξη διάβρωσης, η οποία μπορεί να αποδοθεί και στη πρόσφατη ανύψωση της θαλάσσιας στάθμης (περί τα 18 cm μεταξύ το 1870-1970, IPCC, 2007) αλλά και στη προοδευτική τεκτονική βύθιση του ΝΑ άκρου της Κεφαλληνίας που σύμφωνα με ενόργανες μετρήσεις (Lagios et al., 2007) είναι της τάξης των 5 mm/year (9/2001-2/2006).

Τέλος, η εκτιμώμενη οπισθοχώρησης της ακτογραμμής για το συντηρητικό σενάριο των 0,38 m (IPCC, 2007) της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης στα προσεχή 100 χρόνια απειλεί με σχεδόν ολοκληρωτική απώλεια τη παραλία του Κατελειού (λόγω του μικρού της πλάτους) και με απώλεια του 1/3 της παραλίας των Καμινίων, λόγω του μεγαλύτερου πλάτους της, το οποίο συνδέεται και με την ύπαρξη του πεδίου των αμμοθινών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αθανασούλη Γ.Α & Σκαρσούλη Ε.Κ., 1992. Άτλας ανέμου και κύματος, ΒΑ Μεσογείου Θαλάσσης, ΕΜΠ, τμήμα ναυπηγών μηχανολόγων Μηχανικών.
- Brunn P., 1954. Coast erosion and the development of beach profiles. Technical Memorandum, vol 44. Beach Erosion Board, Corps of Engineers, 82 pp

- Carter, R. W. G., 1988. Coastal Environments: An Introduction to the Physical, Ecological, and Cultural Systems of Coastlines. London; San Diego: Academic Press.
- 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.
- Lagios E., Sakkas V., Papadimitriou P., Parcaridis I., Damiata B.N., Chousianitis K., Vassilopoulou S.(2007). Crustal deformation in the Central Ionian Islands (Greece): Results from DGPS and DInSAR analyses (1995-2006). Tectonophysics, 444, 119-145.
- Pfeffer W.Y., Harper J.T. and O'Neel S., 2008. Kinematic constrains on Glacier Contributions to 21st – Century Sea-Level Rise. Science, 321 (no 5894), pp. 1340-1343.