Κλιματική αλλαγή και παράκτια προστασία

Δρ Αντώνιος Βαλσαμίδης

Ακτομηχανικός – Λιμενολόγος – Υδραυλικός Μηχανικός

Μελετητής Δημοσίων Έργων

www.aktomechanics.co.uk

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του προβλήματος

Παγκοσμίως, ένα σημαντικό ποσοστό των αμμωδών ακτών ήδη τελεί υπό διάβρωση [1,2]

Η κατάσταση αυτή θα μπορούσε να επιδεινωθεί λόγω της κλιματικής αλλαγής [3,4]

Μια σημαντική έκταση της επαπειλούμενης ακτογραμμής είναι πυκνοκατοικημένη, συνεπώς, επιβάλλεται να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα προστασίας των ακτών

1. Luijendijk, A. et al. The state of the world's beaches. Sci. Rep. 8, 6641 (2018).

2. Mentaschi, L., Vousdoukas, M. I., Pekel, J.-F., Voukouvalas, E. & Feyen, L. Global long-term observations of coastal erosion and accretion. Sci. Rep. 8, 12876 (2018).

3. Ranasinghe, R. Assessing climate change impacts on open sandy coasts: a review. Earth Sci. Rev. 160, 320–332 (2016).

4. Hinkel, J. et al. A global analysis of erosion of sandy beaches and sea-level rise: an application of DIVA. Glob. Planet. Change 111, 150–158 (2013).

Ποσοτικά χαρακτηριστικά του προβλήματος

Η γενική μορφοδυναμική τάση εξελίξεως των ακτών σε συνδυασμό με την άνοδο της στάθμης της θάλασσας θα μπορούσε να αφανίσει τις μισές αμμώδεις παραλίες παγκοσμίως μέχρι το τέλος του αιώνα [1]

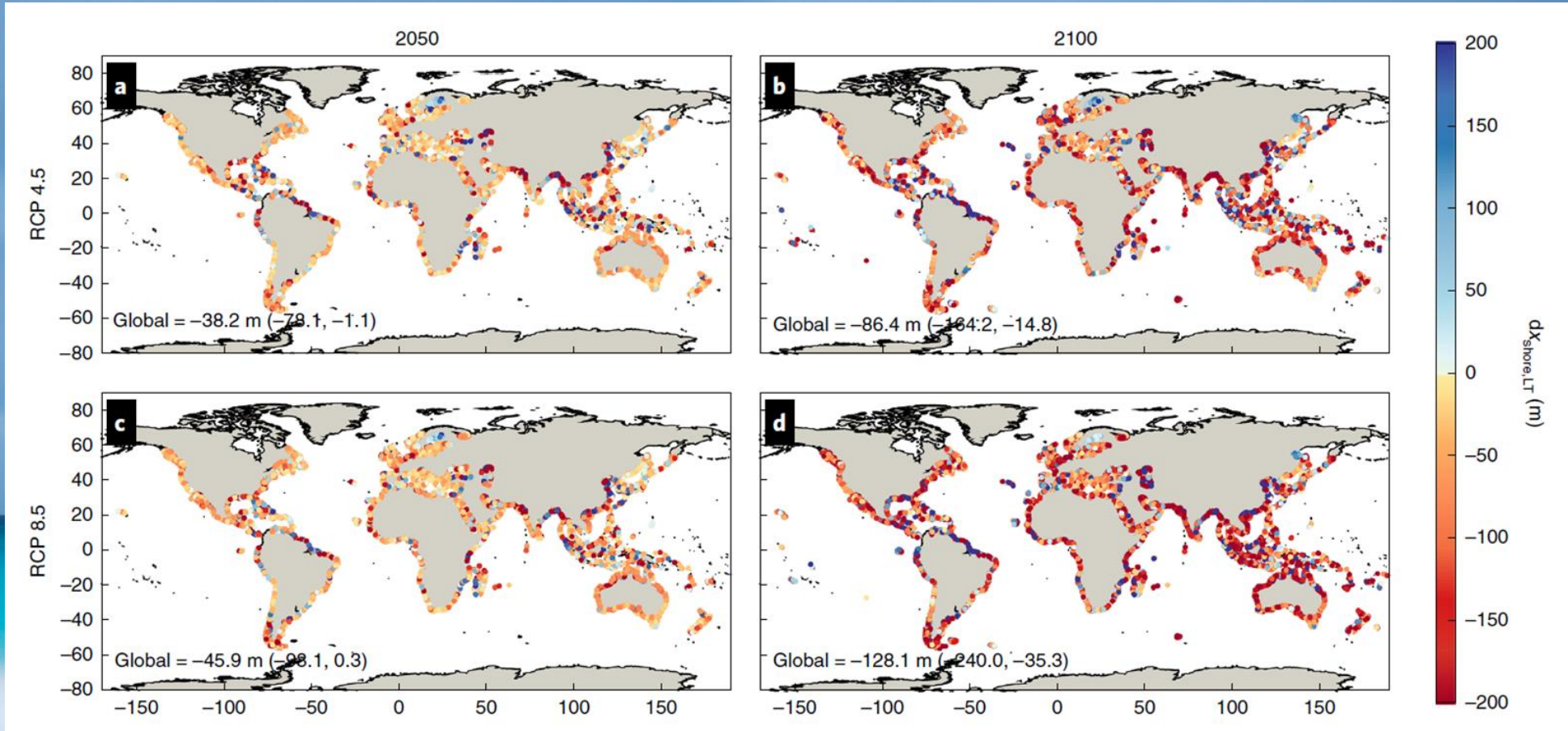
Μείωση των αερίων του θερμοκηπίου θα μπορούσε να απομειώσει κατά 40% την τάση υποχωρήσεως των ακτογραμμών [1]

Climate change will also affect waves and storm surges20,21, which are important drivers of coastal morphology4,5,22.
Therefore, considering the dynamics of extreme weather patterns is also important in assessing potential climate change impacts beyond that of sea-level rise (SLR) alone.

---

1. Vousdoukas, M. et al. Sandy coastlines under threat of erosion. Nature Climate Change. https://doi.org/10.1038/s41558-020-0697-0

Ποσοτικά χαρακτηριστικά του προβλήματος



Προβολές μεταβολής των ακτογραμμών στα έτη: 2050 (a,c) και 2100 (b,d) λαμβάνοντας υπόψιν RCP 4.5 (a,b) και RCP 8.5 (c,d). Οι τιμές αντιπροσωπεύουν την μέση μεταβολή και το πρόσημο τους (θετικό ή αρνητικό) αντιστοίχως, εκφράζουν την πρόσχωση/διάβρωση σε μέτρα, αναφορικά με το έτος 2010.
(Vousdoukas, M. et al. Sandy coastlines under threat of erosion. Nature Climate Change.

Περαιτέρω συνέπειες της κλιματικής αλλαγής

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει επίσης την κυματική δράση και την μετεωρολογική παλίρροια (storm surge), που με την σειρά τους επηρεάζουν την μορφοδυναμική εξέλιξη των ακτών [1,2]

Για αυτό, θα πρέπει να μελετώνται οι μεταβολές στις ακραίες καιρικές συνθήκες συνεπεία της κλιματικής αλλαγής, πλην του φαινομένου της ανόδου της στάθμης της θάλασσας αποκλειστικά λόγω της τήξης των πάγων [3,4,5]

---

1. Vousdoukas, M. I. et al. Global probabilistic projections of extreme sea levels show intensification of coastal flood hazard. Nat. Commun. 9, 2360 (2018).

2. Hemer, M. A., Fan, Y., Mori, N., Semedo, A. & Wang, X. L. Projected changes in wave climate from a multi-model ensemble. Nat. Clim. Change 3, 471–476 (2013).

3. Masselink, G. et al. Extreme wave activity during 2013/2014 winter and morphological impacts along the Atlantic coast of Europe. Geophys. Res. Lett. 43, 2135–2143 (2016).

4. Barnard, P. L. et al. Coastal vulnerability across the Pacific dominated by El Niño/Southern oscillation. Nat. Geosci. 8, 801–807 (2015).

5. Slott, J. M., Murray, A. B., Ashton, A. D. & Crowley, T. J. Coastline responses to changing storm patterns. Geophys. Res. Lett. 33, https://doi. org/10.1029/2006GL027445 (2006).

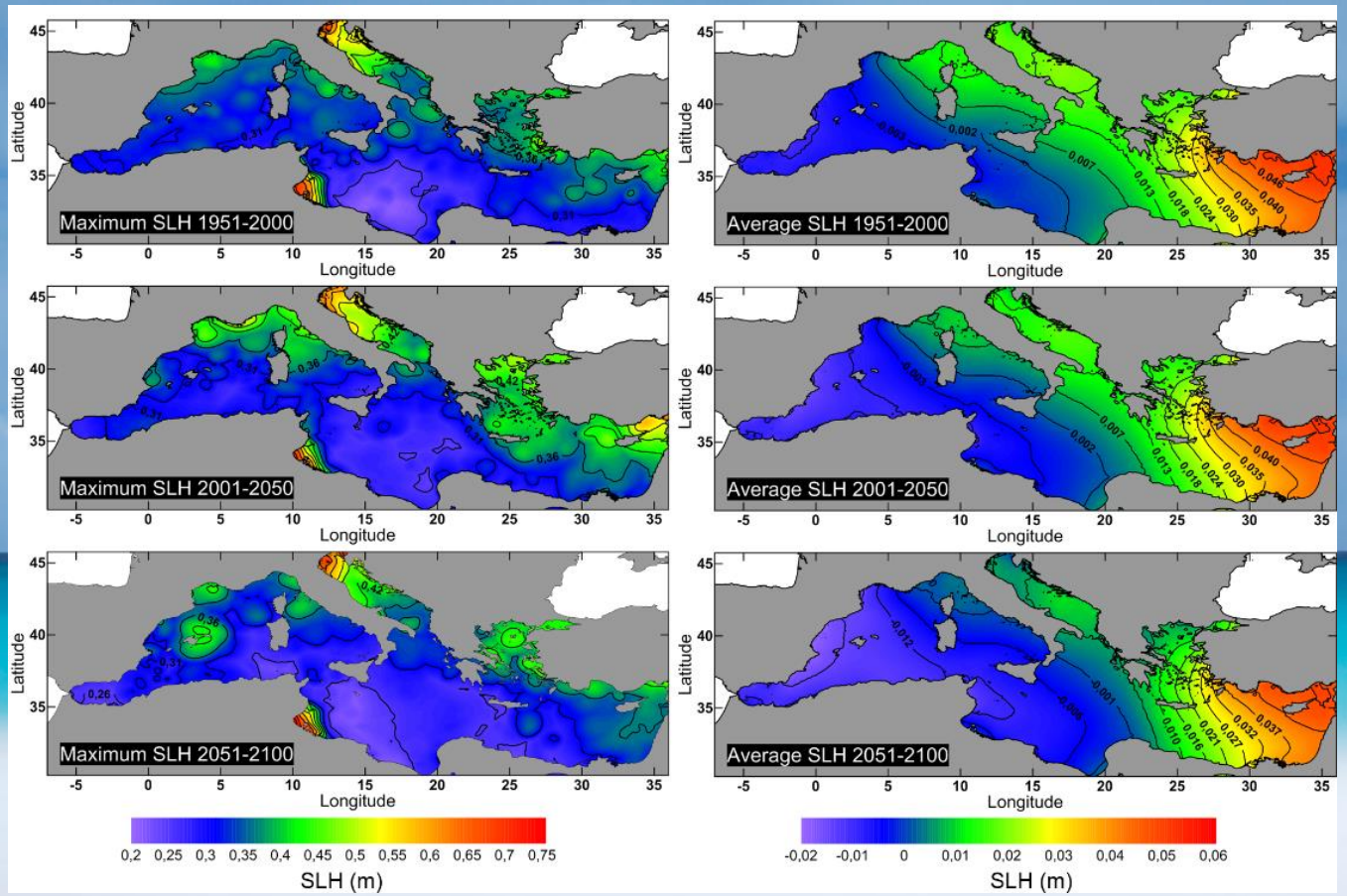
Πιο συγκεκριμένα...

Η Κλιματική Αλλαγή επηρεάζει τη συχνότητα εμφάνισης, τις τροχιές και την ένταση των ατμοσφαιρικών συστημάτων που δημιουργούν χαμηλές ατμοσφαιρικές πιέσεις και δυνατούς ανέμους (τυφώνες, καταιγίδες κ.λπ.)

Επομένως, εκτός από την απευθείας αύξηση της θερμοκρασίας και της μέσης στάθμης της θάλασσας, τα φαινόμενα των παράκτιων πλημμυρών (coastal floods) και κατάκλυσης των παράκτιων περιοχών (coastal inundation) που προκαλούνται από την επεισοδιακή υπερύψωση της θαλάσσιας στάθμης πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν...

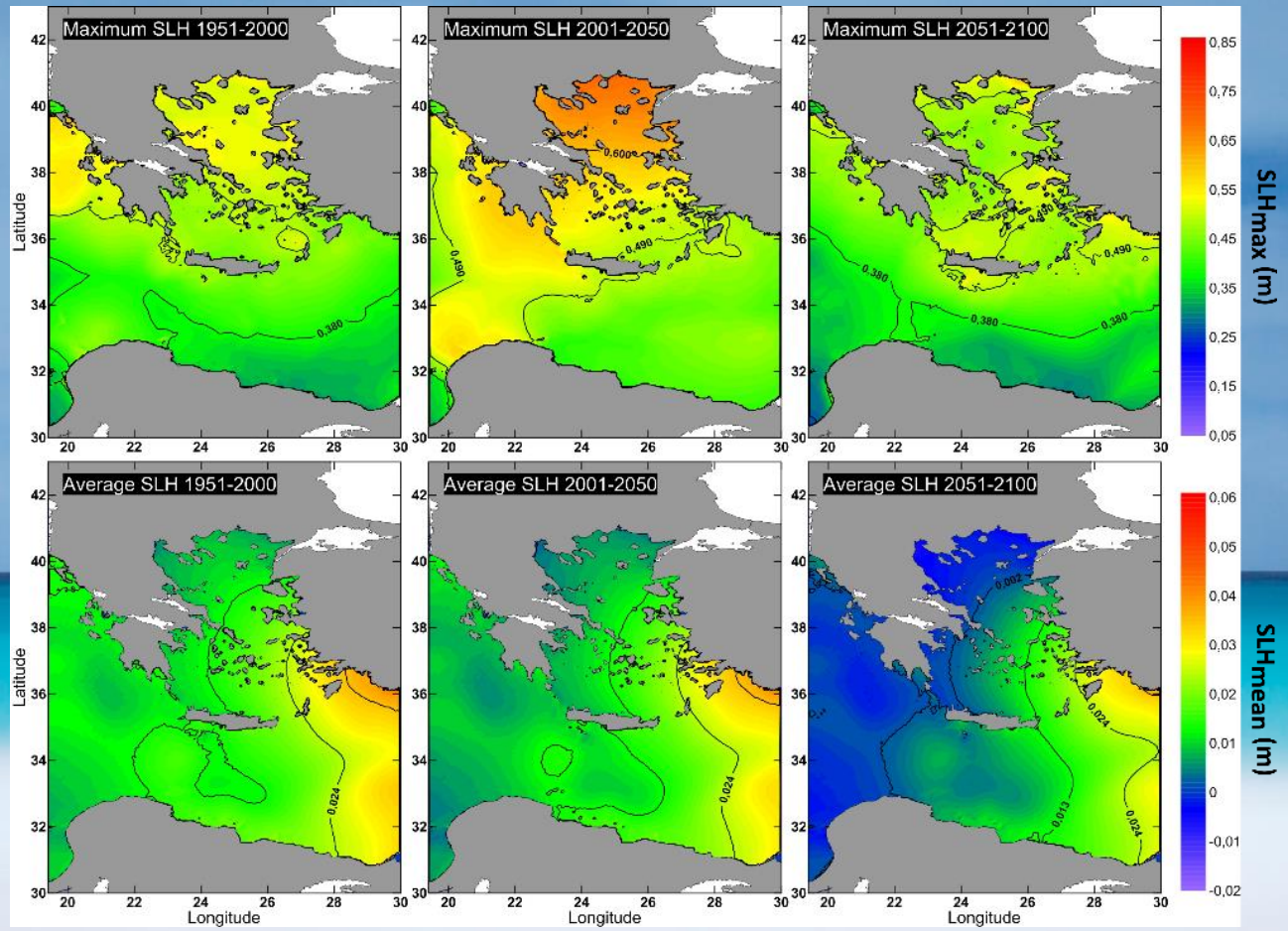
Διότι συχνά ευθύνονται για ανθρώπινες και υλικές απώλειες, καταστροφές σε λιμενικά έργα, θαλάσσιες και παράκτιες κατασκευές και υποδομές, καθώς και περιβαλλοντικές επιπτώσεις (διάβρωση ακτών, ρήξη φυσικών αναχωμάτων και καταστροφή αμμολόφων, υφαλμύρινση παράκτιων επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, υποχώρηση εδαφών και καταστροφή χλωρίδας) σε οικολογικά ευαίσθητες περιοχές της παράκτιας ζώνης.

Αποτελέσματα της προσομοίωσης Κρεστενίτη για την Μεσόγειο:



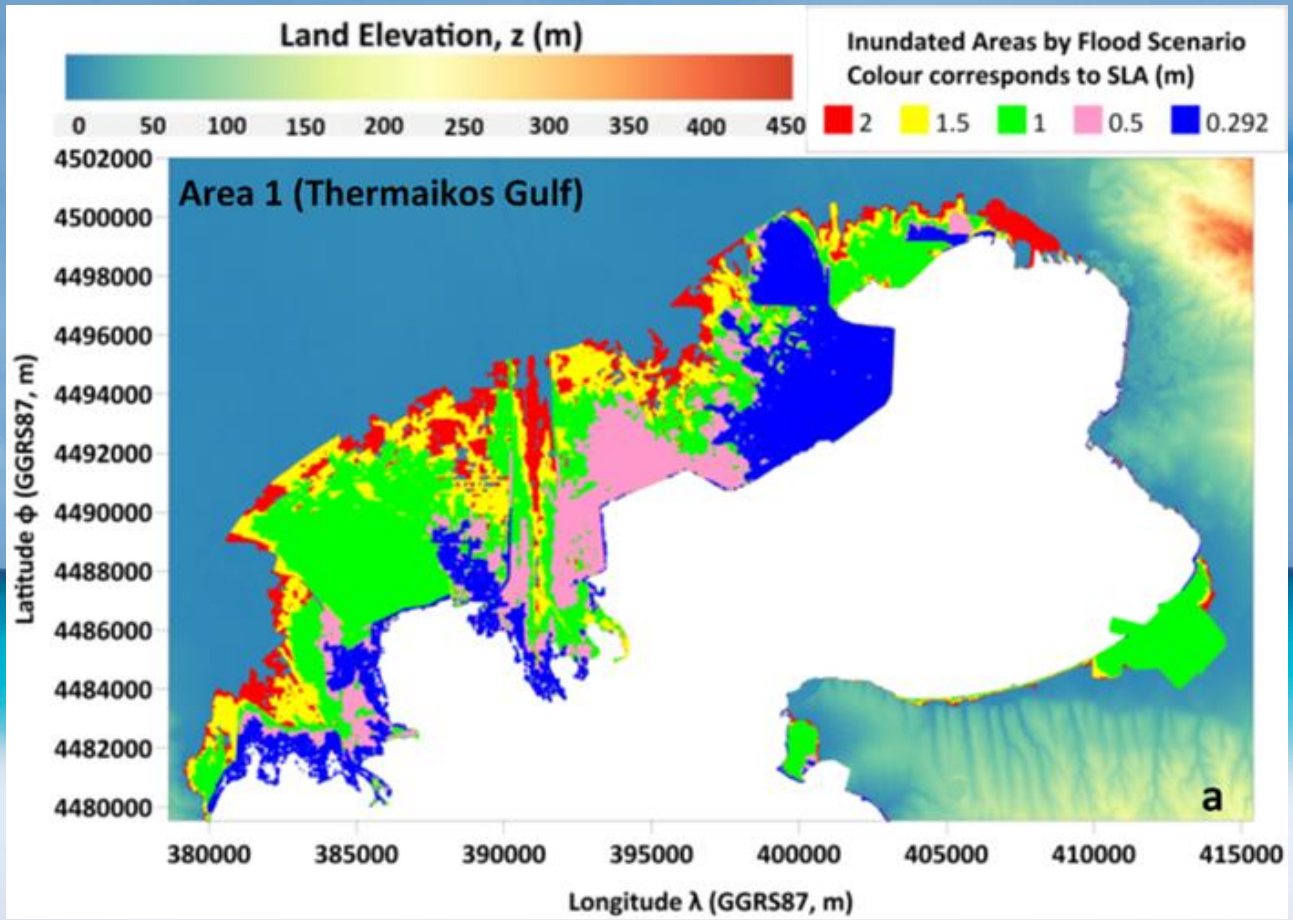
Χωρική κατανομή της μέγιστης (SLHmax - αριστερά) και μέσης (SLHmean – δεξιά) 50ετούς θαλάσσιας στάθμης (m). Τα γραφήματα από πάνω προς τα κάτω αντιστοιχούν στις περιόδους 1951-2000, 2001-2050, και 2051-2100.

Αποτελέσματα της προσομοίωσης Κρεστενίτη για τις ελληνικές θάλασσες:



Χωρική κατανομή της μέγιστης (SLHmax - επάνω) και μέσης (SLHmean – κάτω) 50ετούς θαλάσσιας στάθμης (m). Τα γραφήματα από αριστερά προς τα δεξιά αντιστοιχούν στις περιόδους 1951-2000, 2001-2050, και 2051-2100.

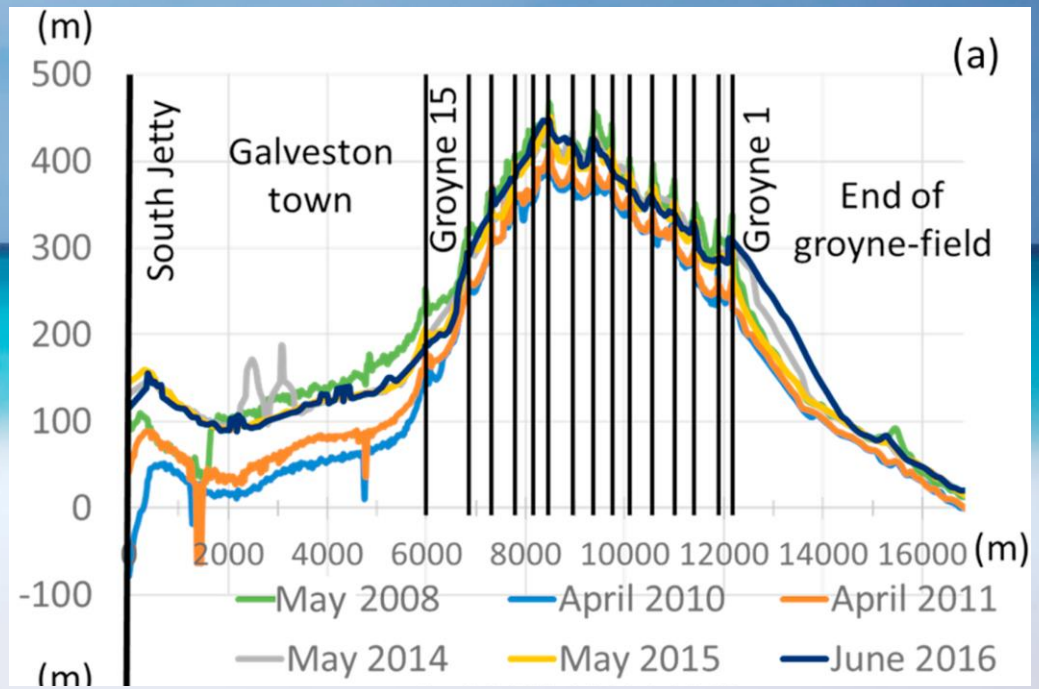
Αποτελέσματα της προσομοιώσεως Κρεστενίτη για το Θερμαϊκό Κόλπο:



Διαφορετικά σενάρια που καταδεικνύουν τις περιοχές που πρόκειται να κατακλυστούν ανάλογα με την υπερύψωση της στάθμης της θάλασσας στο Θερμαϊκό Κόλπο, κατά τη διάρκεια εκδηλώσεως ενός ακραίου καιρικού φαινομένου

Το πρόβλημα της διαβρώσεως των ακτών

Οι φυσικές διεργασίες που καθορίζουν την μορφοδυναμική εξέλιξη των ακτών λαμβάνουν χώρα σε βραχυπρόθεσμη, μεσοπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη κλίμακα:



Modelling the morphodynamic evolution of Galveston beach, Gulf of Mexico, following Hurricane Ike in 2008.
A. Valsamidis, J. Figlus, B. Ritt and D.E. Reeve, Journal of Continental Shelf Research, 2021

Έχοντας υπόψιν κύματα και υδροδυναμικά δεδομένα για μια συγκεκριμένη ακτή:

Χρησιμοποιούμε τα ακόλουθα προϊόντα της Deltares:

Delft3D Flexible Mesh Suite HMWQ:

Για το δισδιάστατο υπολογισμό διαδόσεως κυματισμών και της συνεπακόλουθης δισδιάστατης μορφοδυναμικής εξελίξεως των ακτών

UNIBEST:

Μακροπρόθεσμη μεταβολής ακτογραμμής

XBeach:

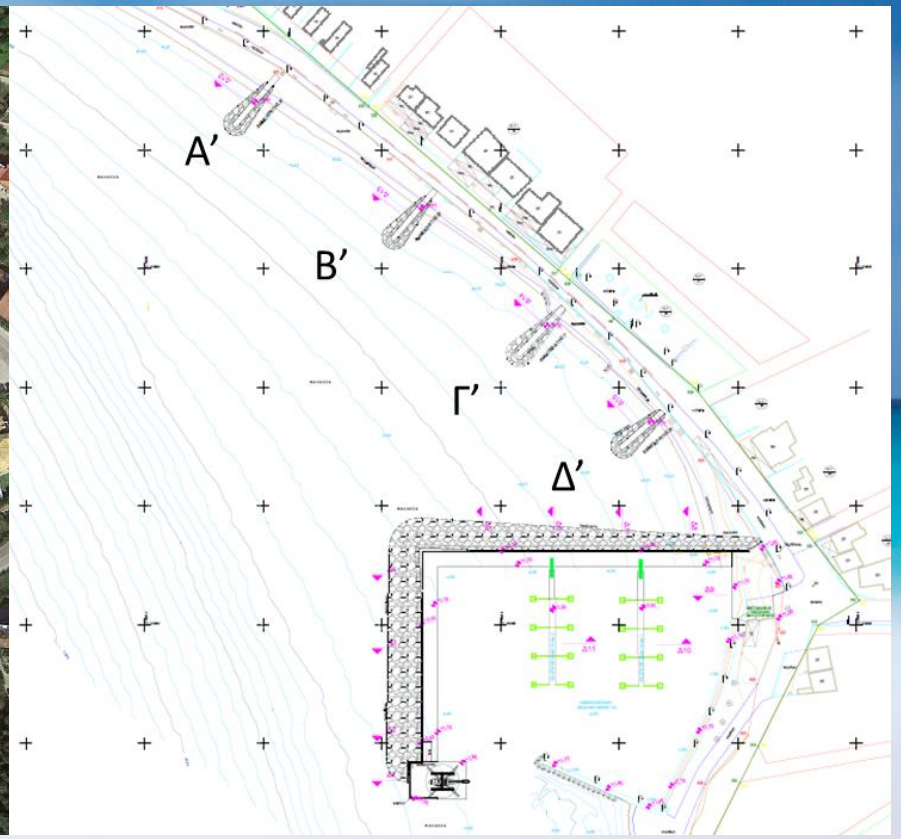
Για την επίδραση (βραχυπρόθεσμων) ακραίων καιρικών φαινομένων στην ακτή

Μενίδι

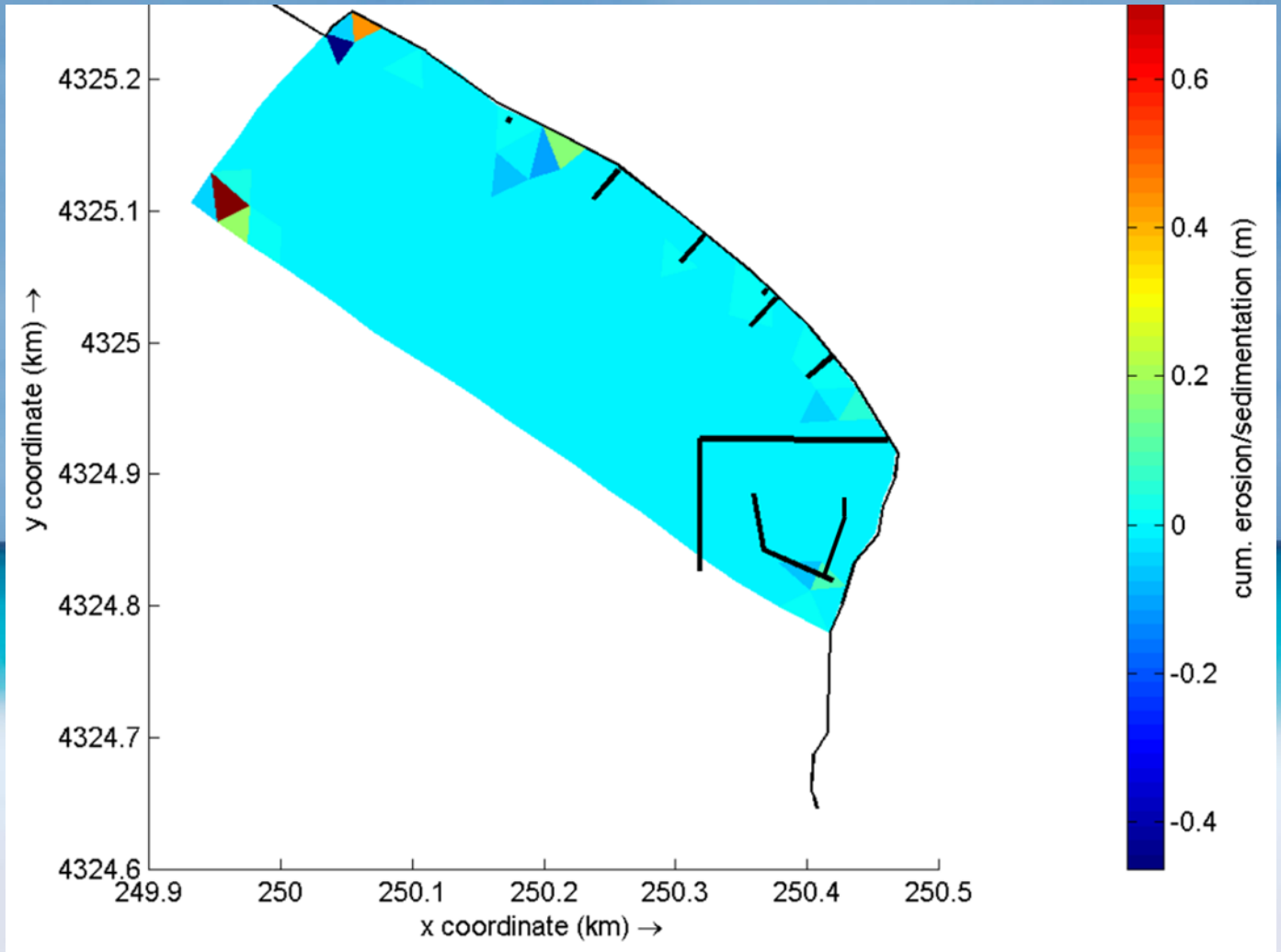
Menidi
Menidi
Preveza Πρέβεζα
IONIAN ISLANDS
Nydri Νυδρί
Agrinio Αγρίνιο
Delphi Δελφοί
Karpenissi Καρπενήσι
Lamia Λαμία
Paviani Παυλιανή
Parga Πάργα
Gaios Γάιος
Arta Άρτα
Skiathos Σκιάθος
Volos Βόλος
Farsala Φάρσαλα
Karditsa Καρδίτσα
Elati Ελάτη
Trikala Τρίκαλα
Ioumenitsa Ηγουμενίτσα
Corfu Κέρκυρα
Ioannina Ιωάννινα
Kalabaka Καλαμπάκα
Metsovo Μέτσοβο
Latissa Λάρισα
Sidari Σιδάρι
Sarande
Elassona Ελασσόνα
Olympos Oros
Grevena Γρεβενά
Konitsa Κόνιτσα
Patitsio Πάτιγκο
Gjirokaster
Missolonghi Μεσολόγγι
Patras Πάτρα
Aigio Αίγιο
Image Landsat / Copernicus
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
Google Earth

B
1
2
Google Earth

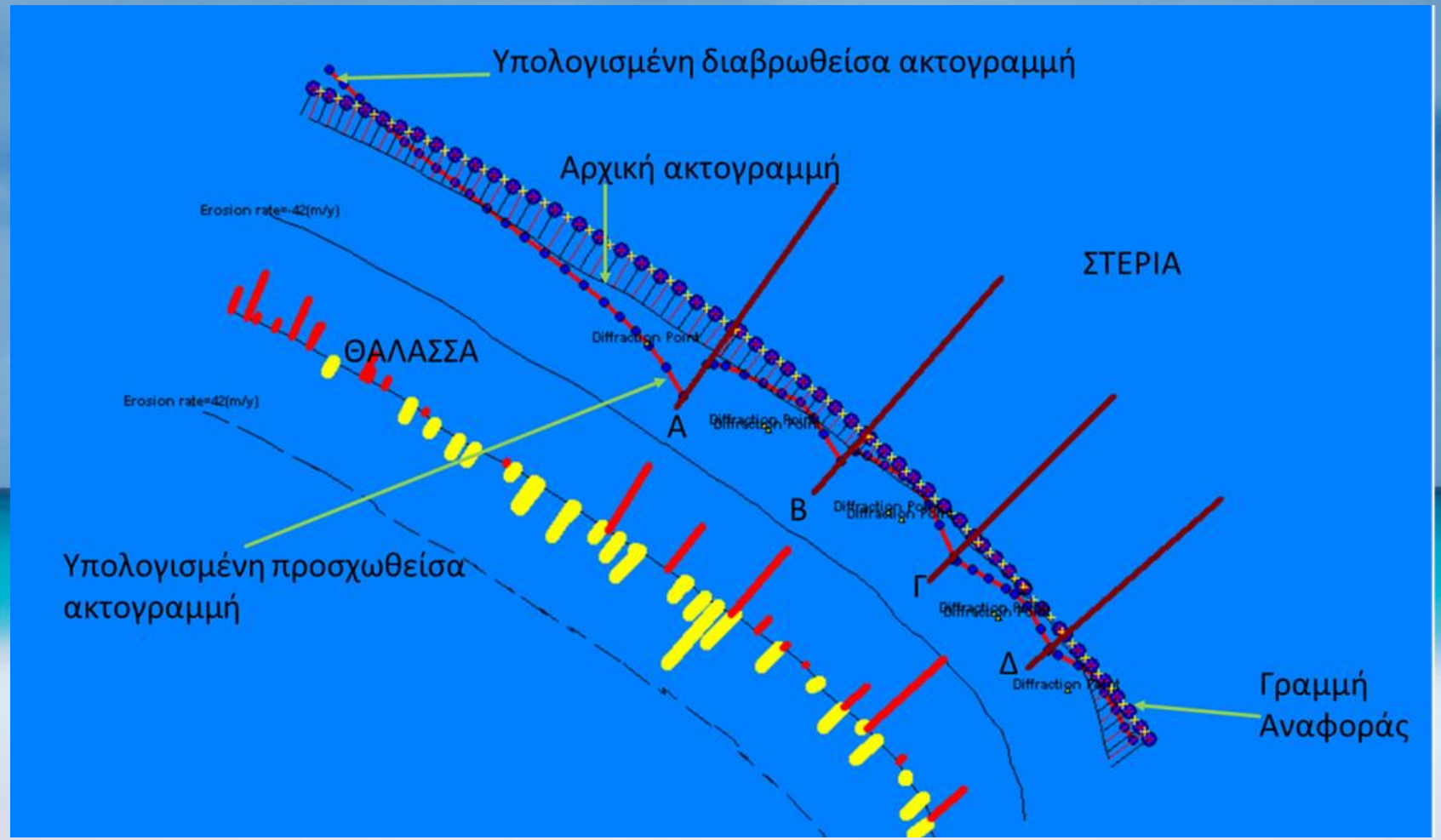
Μενίδι: Προτεινόμενες Νέες Κατασκευές



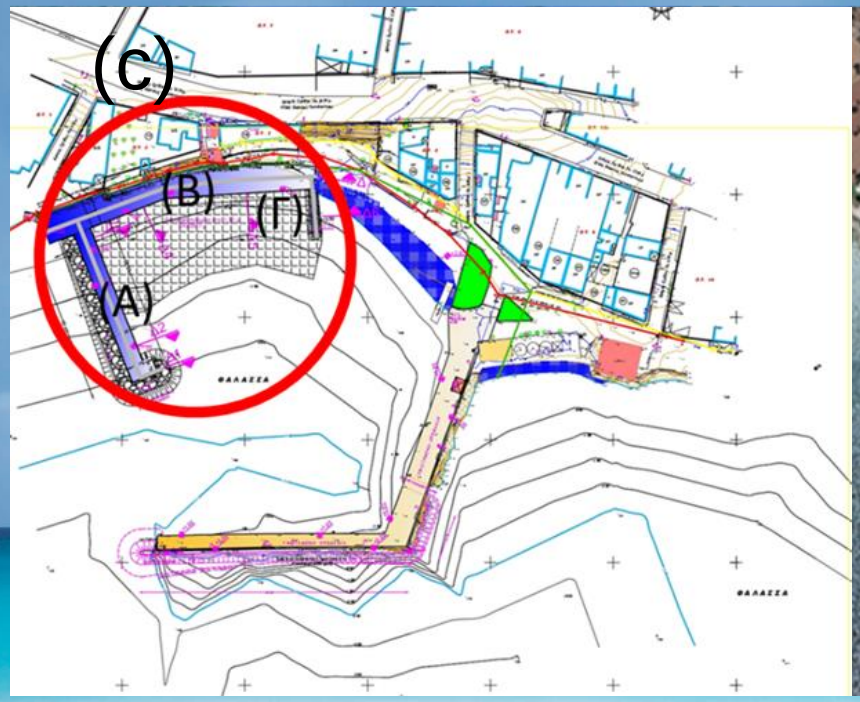
Μενίδι: Εφαρμογή Delft3D



Μενίδι: Εφαρμογή UNIBEST



Υπήνεμος Μώλος στην Αμάρυνθο του Δήμου Ερέτριας



Προτεινόμενες Κατασκευές:

(Α) Υπήνεμος Μώλος (Β) Κρηπίδωμα (Γ) Πρόβολος

Κυματικά Δεδομένα

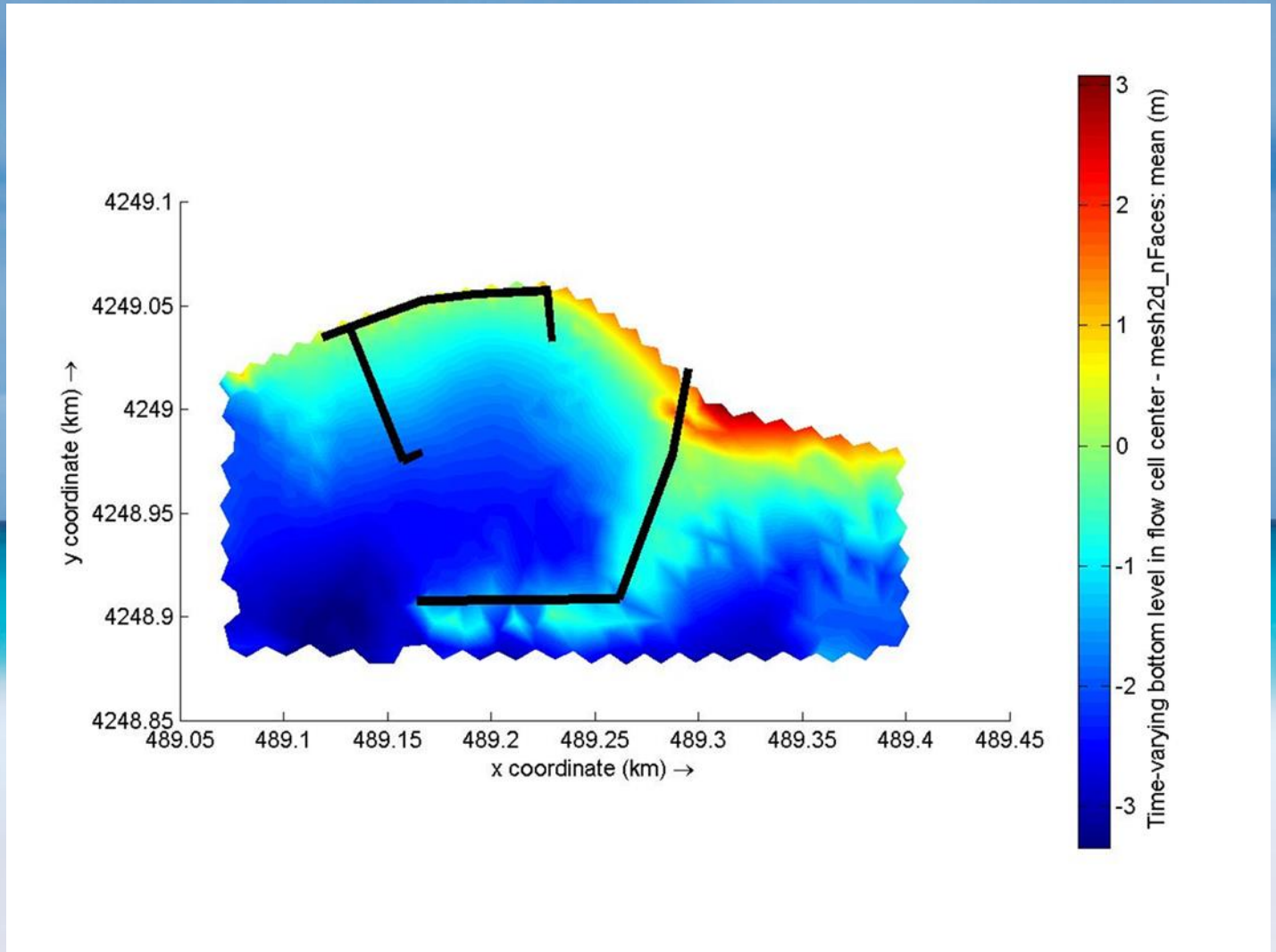
Ανεμολογικά δεδομένα από τον ανεμολογικό σταθμό Χαλκίδας χρησιμοποιήθηκαν:
Για την εξαγωγή κυματικών δεδομένων μέσω JONSWAP

ΝΑ: H_s=1,20 m T= 3,86 sec Lo = 25,53 m

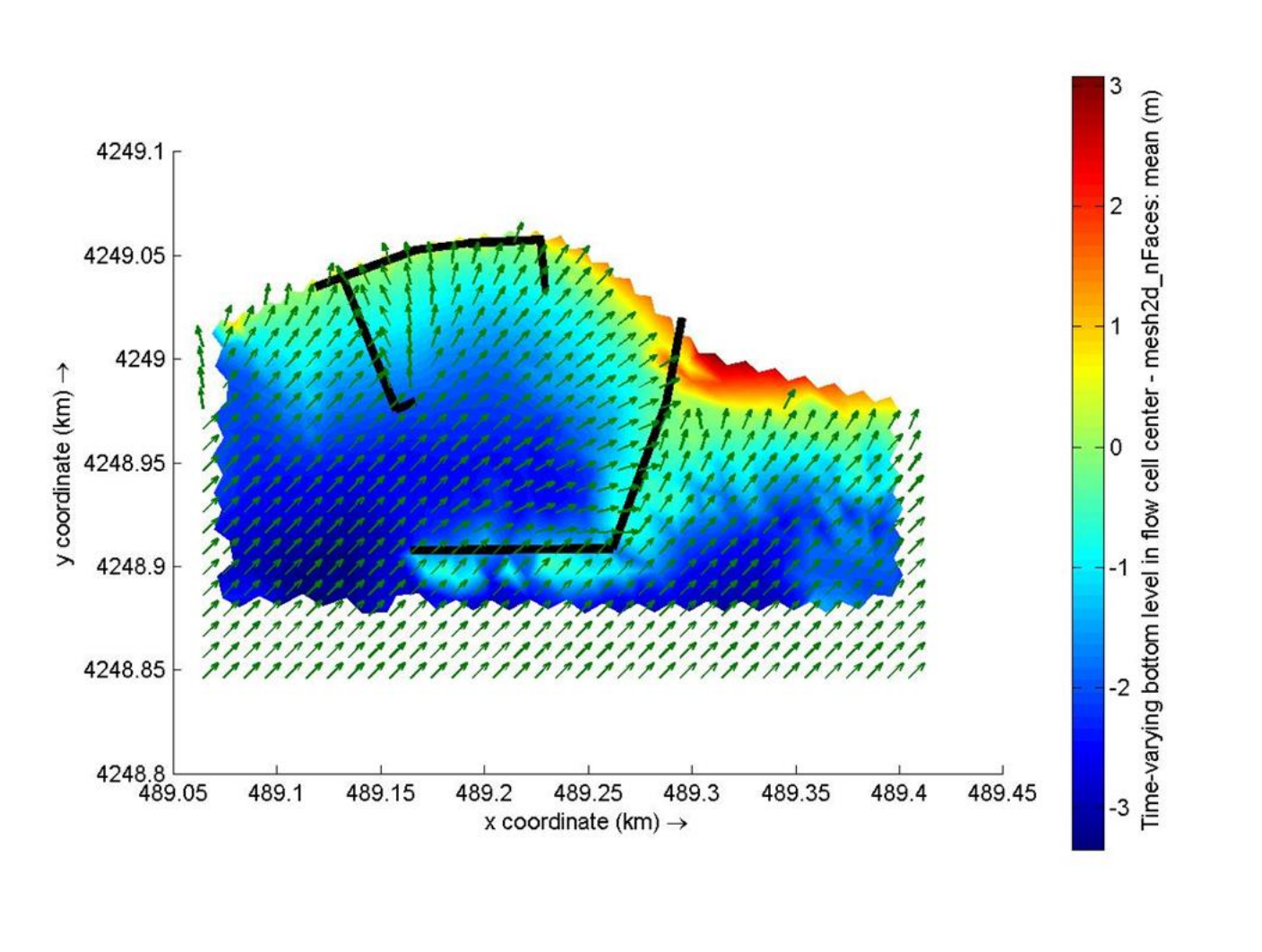
N: H_s=0,38 m T= 2,56 sec Lo = 10,27 m

ΝΔ: H_s=0,57 m T= 2,93 sec Lo = 2,14 m

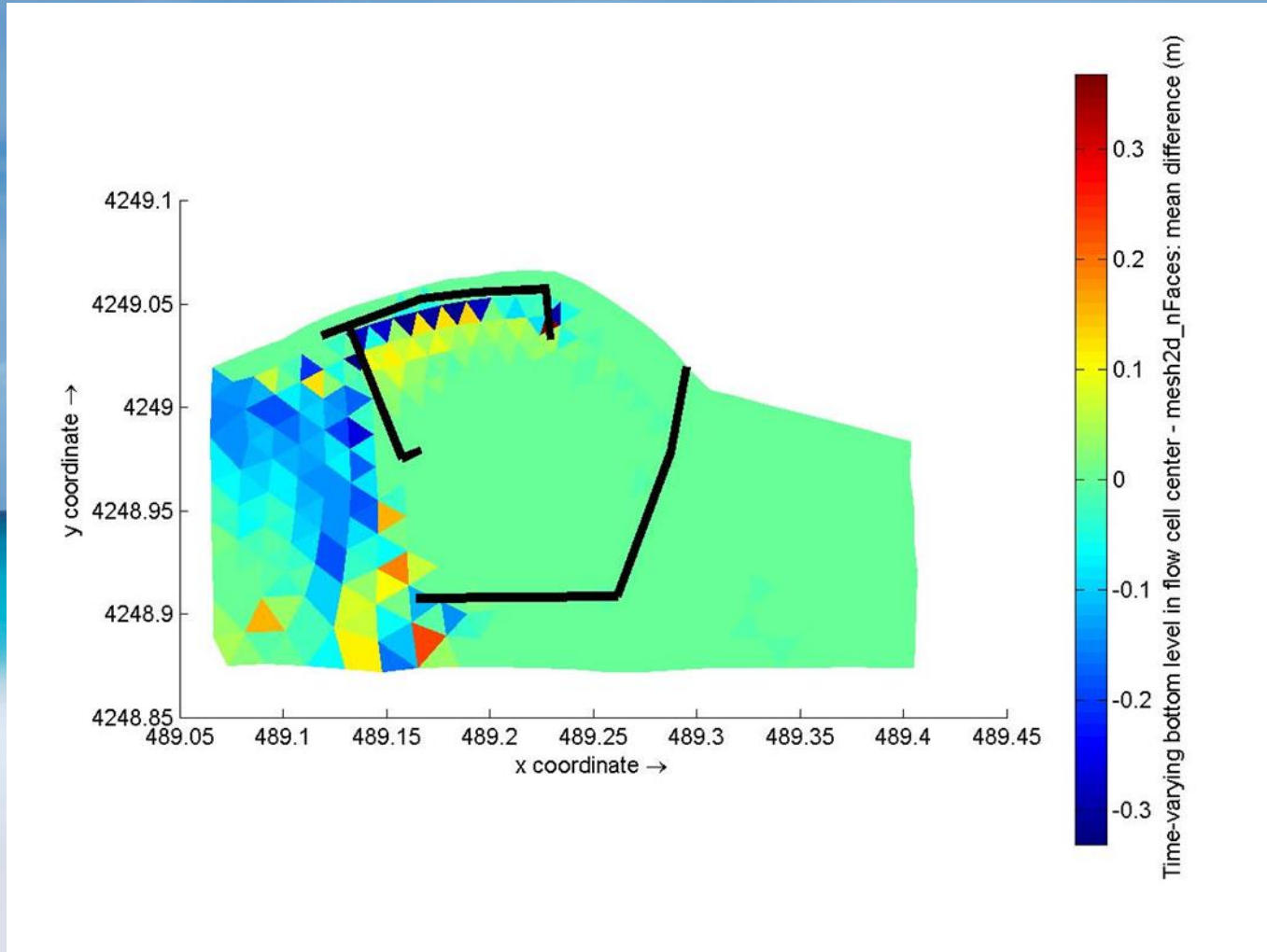
Εφαρμογή του DELFT-3D Flexible Mesh Suite (δεδομένα εισαγωγής)



Εφαρμογή του DELFT-3D Flexible Mesh Suite (αποτελέσματα υπολογισμού κυματικής διαδόσεως)

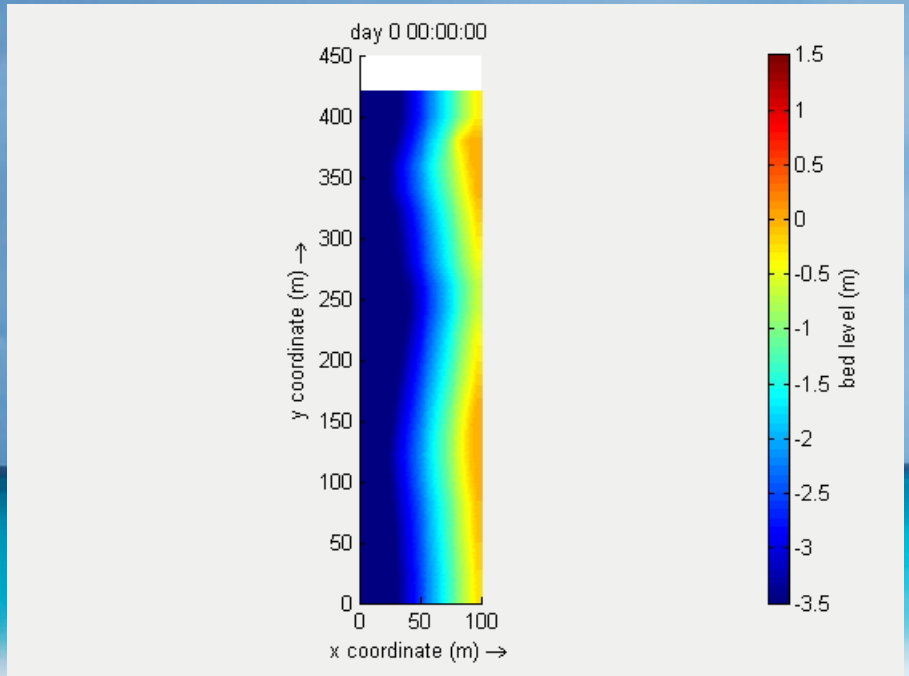


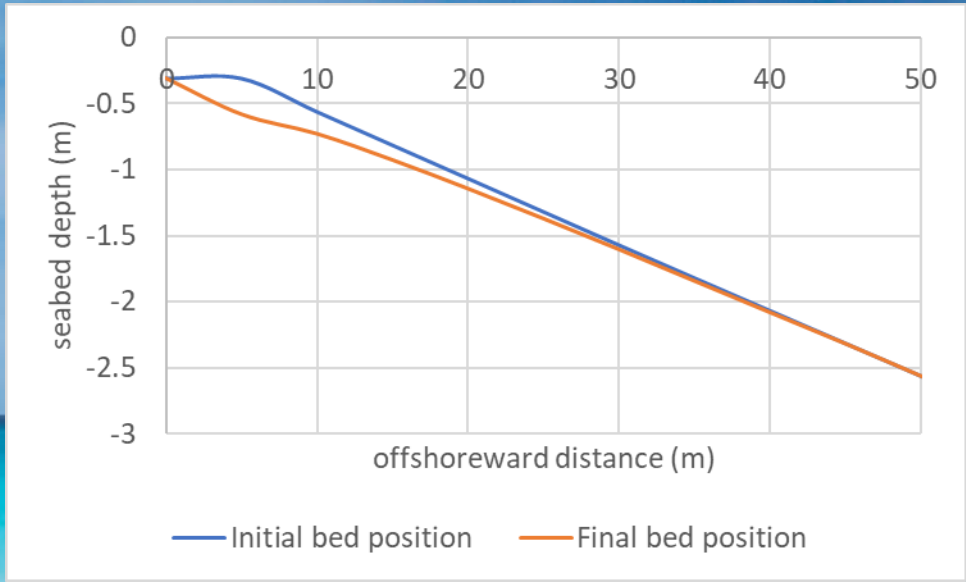
Εφαρμογή του DELFT-3D Flexible Mesh Suite (αποτελέσματα μορφοδυναμικής εξελίξεως)



Εφαρμογή του XBeach (εγκάρσιες διατομές πυθμένα)

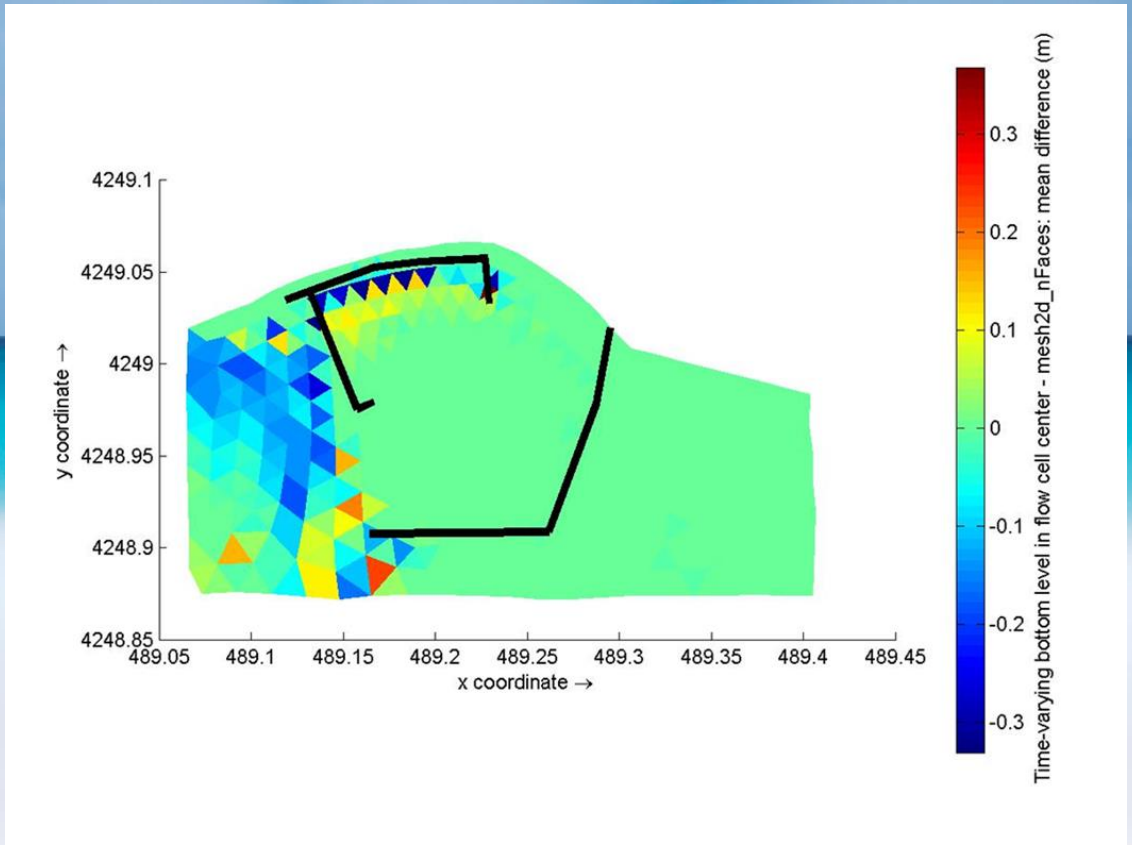
NA: H_s=1,20 m T= 3,86 sec Lo = 25,53 m





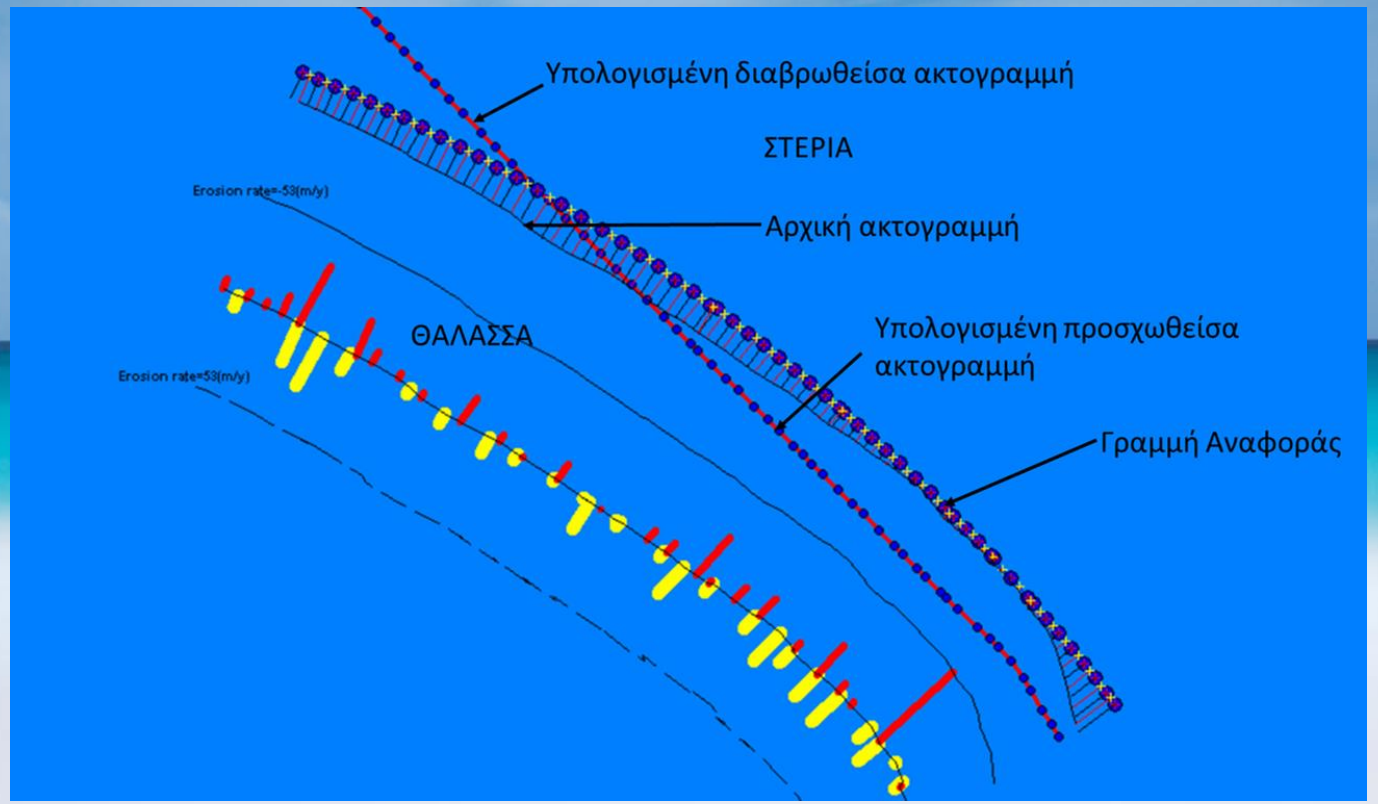
Συμπεράσματα:

Η προσομοίωση της Αμαρύνθου με το DELFT-3D κατέδειξε ότι η αναβάθμιση του αλιευτικού καταφυγίου δεν θα έχει αρνητικές συνέπειες στη μορφοδυναμική εξέλιξη του πυθμένα:



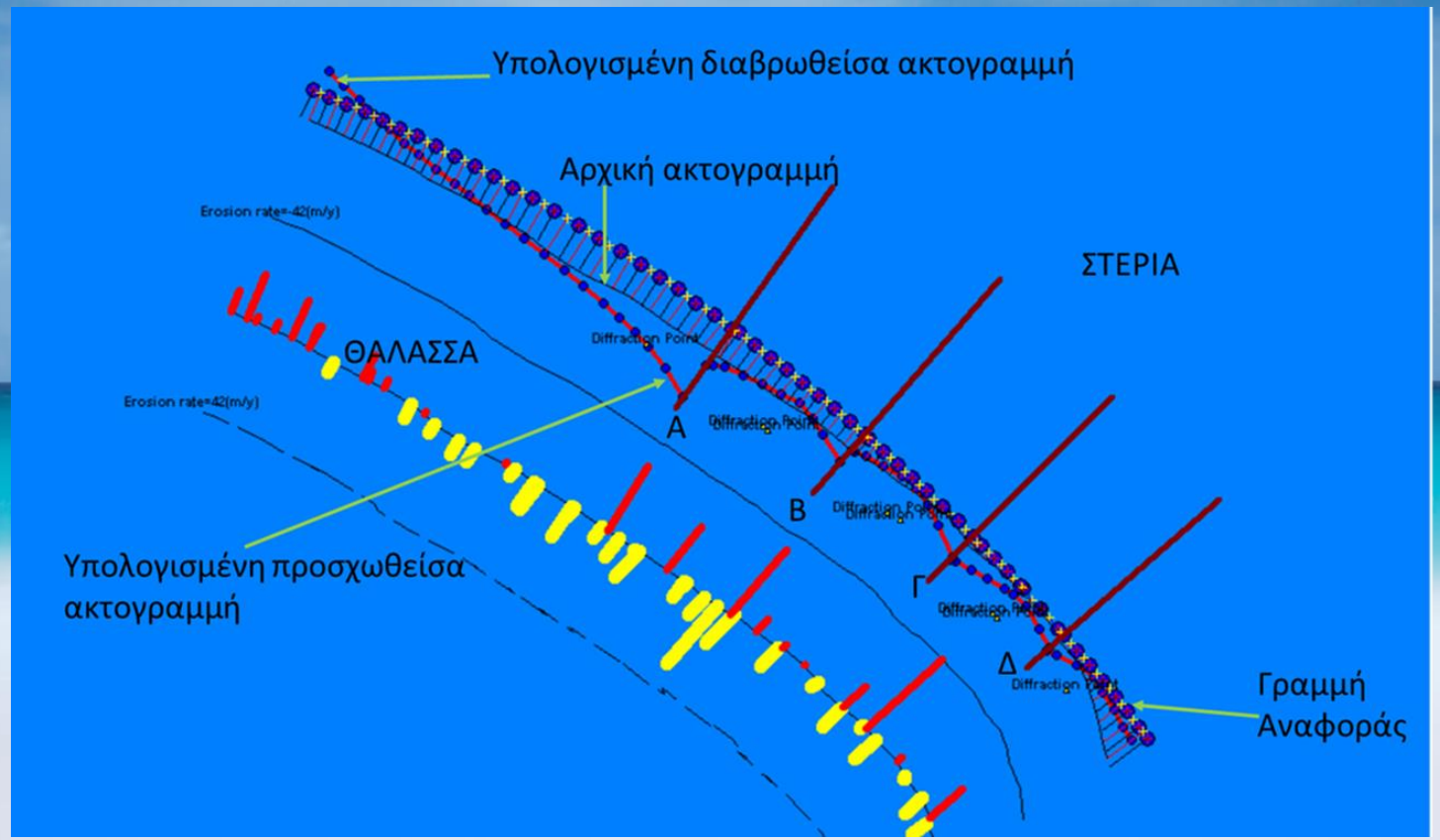
Συμπεράσματα:

Η προσομοίωση της ακτής Μενιδίου με το UNIBEST έδειξε ότι τα κύματα που έρχονται από Δ δημιουργούν ένα ρεύμα στερεομεταφοράς προς την ΝΑ πλευρά όπου βρίσκεται ο λιμένας



Συμπεράσματα:

Παρόλα αυτά η κατασκευή 4 αμμοκρατών προστατεύει την παραλία από τη διάβρωση:



Σας ευχαριστώ!