

# Παράκτιοι Κίνδυνοι - Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παράκτιας Ζώνης

**Μελλοντική άνοδος στάθμης θάλασσας**

Πρόβλημα καθορισμού του επιπέδου της Θαλάσσιας στάθμης.....

**Η στάθμη της θάλασσας δεν ήταν ποτέ στην ίδια θέση..... Υπάρχουν ενδείξεις που το υποστηρίζουν:**



**Μάνη**



**Κεφαλονιά**

**Η στάθμη της θάλασσας δεν ήταν ποτέ στην ίδια θέση..... Υπάρχουν ενδείξεις που το υποστηρίζουν:**



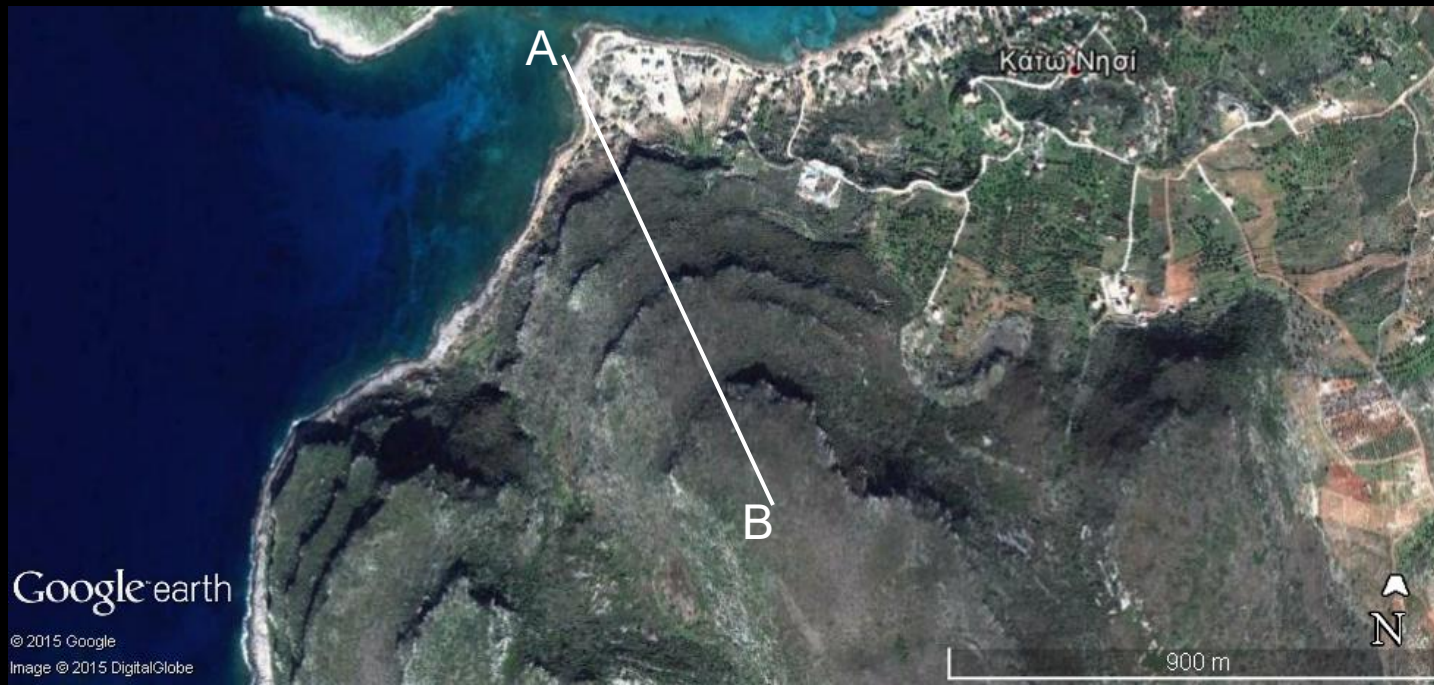
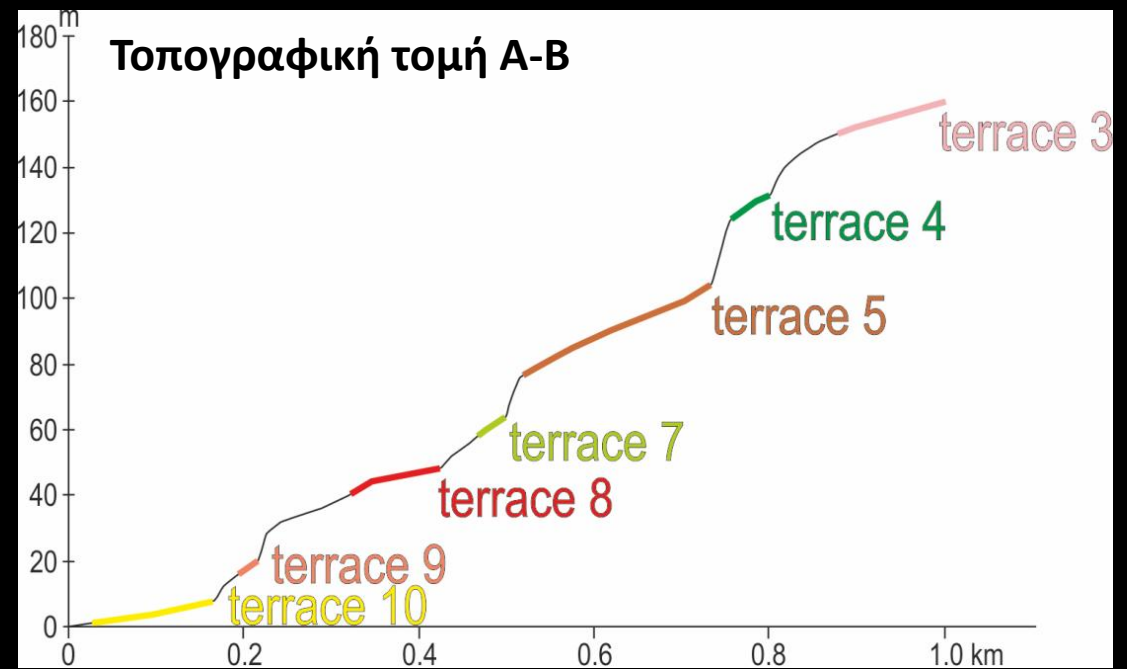
**Νεάπολη Λακωνίας**



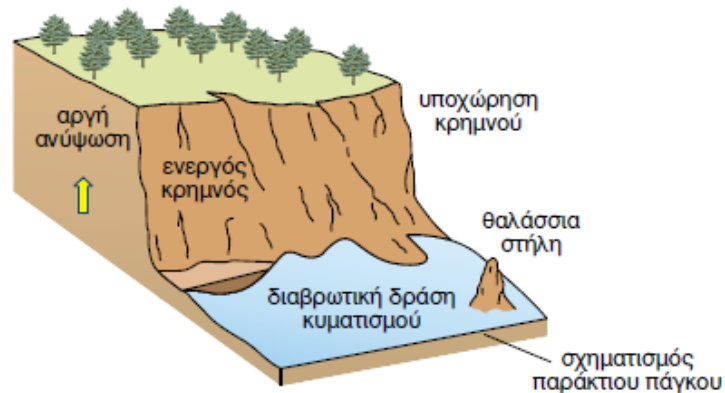
**Περιοχή Ακρωτηρίου Μαλέα**



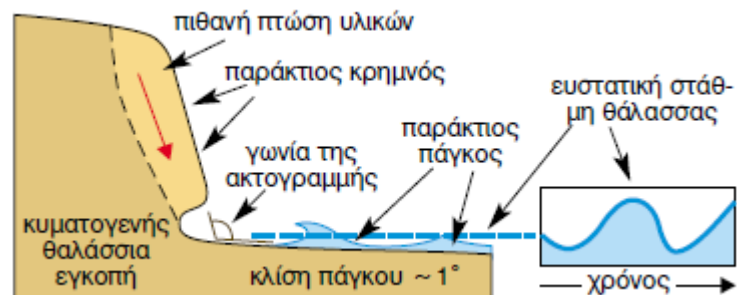
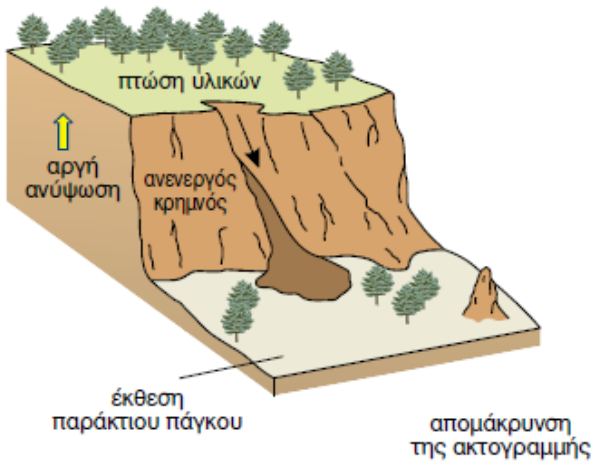
Ελαφόνησος



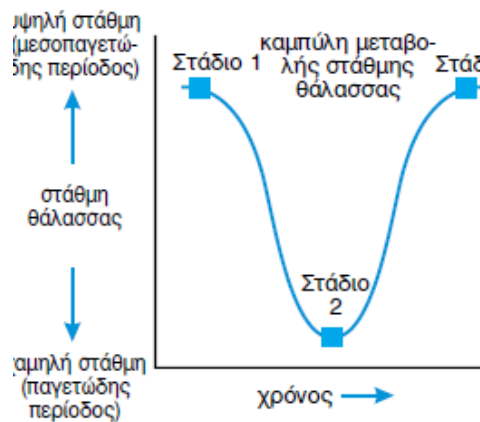
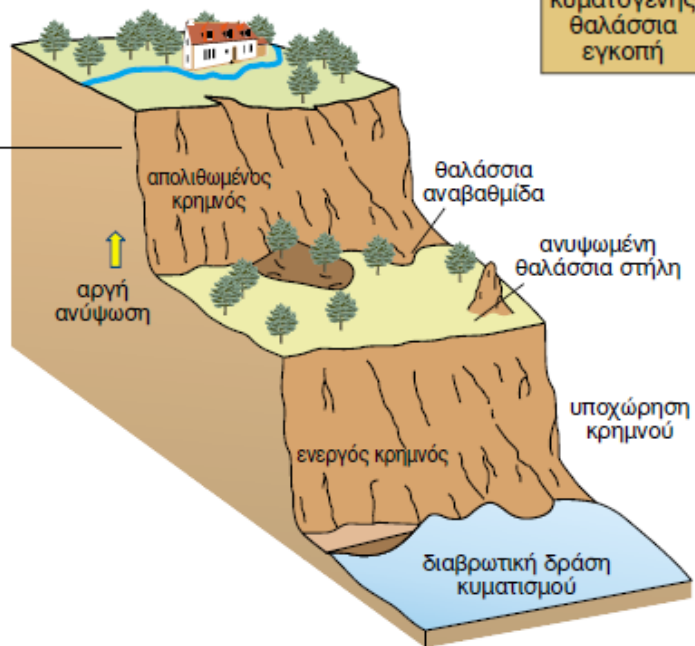
Στάδιο (1) περίοδος υψηλής στάθμης θάλασσας



Στάδιο (2) πτώση στάθμης



Στάδιο (3) περίοδος υψηλής στάθμης θάλασσας



Εγκοπή σε ύψος 70 cm  
από το σεισμό της Κεφαλονιάς



Εγκοπές στο Ηραίο  
Χερσόνησος Περαχώρας



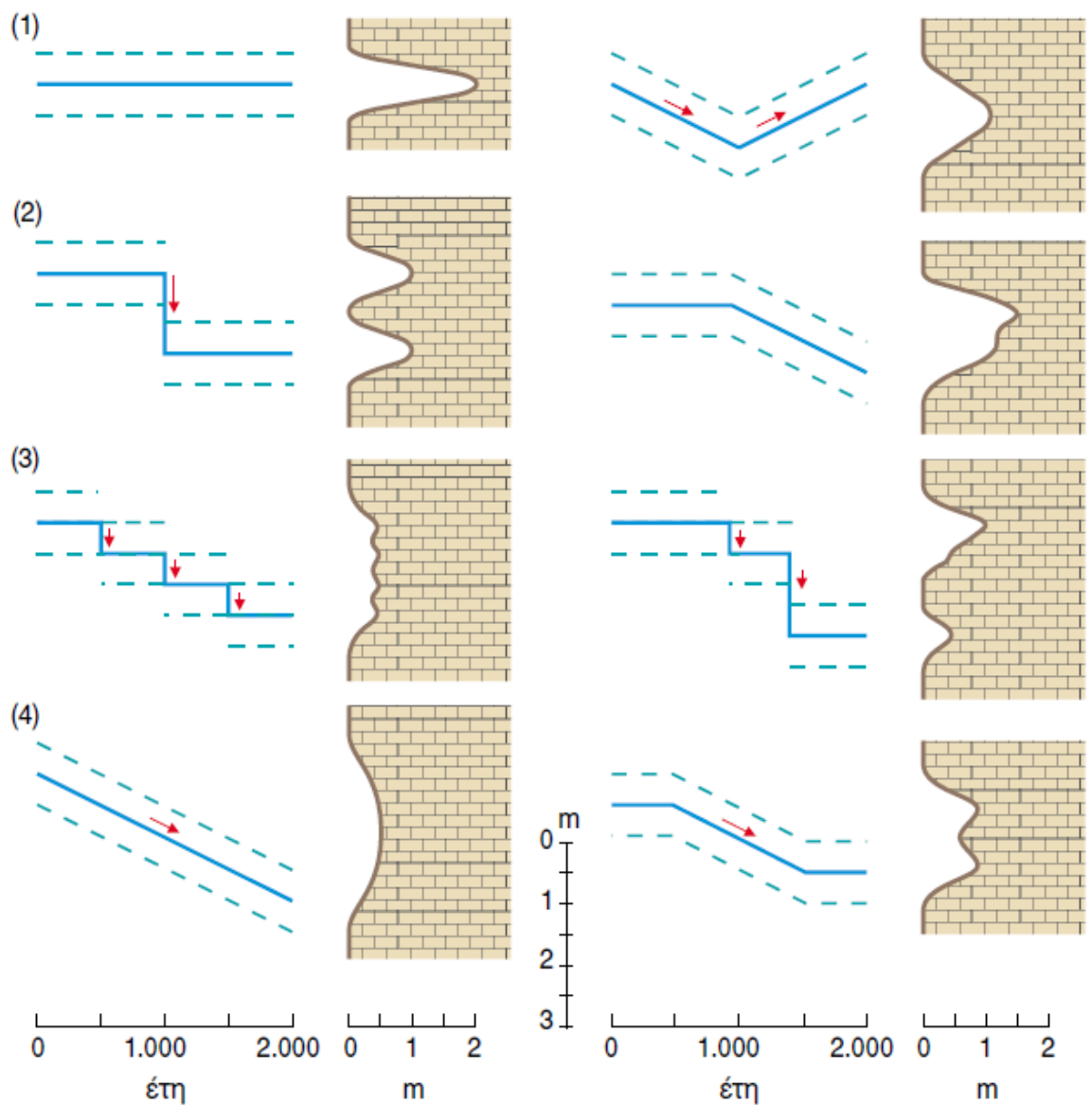
Κεφαλονιά



(α)

Κορινθιακός κόλπος





**Σχήμα 7.11** Μορφολογικά χαρακτηριστικά των προφίλ θαλάσσιων εγκοπών, σε προφυλαγμένα από τον κυματισμό περιβάλλοντα, τα οποία έχουν προκύψει από μεταβολές στάθμης θάλασσας που πραγματοποιήθηκαν με διαφορετικούς ρυθμούς και σε διάφορα στάδια. (τροποποιημένο από Pirazzoli, 2005)

# Ενδείξεις μεταβολών της θαλάσσιας στάθμης

Γεωμορφές απόθεσης (π.χ. ανυψωμένα δελταϊκά ριπίδια)



Ανυψωμενες αποθέσεις (ιζήματα) δελταϊκού ριπιδίου στην Βόρεια Πελοπόννησο

Κορινθιακός κόλπος



Κορινθιακός κόλπος



Κορινθιακός κόλπος



# Αίτια μεταβολής θαλάσσιας στάθμης

Ευστατισμός (παγκόσμιο αίτιο)

Ισοστασία (τοπικό αίτιο)

Τεκτονισμός (τοπικό αίτιο)

## Τεκτονικά αίτια μεταβολής στάθμης θάλασσας



(α)



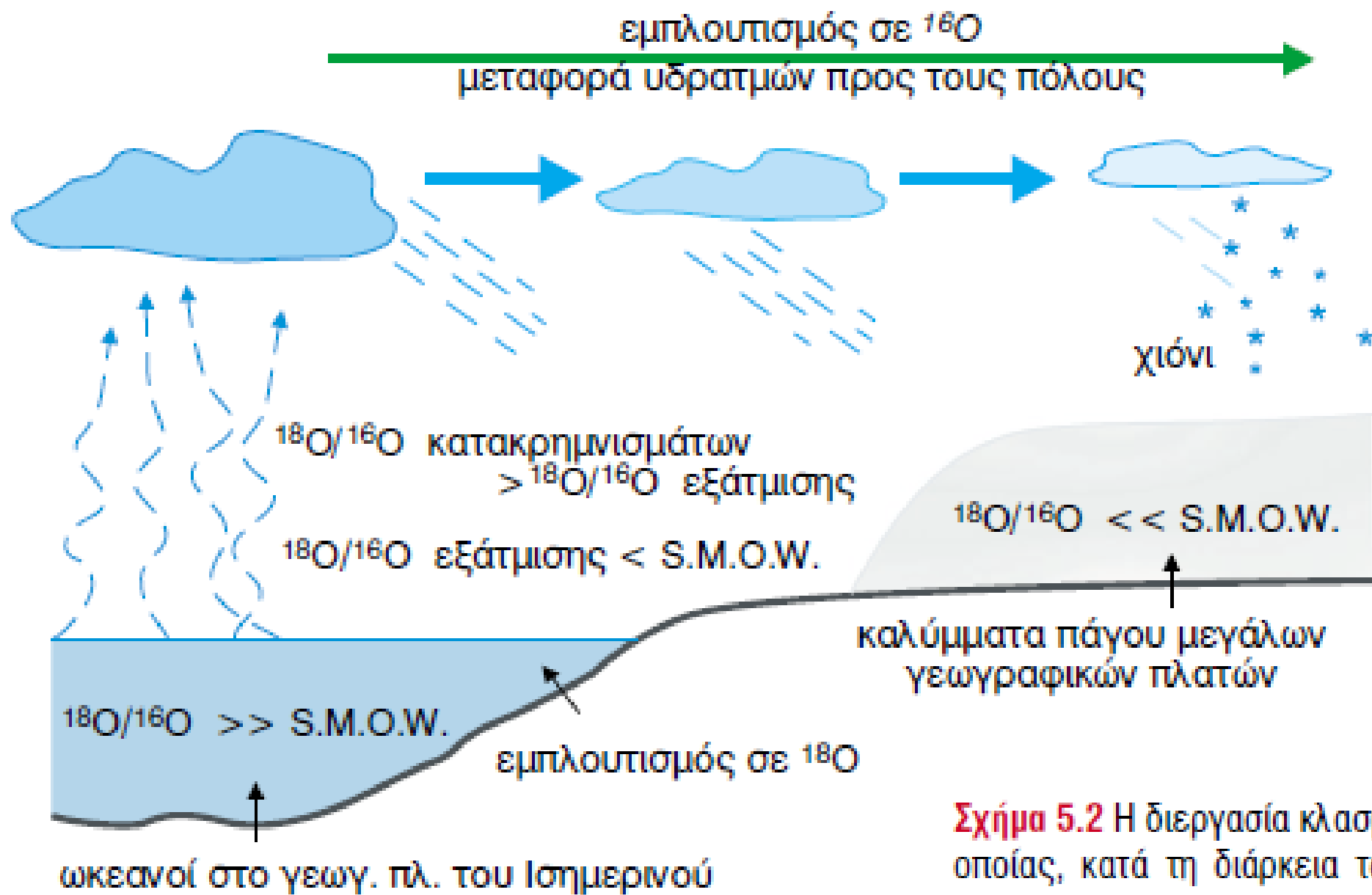
(β)

**Φωτο 5.1** Το ξενοδοχείο Limon στην Costa Rica (α) πριν και (β) μετά από μια σεισμική δόνηση μεγάλης έντασης. Ο σεισμός είχε σαν αποτέλεσμα την κατά 2 m τεκτονική ανύψωση της κοραλλιογενούς ακτής πάνω στην οποία ήταν θεμελιωμένο το ξενοδοχείο. (φωτογραφίες: Richard Kesel)

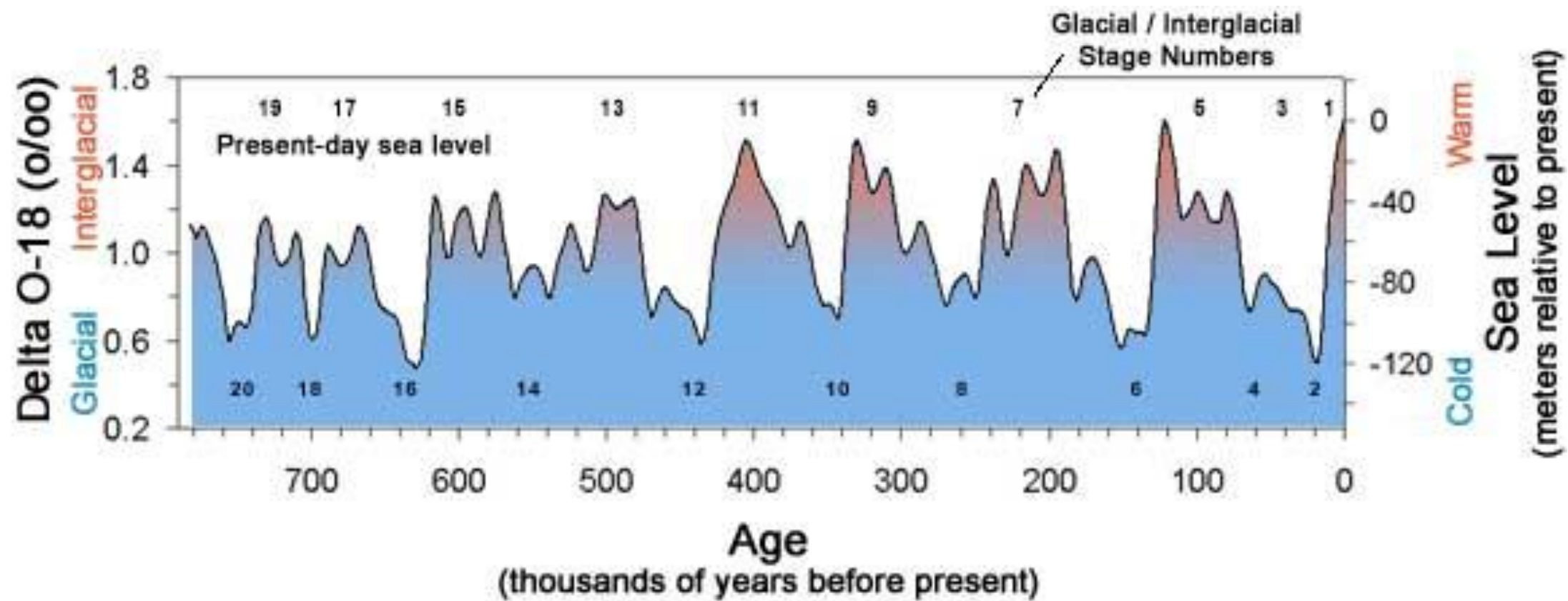
**1η κίνηση:** Η κλόνηση τής γης, κατά την οποία ο άξονάς της διαγράφει σε κάτοψη έναν κύκλο με περίοδο **19.000** ως **23.000** έτη. Οφείλεται στη βαρυτική έλξη τού Ηλίου και τής Σελήνης, πάνω στο ισημερινό εξόγκωμα τής γης. Δεν επηρεάζει σημαντικά τις εποχιακές εναλλαγές σε διάστημα ενός αιώνα, όμως γίνεται σημαντική επιρροή, σε διάστημα χιλιάδων ετών.

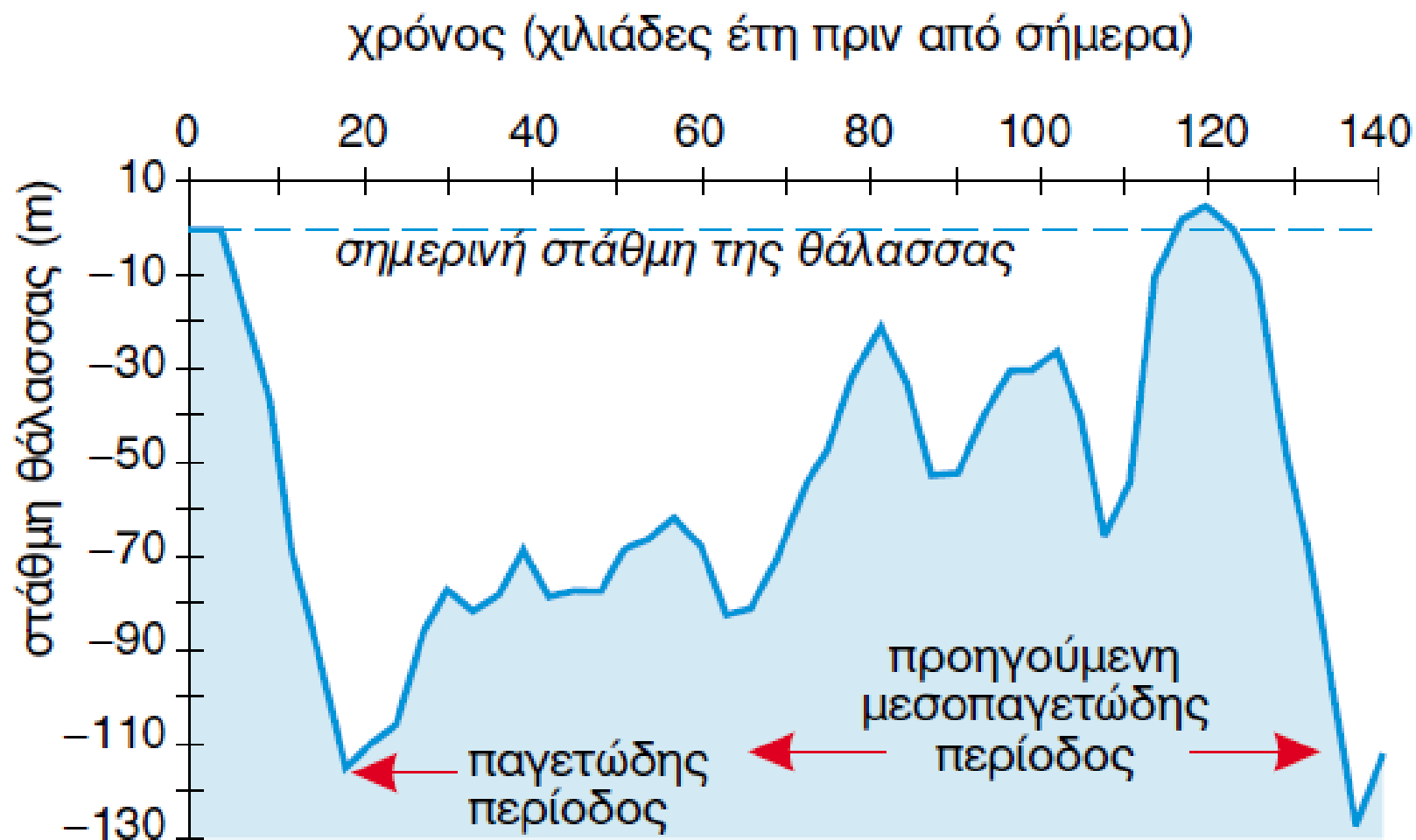
**2η κίνηση:** Μεταβολή τής κλίσης τού γήινου άξονα. Η γωνία μεταξύ τού άξονα τής γης και τής κάθετης στο επίπεδο τής γήινης τροχιάς, (επίπεδο τής εκλειπτικής), μειώνεται ελαφρά και στη συνέχεια αυξάνει σε διάστημα **41.000** ετών. Η διαφορά μεταξύ των δύο ακραίων θέσεων, είναι μόνο 3 μοίρες περίπου, (από 21,8 ως 24,4 μοίρες), αρκεί όμως για να μεταβάλει το ποσό τής ηλιακής ενεργείας που φτάνει σε τμήματα τής γήινης επιφανείας. Σήμερα βρισκόμαστε στο μέσο περίπου, (23,4), και ελαττώνεται, γι' αυτό έχουμε μικρότερες διαφορές μεταξύ Χειμώνα και Θέρους.

**3η κίνηση:** Κάθε **100.000** χρόνια, η τροχιά τής γης γύρω από τον Ήλιο, μεταβάλλεται από ελλειπτική σε σχεδόν κυκλική, και στη συνέχεια ξαναγίνεται ελλειπτική, λόγω των επιρροών των γύρω πλανητών. Η διαφορά σήμερα είναι περίπου 3.000.000 έτη περίπου, ενώ στο παρελθόν ήταν μεγαλύτερη. Όταν η τροχιά είναι κυκλική, η γη δέχεται όλες τις μέρες τού έτους το ίδιο ποσό ηλιακής θερμότητας. Όταν όμως είναι ελλειπτική, κάποιες ημέρες τού έτους, ο πλανήτης δέχεται περισσότερη θερμότητα.

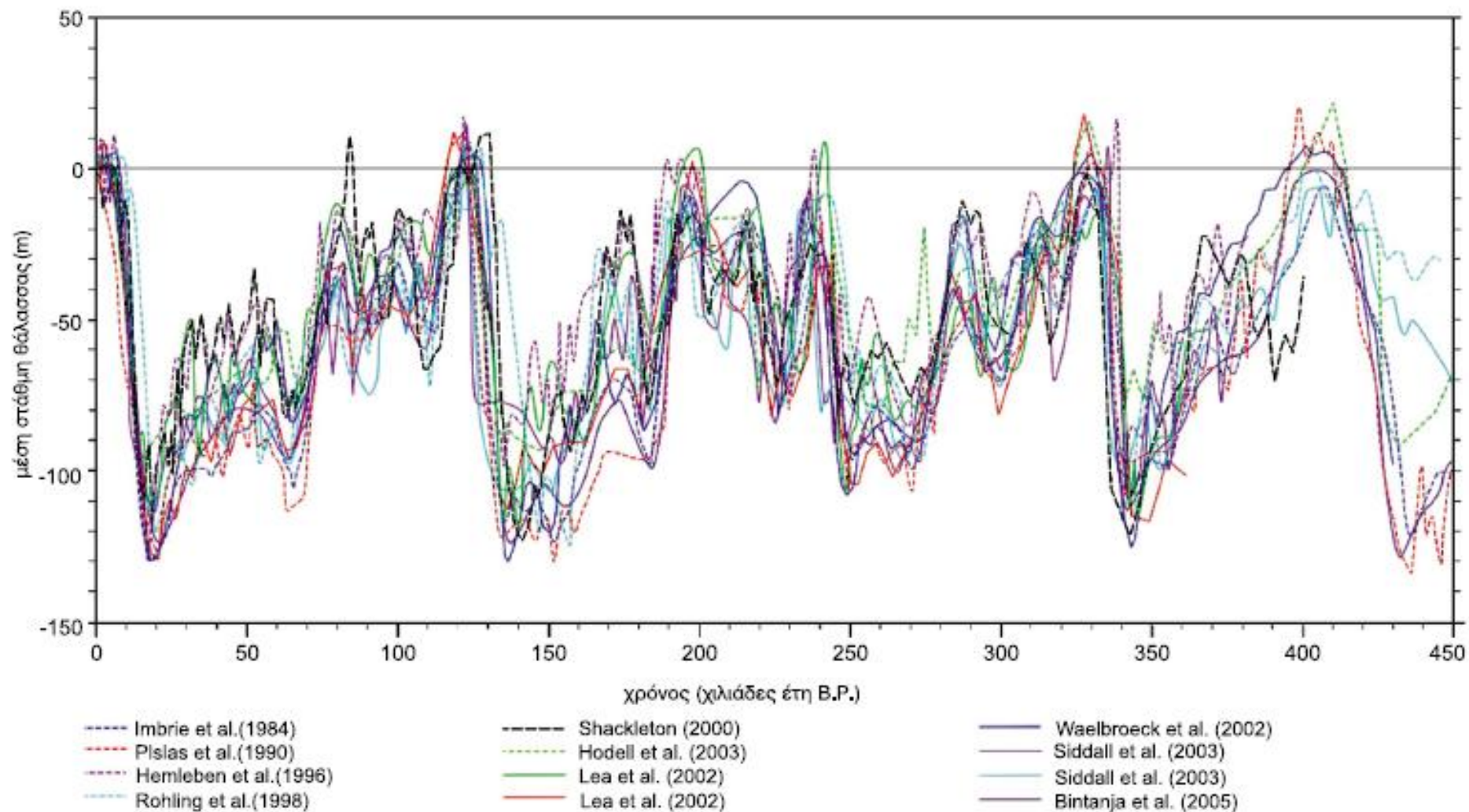


**Σχήμα 5.2** Η διεργασία κλασματοποίησης μέσω της οποίας, κατά τη διάρκεια των παγετωδών περιόδων, τα καλύμματα πάγου εμπλουτίζονται σε  $^{16}\text{O}$  ενώ το νερό των ωκεανών γίνεται πλουσιότερο στο ισότοπο  $^{18}\text{O}$ .



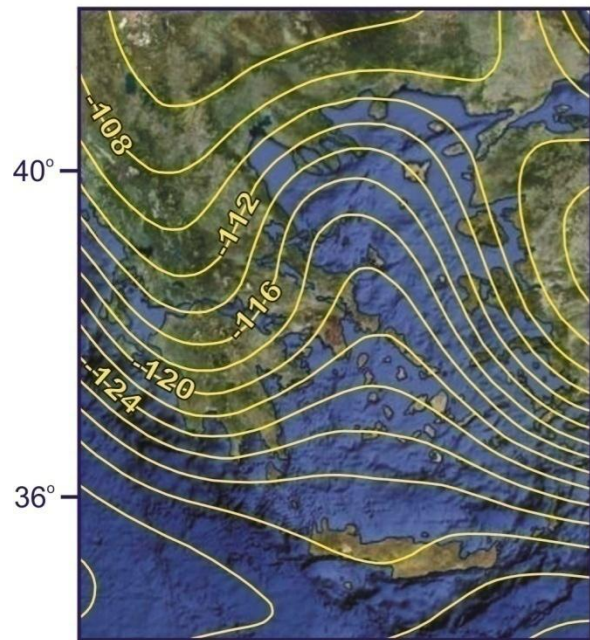


**Σχήμα 5.4** Διακυμάνσεις της στάθμης της θάλασσας βασισμένες κυρίως σε χρονολογημένες αναβαθμίδες στη χερσόνησο Huon, New Guinea. (τροποποιημένο από Chappell et al., 1996)



**Σχήμα 5.5** Δώδεκα καμπύλες μεταβολής της στάθμης θάλασσας σε συνάρτηση με το χρόνο για την περίοδο των τελευταίων 450 ka (χιλιάδων ετών) του χρονικού δηλαδή διαστήματος που περιλαμβάνει τους τέσσερις πρόσφατους κύκλους παγετωδών - μεσοπαγετωδών περιόδων. Αν και όλες οι καμπύλες μοιάζουν μεταξύ τους στη γενική τους μορφή, υπάρχουν σημαντικές διαφορές τόσο στο ύψος που έφτασε η στάθμη της θάλασσας, για κάθε μέγιστο κάθε αντίστοιχης περιόδου (μεσοπαγετωδούς ή παγετωδούς), όσο και στο χρόνο που το ύψος αυτό επετεύχθη. (πηγή: Caruto, 2007)

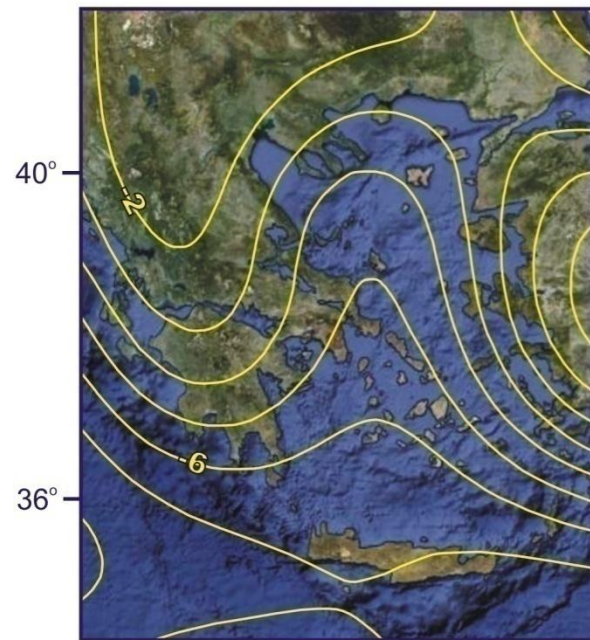
18000 BP



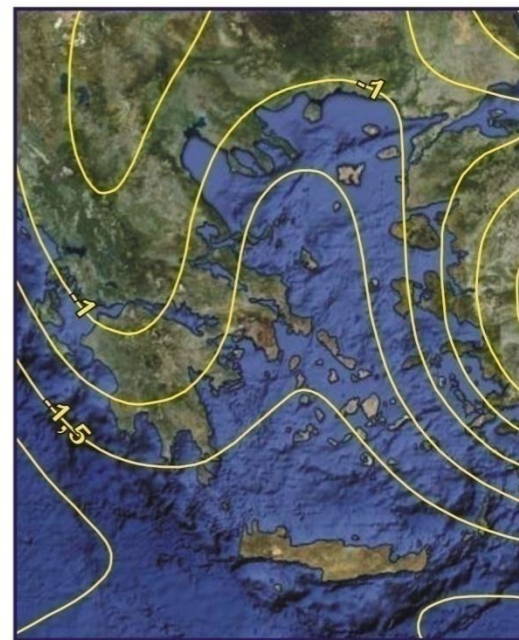
10000 BP



6000 BP



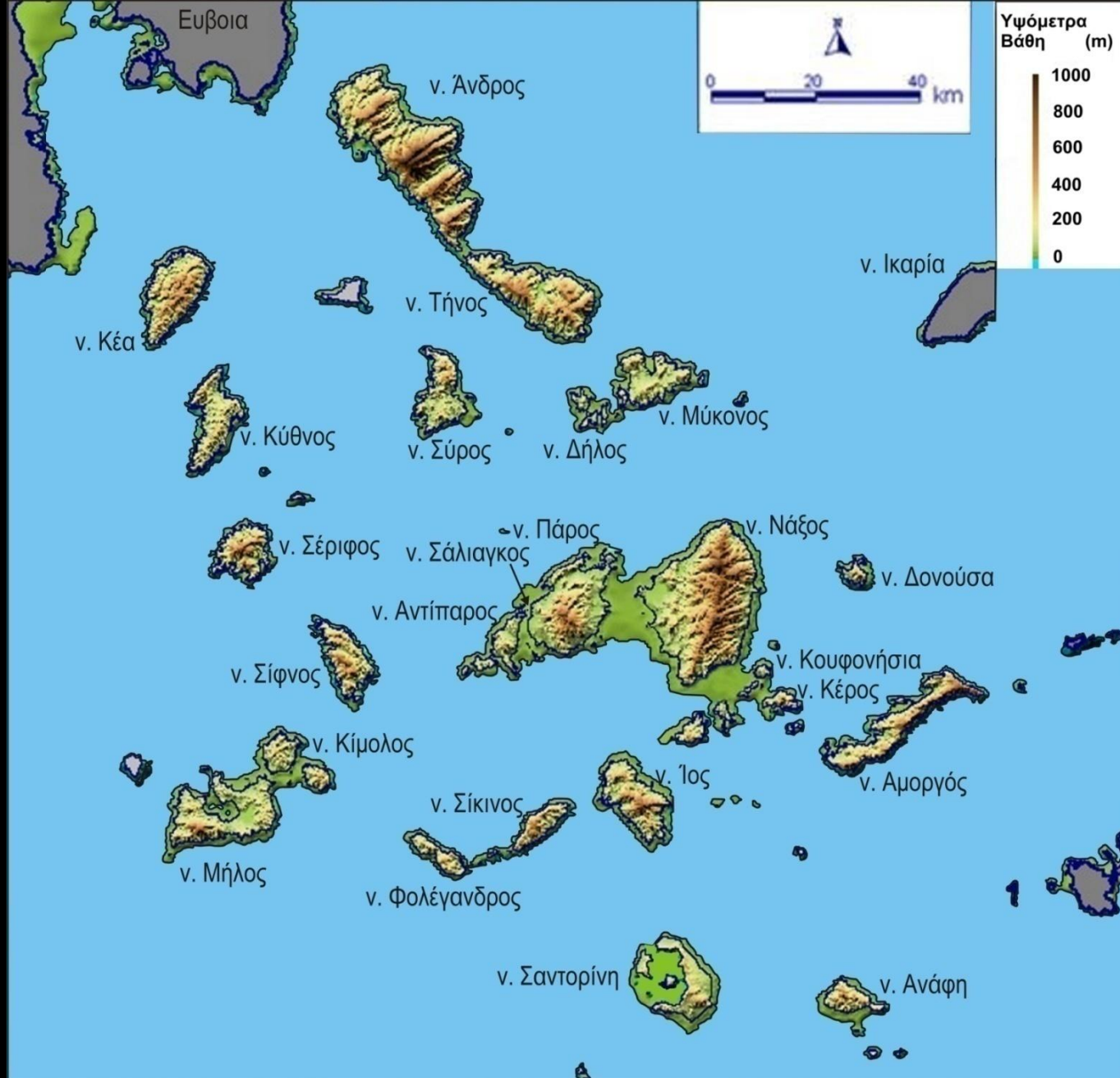
2000 BP



Η εξέλιξη της ανόδου της στάθμης της θάλασσας για την Ελλάδα από την τελευταία παγετώδη περίοδο μέχρι σήμερα σύμφωνα με τον K. Lambeck (1996)



**Η μορφολογία των Κυκλάδων 18000 έτη πριν κατά την μέγιστη ανάπτυξη των παγετώνων (τελευταία παγετώδης περίοδος)**

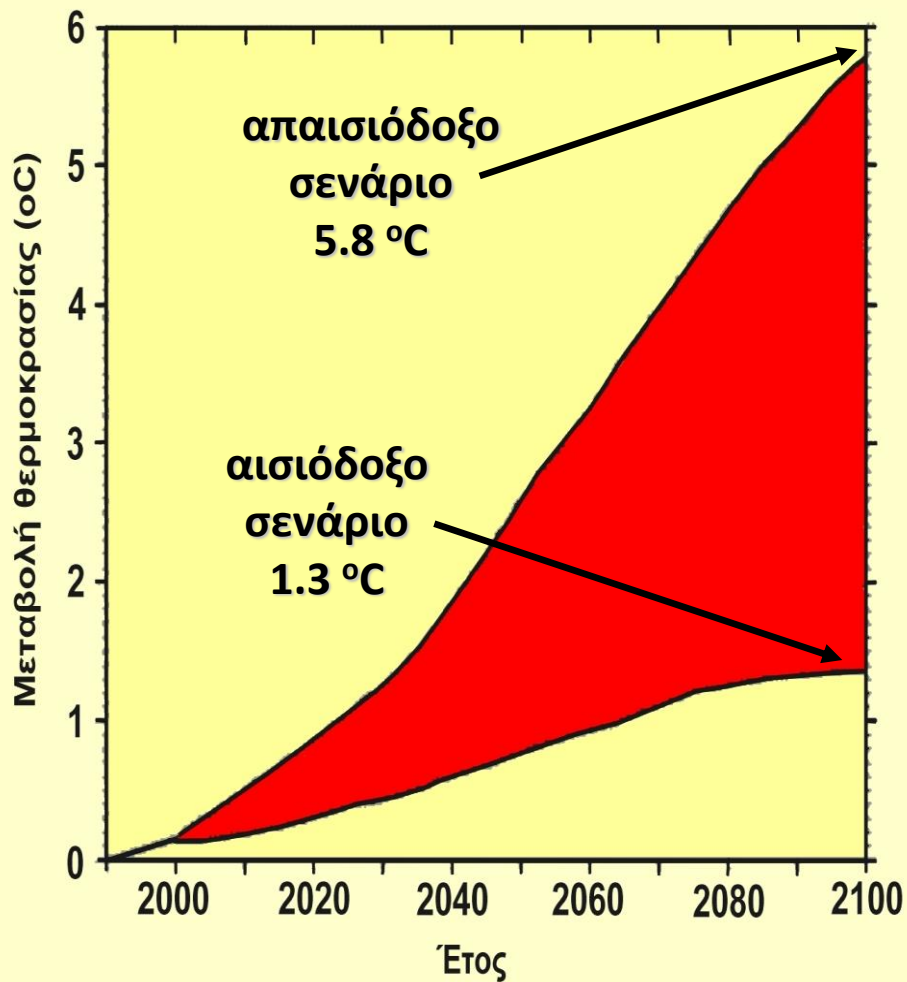


**Η μορφολογία των Κυκλάδων 10000 έτη πριν από σήμερα (αρχή της περιόδου του Ολόκαινου)**

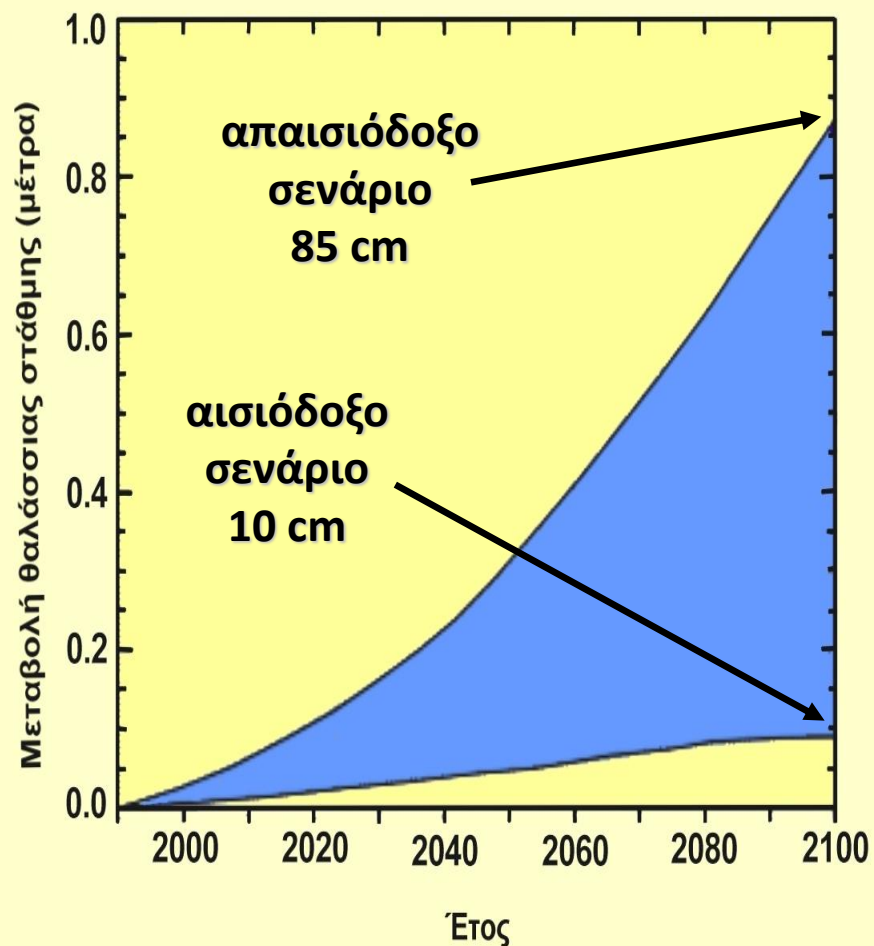
Ακτές  
Κιμώλου

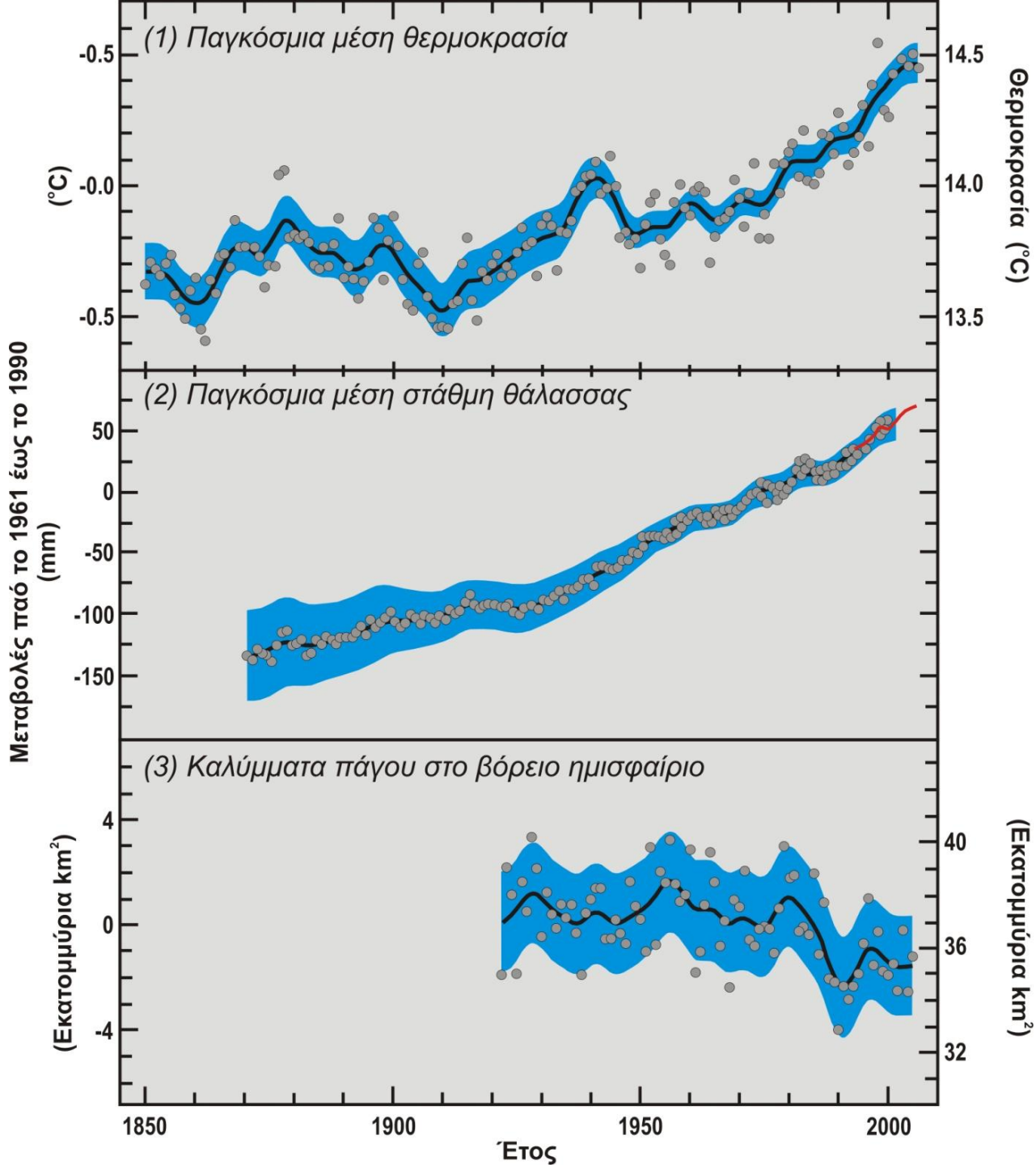


**Διάγραμμα προβλέψεων της παγκόσμιας μεταβολής της μέσης θερμοκρασίας του αέρα σύμφωνα με την πρόσφατη έκθεση της IPCC**



**Διάγραμμα προβλέψεων της παγκόσμιας μεταβολής της στάθμης της θάλασσας σύμφωνα με την έκθεση της IPCC του 2003**





Μεταβολές στη (1) μέση παγκόσμια θερμοκρασία επιφανείας του αέρα (2) μέση παγκόσμια στάθμη της θάλασσας και (3) παγοκάλυψη του βορείου ημισφαιρίου. Οι μεταβολές της στάθμης θάλασσας έχουν προκύψει από μετρήσεις παλιρροιογράφων (με μπλε χρώμα) ενώ οι πολύ πρόσφατες από δορυφορικά δεδομένα (κόκκινη γραμμή). Η παγοκάλυψη αφορά το διάστημα Μαρτίου-Απριλίου. (πηγή IPCC, 2007)

## Ενδείξεις ότι το Κλίμα Αλλάζει Άνοδος της Στάθμης της Θάλασσας

Η στάθμη της θάλασσας έχει ανέβει παγκοσμίως κατά περίπου 20 cm κατά τη διάρκεια του τελευταίου αιώνα.

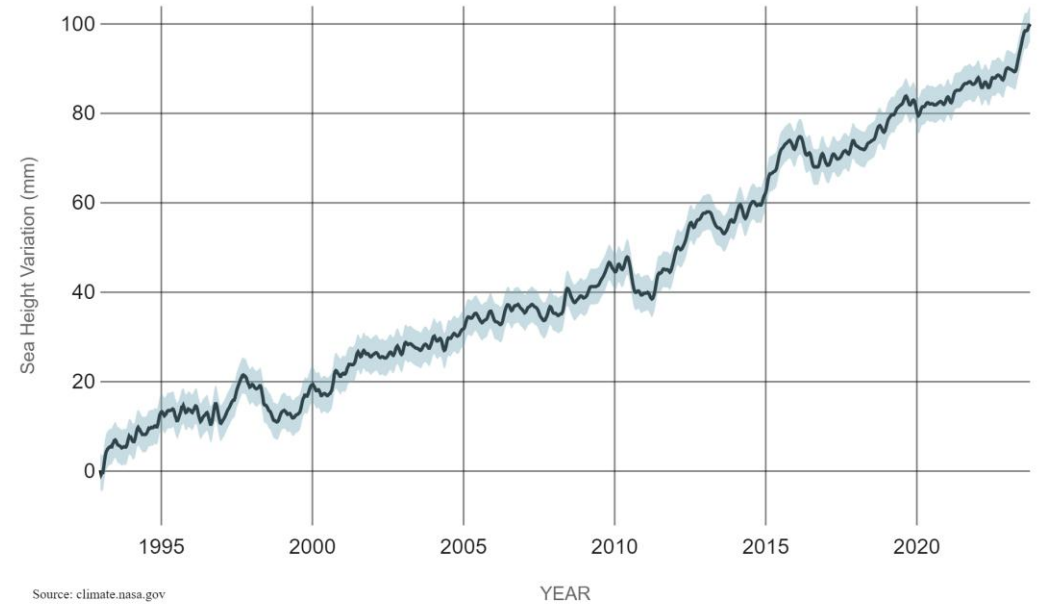
Ο ρυθμός της ανόδου αυτής κατά τις δύο τελευταίες δεκαετίες είναι περίπου διπλάσιος του τελευταίου αιώνα και επιταχύνεται ελαφρώς κάθε χρόνο.



# Ενδείξεις ότι το Κλίμα Αλλάζει

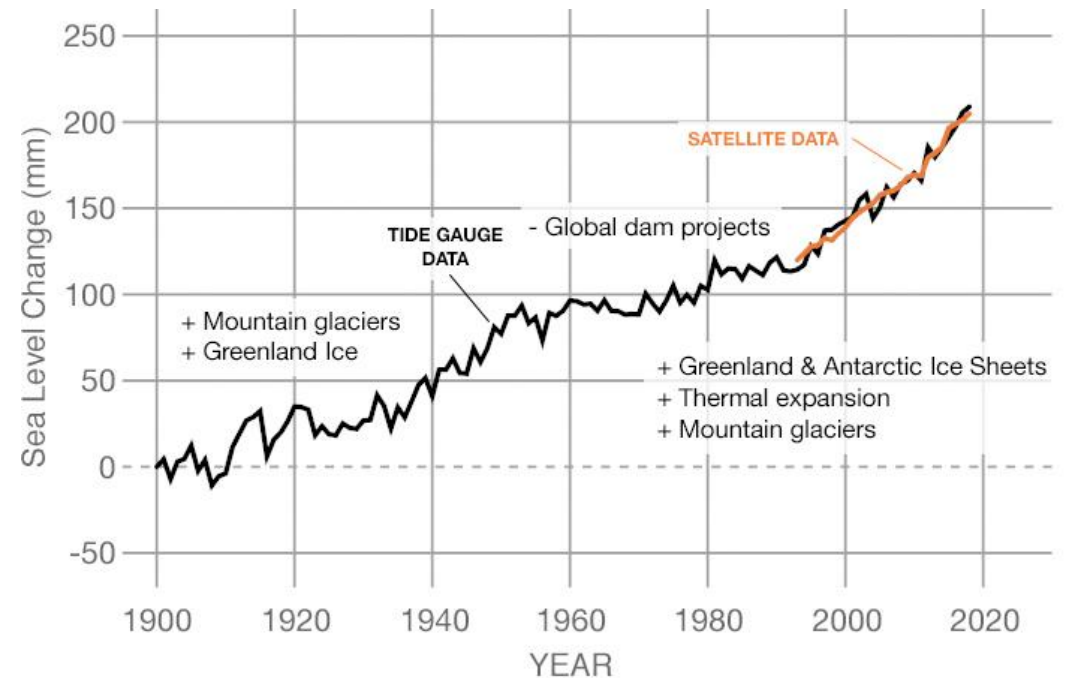
## Άνοδος της Στάθμης της Θάλασσας

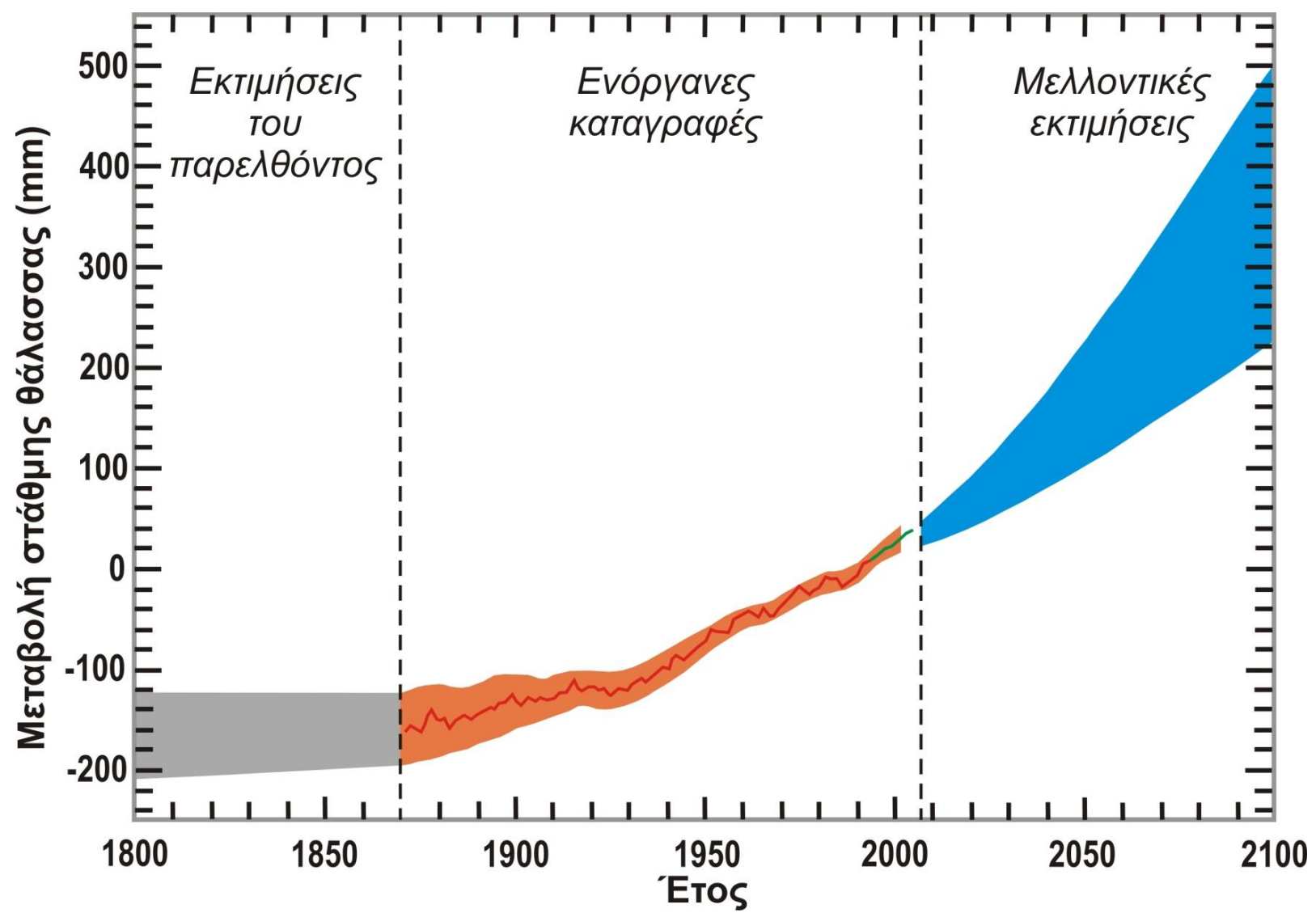
Μεταβολή της παγκόσμιας στάθμης θάλασσας από το 1993, όπως έχει προκύψει από δορυφορικές παρατηρήσεις.



Αλλαγές της στάθμης της θάλασσας από το 1900 έως το 2018. Το διάγραμμα αφορά μετρήσεις παλιροιογράφων και δορυφορικά δεδομένα.

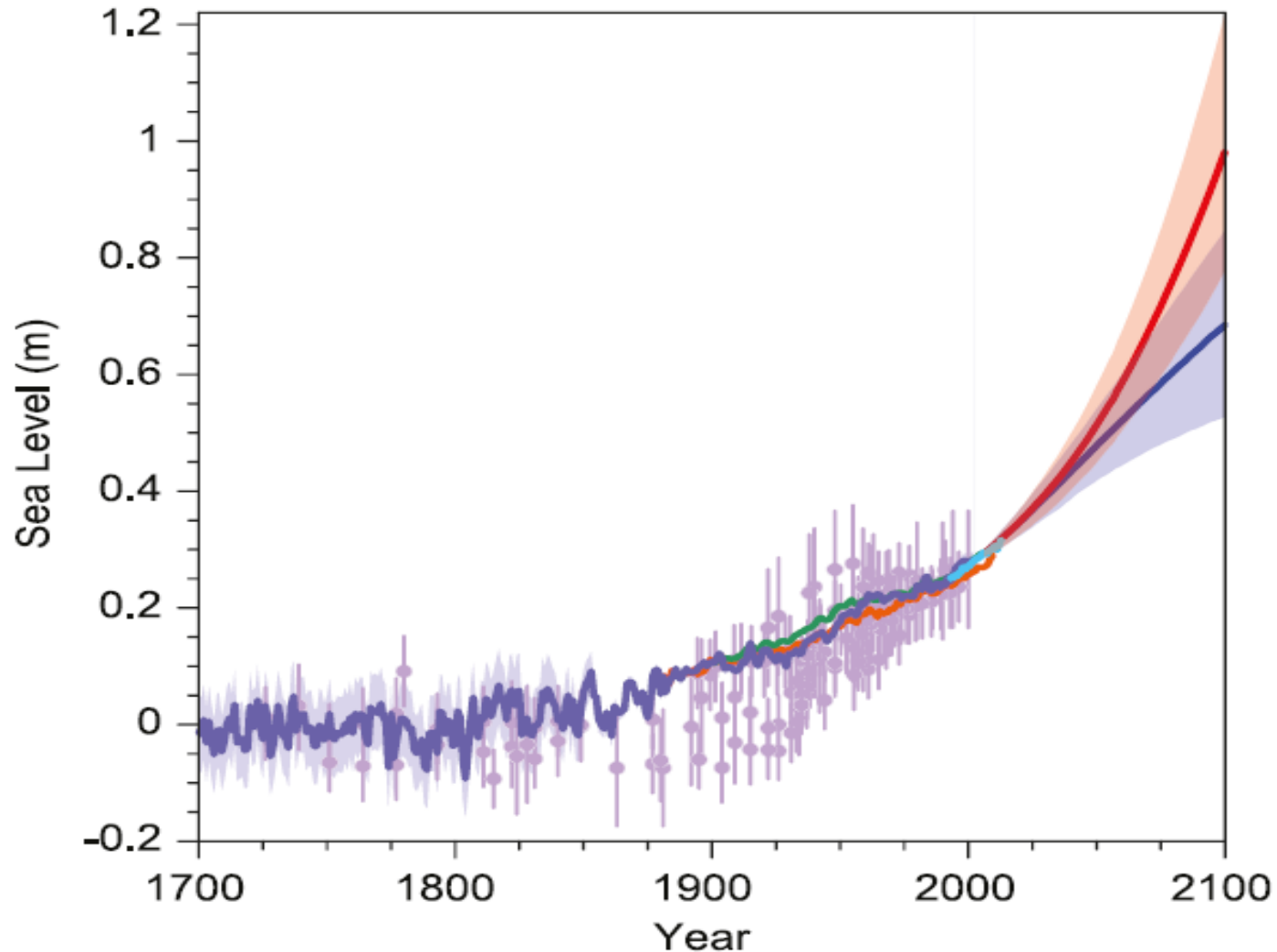
Με (+) σημειώνονται οι παράγοντες που συμβάλλουν στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας ενώ με (-) είναι οι παράγοντες που προκαλούν την πτώση της.





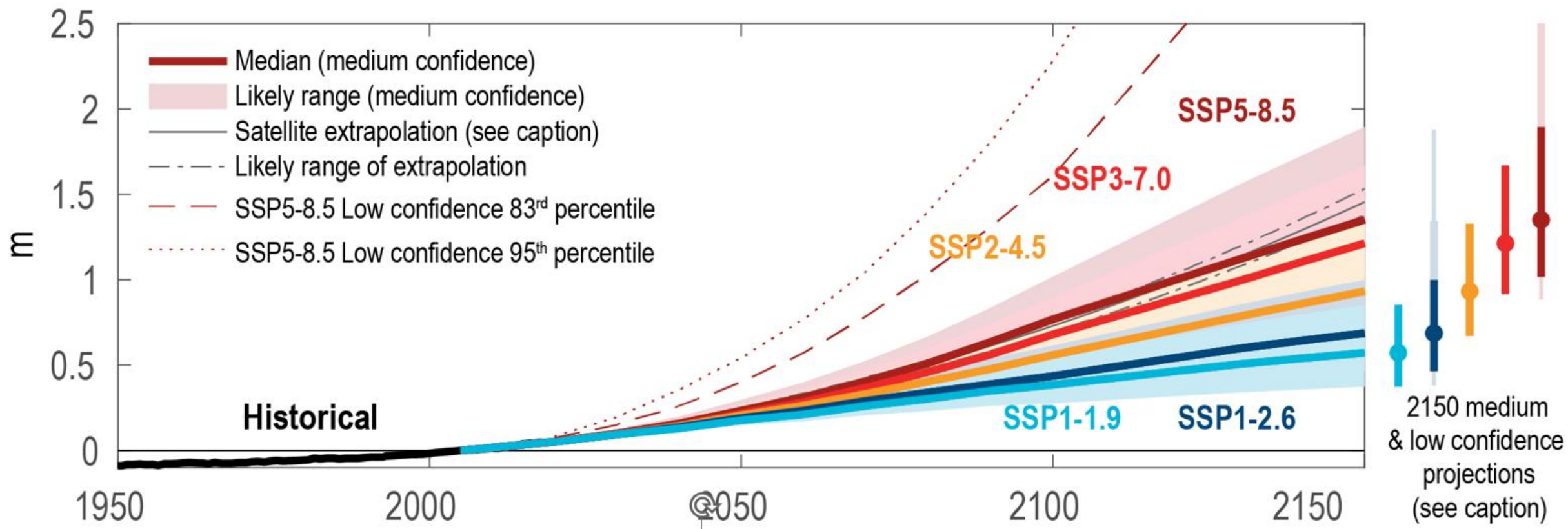
Εκτιμήσεις της μεταβολής της στάθμης της θάλασσας παγκοσμίως από το 1800 έως το έτος 2100 από την IPCC (2007).

## Μελλοντική μεταβολή στάθμης θάλασσας σύμφωνα με την IPCC



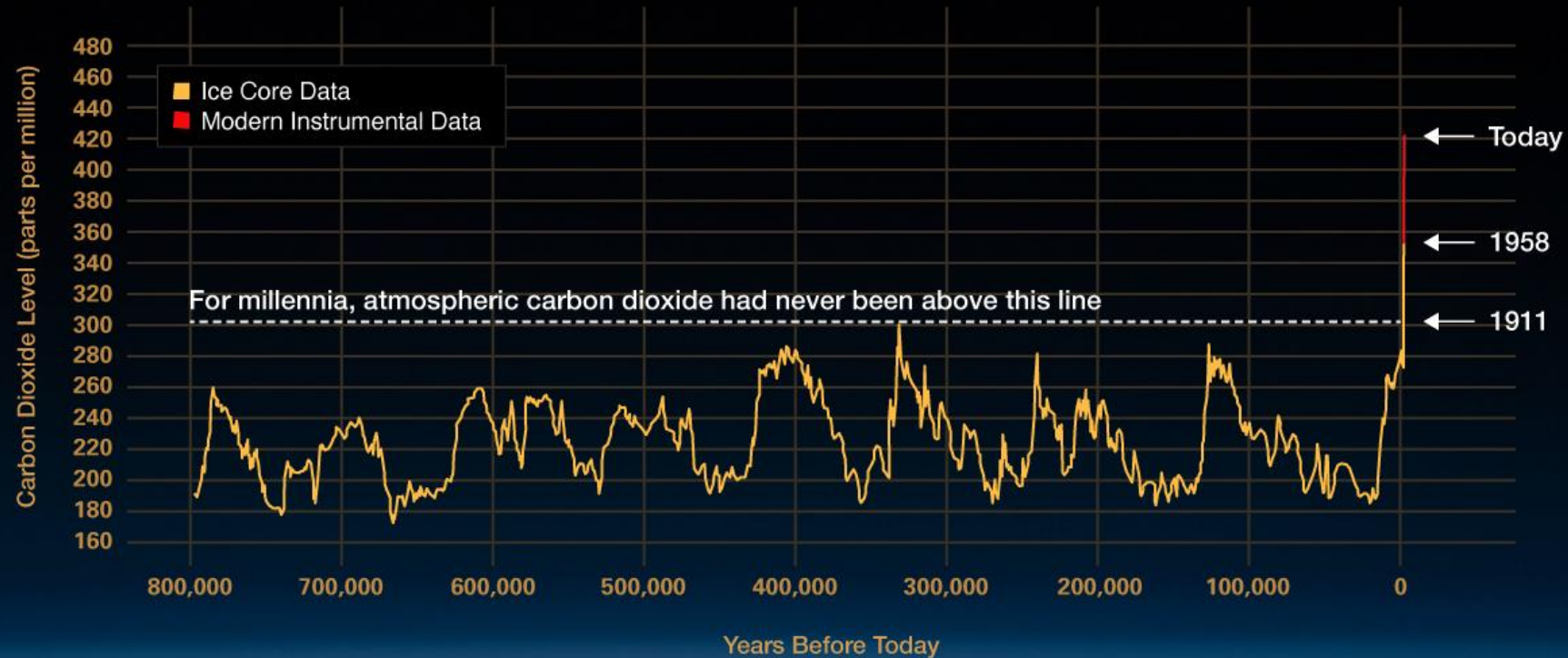
Άνοδος μέσης παγκόσμιας στάθμης θάλασσας κατά το παρελθόν και μελλοντική της ανοδική τάση όπως εκτιμάται από την IPCC: με κόκκινο η άνοδος για το απαισιόδοξο σενάριο υψηλών εκπομπών (RCP8.5) και με μπλε η άνοδος για το αισιόδοξο σενάριο πολύ χαμηλών εκπομπών (RCP2.6). Πηγή: *IPCC AR5 Fig. 13.27*.

# Εκτιμήσεις της Μελλοντική Μεταβολής της Μέσης Στάθμης Θάλασσας Παγκοσμίως Σύμφωνα με την IPCC για τα Διάφορα Κοινωνικοοικονομικά Σενάρια Κλιματικής Αλλαγής (SSP Scenarios) (IPCC Report, 2021)



# Αίτια Κλιματικής Αλλαγής

## Αέρια του Θερμοκηπίου – Διοξείδιο του Άνθρακα

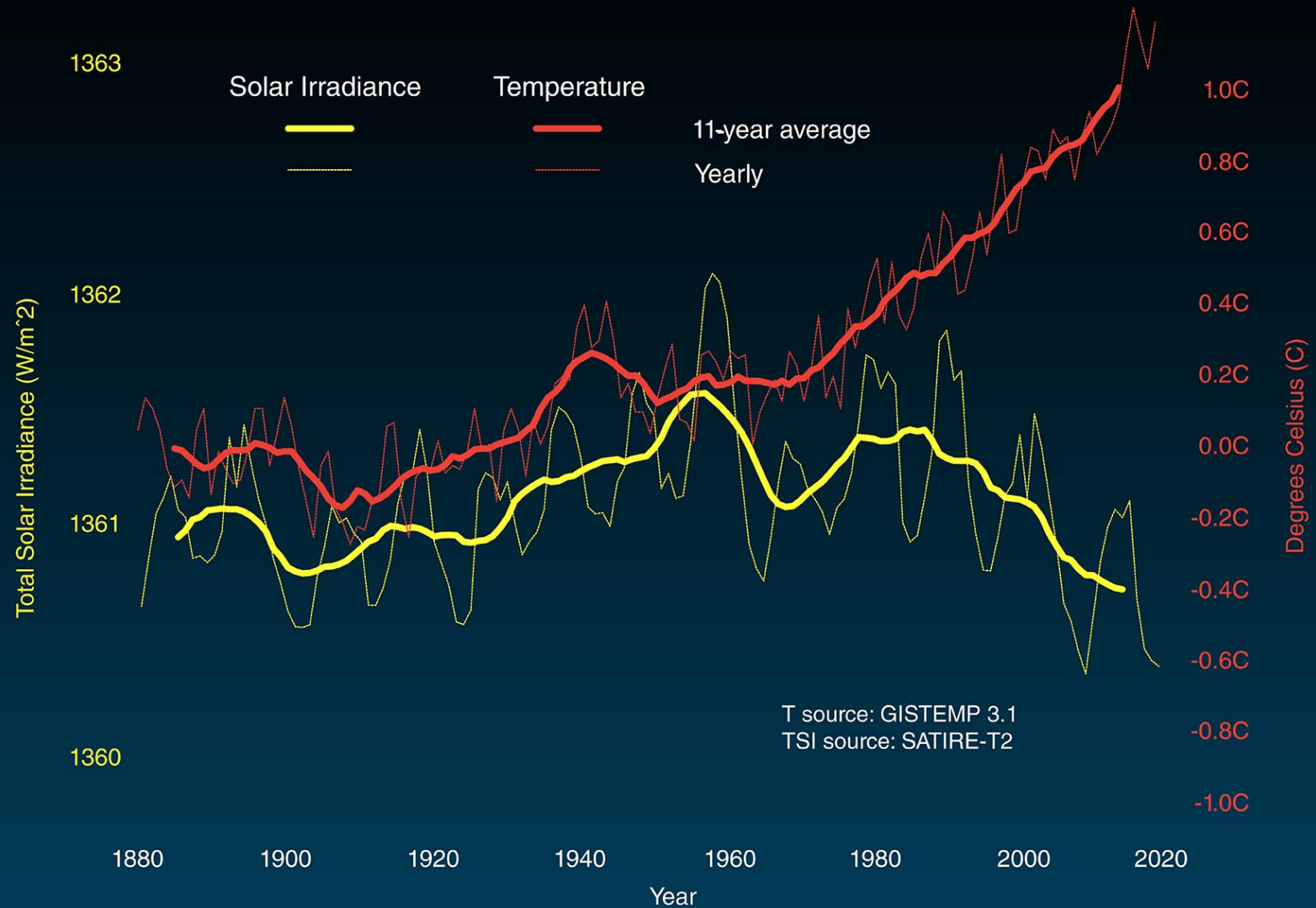


climate.nasa.gov

Sources: Credit: Luthi, D., et al.. 2008; Etheridge, D.M., et al. 2010; Vostok ice core data/J.R. Petit et al.; NOAA Mauna Loa CO<sub>2</sub> record.  
<https://climate.nasa.gov/evidence/>

Η θέρμανση της ατμόσφαιρας του πλανήτη δε μπορεί να ερμηνευτεί από τον κύκλο δραστηριότητας του ήλιου

## Temperature vs Solar Activity



[climate.nasa.gov](https://climate.nasa.gov)

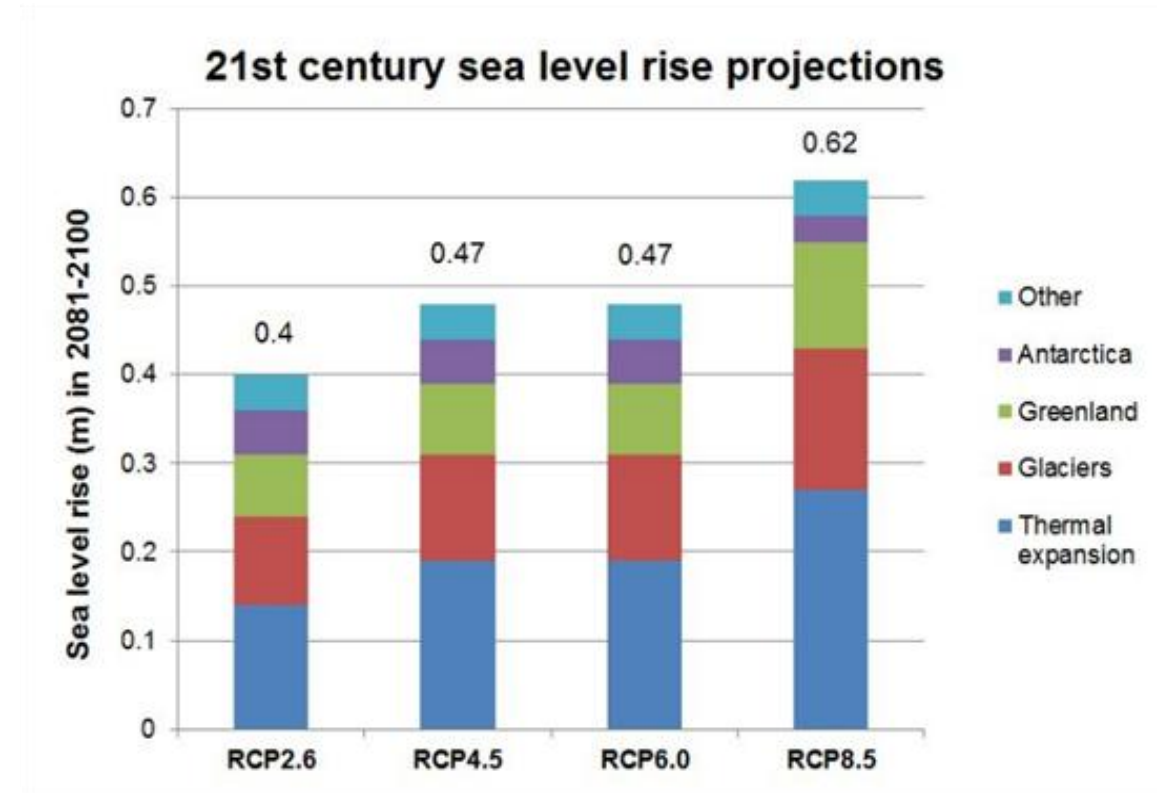
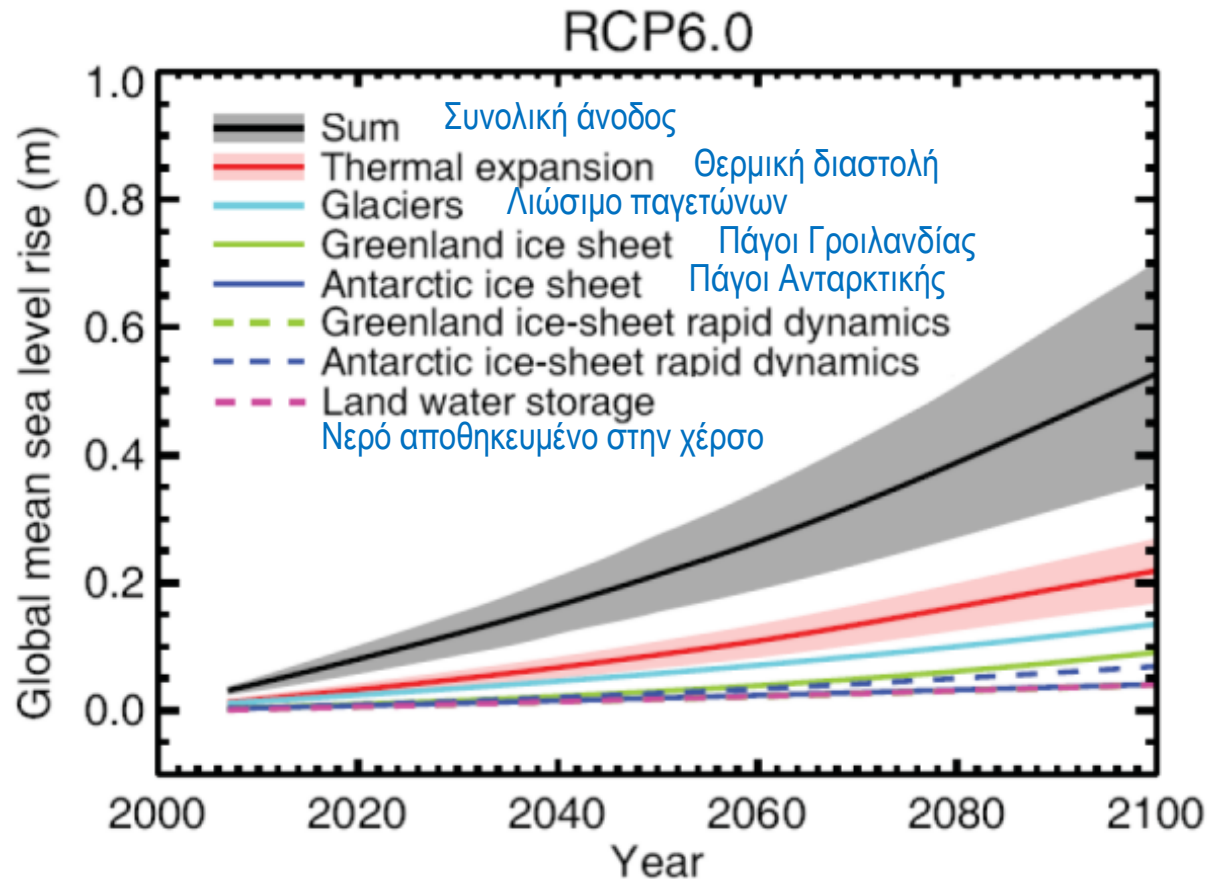
Credit: NASA/JPL-Caltech

# Αίτια ανόδου της θαλάσσιας στάθμης

Η άνοδος αυτή είναι αποτέλεσμα:

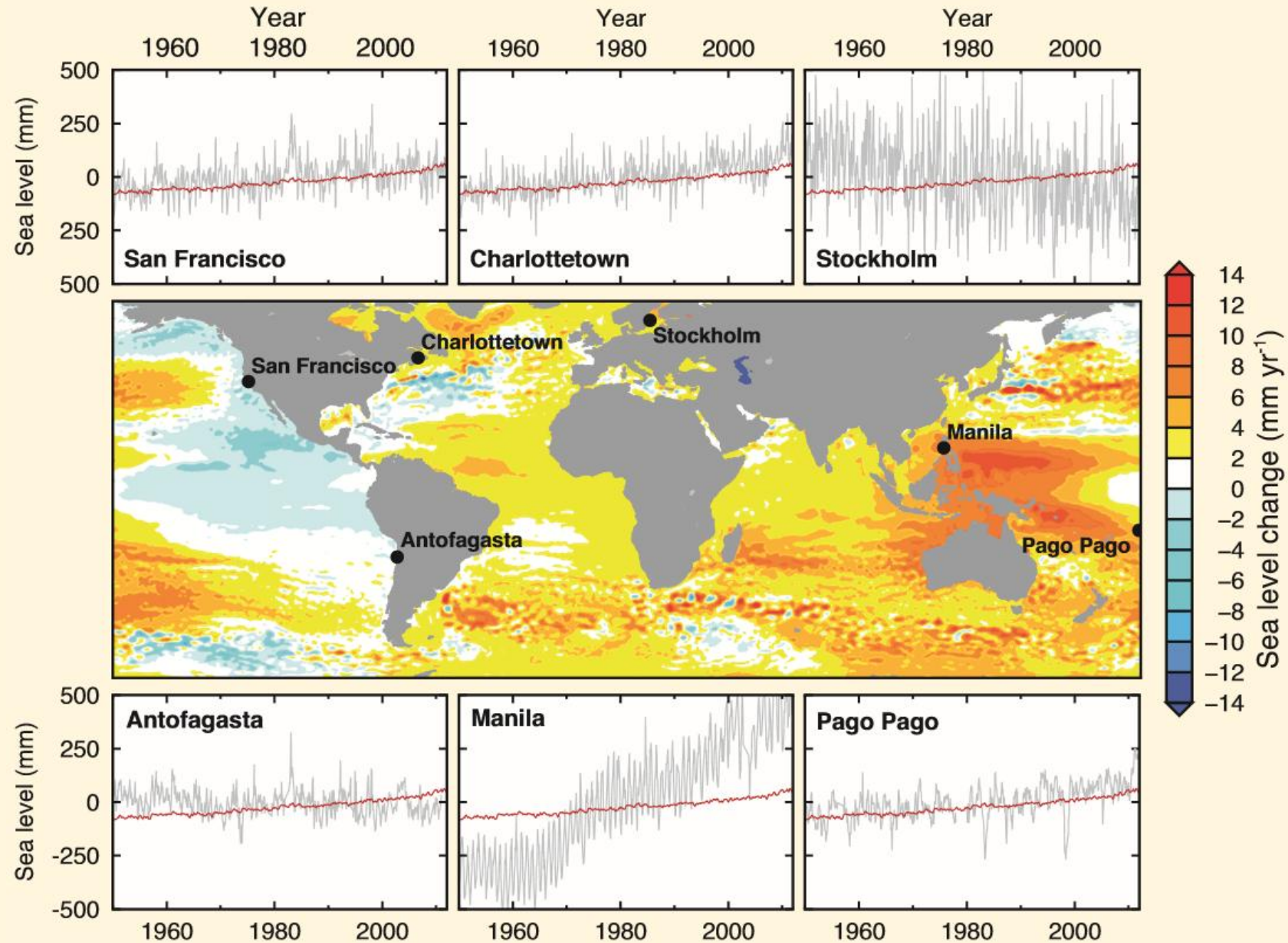
- ✓ της θερμικής διαστολής του νερού των ωκεανών
- ✓ της τήξης των καλυμμάτων πάγου του πλανήτη
  - ✓ οι ρυθμοί τήξης των πάγων στη Γροιλανδία εκτιμώνται σε  $239 \pm 23 \text{ km}^3/\text{έτος}$  (Chen et al. 2006)
  - ✓ από τα μέσα του προηγούμενου αιώνα η έκταση της παγοκάλυψης του Αρκτικού Ωκεανού μειώθηκε κατά περίπου 8% (Stroeve et al. 2007)
  - ✓ Η περισσότερο ανησυχητική ένδειξη είναι η εκτεταμένη τήξη των πάγων στη δυτική Ανταρκτική (Rignot κ.ά. 2008) που έχει υπολογισθεί ότι συμβάλει κατά περίπου  $0,36 \text{ mm}/\text{έτος}$  στην παγκόσμια άνοδο της θαλάσσιας στάθμης (Chen κ.ά. 2008)
- ✓ της συνεισφοράς από αποθηκευμένο στις ηπειρωτικές περιοχές νερό (με μορφή πάγου, επιφανειακής απορροής, υπόγειου νερού)

# Επιμέρους συνεισφορά των σημαντικών παραγόντων στη μελλοντική άνοδο της στάθμης θάλασσας σύμφωνα με την IPCC



Εκτίμηση για τη συνεισφορά κάθε ενός από τους παράγοντες που ευθύνονται για τη συνολική άνοδο της στάθμης σύμφωνα με τα διάφορα σενάρια. πηγή IPCC 2014

# Η τοπική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης συχνά διαφέρει από τη μέση παγκόσμια



Εργαλείο εκτίμησης ανόδου στάθμης θάλασσας ανάλογα με τα διάφορα σενάρια και λαμβάνοντας υπόψη τις μετρήσεις παλιρροιογράφων:

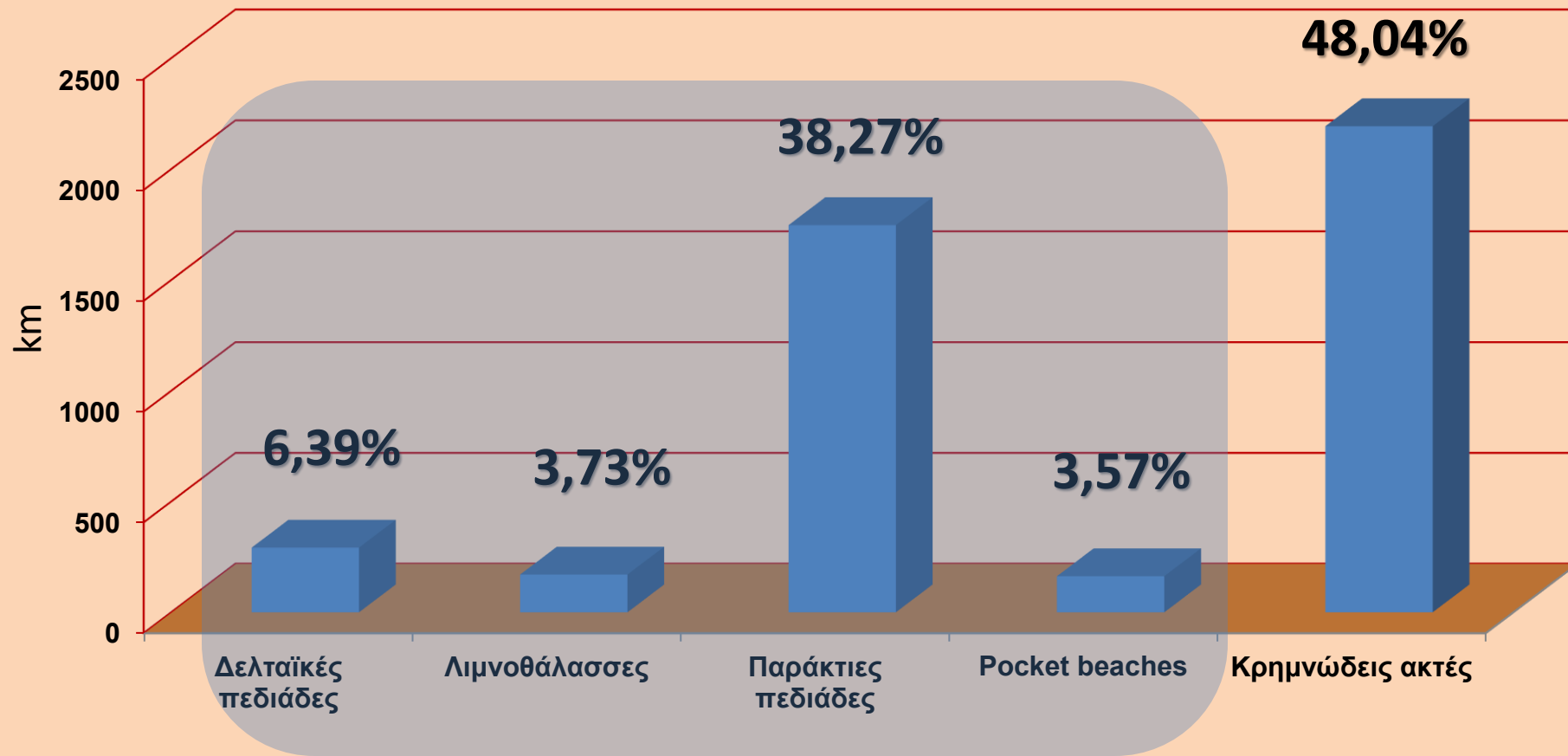
<https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool>

Δείτε και αυτό το βίντεο:

**Σεμινάρια Ριζοσπαστικής Γεωγραφίας 2024**

Θύμιος Καρύμπαλης: «Διαφοροποιημένες επιπτώσεις από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας»

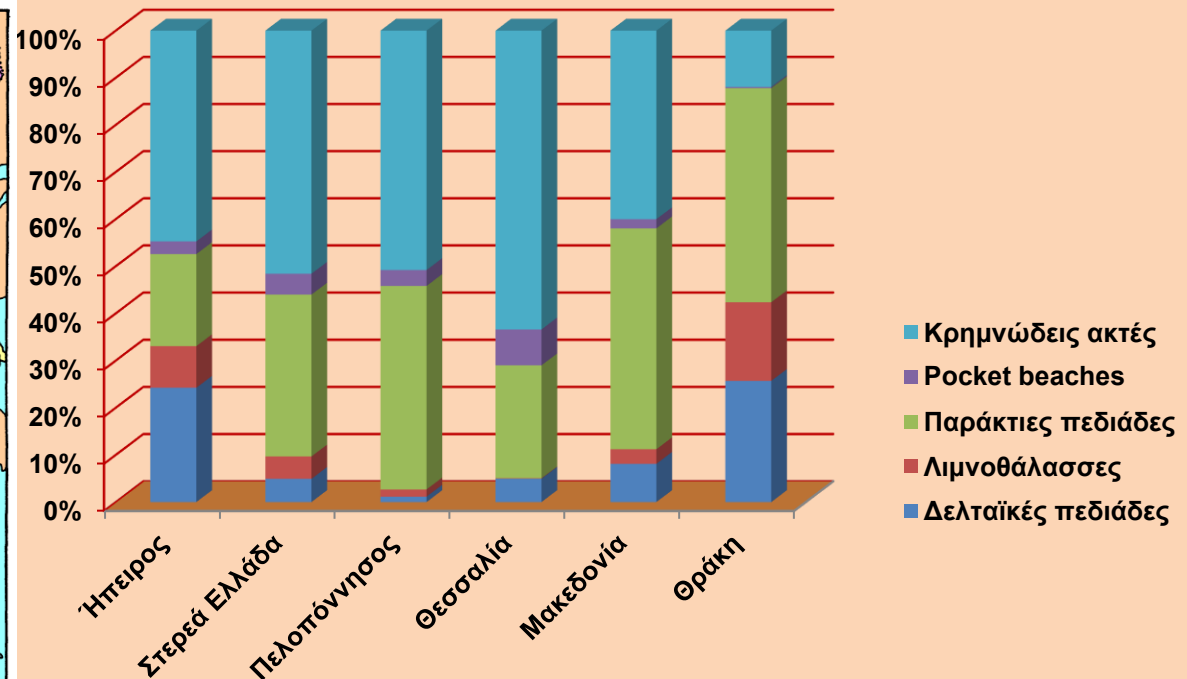
[https://www.youtube.com/watch?v=n\\_XYwmoUywc&t=2121s](https://www.youtube.com/watch?v=n_XYwmoUywc&t=2121s)

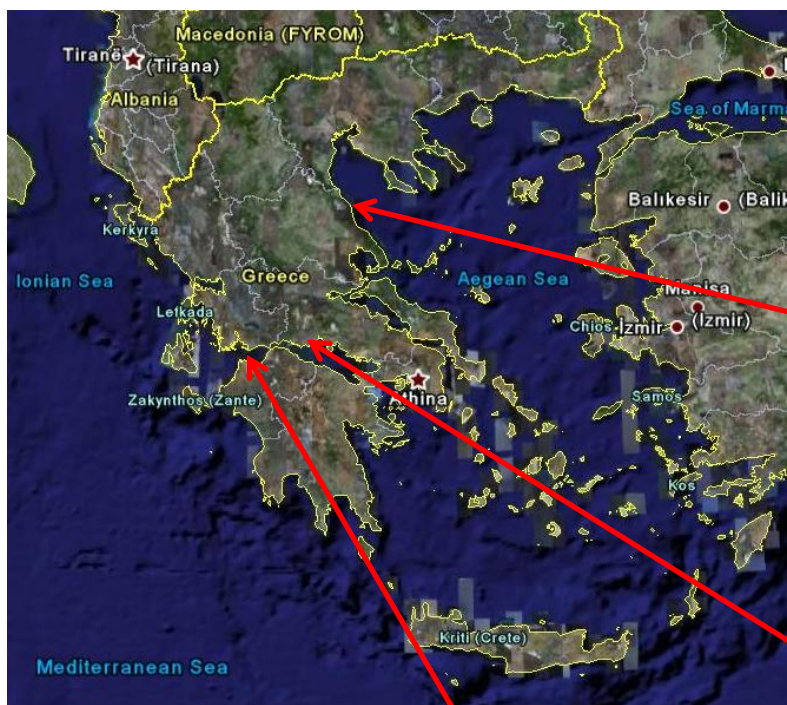


**51,06%**  
**ευάλωτες ακτές**

| Διοικητικά<br>Γεωγραφικά<br>διαμερίσματα | Μήκη ακτογραμμής (σε km) |                   |                       |                   |                     |        |
|--|--------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|--------|
|  | Δελταϊκές<br>πεδιάδες    | Λιμνοθάλασ<br>σες | Παράκτιες<br>πεδιάδες | Rocket<br>beaches | Κρημνώδεις<br>ακτές | Σύνολο |
| Ήπειρος                                  | 74,7                     | 27,2              | 60,2                  | 8,3               | 137,9               | 308,3  |
| %  | 24,23                    | 8,82              | 19,53                 | 2,69              | 44,73               | 100    |
| Στερεά Ελλάδα                            | 68                       | 65,6              | 474,5                 | 61,1              | 713,3               | 1382,5 |
| %  | 4,92                     | 4,75              | 34,32                 | 4,42              | 51,59               | 100    |
| Πελοπόννησος                             | 16,7                     | 22,1              | 627,6                 | 49,3              | 739,3               | 1455   |
| %  | 1,15                     | 1,52              | 43,13                 | 3,39              | 50,81               | 100    |
| Θεσσαλία                                 | 16,8                     | 0,3               | 81,1                  | 25,8              | 214,9               | 338,9  |
| %  | 4,96                     | 0,09              | 23,93                 | 7,61              | 63,41               | 100    |
| Μακεδονία                                | 74,7                     | 28,5              | 431,6                 | 18                | 368,9               | 921,7  |
| %  | 8,11                     | 3,09              | 46,83                 | 1,95              | 40,02               | 100    |
| Θράκη                                    | 41                       | 26,6              | 72,5                  | 0,4               | 19,1                | 159,6  |
| %  | 25,69                    | 16,67             | 45,43                 | 0,25              | 11,96               | 100    |
| Σύνολο                                   | 291,9                    | 170,3             | 1747,5                | 162,9             | 2193,4              | 4566   |
| %  | 6,39                     | 3,73              | 38,27                 | 3,57              | 48,04               | 100    |

**Γεωγραφική κατανομή των  
διαφόρων τύπων ακτών  
ανά γεωγραφικό  
διαμέρισμα της  
Ηπειρωτικής Ελλάδας**





**ΔΕΛΤΑ ΠΗΝΕΙΟΥ**  
Έκταση: 69 km<sup>2</sup>



**ΔΕΛΤΑ ΕΥΗΝΟΥ**  
Έκταση: 92 km<sup>2</sup>



**ΔΕΛΤΑ ΜΟΡΝΟΥ**  
Έκταση: 28 km<sup>2</sup>



# Μεθοδολογία – Υπολογισμός Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας (Coastal Vulnerability Index)

$$C.V.I. = \sqrt{[(a*b*c*d*e*f*g)/7]}$$

Όπου:

- a: παράγοντας που αφορά τη γεωμορφολογία,
- b: παράγοντας που αφορά την παράκτια κλίση,
- c: παράγοντας που αφορά τα σενάρια ανόδου της θαλάσσιας στάθμης,
- d: παράγοντας που αφορά τη διάβρωση-υποχώρηση της ακτογραμμής,
- e: παράγοντας που αφορά το μέσο σημαντικό ύψος κυμάτων,
- f: παράγοντας που αφορά το μέσο εύρος παλίρροιας και τέλος
- g: παράγοντας που αφορά τη γεωλογία.

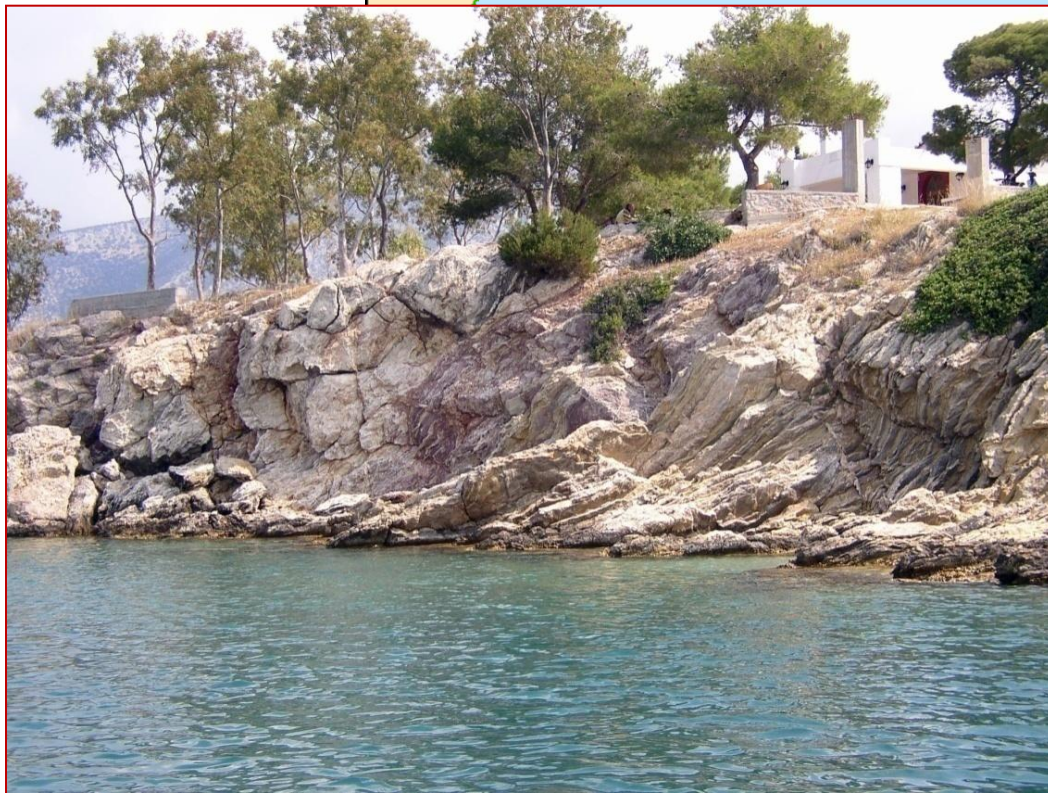
**Πίνακας 14.3** Κατάταξη των ακτών σε κατηγορίες τρωτότητας (από πολύ μικρής έως πολύ μεγάλης) για κάθε έναν από τους παράγοντες – μεταβλητές που εμπλέκονται στην εκτίμηση του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας (Coastal Vulnerability Index - C.V.I.). Ο πίνακας είναι ενδεικτικός των ακτών του Ατλαντικού των Η.Π.Α. (Pendleton et al., 2004)

| Παράγοντας                                       | Πολύ μικρή τρωτότητα (1)                               | Μικρή τρωτότητα (2)   | Μέση τρωτότητα (3)                            | Υψηλή τρωτότητα (4)                                    | Πολύ υψηλή τρωτότητα (5)   |
|--|--|---|---|--|--|
| Γεωμορφολογία                                    | Παράκτιοι βραχώδεις κρημνοί, ακτές ria, φιορδ (fjords) | Μέσης κλίσης παράκτιοι κρημνοί σχηματισμών ενδιάμεσης αντοχής | Χαμηλοί παράκτιοι κρημνοί χαλαρών σχηματισμών | Χαλικώδεις αιγιαλοί, εκβολικά συστήματα, λιμνοθάλασσες | Φραγματικοί αιγιαλοί, αμμώδεις αιγιαλοί, αλμυρά έλη, πεδία πηλού, ποτάμια δέλτα, κοραλλιογενείς ύφαλοι |
| Προέλαση/ υποχώρηση της ακτογραμμής (σε m/έτος)  | >2,0   | 1,0-2,0   | (-1,0)-1,0                                    | (-2,0)-(-1,0)  | <-2,0  |
| Παράκτια κλίση (%)                               | > 1,20   | 1,20-0,90   | 0,90-0,60                                     | 0,60-0,30  | <0,30  |
| Σχετική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης (mm/έτος) | <1,8   | 1,8-2,5   | 2,5-3,0                                       | 3,0-3,4  | > 3,4  |
| Μέσο ύψος κύματος (m)                            | <0,55  | 0,55-0,85   | 0,85-1,05                                     | 1,05-1,25  | >1,25  |
| Μέσο εύρος παλίρροιας (m)                        | >6,0   | 4,0-6,0   | 2,0-4,0                                       | 1,0-2,0  | <1,0   |

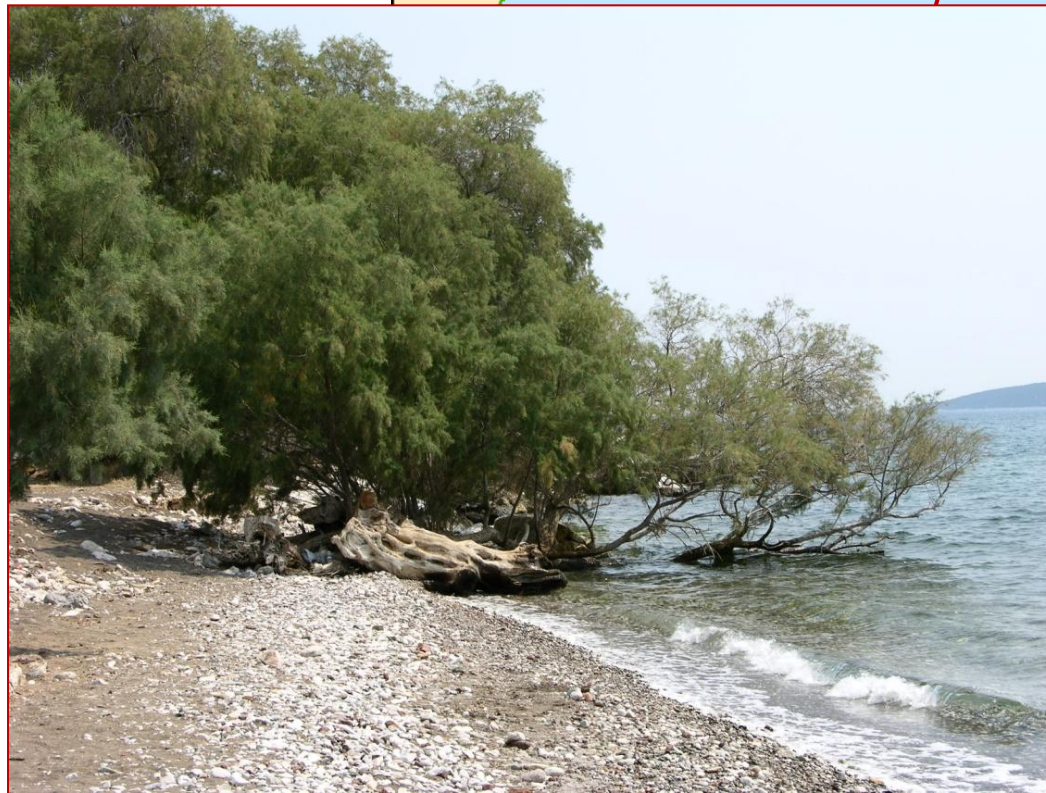
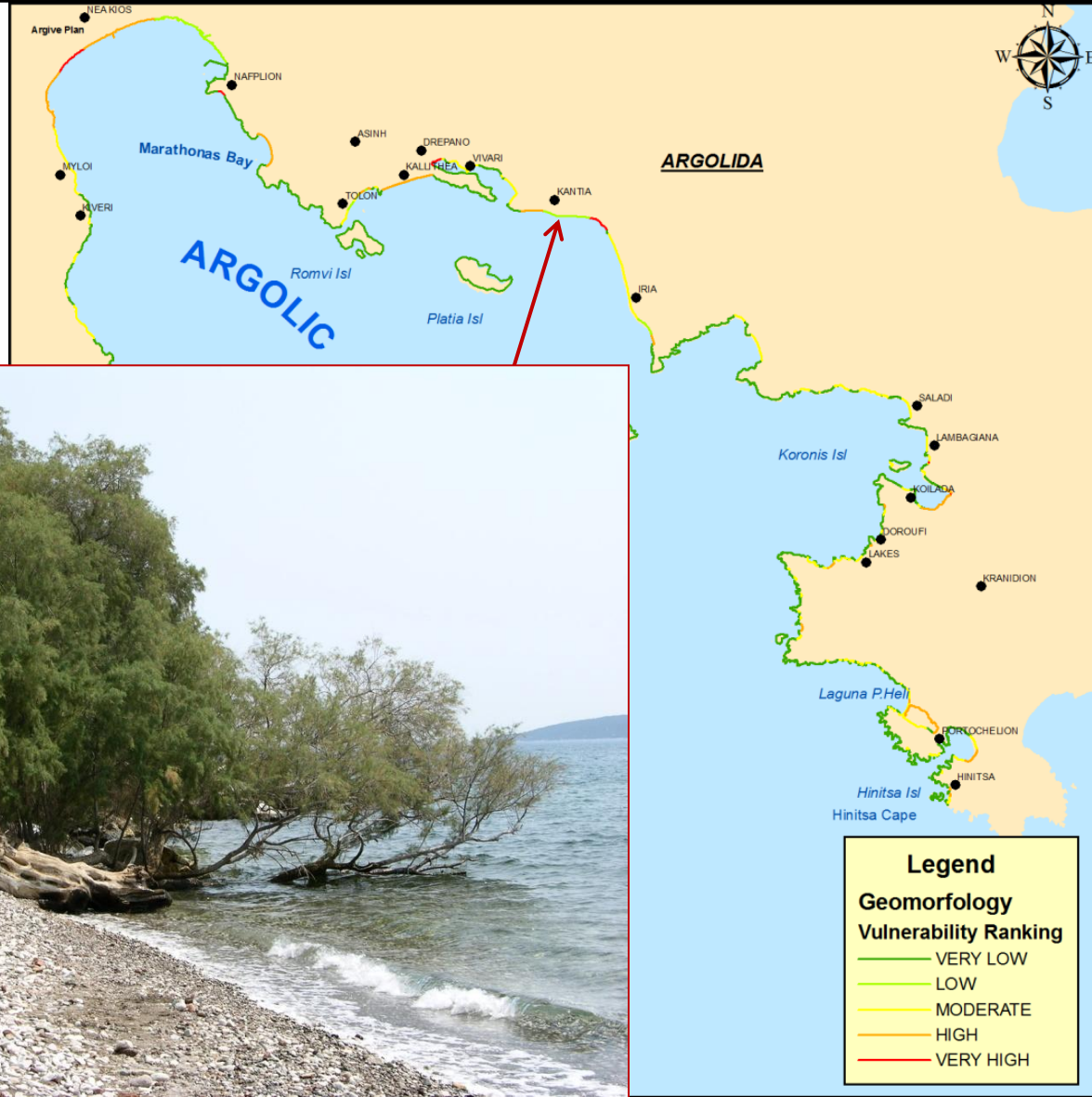
|                      |                    |                       |                            |                          |                     |
|----------------------|--------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------|
|                      | <b>ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗ</b> | <b>ΧΑΜΗΛΗ</b>         | <b>ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ</b>           | <b>ΥΨΗΛΗ</b>             | <b>ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗ</b>   |
| <b>ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ</b>    | <b>1</b>           | <b>2</b>              | <b>3</b>                   | <b>4</b>                 | <b>5</b>            |
| <b>Γεωμορφολογία</b> | <b>Κρημνοί</b>     | <b>Αμμώδεις θίνες</b> | <b>Χαλικώδεις αιγιαλοί</b> | <b>Αμμώδεις αιγιαλοί</b> | <b>Παράκτια έλη</b> |



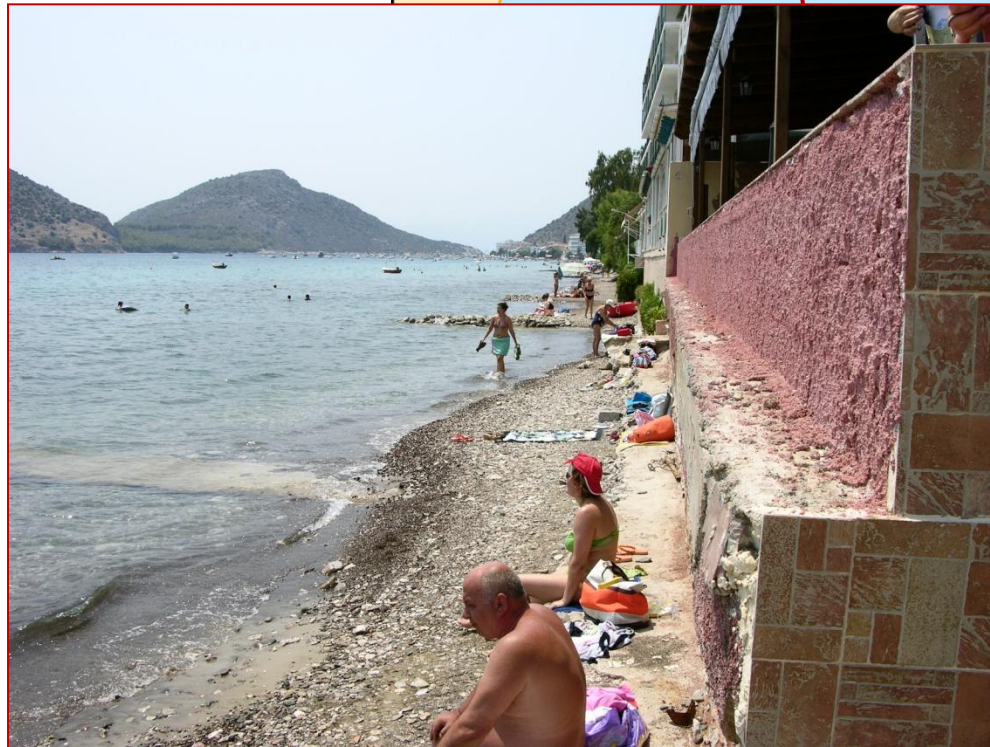
|               | ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗ | ΧΑΜΗΛΗ         | ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ           | ΥΨΗΛΗ             | ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗ   |
|---------------|-------------|----------------|---------------------|-------------------|--------------|
| ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ    | 1           | 2              | 3                   | 4                 | 5            |
| Γεωμορφολογία | Κρημνοί     | Αμμώδεις θίνες | Χαλικώδεις αιγιαλοί | Αμμώδεις αιγιαλοί | Παράκτια έλη |



|               | ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗ | ΧΑΜΗΛΗ         | ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ           | ΥΨΗΛΗ             | ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗ   |
|---------------|-------------|----------------|---------------------|-------------------|--------------|
| ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ    | 1           | 2              | 3                   | 4                 | 5            |
| Γεωμορφολογία | Κρημνοί     | Αμμώδεις θίνες | Χαλικώδεις αιγιαλοί | Αμμώδεις αιγιαλοί | Παράκτια έλη |



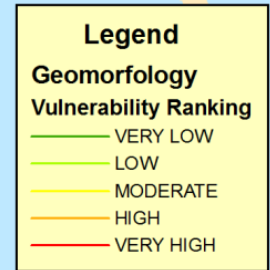
|               | ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗ | ΧΑΜΗΛΗ         | ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ           | ΥΨΗΛΗ             | ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗ   |
|---------------|-------------|----------------|---------------------|-------------------|--------------|
| ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ    | 1           | 2              | 3                   | 4                 | 5            |
| Γεωμορφολογία | Κρημνοί     | Αμμώδεις θίνες | Χαλικώδεις αιγιαλοί | Αμμώδεις αιγιαλοί | Παράκτια έλη |



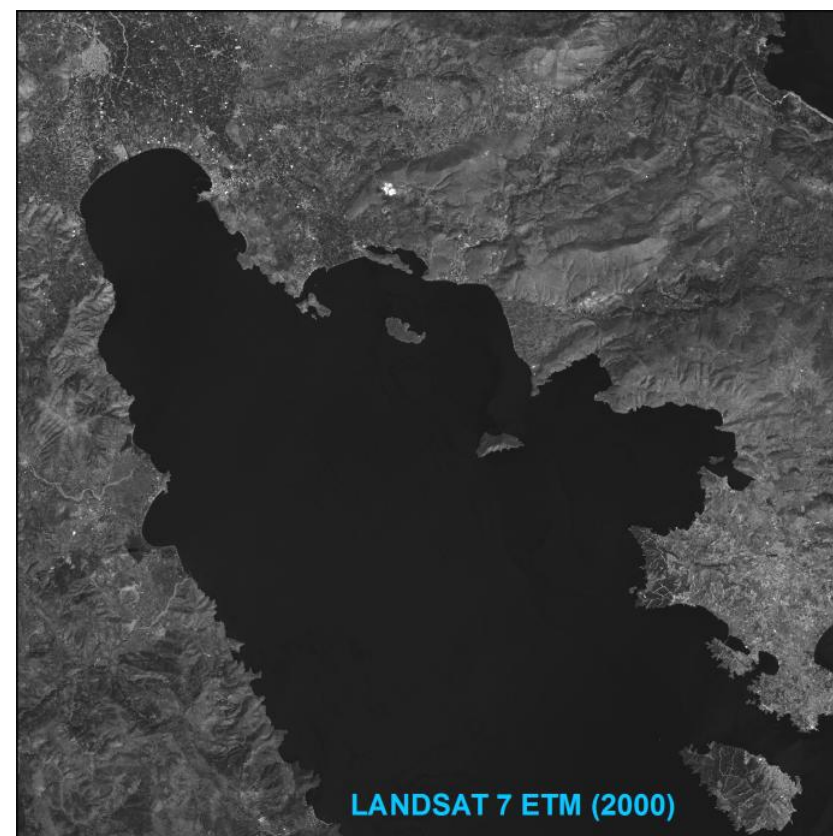
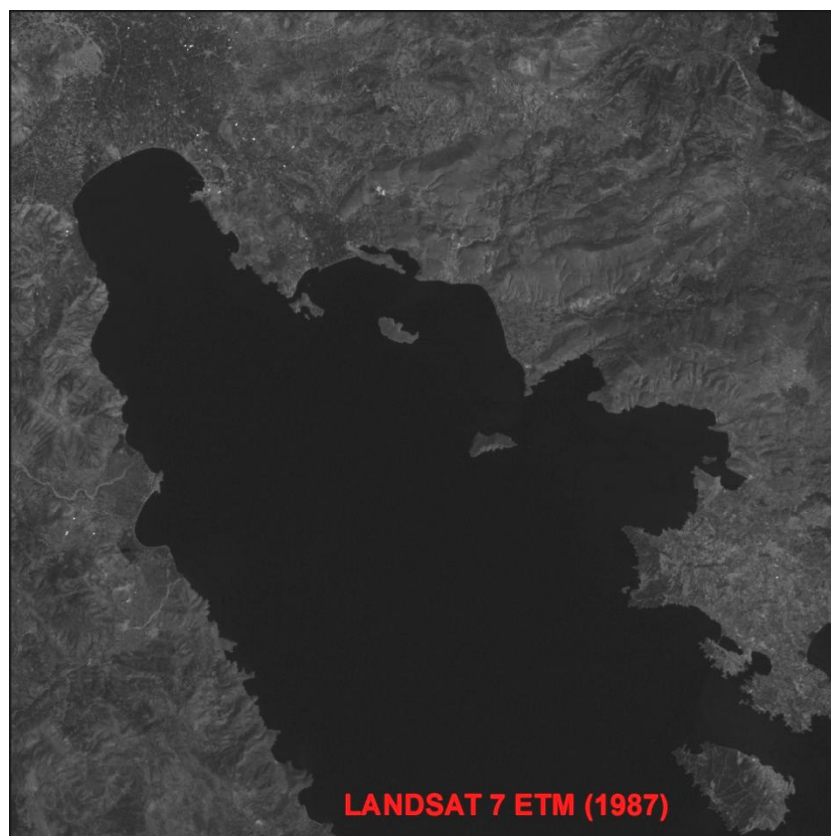
|               | ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗ | ΧΑΜΗΛΗ         | ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ           | ΥΨΗΛΗ             | ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗ   |
|---------------|-------------|----------------|---------------------|-------------------|--------------|
| ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ    | 1           | 2              | 3                   | 4                 | 5            |
| Γεωμορφολογία | Κρημνοί     | Αμμώδεις θίνες | Χαλικώδεις αιγιαλοί | Αμμώδεις αιγιαλοί | Παράκτια έλη |



|               | ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗ | ΧΑΜΗΛΗ         | ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ           | ΥΨΗΛΗ             | ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗ   |
|---------------|-------------|----------------|---------------------|-------------------|--------------|
| ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ    | 1           | 2              | 3                   | 4                 | 5            |
| Γεωμορφολογία | Κρημνοί     | Αμμώδεις θίνες | Χαλικώδεις αιγιαλοί | Αμμώδεις αιγιαλοί | Παράκτια έλη |



|                               | ΠΟΛΥ<br>ΧΑΜΗΛΗ     | ΧΑΜΗΛΗ               | ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ              | ΥΨΗΛΗ                    | ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗ          |
|-------------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|--------------------------|---------------------|
| ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ                    | 1                  | 2                    | 3                      | 4                        | 5                   |
| Παράκτια κλίση(%)             | >10                | 5-10                 | 3-5                    | 1-3                      | 0-1                 |
| Προέλαση/<br>υποχώρηση (m/yr) | > 2.19<br>Προέλαση | 1.0-2.19<br>Προέλαση | -1.0 - +1.0<br>σταθερή | -1.1- -2.19<br>Υποχώρηση | <-2.19<br>Υποχώρηση |



|                               | ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗ        | ΧΑΜΗΛΗ               | ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ              | ΥΨΗΛΗ                    | ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗ          |
|-------------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|--------------------------|---------------------|
| ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ                    | 1                  | 2                    | 3                      | 4                        | 5                   |
| Παράκτια κλίση(%)             | >10                | 5-10                 | 3-5                    | 1-3                      | 0-1                 |
| Προέλαση/<br>υποχώρηση (m/yr) | > 2.19<br>Προέλαση | 1.0-2.19<br>Προέλαση | -1.0 - +1.0<br>σταθερή | -1.1- -2.19<br>Υποχώρηση | <-2.19<br>Υποχώρηση |



|                               | ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗ        | ΧΑΜΗΛΗ               | ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ              | ΥΨΗΛΗ                    | ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗ          |
|-------------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|--------------------------|---------------------|
| ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ                    | 1                  | 2                    | 3                      | 4                        | 5                   |
| Παράκτια κλίση(%)             | >10                | 5-10                 | 3-5                    | 1-3                      | 0-1                 |
| Προέλαση/<br>υποχώρηση (m/yr) | > 2.19<br>Προέλαση | 1.0-2.19<br>Προέλαση | -1.0 - +1.0<br>σταθερή | -1.1- -2.19<br>Υποχώρηση | <-2.19<br>Υποχώρηση |



|                                 | ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗ | ΧΑΜΗΛΗ   | ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ | ΥΨΗΛΗ | ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗ |
|---------------------------------|-------------|----------|-----------|-------|------------|
| ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ                      | 1           | 2        | 3         | 4     | 5          |
| Μέσο σημαντικό ύψος κύματος (m) | 0-0.15      | 0.16-0.2 | 0.21-0.25 |       |            |



|                   | ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗ | ΧΑΜΗΛΗ | ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ | ΥΨΗΛΗ | ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗ |
|-------------------|-------------|--------|-----------|-------|------------|
| ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ        | 1           | 2      | 3         | 4     | 5          |
| Παράκτια κλίση(%) | >10         | 5-10   | 3-5       | 1-3   | 0-1        |



|            | ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗ  | ΧΑΜΗΛΗ   | ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ | ΥΨΗΛΗ       | ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗ  |
|------------|--|--|-----------|-------------|---|
| ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ | 1  | 2  | 3         | 4           | 5   |
| Γεωλογία   | Ασβεστόλιθοι,<br>δολομίτες,<br>δολομιτικοί<br>ασβεστόλιθοι | Φυλλίτες,<br>Ηφαιστειο-<br>ιζηματογενής<br>σειρά | Φλύσχης   | Κροκαλοπαγή | Αλλουβιακές<br>ποταμο-<br>χειμάρριες<br>αποθέσεις |





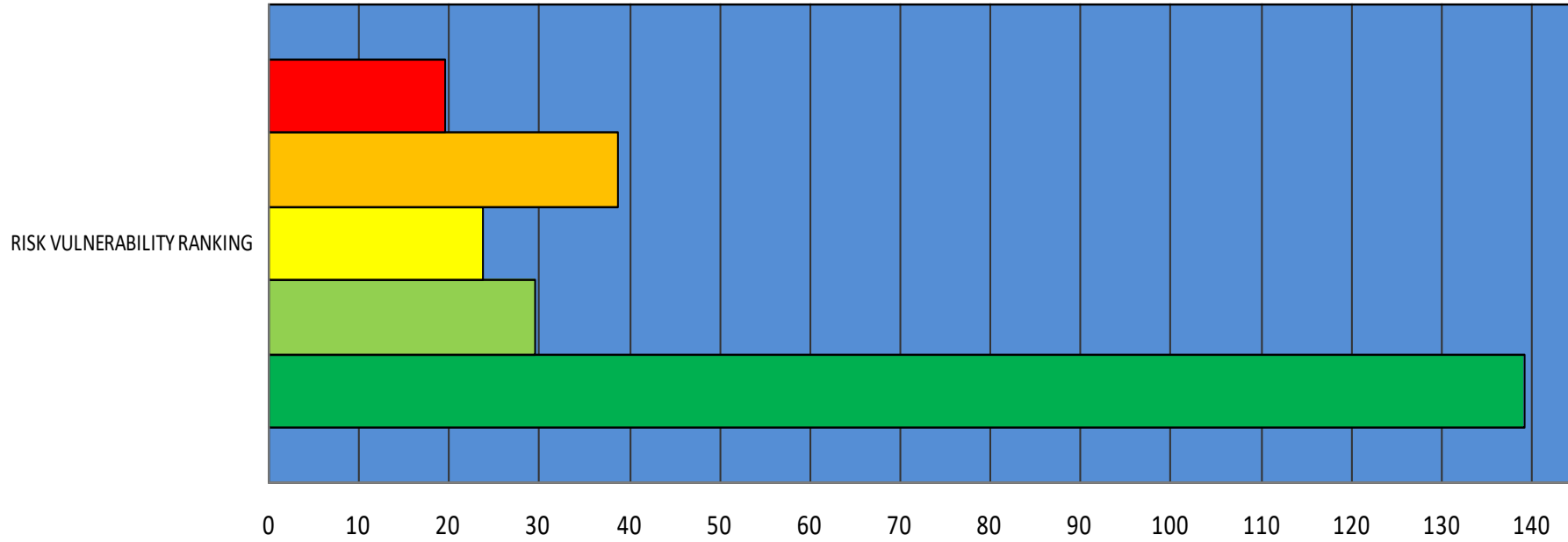
**Legend**

**Coastal Vulnerability Index (CVI)**

**Vulnerability Ranking**

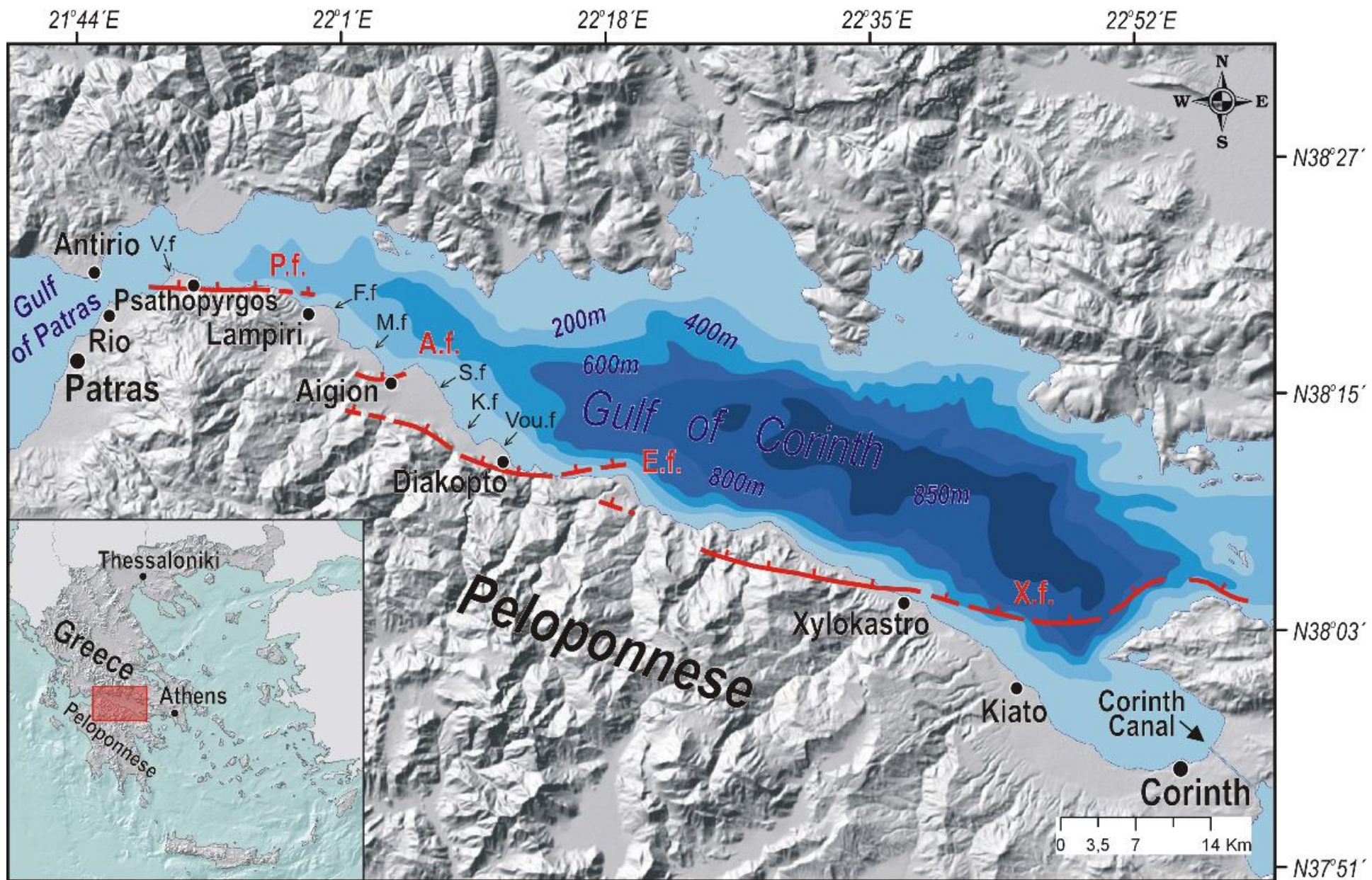
- 0,534522 - 5,554921 - VERY LOW
- 5,554922 - 11,338934 - LOW
- 11,338935 - 18,142295 - MODERATE
- 18,142296 - 27,044936 - HIGH
- 27,044937 - 41,403934 - VERY HIGH

### Bar Chart Length (km) per Risk Vulnerability Ranking



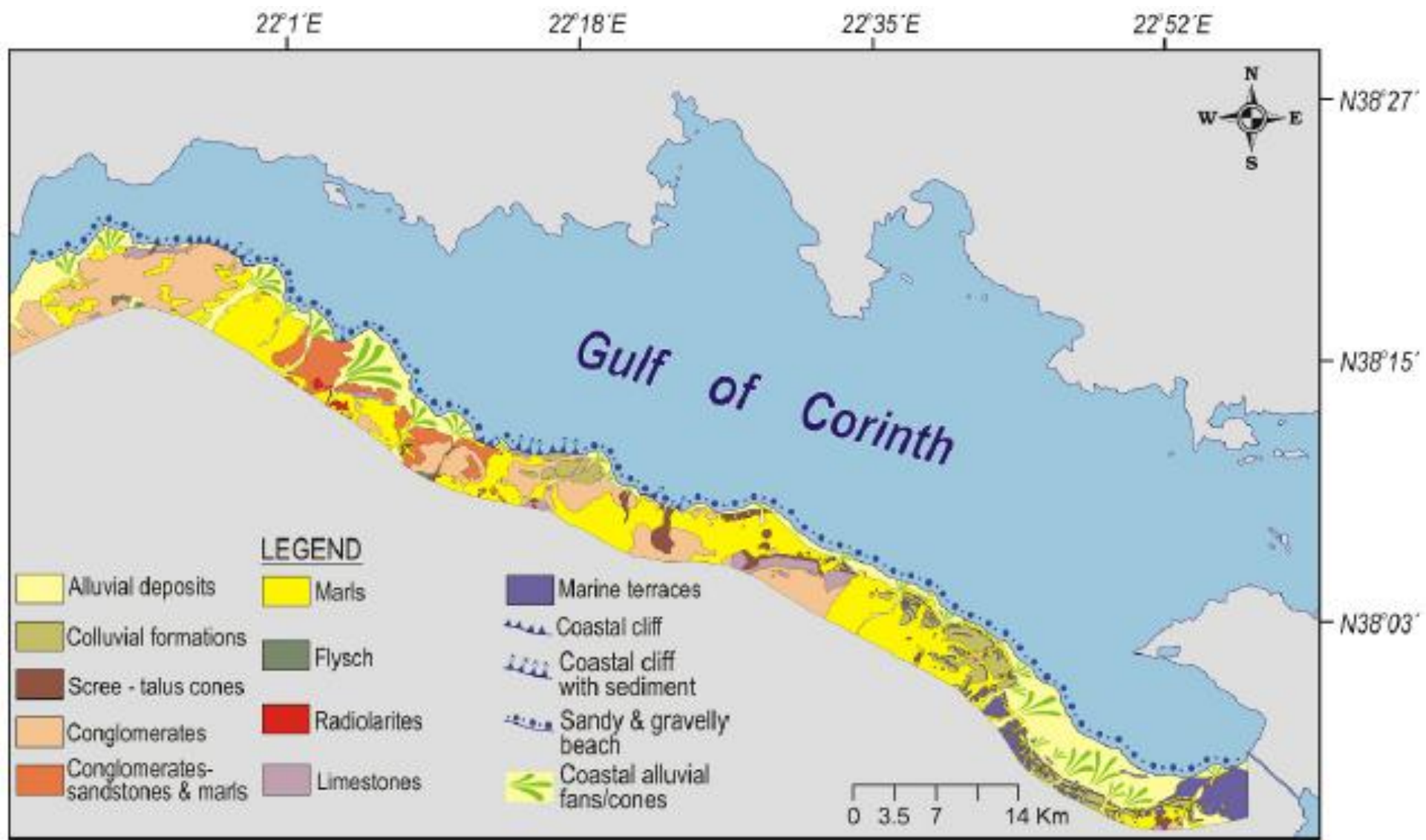
| RISK VULNERABILITY RANKING |            |
|----------------------------|------------|
| ■ VERY HIGH                | 19.624627  |
| ■ HIGH                     | 38.618051  |
| ■ MODERATE                 | 23.82362   |
| ■ LOW                      | 29.440654  |
| ■ VERY LOW                 | 139.278806 |

Axis Title

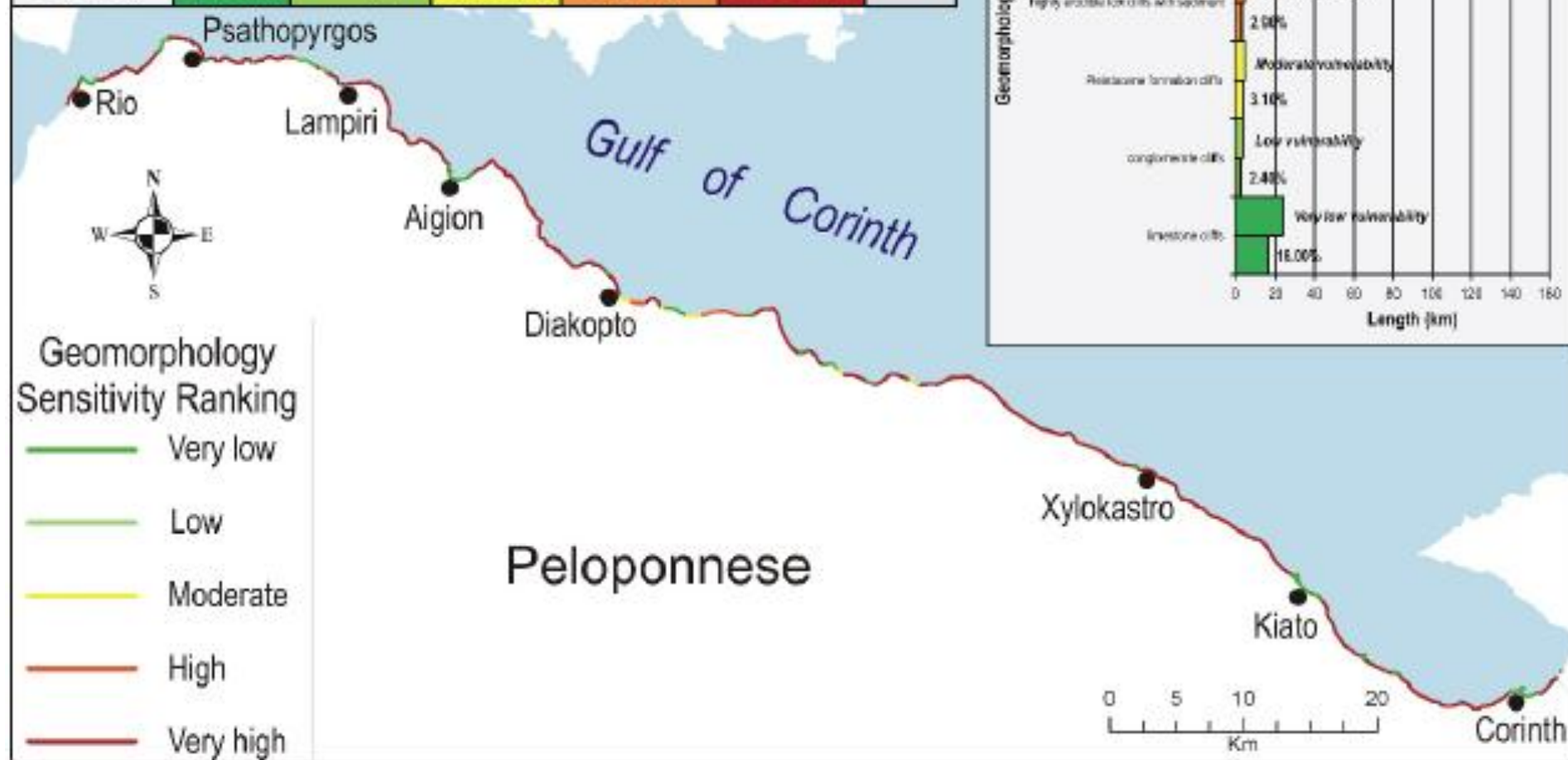
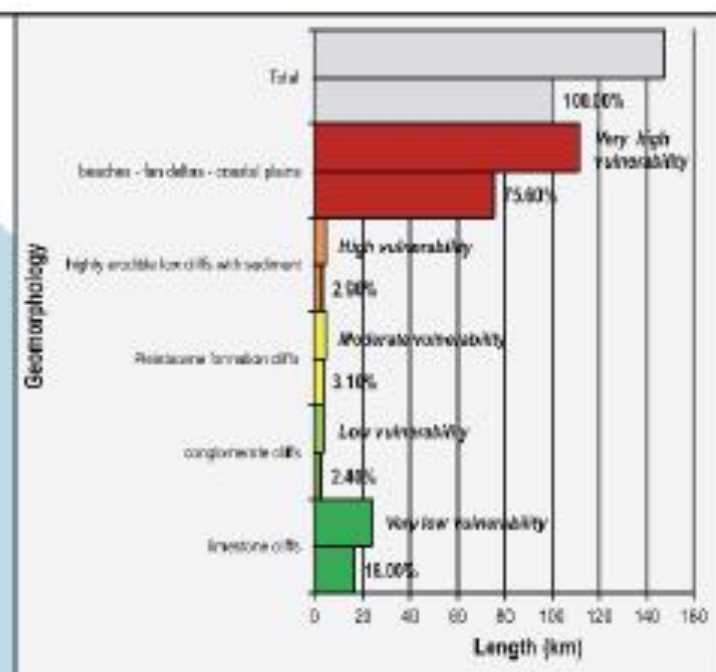


**Table 1.** Ranges for sensitivity ranking of the six variables.

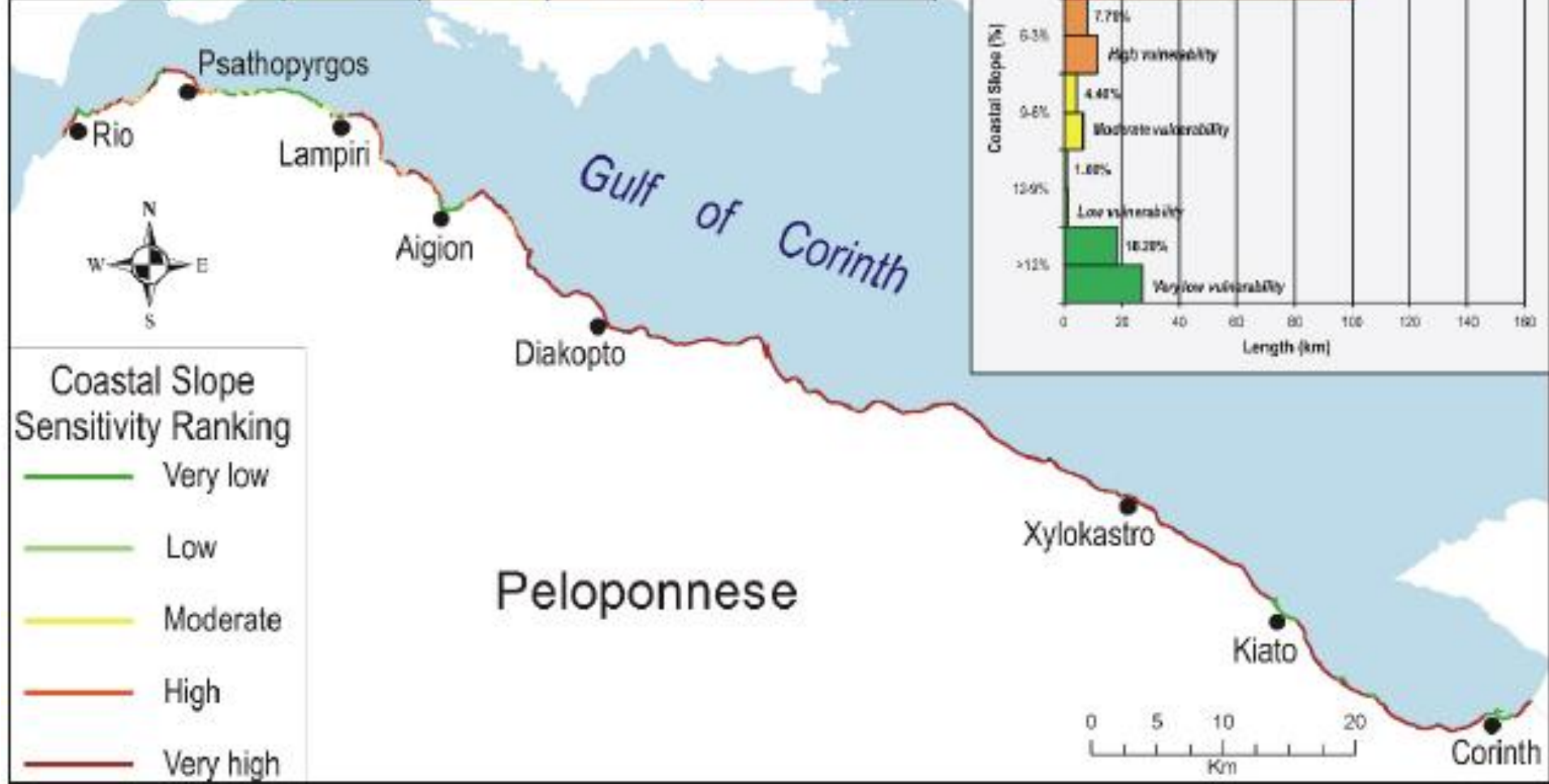
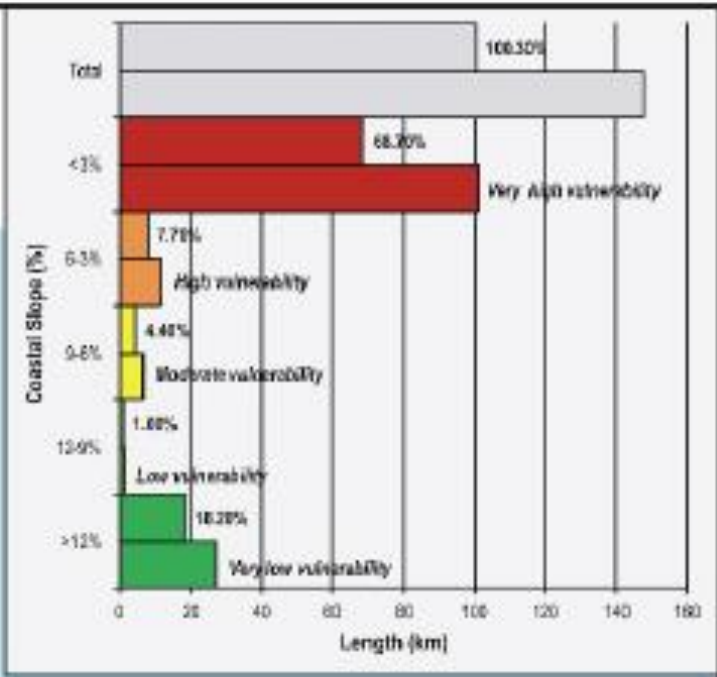
| VARIABLES   | Categories   |                                |                             |                         |                                  |
|---|--|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------------------|
|   | 1  | 2                              | 3                           | 4                       | 5                                |
| Geomorphology                                     | Rocky, cliffed coasts, artificially armored coasts | Medium cliffs, indented coasts | Low cliffs, alluvial plains | Cobble Beaches, Lagoons | Barrier beaches, beaches, deltas |
| Shoreline Erosion (-) / Accretion (+) rate (m/yr) | >(+1.5)  | (+1.5) – (+0.5)                | (+0.5) – (-0.5)             | (-0.5) – (-1.5)         | <(-1.5)                          |
| Coastal Slope (%)                                 | >12  | 12 - 9                         | 9 - 6                       | 6 - 3                   | <3                               |
| Relative Sea-Level rise (mm/yr)                   | <1.8   | 1.8 - 2.5                      | 2.5 - 3.0                   | 3.0 - 3.4               | > 3.4                            |
| Mean Wave Height (m)                              | <0.3   | 0.3 - 0.6                      | 0.6 - 0.9                   | 0.9 - 1.2               | >1.2                             |
| Mean Tide Range (m)                               | <0.2   | 0.2 - 0.4                      | 0.4 - 0.6                   | 0.6 - 0.8               | >0.8                             |
| Sensitivity                                       | Very Low   | Low                            | Moderate                    | High                    | Very High                        |



| Geomorphology | limestone cliffs<br>artificially armored coasts | conglomerate cliffs | Pleistocene formation cliffs | highly erodible low cliffs with sediment | beaches-fan deltas-coastal plains | Total  |
|---------------|---|---------------------|------------------------------|--|-----------------------------------|--------|
| Length (%)    | 16.00   | 2.40                | 3.10                         | 2.90                                     | 75.60                             | 100.00 |
| Length (km)   | 24.20   | 3.60                | 4.57                         | 4.21                                     | 111.36                            | 148.00 |
| Sensitivity   | Very low (1)                                    | Low (2)             | Moderate (3)                 | High (4)                                 | Very high (5)                     |        |



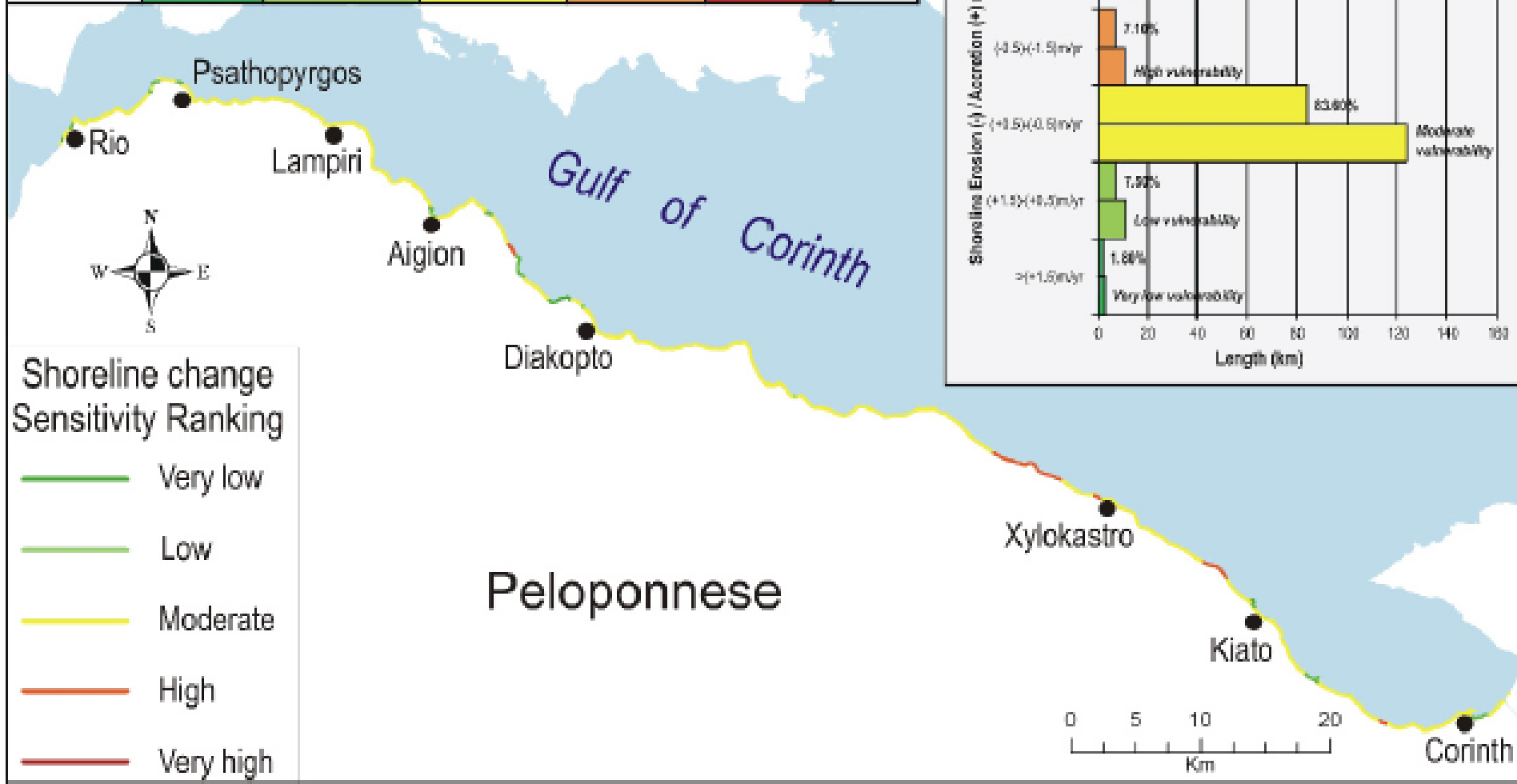
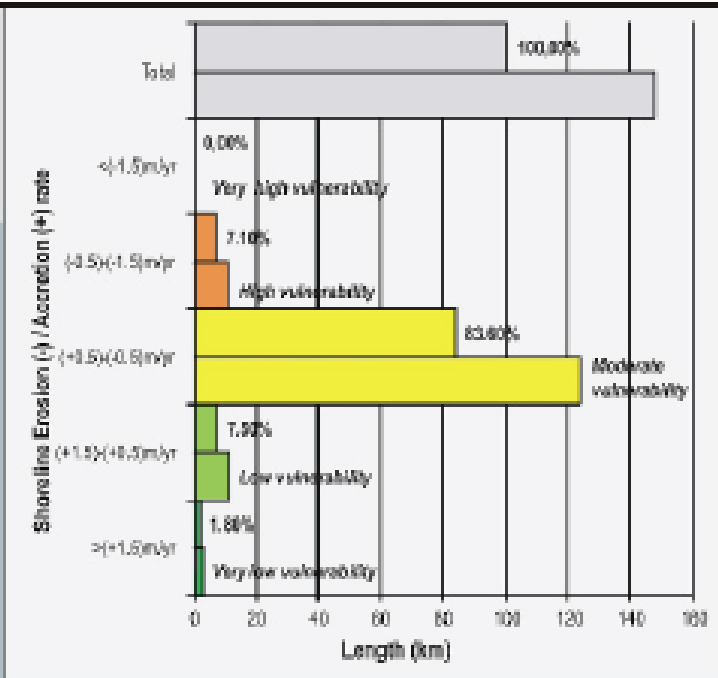
| Coastal Slope | >12%         | 12-9%   | 9-6%         | 6-3%     | <3%           | Total  |
|---------------|--------------|---------|--------------|----------|---------------|--------|
| Length (%)    | 18.20        | 1.00    | 4.40         | 7.70     | 68.70         | 100.00 |
| Length (km)   | 27.10        | 1.50    | 6.42         | 11.51    | 101.18        | 148.00 |
| Sensitivity   | Very low (1) | Low (2) | Moderate (3) | High (4) | Very high (5) |        |



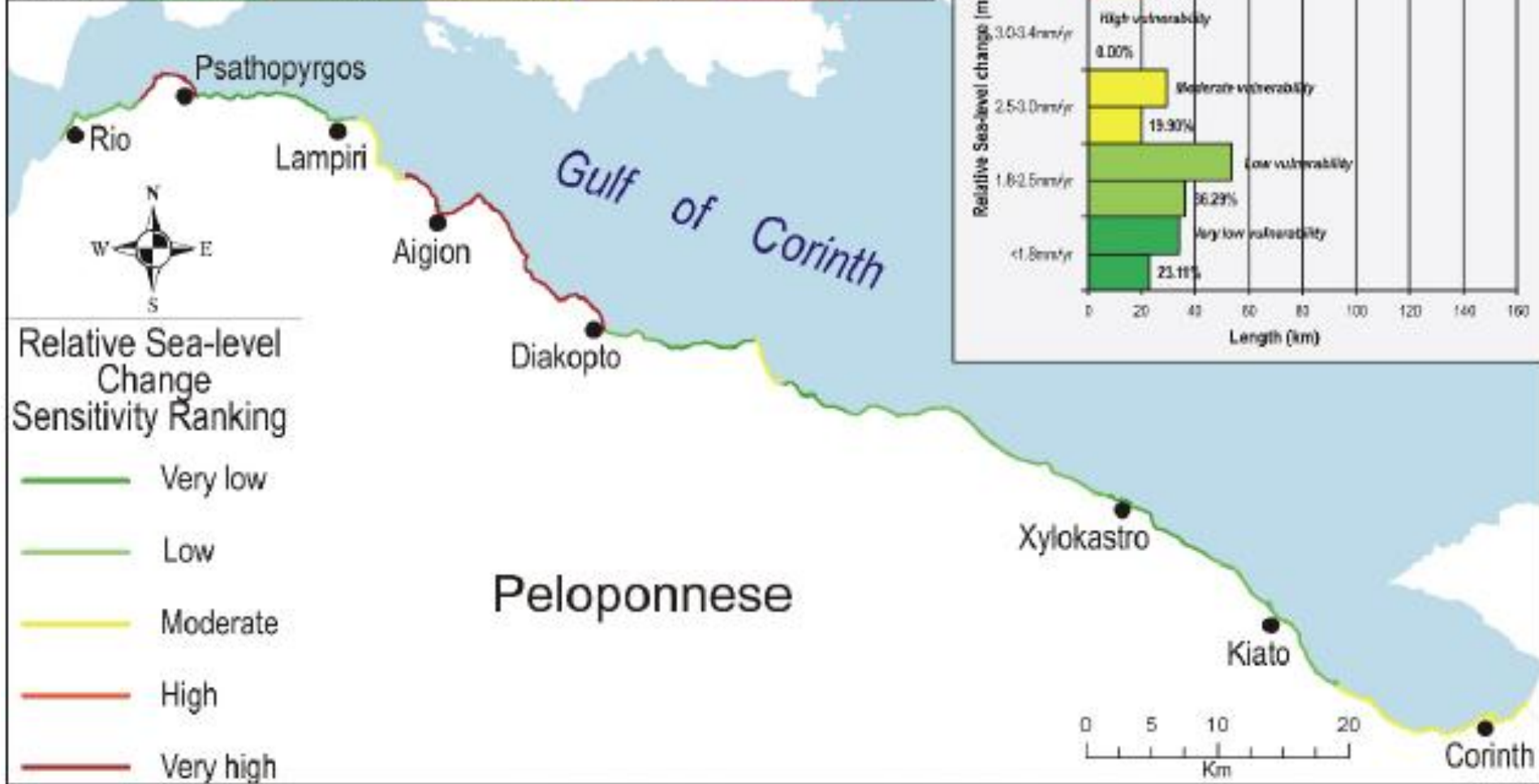
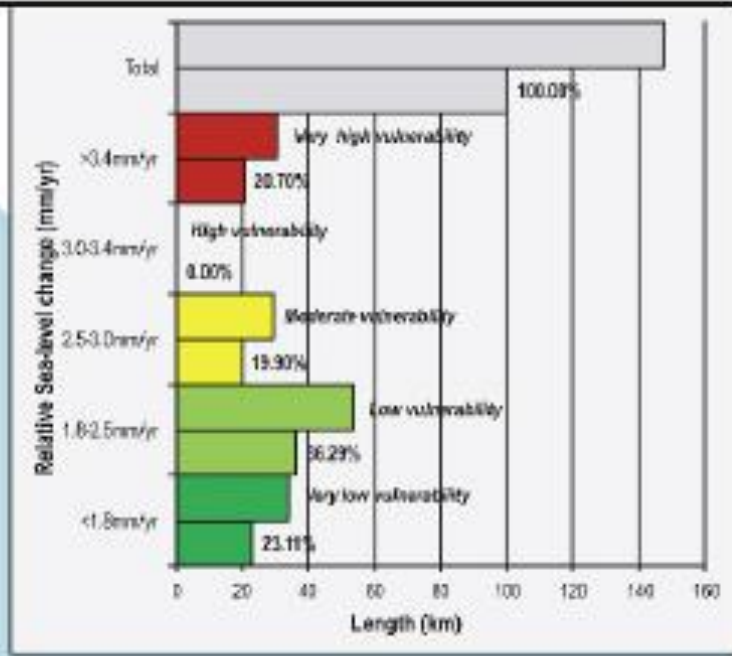
**Coastal Slope Sensitivity Ranking**

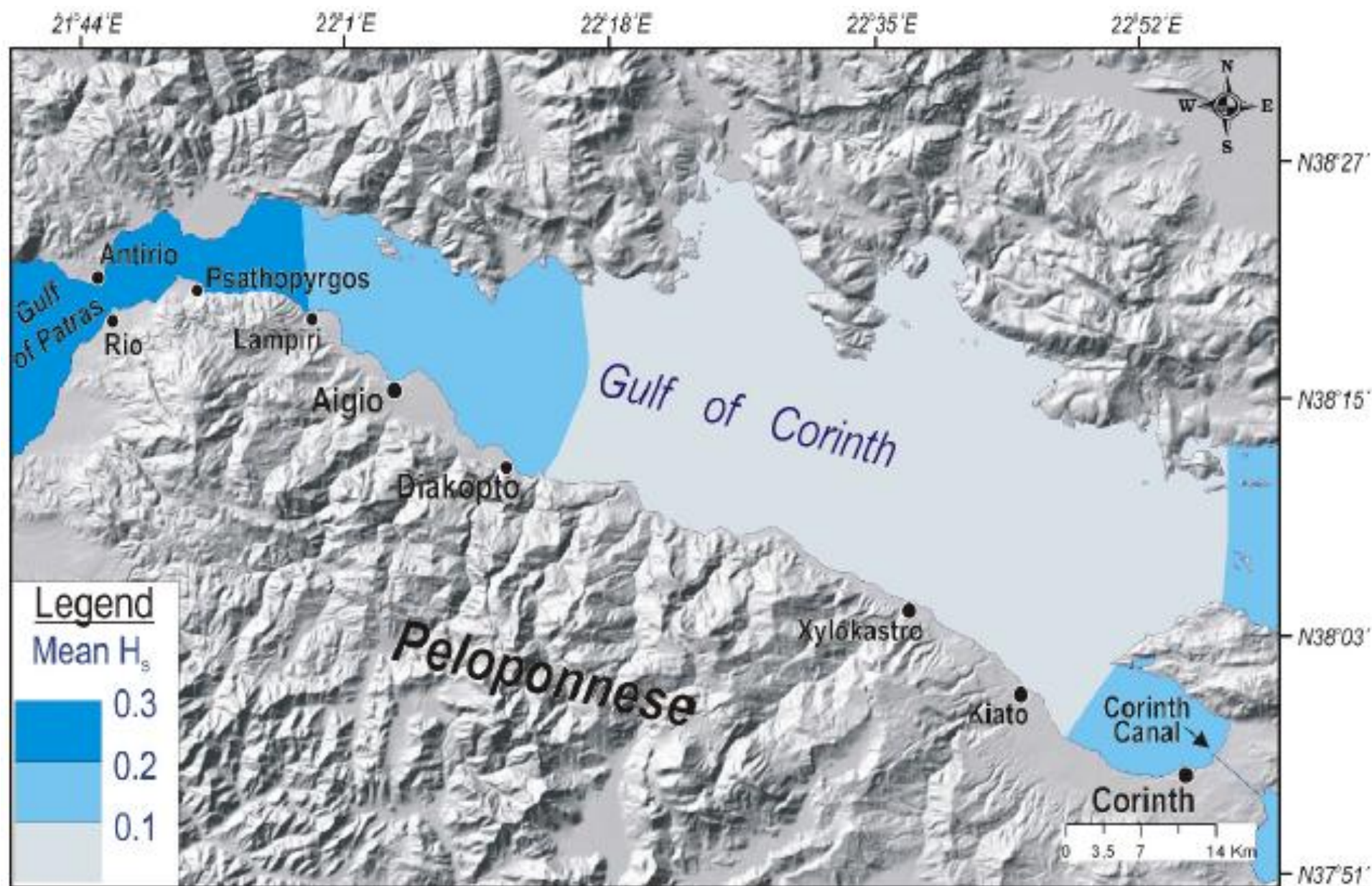
- Very low
- Low
- Moderate
- High
- Very high

| Erosion/ accretion rate | $>(+1.5)$ m/yr | $(+1.5)$ - $(+0.5)$ m/yr | $(+0.5)$ - $(-0.5)$ m/yr | $(-0.5)$ - $(-1.5)$ m/yr | $<(-1.5)$ m/yr | Total  |
|-------------------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------|--------|
| Length (%)              | 1.80           | 7.50                     | 83.60                    | 7.10                     | 0.00           | 100.00 |
| Length (km)             | 2.65           | 11.09                    | 123.63                   | 10.47                    | 0.00           | 148.00 |
| Sensitivity             | Very low (1)   | Low (2)                  | Moderate (3)             | High (4)                 | Very high (5)  |        |

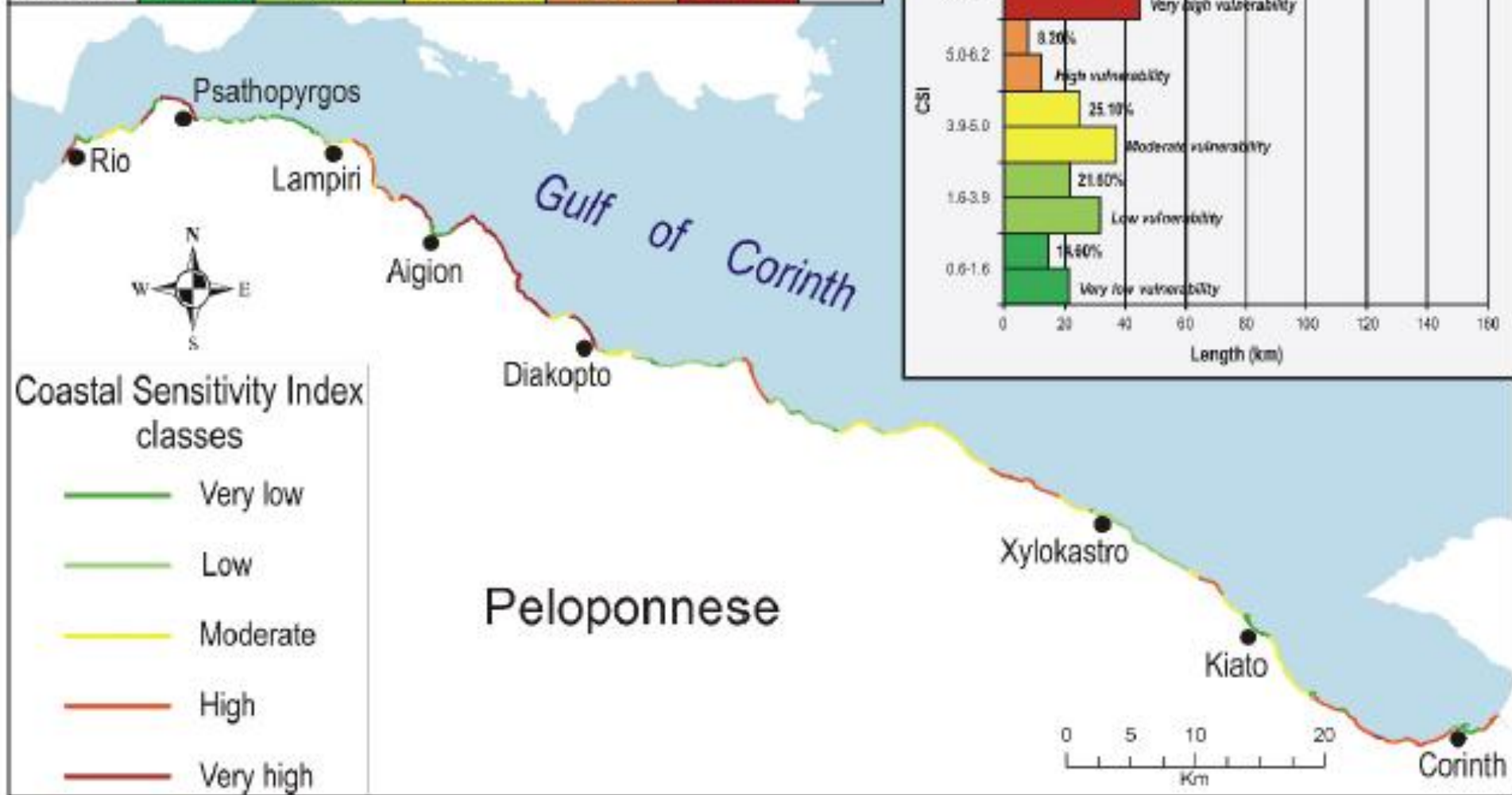


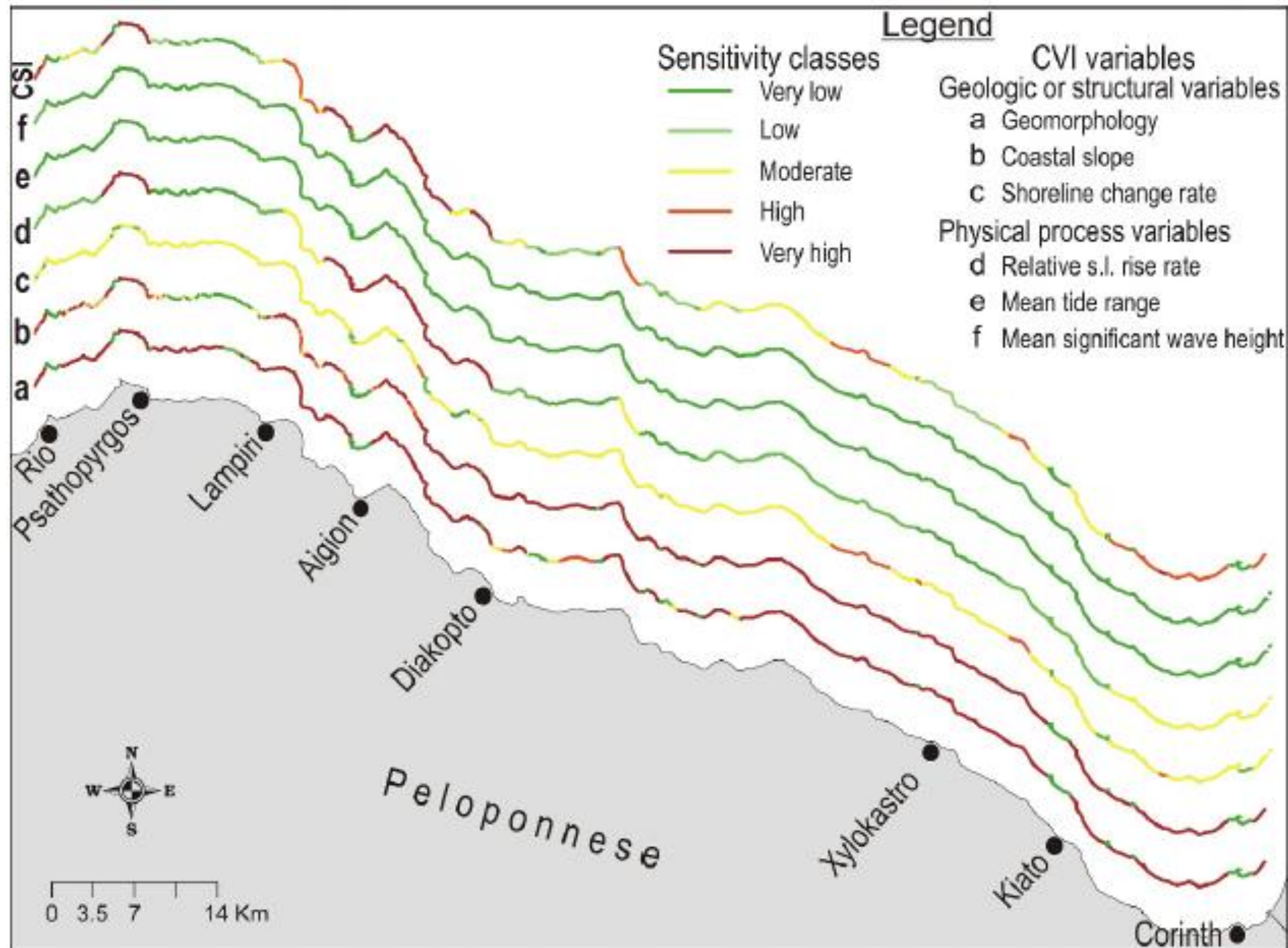
| Relative sea-level change | <1.8mm/yr    | 1.8-2.5mm/yr | 2.5-3.0mm/yr | 3.0-3.4mm/yr | >3.4mm/yr     | Total  |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------|
| Length (%)                | 23.11        | 36.29        | 19.90        | 0.00         | 20.70         | 100.00 |
| Length (km)               | 34.20        | 53.79        | 29.36        | 0.00         | 30.48         | 148.00 |
| Sensitivity               | Very low (1) | Low (2)      | Moderate (3) | High (4)     | Very high (5) |        |

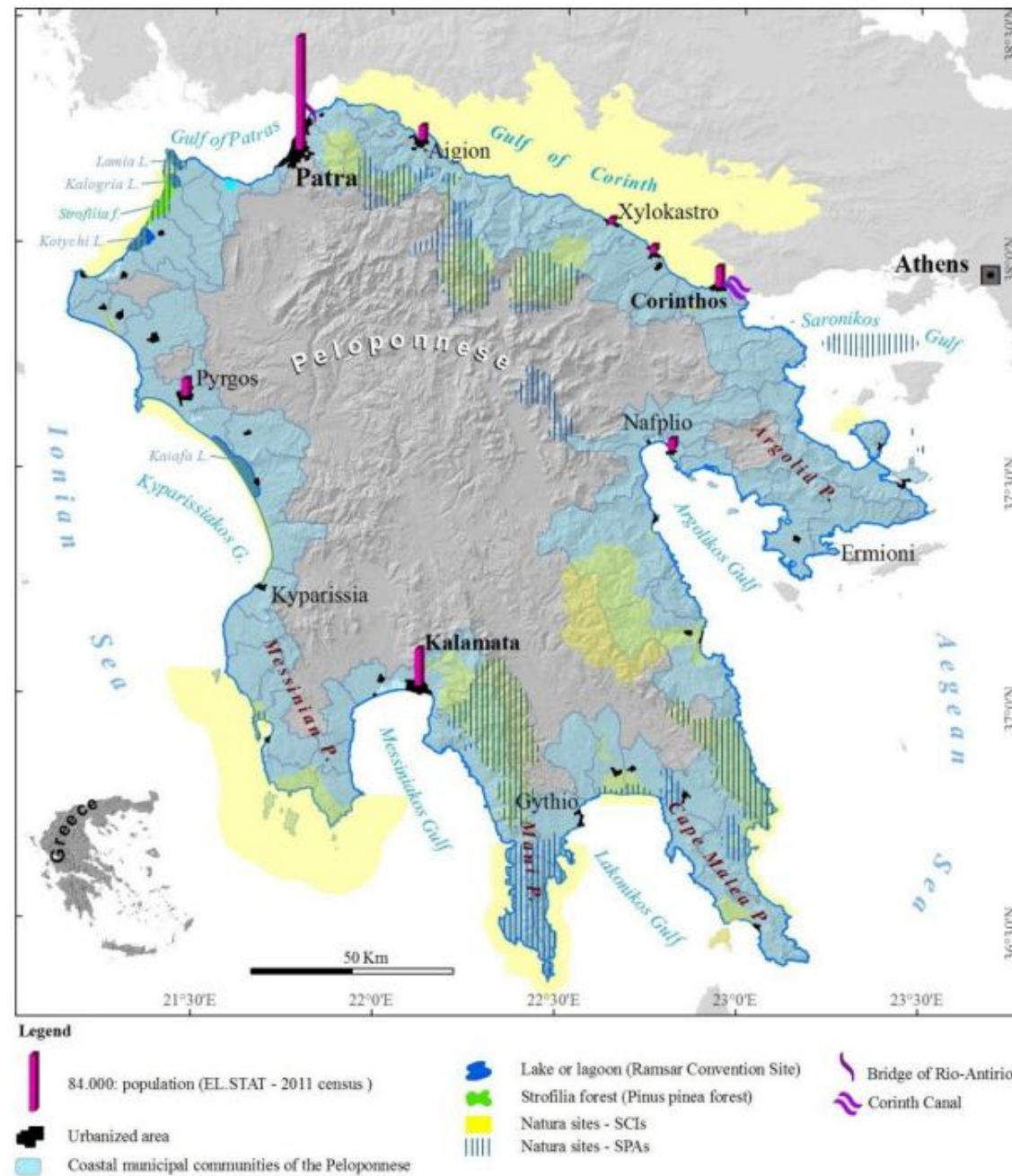




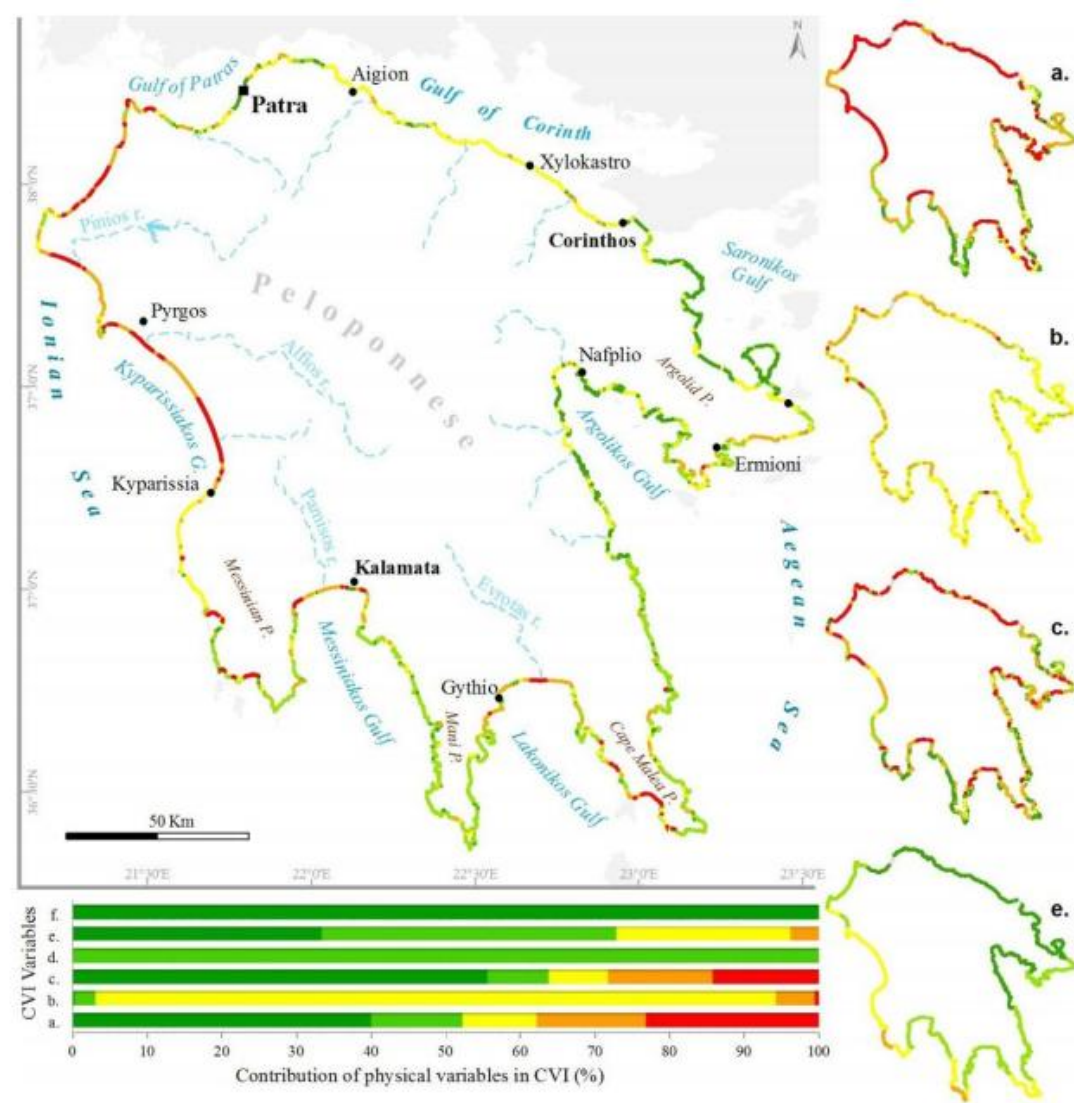
| CSI         | 0.6-1.6      | 1.6-3.9 | 3.9-5.0      | 5.0-6.2  | 6.2-9.1       | Total  |
|-------------|--------------|---------|--------------|----------|---------------|--------|
| Length (%)  | 14.60        | 21.60   | 25.10        | 8.20     | 30.50         | 100.00 |
| Length (km) | 21.43        | 31.96   | 36.90        | 12.12    | 44.88         | 148.00 |
| Sensitivity | Very low (1) | Low (2) | Moderate (3) | High (4) | Very high (5) |        |







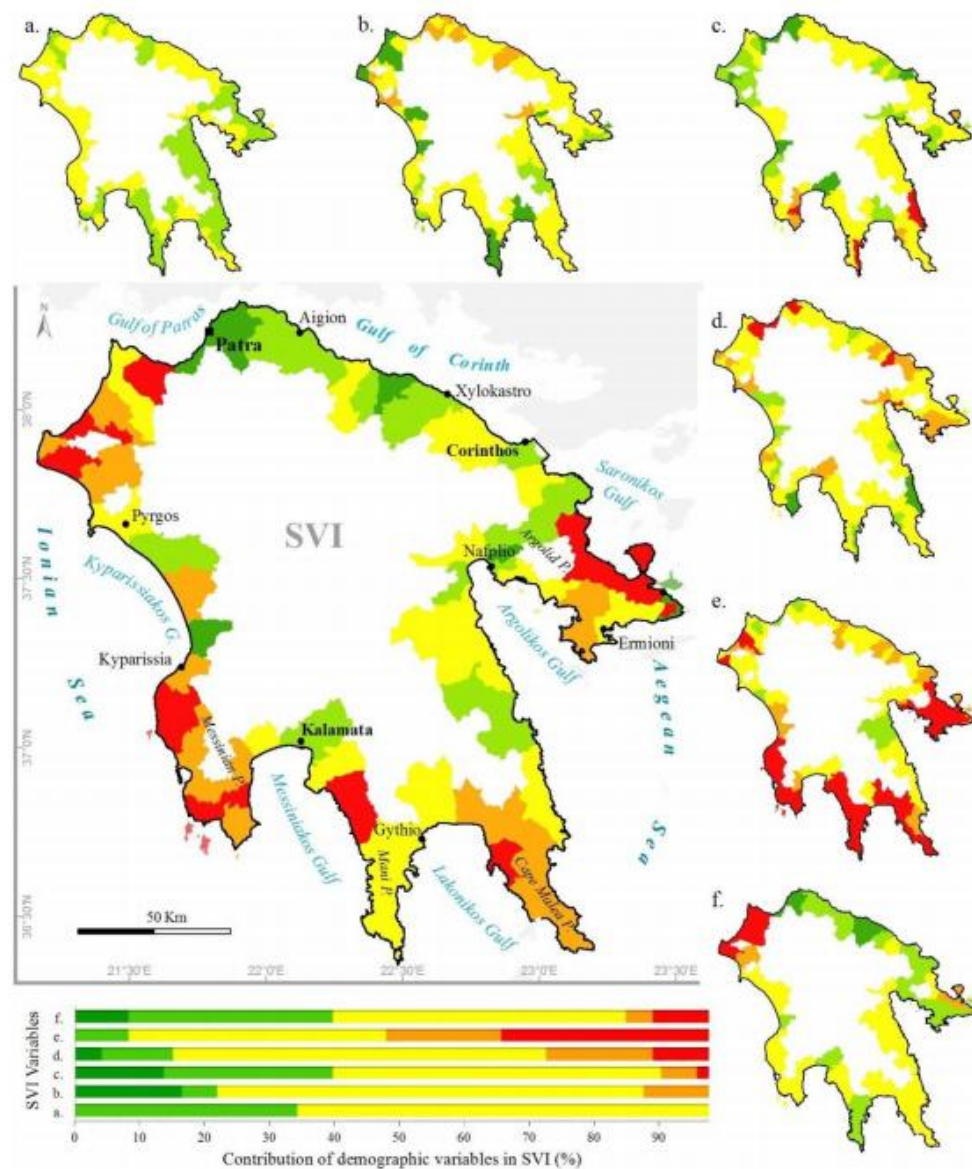
**Figure 1.** Hill-shaded map of the Peloponnese. The map also shows the 73 coastal municipal communities of the study area.



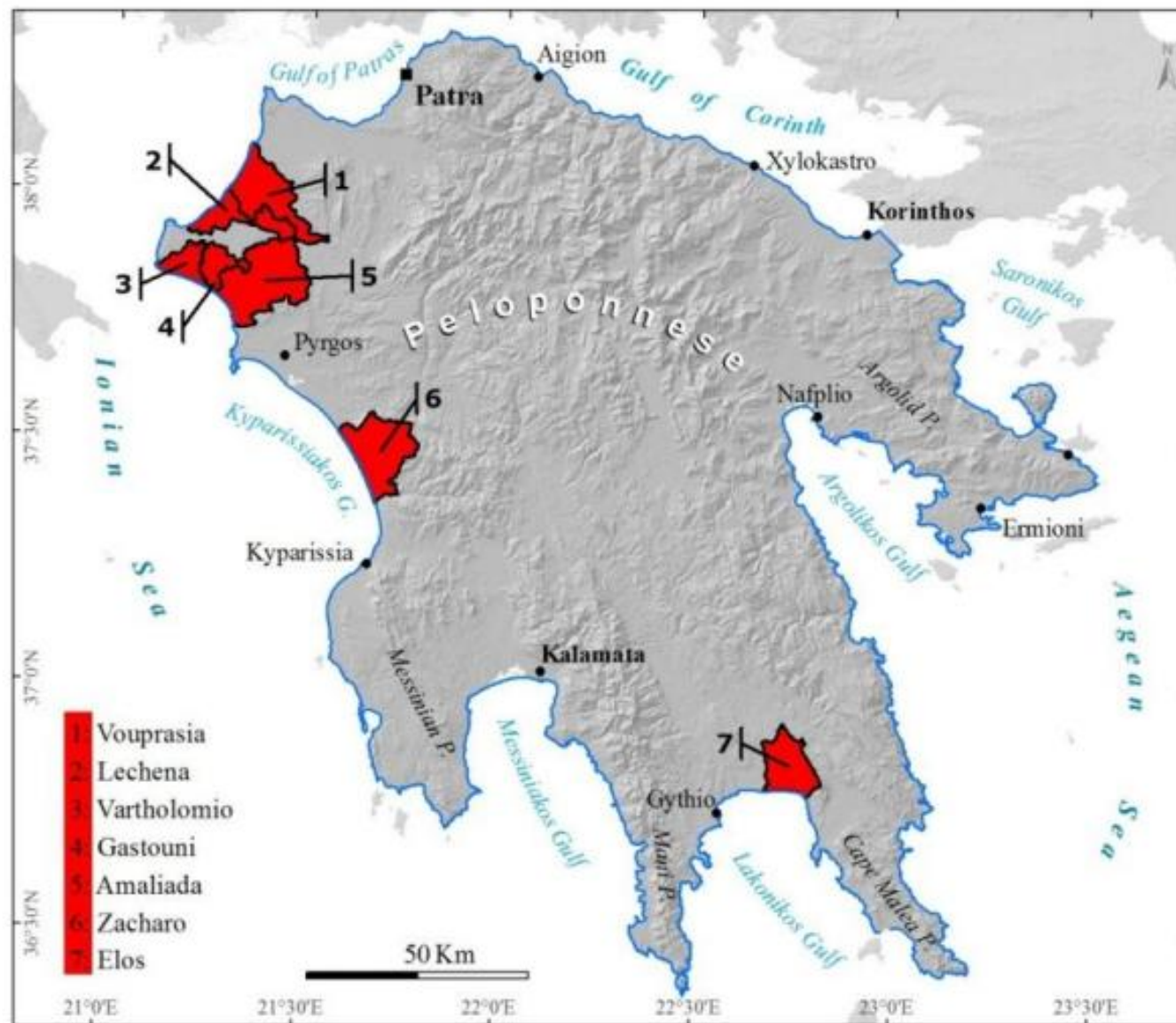
**Figure 2.** Maps of classification of the Peloponnese coastline into five physical vulnerability classes according to the variables of the Coastal Vulnerability Index (CVI) values. Inset maps (a–c,e) indicate the vulnerability ranking of various segments of the coast based on the CVI variables ((a) geomorphology, (b) shoreline change rate, (c) coastal slope and (e) mean significant wave height). Since the variables of relative sea-level rise and tidal range are considered to have the same value along the entire coastline of the Peloponnese, the figure does not include vulnerability ranking maps for these variables. The bar diagram shows the length (in percentage %) of shoreline in each vulnerability category for the CVI variables.

**Table 3.** Number of coastal communities (as percentage% of the total coastal municipal communities of the Peloponnese) in each vulnerability category (1–5) for the social variables (a–f) of the SVI.

|     | Variables                         | Social Vulnerability Classes |          |               |           |                |
|-----|-----------------------------------|------------------------------|----------|---------------|-----------|----------------|
|     |                                   | 1<br>Very Low                | 2<br>Low | 3<br>Moderate | 4<br>High | 5<br>Very High |
| a.  | Population Density                | 0.0                          | 34.2     | 65.8          | 0.0       | 0.0            |
| b.  | Share of Women in t.p.            | 16.4                         | 5.5      | 65.8          | 12.3      | 0.0            |
| c.  | Share of Persons above 65 in t.p. | 13.7                         | 26.0     | 50.7          | 5.5       | 4.1            |
| d.  | Share of Children below 5 in t.p. | 4.1                          | 11.0     | 57.5          | 16.4      | 11.0           |
| e.  | Share of foreign-born in t.p.     | 0.0                          | 8.2      | 39.7          | 17.8      | 34.2           |
| f.  | Share of Low Educated in t.p.     | 8.2                          | 31.5     | 45.2          | 4.1       | 11.0           |
| SVI | Number of Communities             | 8                            | 15       | 22            | 14        | 14             |
|     | (%)                               | 11.0                         | 20.5     | 30.1          | 19.2      | 19.2           |



**Figure 3.** Maps of classification of the coastal municipal communities of the Peloponnese into five social vulnerability classes according to the variables of the Social Vulnerability Index (SVI) values. Inset maps (a–f) indicate the social vulnerability ranking of the communities based on the categorization of the SVI variables' values ((a) population density, (b) share of women in total population, (c) share of persons above 65 in total population, (d) share of children below 5 in total population, (e) share of foreign-born in total population and (f) share of low educated in total population). Inset bar diagram show the length (in percentage %) of shoreline in each vulnerability category for the SVI variables.



**Figure 4.** Location map of the seven more vulnerable (both physically and socially) municipal communities of the Peloponnese. These municipal communities have high or very high values of SVI while more than 80% of their coastal zone is also of high and very high physical vulnerability.