

Πετράκης Στέλιος, Καραγιάννης Παναγιώτης, Καρδitsά Αικατερίνη,
Καιμπαλή Ζανίν, Νικολάου Αντιγόνη, Πούλος Σεραφεΐμ
Τμήμα Γεωλογίας & Γεωπεριβάλλοντος,
Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών,
Πανεπιστημιούπολη Ζωγράφου, 15784, Αττική
spetrakis@geol.uoa.gr, pkaraganis@gmail.com, kkarditsa@geol.uoa.gr,
jeaninekaibali@yahoo.gr, andi_nikolaou@yahoo.com, poulos@geol.uoa.gr

Δυνητική οπισθοχώρηση των μεγαλύτερων παραλιών της Νήσου Σέριφος (Αιγαίο Πέλαγος), λόγω της κλιματικής αλλαγής

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σκοπός της εργασίας είναι η εκτίμηση της χωρικής και οικονομικής απώλειας στη περίπτωση των τριών σημαντικότερων παραλιών της Νήσου Σέριφος (Γάνεμα, Λιβιάδι και Συκαμιά) για τα διάφορα σενάρια ανόδου της θαλάσσιας στάθμης (ΑΘΣ) λόγω της κλιματικής αλλαγής. Τα αποτελέσματα δείχνουν τη σοβαρότατη επίπτωση της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης που ακόμη και για το συντηρητικό σενάριο των 0,5 μέτρων μέχρι το 2100 προκαλεί οπισθοχώρηση που ξεπερνά το ήμισυ του πλάτους της παραλίας Συκαμιάς και περί το 1/3 της παραλίας Λιβιάδι, ενώ σαφώς μικρότερη επίπτωση θα έχει στη περίπτωση της παραλίας Γάνεμα (μείωση περί το 1/5). Η σημαντικότητα της επίπτωσης της ΑΘΣ αποδεικνύεται και από τις εκτιμήσεις της οικονομικής αξιολόγησης των απωλειών των παραλιών μελέτης, οι οποίες κυμαίνονται από 1 Μ€ έως και 3 Μ€, σε ετήσια βάση.

Λέξεις κλειδιά: άνοδος θαλάσσιας στάθμης, διάβρωση, οικονομική εκτίμηση

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κατάσταση των παραλιών στην Ελλάδα αποτελεί κρίσιμης σημασίας παράγοντα για την αειφορεία της Ελληνικής οικονομίας καθώς σημαντικά οικονομικά αγαθά και υπηρεσίες της ελληνικής τουριστικής βιομηχανίας έχουν ως βάση τις ελληνικές τουριστικές παραλίες. Αυτό αποδεικνύεται από το γεγονός ότι το 90% περίπου των επισκεπτών του εξωτερικού παραθερίζουν στις ελληνικές παραλίες, δηλαδή περίπου 11.6 εκατομμύρια τουρίστες (Velegrakis et al., 2005).

Με βάση όμως την πιο πρόσφατη έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC, 2013), τα μοντέλα προσομοίωσης προβλέπουν ότι την περίοδο 2081-2100 η μέση παγκόσμια θαλάσσια στάθμη θα είναι 0,26-0,82 m υψηλότερη από αυτή της περιόδου 1986-2005 (Σχήμα 1), ανάλογα με το ποιο από τα τέσσερα σενάρια επιλεγεί. Τα σενάρια εξέλιξης του κλίματος, ή όπως αλλιώς αναφέρονται ως Αντιπροσωπευτικοί Διάδρομοι Συγκέντρωσης (Representative Concentration Pathways - RCPs) βασίζονται σε ένα συνδυασμό κλιματικών μοντέλων, μοντέλων περιγραφής της ατμοσφαιρικής χημείας και του παγκόσμιου κύκλου του άνθρακα. Συγκεκριμένα, τα τέσσερα σενάρια είναι τα:

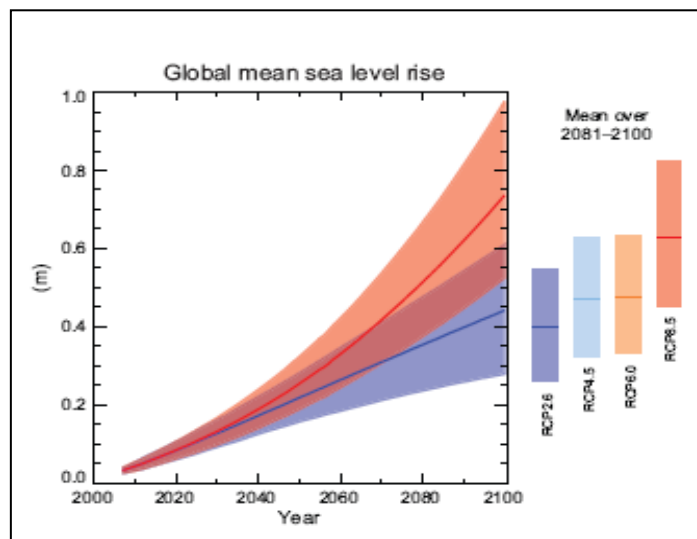
RCP 2.6: Σε αυτό το σενάριο ο κλιματικός εξαναγκασμός αυξάνεται μέχρι περίπου τα 3 W/m² μέχρι το 2100 και μετά μειώνεται.

RCP 4.5 & 6.0: Αποτελούν δυο μετριοπαθή σενάρια σύμφωνα με τα οποία ο κλιματικός εξαναγκασμός σταθεροποιείται περίπου στα 4,5 και 6,0 W/m² αντίστοιχα, μετά το 2100.

RCP 8.5: Αποτελεί το ακραίο σενάριο σύμφωνα με το οποίο η τιμή του κλιματικού εξαναγκασμού φτάνει τιμές μεγαλύτερες από 8,5 W/m² και συνεχίζει να έχει αυξητική τάση και για ένα διάστημα μετά το 2100.

Επιπλέον, οι Μαμούτος κ.α. (2014), υπολόγισαν μέσω δορυφορικής υψομετρίας, τη μεταβλητότητα της μέσης στάθμης των Ελληνικών θαλασσών για τις 2 τελευταίες δεκαετίες, καθώς επίσης και την εξέλιξη της στάθμης έως το τέλος του αιώνα (2100) σύμφωνα με προβλέψεις ωκεάνιου κλιματικού μοντέλου και έδειξαν αυξητικές τάσεις, +4,6 mm/yr για το Νότιο και +4,3 mm/yr για το Βόρειο Αιγαίο.

Λαμβάνοντας υπόψη τα προαναφερόμενα, η παρούσα μελέτη εκτιμά την οπισθοχώρηση των τριών παραλιών της Νήσου Σέριφος, λόγω της επικείμενης μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης, προσεγγίζοντας ποσοτικά και την οικονομική επίπτωση της απώλειας παράκτιας γης.

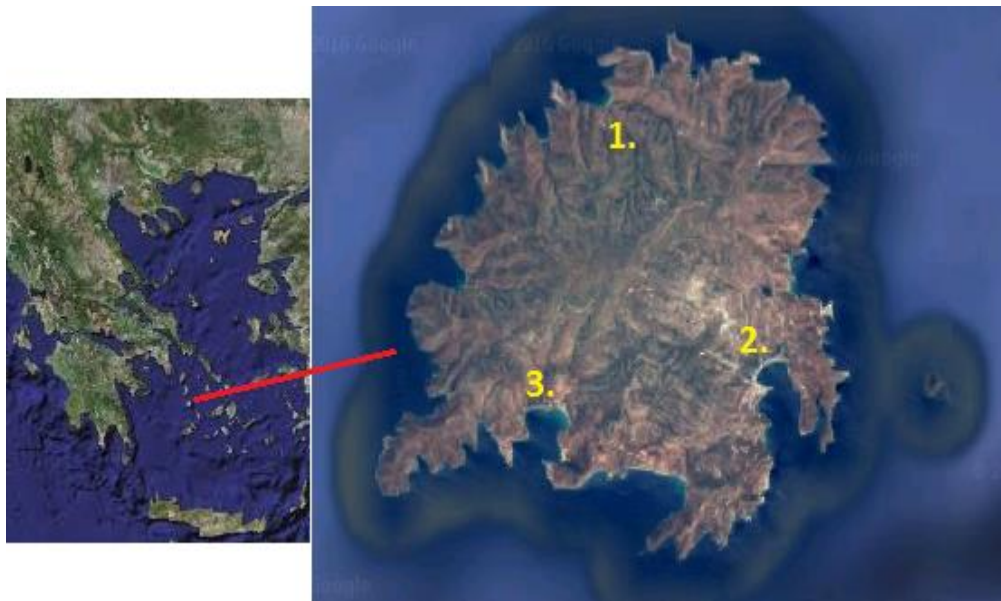


Σχήμα 1. Πρόβλεψη της μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης για τα 4 σενάρια RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, και RCP8.5 (Πηγή: IPCC, 2013).

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Περιοχή μελέτης αποτελεί η Νήσος Σέριφος (Βόρειες Κυκλάδες) και συγκεκριμένα οι παραλίες Γάνεμα στην Νότια πλευρά του νησιού, το Λιβάδι στην Ανατολική πλευρά και η Συκαμιά στην Βόρεια (Σχήμα 2).

Οι ταχύτητες και οι διευθύνσεις των επικρατέστερων και ισχυρότερων εμφανιζόμενων ανέμων (ΕΛΚΕΘΕ, 2007) ανά παραλία μελέτης, όπως και τα κύρια χαρακτηριστικά των παραγόμενων από αυτούς κυμάτων ανοικτής θάλασσας (T: περίοδος και Hs : σημαντικό ύψος κύματος) παρατίθενται στον Πίνακα 1 .



Σχήμα 2: Υπό μελέτη παραλιακές περιοχές: 1. Συκαμιά, 2. Λιβιάδι και 3. Γάνεμα (Πηγή: Google Earth)

Πίνακας 1: Επικρατούσα διεύθυνση, ένταση ανέμου (U), ετήσια συχνότητα εμφάνισης (f) και τα αντίστοιχα μεγέθη των ανεμογενών κυματικών χαρακτηριστικών (περίοδο T και σημαντικό ύψος H_s).

	Άνεμος (διεύθ.)	Fetch(km)	U (m/s)	freq (%)	T_p (s)	H_s (m)
Γάνεμα	S (165°-195°)	0,4	2,5	2,7	1,82	0,20
			13	0,1	6,27	2,25
Λιβιάδι	SE (120°-150°)	0,8	5,5	0,7	1,73	0,19
			13	0,1	2,46	0,54
Συκαμιά	NW (300°-330°)	79,8	2,5	2,7	1,82	0,12
			13	0,1	6,27	2,25

(πηγή: Καϊμπαλή, 2017)

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για την εκτίμηση της οπισθοχώρησης των παραλιών πραγματοποιήθηκαν τοπογραφικές τομές σε κάθε παραλιακή ζώνη που κάλυπταν χωρικά εκτός από το χερσαίο τμήμα της παραλίας (μέχρι το ανώτερο σημείο τους) και το υποθαλάσσιο τμήμα μέχρι απόστασης 200 m από την ακτογραμμή. Για το χερσαίο τμήμα χρησιμοποιήθηκε δορυφορικός δέκτης προσδιορισμού θέσης (GPS, TopCon) και αποστασιόμετρο (laser), ενώ για το υποθαλάσσιο, φορητό βυθόμετρο (HONDEX). Επιπλέον, με χρήση δορυφορικών εικόνων εμβαδομετρήθηκε το χερσαίο τμήμα των τριών παραλιών, ενώ η εκτίμηση της παραλιακής οπισθοχώρησης εκτιμήθηκε με την εφαρμογή των παρακάτω τριών μονοδιάστατων μοντέλων:

Bruun (1962): Η μετατόπιση της ακτογραμμής (S), εξαρτάται από την οριζόντια απόσταση (l) μεταξύ του μέγιστου βάθους κινητοποίησης των ιζημάτων του πυθμένα (hc : closure depth) και του ανώτατου σημείου (υψομετρικά) του πρώτου παράλιου αναβαθμού (berm) και από την αναμενόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης (a).

$$S = \frac{l a}{h_c}$$

Dean (1991): Ο Dean το 1991 βασίστηκε στο ότι η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης είναι ομοιόμορφη και ότι τα κύματα δημιουργούν επιπλέον ανύψωση της θαλάσσιας στάθμης στη ζώνη κυματωγής. Περιλαμβάνει με αυτό τον τρόπο την επίδραση των κυμάτων θυέλλης στη μεταβολή του προφίλ. Η εξίσωσή του Dean παρουσιάζεται παρακάτω:

$$R_\infty = (S + 0.068H_b) \frac{W_b}{h_b + B}$$

όπου, R_∞ : η μεταβολή του προφίλ, B : το ύψος του berm, H_b : το ύψος κύματός στην θραύση, S : η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, W_b : το μήκος του προφίλ και h_b : το βάθος θραύσης των κυμάτων.

Kriebel and Dean (1993): Οι Kriebel and Dean (1993) τροποποίησαν την μέθοδο του Bruun εισάγοντας την κλίση του προφίλ πάνω στην ακτογραμμή (m_o). Η εξίσωση που παρήγαξαν για προφίλ με κλίση παρουσιάζεται παρακάτω.

$$R_\infty = S \frac{W_b - \frac{H_b}{m_o}}{h_b + B - \frac{S}{2}}$$

όπου, R_∞ : η μεταβολή του προφίλ, B : το ύψος του Berm, H_b : το ύψος κύματός στην θραύση, S : η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, W_b : το μήκος του προφίλ (βάθος θραύσης-ακτογραμμή), m_o : η κλίση του προφίλ στο μέτωπο της παραλίας και h_b : το βάθος θραύσης των κυμάτων.

Το ύψος θραύσης του κύματος (H_b) δίνεται από τον τύπο (Komar και Gaughan, 1972):

$$H_b = 0.563 \cdot \frac{H_o}{(H_o/L_o)^{0.2}}$$

όπου, H_o το σημαντικό ύψος ($H_o=H_s$) και L_o μήκος των προσερχομένων κυμάτων ($L_o=1,56 T^2$).

Το βάθος θραύσης (d_b) των κυμάτων δίνεται από τον εμπειρικό τύπο (CERC, 1984) :

$$H_b / d_b = 0,78$$

Τέλος, το μέγιστο βάθος κινητοποίησης των ιζημάτων του πυθμένα (closure depth, h_c) δίνεται από την σχέση (Carter, 1988):

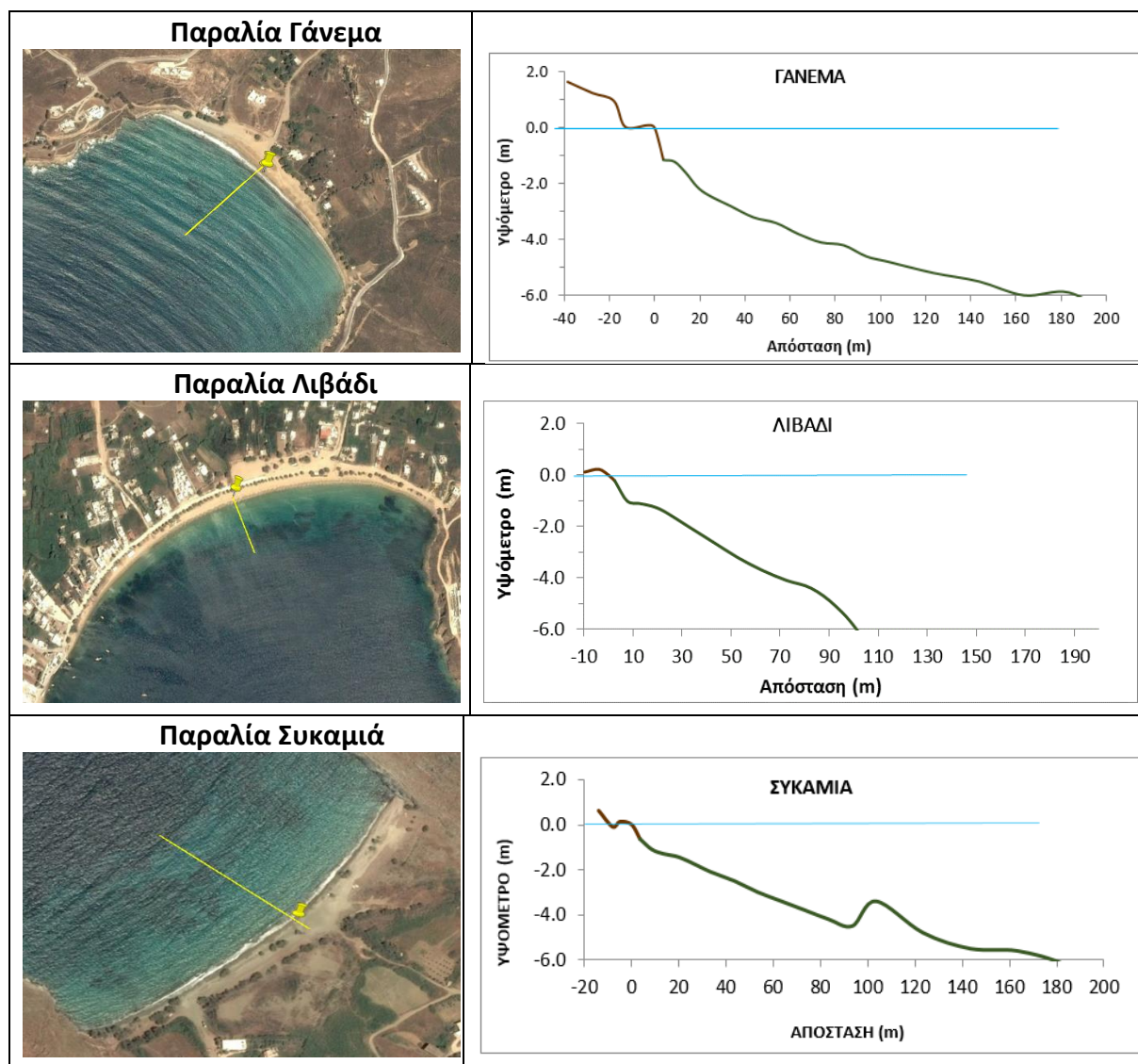
$$h_c = 2,28 H_e - 68.5 \left(\frac{H_e^2}{g T_e^2} \right)$$

όπου, H_e και T_e είναι το ύψος και η περίοδος του κύματος που αντιστοιχεί στα κύματα θυέλλης (τα μεγαλύτερα προσερχόμενα ανεξαρτήτου διεύθυνσης)

Για την οικονομική αξιολόγηση της επικείμενης οπισθοχώρησης των παραλιών χρησιμοποιήθηκε η τιμή των 117 €/m² η οποία προέκυψε με τη μέθοδο «τιμής αγοράς». Ο υπολογισμός βασίζεται στη παραδοχή ότι ο παράκτιος τουρισμός αντιστοιχεί στο 90% του συνολικού άμεσου τουριστικού εισοδήματος (13,2 δις € για το έτος 2014) και από τον οποίο θεωρείται ότι το 50% αυτού αντιστοιχεί σε τουρίστες που επισκέπτονται την Ελλάδα αποκλειστικά για τις παραλίες (άρα 5,85 δις € αφορούν έσοδα που σχετίζονται με την ύπαρξη παραλιών) τα οποία διαιρούνται με τη συνολική έκταση των ελληνικών παραλιών (~50 km²) (BeachTour, 2015).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στο Σχήμα 3 παρουσιάζονται οι εικόνες των τριών υπό διερεύνηση παραλιών και οι αντίστοιχες αντιπροσωπευτικές μορφολογικές τομές επί των οποίων έγιναν οι υπολογισμοί οπισθοχώρησης της ακτογραμμής τους για τα διάφορα σενάρια αύξησης της θαλάσσιας στάθμης, ενώ στον Πίνακα 2 δίνονται οι διαστάσεις τους, όπως και τα μορφοδυναμικά χαρακτηριστικά τους (μέγιστο βάθος κινητοποίησης των ιζημάτων του πυθμένα (h_c) και βάθος ζώνης θραύσης (d_b) των κυμάτων) για τις μέγιστες κυματικές συνθήκες.



Σχήμα 3. Εικόνες και εγκάρσιες μορφολογικές τομές των παραλιών της Νήσου Σέριφος.

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1 και οι τρεις παραλίες είναι τύπου «τσέπης» (rocket beaches). Το ανώτατο υψομετρικό σημείο του χερσαίου τμήματος στην περίπτωση της παραλίας Γάνεμα είναι στο 1,6 m, ενώ στις άλλες δύο παραλίες, Λιβάδι και Συκαμιά, είναι μικρότερο του 1 m. Τα προφίλ των παραλιών διαφέρουν υποθαλάσσια με την παραλία Γάνεμα να έχει σχετικά απότομο μέτωπο παραλίας, ενώ υπάρχουν και 2 υποθαλάσσιες ράχες (bars) στα 40 m και 80 m - περίπου μέτρα έχοντας γενικά υποθαλάσσια κλίση περί τα 3%. Η παραλία Λιβάδι παρουσιάζει σαφώς μεγαλύτερη υποθαλάσσια κλίση >4% (μεταξύ των

ισοβαθών των 10 και 80 m. Η παραλία Συκαμιά χαρακτηρίζεται αφενός από σχετικά αυξημένες υποθαλάσσιες κλίσεις (~4%) αλλά κυρίως από τη σαφή παρουσία υποθαλάσσιας ράχης ύψους >1 m σε βάθος 4 m και απόσταση 100-110 m από την ακτογραμμή.

Πίνακας 2: Μορφολογικά και μορφοδυναμικά (μέγιστα) χαρακτηριστικά (των παραλιών μελέτης)

Παραλία	Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Εμβαδόν (m ²)	h_c (m)	d_b (m)
Γάνεμα	514,5	54,9	14.611	2,1	0,7
Λιβιάδι	853,0	36,9	11.965	2,1	0,7
Συκαμιά	480,2	33,6	11.136	5,1	2,9

Η οπισθοχώρηση των παραλιών υπολογίστηκε για τα σενάρια ανόδου θαλάσσια στάθμης (ΑΘΣ) 0,15 m, 0,50 m και 0,70 m και τις μέγιστες κυματικές συνθήκες. Τα σενάρια ανόδου προσεγγίζουν την προβλεπόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης για το 2050, τη μέση και μέγιστη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης για το 2100. Τα αποτελέσματα των προγνωστικών εξισώσεων δίνονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3: Προβλέψεις της εγκάρσιας οπισθοχώρησης σύμφωνα με τις εκτιμήσεις των 3 μοντέλων και του μέσου όρου αυτών, καθώς και συγκρίσεις μεταξύ των προβλεπόμενων οπισθοχωρήσεων και του μέγιστου πλάτους των τριών παραλιών

	Α.Σ.Θ (m)	Παραλιακή Οπισθοχώρηση (m)				Απώλεια μέγιστου πλάτους (%)
		Dean	Dean & Kriebel	Bruun	M.O.	
Γάνεμα	S= 0,15	2,4	1,6	1,5	1,8	3,4
	S= 0,5	11,4	6,0	5,1	7,5	13,7
	S= 0,7	14,06	12,5	7,1	11,2	20,5
Λιβιάδι	S= 0,15	4,45	2,9	2,3	3,2	8,7
	S= 0,5	13,3	12,8	7,6	11,2	30,4
	S= 0,7	18,2	21,1	10,7	16,6	45,1
Συκαμιά	S= 0,15	14,8	5,1	3,9	7,9	23,6
	S= 0,5	24,2	18,8	13,1	18,7	55,7
	S= 0,7	33,3	27,4	18,4	26,4	78,5

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 3, η παραλία Γάνεμα θα απωλέσει το 3,4% του μεγίστου πλάτους της, το Λιβιάδι περίπου το 9%, ενώ η Συκαμιά περίπου το 24%. Προφανώς, τα ποσοστά απώλειας του πλάτους αυξάνονται σημαντικότερα στην περίπτωση ανόδου της θαλάσσιας στάθμης κατά 0,5 φθάνοντας κατά περίπτωση το 14% (Γάνεμα), 30% (Λιβιάδι) και 56% (Συκαμιά). Τέλος, στο ακραίο σενάριο της ΑΘΣ=0,7 μέτρα, η απώλεια επιτείνεται περαιτέρω με ποσοστά 20,5% (Γάνεμα), 45% (Λιβιάδι) και Συκαμιά (78%).

Όσον αφορά στην οικονομική αποτίμηση της απώλειας τμήματος του χερσαίου χώρου των τριών παραλιών για τα 3 σενάρια ΑΣΘ που μελετήθηκαν, δίνονται στον πίνακα 4. Οι εκτιμήσεις στηρίζονται στην μείωση της συνολικής αξίας της παραλίας βάση του εμβαδού

των (βλ. Πίνακα 1), της μέσης αξίας των 117 €/m² που προκρίνεται ως μέση τιμή για τις Ελληνικές παραλίες (BeachTour, 2015) και την εκτίμηση της μείωσης του αρχικού εμβαδού της παραλίας.

Πίνακας 3: Συνολική οικονομική αποτίμηση των παραλιών και εκτίμηση μείωσης της αξίας τους με βάση τη μείωση του εμβαδού τους για τα διάφορα σενάρια ΑΘΣ.

	Συνολική οικονομική αξία (εκατ. €)	Α.Σ.Θ. (m)	Απώλεια Εμβαδού (10 ³ m ²)	Εκτιμώμενο κόστος λόγω της μείωσης εμβαδού (εκατ. €)
Γάνεμα	1,71	S= 0,15	0,95	0,11
		S= 0,5	3,46	0,41
		S= 0,7	5,21	0,61
Λιβιάδι	1,40	S= 0,15	4,60	0,54
		S= 0,5	8,06	0,94
		S= 0,7	13,23	1,40
Συκαμιά	1,30	S= 0,15	3,37	0,39
		S= 0,5	7,67	0,90
		S= 0,7	10,94	1,28

Όπως προκύπτει από τα στοιχεία του Πίνακα 4, το συνολικό οικονομικό κόστος και για τις τρεις μεγαλύτερες παραλίες της νήσου Σέριφος εκτιμάται ότι ανέρχεται σε περίπου 1 Μ€ για ΑΘΣ μόλις κατά 0,15 μ, υπερδιπλάσιο (~2,2 Μ€) για τη μέση αναμενόμενη ΑΘΣ (+0,5 m), ενώ τριπλασιάζεται, ξεπερνώντας τα 3 Μ€, για τη μέγιστη ΑΘΣ +0,7 m.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στην αρχική εκτίμηση της οικονομικής αξίας των παραλιών και ειδικότερα της μέσης τιμής των 117 €/m² δεν έχει συμπεριληφθεί η αξιολόγηση των έμμεσων αξιών χρήσης, όπως είναι η υποστήριξη ενδιαιτημάτων και η προστασία της οικιστικής και τουριστικής ανάπτυξης από τη διάβρωση όπως αναφέρεται στο BeachTour (2015) που έχει ως συνέπεια την υποτίμηση της συνολικής αξίας των. Παρόλα αυτά, αν και αυτή η μέθοδος μπορεί να εμπεριέχει αβεβαιότητα, είναι ένα εργαλείο που συμβάλει στην ανάδειξη περιβαλλοντικών ζητημάτων και στην περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση της κοινωνίας αλλά και των αρμόδιων αρχών.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τις εκτιμήσεις συμπεραίνεται ότι οι αυξανόμενοι ρυθμοί παραλιακής διάβρωσης / οπισθοχώρησης λόγω ΑΘΣ θα έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο ξηρό πλάτος των παραλιών, το οποίο αποτελεί μία κρίσιμη παράμετρο της προσαρμοστικότητας των παραλιών, της αξίας τους ως μέρη αναψυχής, της φέρουσας ικανότητας τους καθώς και της αξίας των παράκτιων ιδιοκτησιών.

Στη Νήσο Σέριφο ακόμη και για το συντηρητικό σενάριο Α.Θ.Σ μέχρι 0,5 m (μέχρι το 2100) η οπισθοχώρηση ξεπερνά το 1/2 του πλάτους της παραλίας Συκαμιάς, περί το 1/3 της παραλίας Λιβιάδι, ενώ σαφώς μικρότερη επίπτωση έχει στη περίπτωση της παραλίας Γάνεμα (περίπου κατά το 1/5).

Η εκτίμηση της οικονομικής απώλειας για τις τρεις παραλίες τη Νήσου Σέριφος ανέρχεται συνολικά από 1 Μ€ έως και 3 Μ€. Μάλιστα οι τιμές αυτές θεωρούνται ως οι

ελάχιστες καθώς δεν συμπεριλήφθηκαν στην αξιολόγηση όλες οι υπηρεσίες, αγαθά και λοιπές οικονομικές δραστηριότητες που έχουν άμεση σχέση με την παρουσία των παραλιών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- BeachTour (2015) Σχέδιο Διαχείρισης για την Αειφόρο Ανάπτυξη των Ελληνικών Τουριστικών Παραλιών, Παραδοτέο 8.1 του έργου: Συνεργεια Για Την Αειφορο Αναπτυξη Και Ασφαλη Χρηση Των Ελληνικων Τουριστικων Παραλιων, Εθνικο Στρατηγικο Πλαισιο Αναφορας ΕΣΠΑ 2007-2013, Δραση Εθνικης Εμβελειας «Συνεργασια 2011», Αθήνα, 2015
- Bruun, P. (1962) Sea level rise as a cause of shore erosion. *Journal of Waterway, Harbors Division, ASCE* 88, 117-130.
- Carter, R.W.J. (1988). *Coastal Environments: An Introduction to the Physical, Ecological and Cultural System of the Coastline*. Academic Press, Harcourt Brace, London.
- CERC, 1984. *Shore Protection Manual*. U.S. Army Corps of Engineers, Coastal Engineering Research Center. U.S. Government Printing Office, Washington. D.C
- Dean, R.G. (1991) Equilibrium beach profiles: characteristics and applications. *J. Coastal Research*, 7(1), 53– 84.
- IPCC, 2013: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, doi:10.1017/CBO9781107415324.
- Kriebel, D.L. and Dean, R.G. (1993) Convolution method for time dependent beach profile response. *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering*, 119 (2), 204–226.
- Komar, P.D. and Gaughan, M.K. (1972). Airy Wave Theory and Breaker Height Prediction. *Proceedings of the 13th Coastal Engineering Conference, American Society of Civil Engrs.* pp. 405-418.
- Velegrakis, A.F., Vousdoukas, M., Andreadis, O.P., Adamakis, G. and Meligonitis, R. (2008) Impacts of dams on their downstream beaches: a case study from Eresos coastal basin, island of Lesbos, Greece. *Mar Georesources & Geotechnology*, 24, 350–371.
- ΕΛΚΕΘΕ (2007): Άτλαντας Ανέμου και Κύματος των Ελληνικών Θαλασσών. Εκδόσεις ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.
- Καϊμπαλή Ζ. (2017) Εκτίμηση των μορφοδυναμικών και κοινωνικο- οικονομικών επιπτώσεων της επικείμενης μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης, λόγω κλιματικής αλλαγής, στις παραλίες του Κεντρικού και Βορείου Αιγαίου Πελάγους. Μη Δημοσιευμένη Μεταπτυχιακή Διατριβή Ειδίκευσης, ΔΜΠΣ Ωκεανογραφία και Διαχείριση του θαλάσσιου περιβάλλοντος, Σχολή Θετικών Επιστημών, Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.
- Μαμούτος, Ι., Τράγου, Ε., Κακαγιάννης, Γ. (2014) Εκτιμήσεις Ανόδου της Μέσης Στάθμης των Ελληνικών Θαλασσών. 6ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διαχείριση και Βελτίωση Παράκτιων Ζωνών», 24-27/11/2014, Έκδοση Εργαστήριου Λιμενικών Έργων, ΕΜΠ, σ. 335-344.

Potential beach retreat, due to future sea level rise, at Serifos Island (Aegean Sea).

Petrakis Stylianos, Karaganis Panagiotis, Karditsa Aikaterini,
Kaibali Zanin, Nikolaou Antigoni, Poulos Serafeim
Department of Geology & Geoenvironment,
National & Kapodistrian University of Athens,
Panepistimioupolis-Zografou, 15784, Greece
spetrakis@geol.uoa.gr, pkaraganis@gmail.com, kkarditsa@geol.uoa.gr,
jeaninekaibali@yahoo.gr, andi_nikolaou@yahoo.com, poulos@geol.uoa.gr

Abstract

The state of the beaches in Greece is a critical factor for the sustainability of the Greek economy as major economic goods and services of the Greek tourism industry are based on Greek tourist beaches. This is evidenced by the fact that about 90% of foreign visitors are on Greek beaches, i.e. about 11.6 million tourists.

However, based on the most recent report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2013), simulation models predict that in the period 2081-2100 the average global sea level will be 0.26 - 0.82 m higher than in the period 1986-2005, whichever of the four RCP scenarios is selected.

The present contribution provides an initial assessment of the impacts of the long-term (climatic) sea level rise (SLR) in the case of three touristic beaches of the Serifos Island (Cyclades, Aegean Sea). Thus, the application of the broadly used models proposed by Brunn (1962), Dean (1991) and Kriebel and Dean (1993) showed that SLR=0.5 m (year 2100) could have highly significant impacts on the Ganema, Livadi and Sikamia beaches by causing shoreline retreat of 5-11.4 m (average 1.8 m), 7.5-13.3 m (average 11.2 m) and 13-24.2 m (average 18.7 m), respectively. These estimates correspond to a mean reduction of their maximum dry width of 13.7% (Ganema), 30.4% (Livadi) and 55.7% (Sikamia) depending on their slope and incoming wave characteristics.

The economic impact of such retreat rates, assuming a mean value of 117 Euros/square metre for the Aegean Beaches (BeachTour Project; SYN11_8_1466) corresponds to value reduction of 1-3 million Euros, according to SLR scenarios. Hence, it is required a management plan to mitigate beach erosion induced by sea level rise in different geographical scales (island/periphery/country/Med region), considering financial resources and policies/regulation (e.g. Barcelona protocol 2008).