

Παράκτιοι Κίνδυνοι - Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παράκτιας Ζώνης

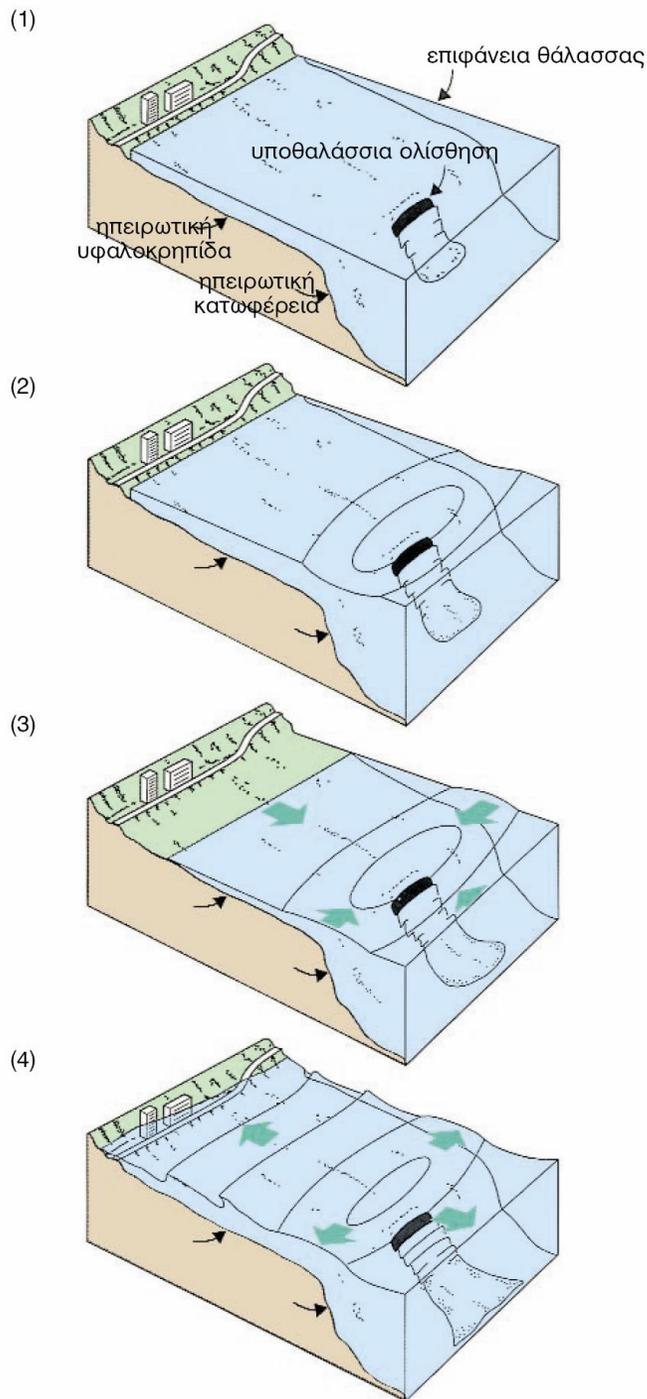
**Θαλάσσια κύματα βαρύτητας
τσουνάμι**

τσου = λιμάνι
νάμι = κύμα

~~Σεισμικά κύματα
Παλιρροϊκά κύματα~~

Αίτια γένεσης των θαλάσσιων κυμάτων βαρύτητας

- Κατακόρυφες μετατοπίσεις του θαλάσσιου νερού που προκαλούνται από υποθαλάσσιους σεισμούς, οι οποίοι προκαλούνται από την απότομη μετατόπιση ενός ρήγματος στο βυθό της θάλασσας.
- Οριζόντιες μετατοπίσεις της στήλης του νερού σαν αποτέλεσμα των δονήσεων του σεισμού. Ακόμη και σεισμοί που συμβαίνουν στην ξηρά μπορεί να προκαλέσουν τσουνάμι αν συμβούν κοντά σε ακτές.
- Μετατόπιση του θαλάσσιου νερού με σχετική βιαιότητα που μπορεί να προκληθεί από ηφαιστειακές εκρήξεις,
- Τέλος τσουνάμι μπορεί να προκληθούν από μεγάλης έκτασης υποθαλάσσιες κατολισθήσεις.
- Ή σπανιότερα από την πρόσκρουση εξωγήινης προέλευσης αντικειμένων.



Σχήμα 2.10 Τα στάδια γένεσης ενός θαλάσσιου κύματος βαρύτητας που δημιουργείται από την υποθαλάσσια ολίσθηση υλικών. (1) Σε πρώτη φάση λαμβάνει χώρα η υποθαλάσσια ολίσθηση. (2) Σε δεύτερο στάδιο προκαλείται η υποχώρηση της επιφάνειας της θάλασσας πάνω από το σημείο που συνέβη η ολίσθηση. (3) Στη συνέχεια μεγάλες ποσότητες νερού ορμούν για να αντισταθμίσουν την πτώση της επιφάνειας της θάλασσας. Στο στάδιο αυτό είναι πιθανό στην παράκτια περιοχή να υποχωρήσει η θάλασσα και να αποκαλυφθεί τμήμα του πυθμένα. (4) Η μεγάλη ορμή με την οποία το νερό τείνει να αποκαταστήσει τη θαλάσσια στάθμη προκαλεί την ανύψωση του επιπέδου της θάλασσας πάνω από το σημείο της υποθαλάσσιας ολίσθησης που αρχίζει και διαδίδεται ακτινικά προς όλες τις κατευθύνσεις σαν θαλάσσιο κύμα βαρύτητας. (τροποποιημένο από Smith & Dawson, 1990)

Κυματικά χαρακτηριστικά των θαλασσίων κυμάτων βαρύτητας

- τεράστιο μήκος κύματος που φθάνει τα εκατοντάδες χιλιόμετρα
- πολύ μικρό ύψος φθάνοντας μόλις το 1 μέτρο
- περίοδό πολύ μεγάλη αγγίζοντας την 1 ώρα
- ταχύτητα πολύ μεγάλη φθάνοντας τα 1000 km την ώρα
- το ίδιο μεγάλη είναι και η ενέργεια την οποία μεταφέρουν

Κυματικά χαρακτηριστικά των θαλασσίων κυμάτων βαρύτητας

- Η ταχύτητα με την οποία διαδίδονται υπολογίζεται από τον τύπο:

$$u=(g*h)^{1/2}$$

όπου g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας
και h είναι το βάθος του νερού.

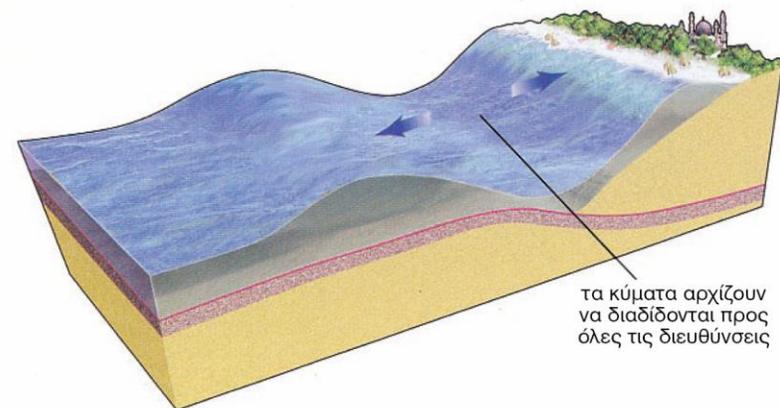
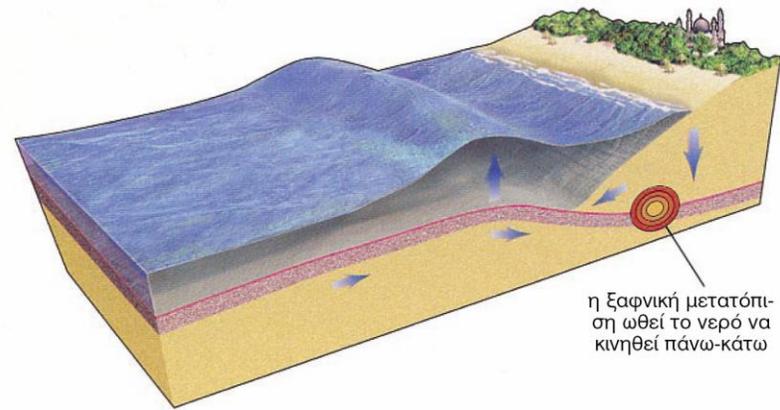
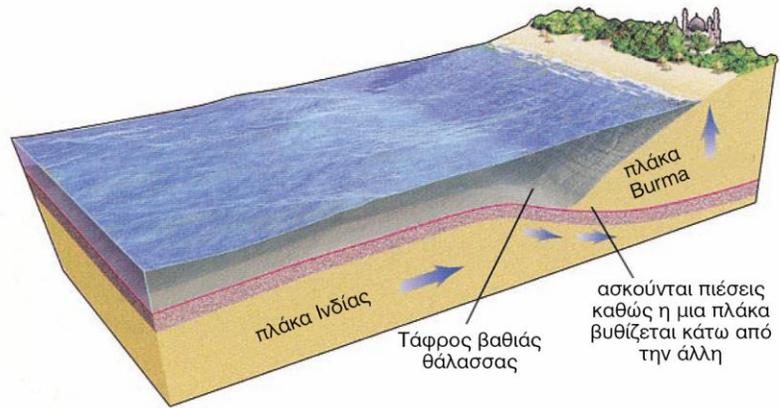
Ενδεικτικά η ταχύτητα ενός τσουνάμι σε νερά βάθους 3000 m φθάνει
τα 600 km/ώρα

- Δεν είναι ένα κύμα αλλά σειρά κυμάτων που πλήττουν τις παράκτιες
περιοχές με διαφορά 5 έως 90 λεπτών.

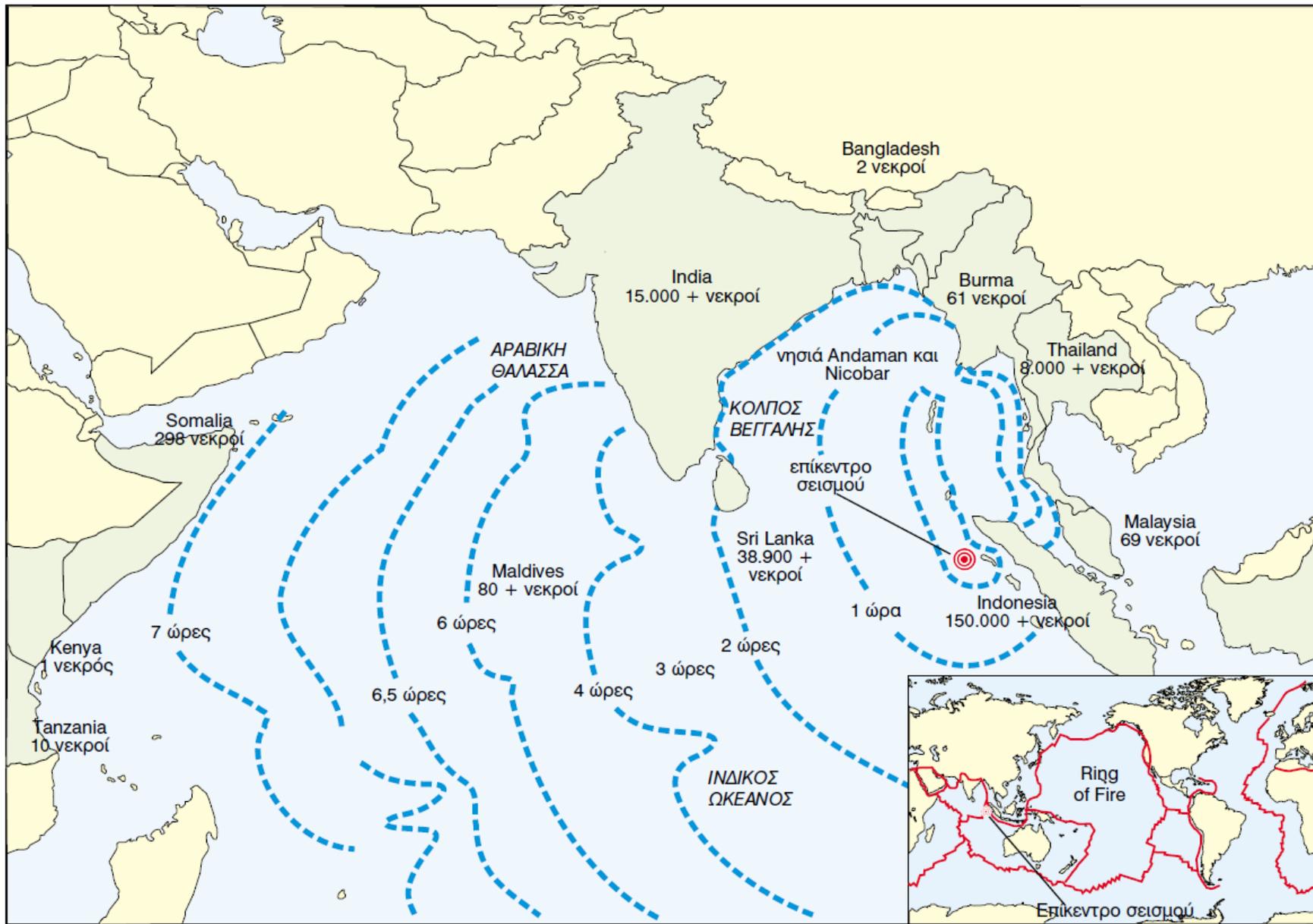
Κυματικά χαρακτηριστικά των θαλασσίων κυμάτων βαρύτητας

- η ενέργεια των κυμάτων αυτών ισούται με το $1/10$ της ενέργειας του σεισμού που τα προκάλεσε
- διάφορες κλίμακες μεγέθους των κυμάτων αυτών βασίζονται στο ύψος τους και στα μακροσκοπικά τους αποτελέσματα
- μια 6βαθμιαία κλίμακα προτάθηκε το 1927 και αναθεωρήθηκε 1962
- πρόσφατα (2001) προτάθηκε μια λεπτομερέστερη 12βαθμη από τους Papadopoulos and Imamura

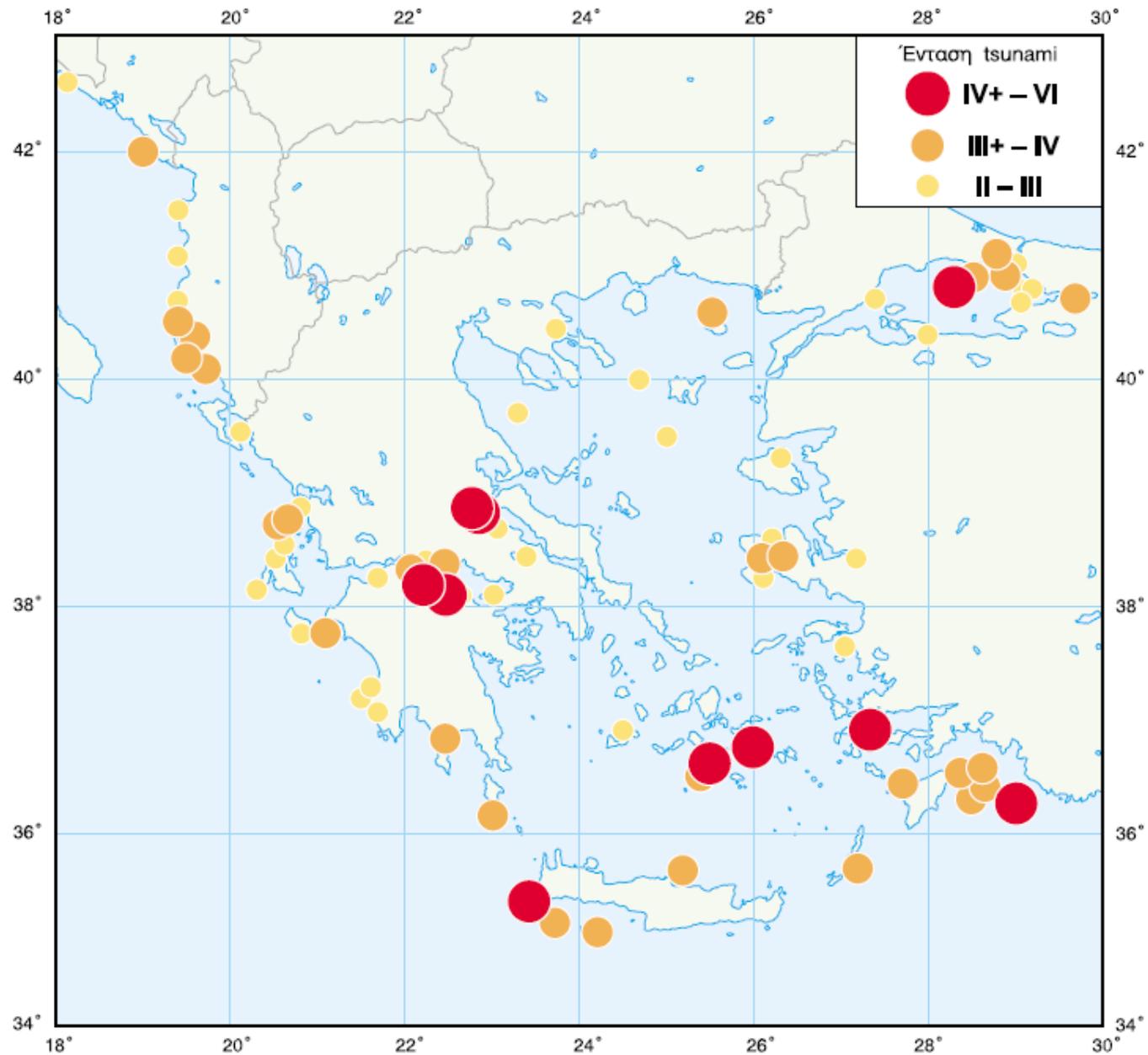
Το τσουνάμι του Ινδικού του 2004



Σχήμα 2.11 Η γένεση του θαλάσσιου κύματος βαρύτητας της 26ης Δεκεμβρίου 2004 στον Ινδικό ωκεανό. (1) η υποβύθιση της τεκτονικής πλάκας της Ινδίας κάτω από την πλάκα της Burma ασκεί πιέσεις στο όριο της πλάκας της Burma κατά μήκος της υποθαλάσσιας τάφρου. Η συνεχής άσκηση πίεσης προκαλεί τη σταδιακή απελευθέρωση των τάσεων και την ανύψωση της πλάκας της Burma. (2) η απότομη έκλυση ενέργειας προκαλεί μια σεισμική δόνηση μεγέθους 9 βαθμών. Η απελευθέρωση αυτή της ενέργειας αναγκάζει το προς τη θάλασσα όριο της πλάκας της Burma να κινηθεί τόσο προς τα εμπρός όσο και προς τα πάνω. Ο θαλάσσιος πυθμένας ανυψώνεται και μετατοπίζει όλη τη μάζα του ωκεάνιου νερού που βρίσκεται πάνω του. Βύθιση λαμβάνει χώρα στο προς την ξηρά όριο της υποθαλάσσιας τάφρου. (3) μια σειρά από θαλάσσια κύματα βαρύτητας αρχίζουν να διαδίδονται ακτινωτά γύρω από την περιοχή που ανυψώθηκε ο θαλάσσιος πυθμένας. Τις επιπτώσεις από την άφιξη των πρώτων κυμάτων δέχτηκαν τα πλησιέστερα νησιά. (πηγή: Keller & Blodgett, 2006)



Σχήμα 2.12 Το θαλάσσιο κύμα βαρύτητας της 26ης Δεκεμβρίου 2004 στον Ινδικό ωκεανό ήταν το πιο θανατηφόρο στην ιστορία. Δημιουργήθηκε βορειοδυτικά του νησιού Sumatra και προκάλεσε ζημιές και απώλειες ανθρώπινων ζώων σε όλες σχεδόν τις ακτές του Ινδικού ωκεανού έως τις ανατολικές ακτές της Αφρικής. Οι διακεκομμένες γραμμές δείχνουν κατά προσέγγιση τη θέση της κορυφής ή κοιλίας του αρχικού κύματος σε χρονικά διαστήματα 1, 2, 3, 4, 5, 6, 6,5 και 7 ωρών μετά τη δημιουργία του. (τροποποιημένο από Keller & Blodgett, 2006)



Σχήμα 2.13 Τα σημαντικότερα θαλάσσια κύματα βαρύτητας που έχουν καταγραφεί στις ακτές της Ελλάδας και των γειτονικών της χωρών. Τα τρία μεγέθη κύκλων αντιστοιχούν στα διαστήματα μέγιστων εντάσεων που παρατηρήθηκαν (Παπαζάχος & Παπαζάχου, 2003). (τροποποιημένο από Παπαζάχος & Παπαζάχου, 2003)

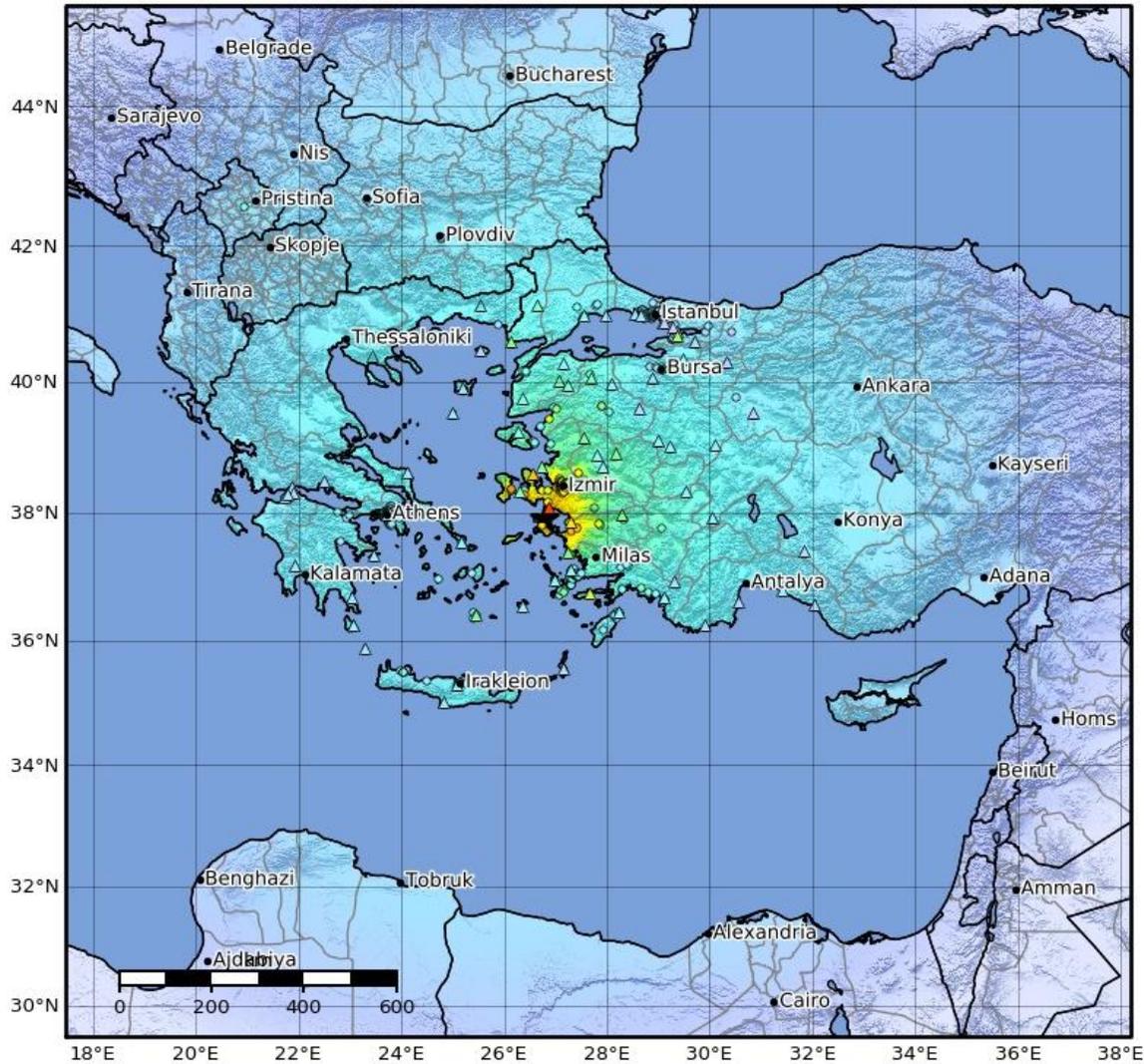
Το τσουνάμι της Αμοργού

Πίνακας 2.1 Ένταση και ύψη των θαλάσσιων κυμάτων βαρύτητας που έπληξαν διάφορες ακτές του Αιγαίου στις 9 Ιουλίου του 1956. Η τρίτη στήλη περιλαμβάνει την απόσταση των παράκτιων περιοχών (σε km) από το σημείο γένεσης των κυμάτων. (Πηγή: Papazachos et al., 1986)

Περιοχή	Ύψος κύματος (H) σε m.	Ένταση θαλάσσιου κύματος βαρύτητας K _i	Απόσταση (km)
Νότιες ακτές Αμοργού	25,0	V	24
Βόρειες ακτές Αμοργού	2,50	IV	28
Βόρειες ακτές Αστυπάλαιας	20,0	V	32
Νότιες ακτές Αστυπάλαιας	4,00	IV	36
Φολέγανδρος	10,0	III	112
Κρήτη (Ηράκλειο)	2,00	II+	188
Πειραιάς	0,30	II	204



ShakeMap: 15 km NNE of Néon Karlovásion, North Aegean, GR
 Oct 30, 2020 11:51:27 UTC M7.0 N37.92 E26.79 Depth: 21.0km ID:us7000c7y0



30 Οκτωβρίου 2020
 στις 13:51 ώρα Ελλάδος



Το επίκεντρο του σεισμού ήταν 19 χιλιόμετρα βορείως της Σάμου, στον κόλπο της Εφέσου, ενώ το μέγεθός του ήταν 6,7 βαθμών της κλίμακας Ρίχτερ σύμφωνα με το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (το USGS αναφέρει ότι το μέγεθος του σεισμού ήταν 7,0)

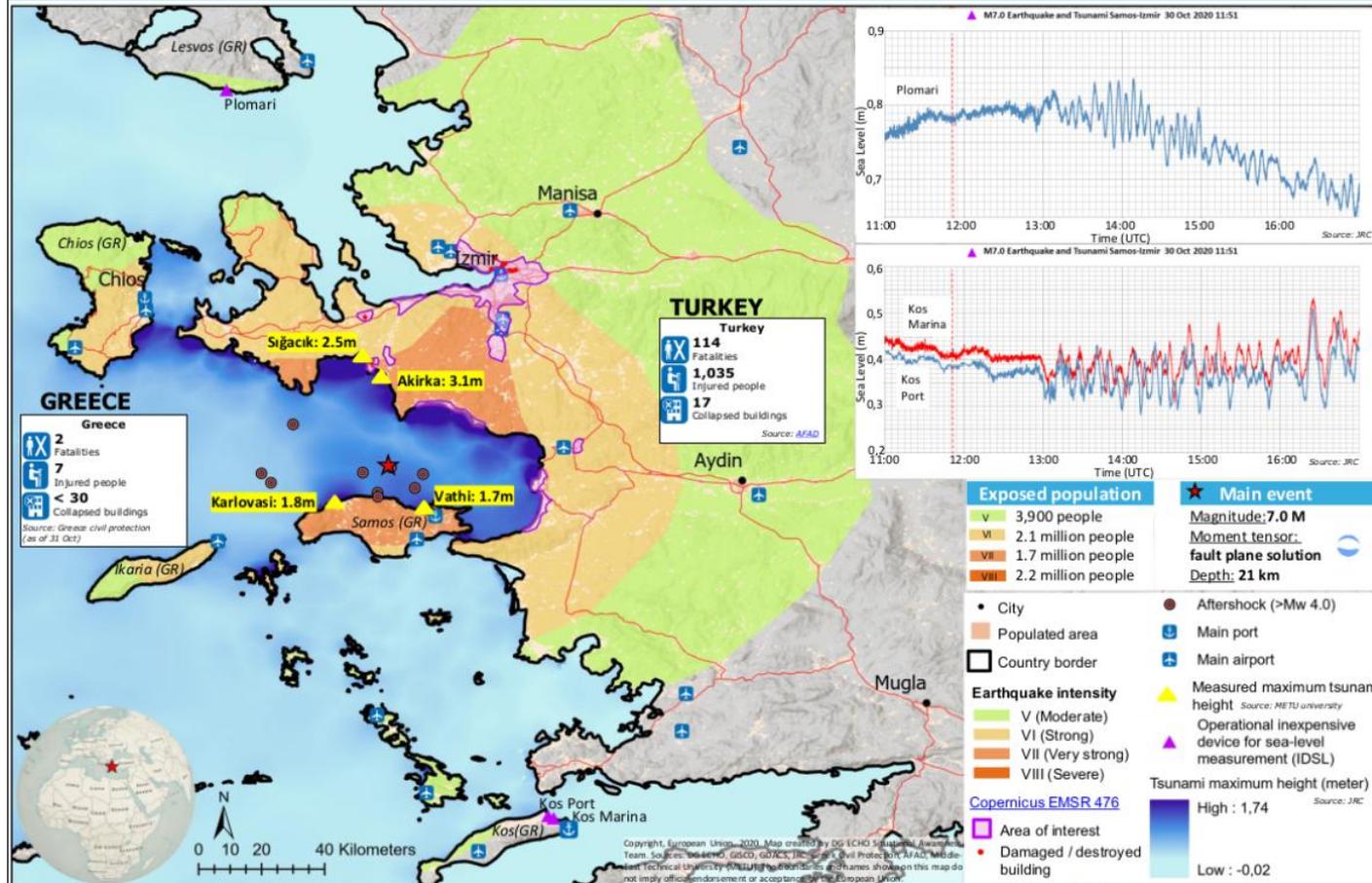
SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
DAMAGE	None	None	None	Very light	Light	Moderate	Moderate/heavy	Heavy	Very heavy
PGA(%g)	<0.0464	0.297	2.76	6.2	11.5	21.5	40.1	74.7	>139
PGV(cm/s)	<0.0215	0.135	1.41	4.65	9.64	20	41.4	85.8	>178
INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Scale based on Worden et al. (2012)

Version 7: Processed 2020-10-31T11:52:26Z

△ Seismic Instrument ○ Reported Intensity

★ Epicenter □ Rupture



Η ένταση του σεισμού και το ύψος του τσουνάμι σε χάρτη του ευρωπαϊκού Κέντρου Συντονισμού Αντιμετώπισης Εκτάκτων Αναγκών.

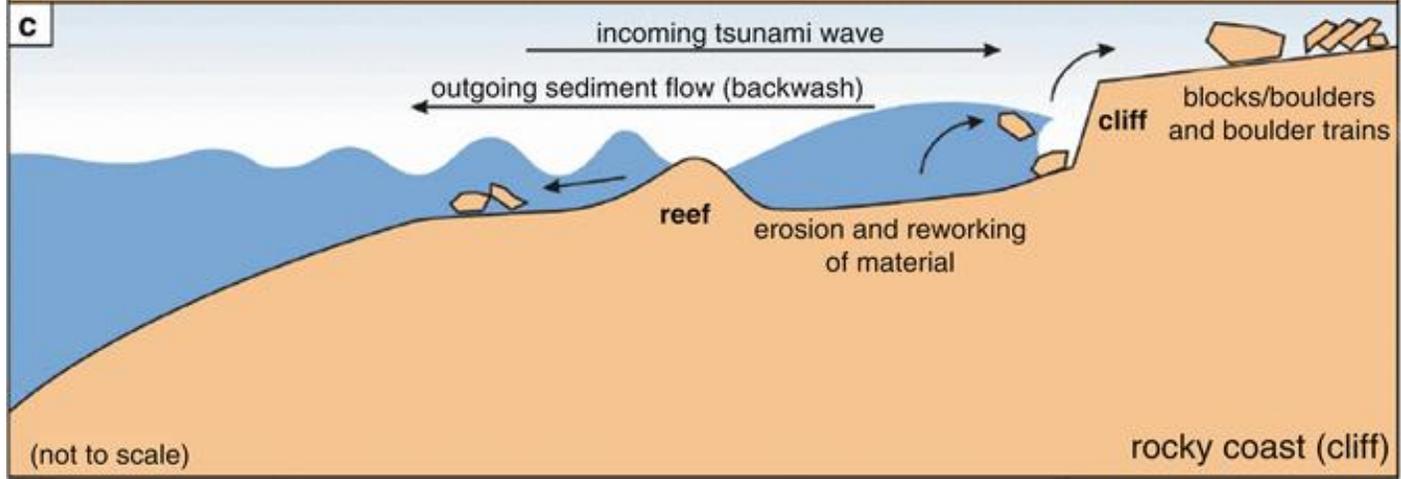
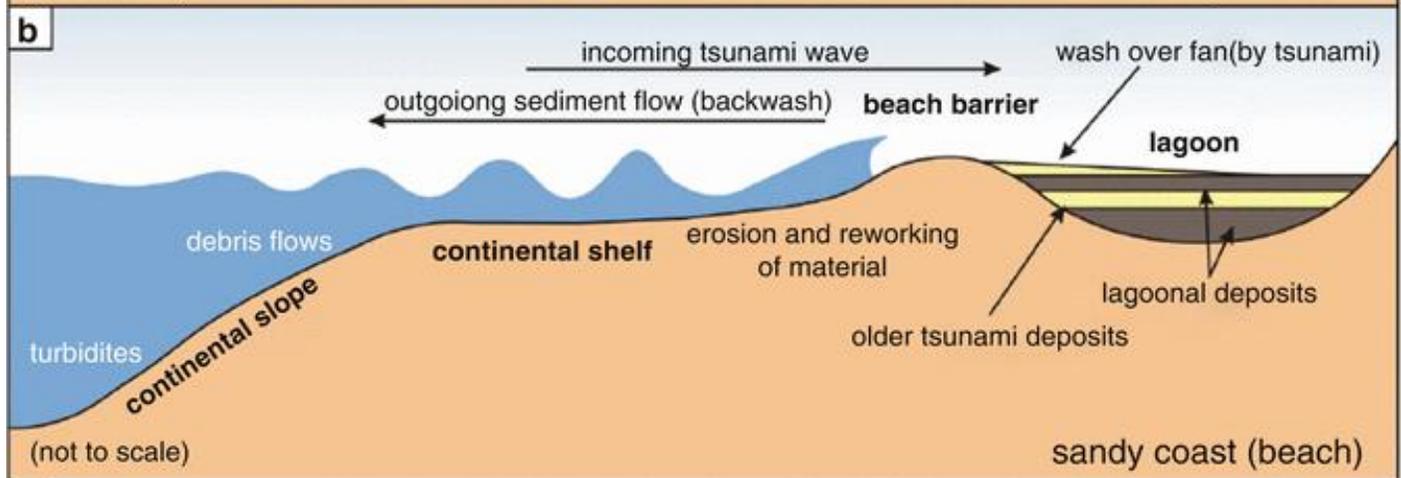
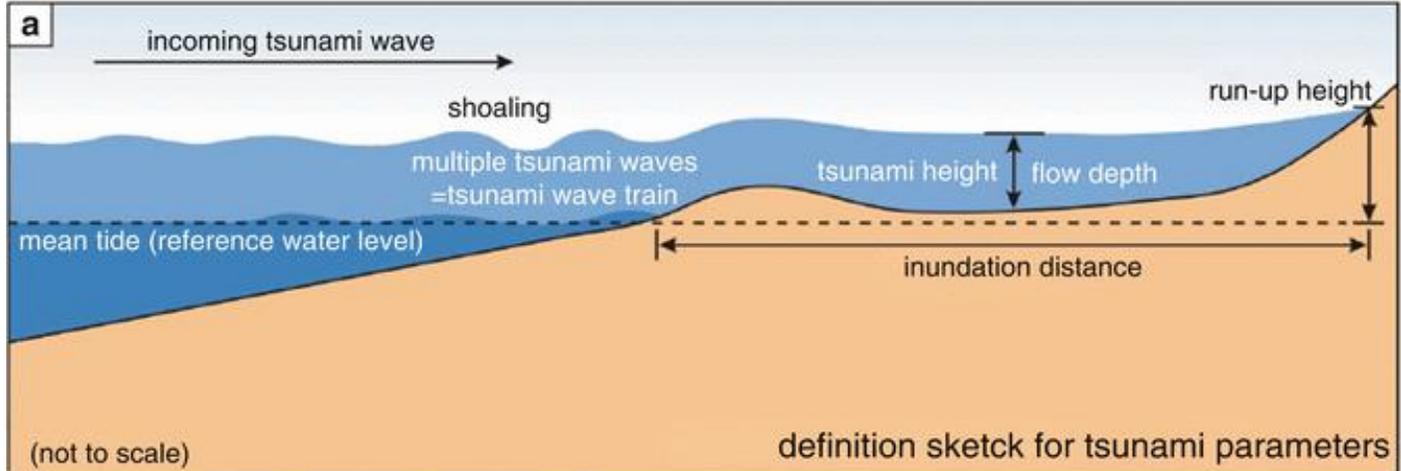
Το μέγιστο ύψος καταγράφηκε στον Άγιο Νικόλαο Σάμου, μερικά χιλιόμετρα ανατολικά του Καρλοβασίου, όπου το ύψος του τσουνάμι έφτασε τα 3,35 μέτρα, όπως καταγράφηκε σε κάμερα. Το τσουνάμι έφτασε εκεί 2 με 4 λεπτά μετά τον σεισμό.

Το τσουνάμι της Σάμου

- Στο Βαθύ Σάμου, την πρωτεύουσα του νησιού, μετά την αρχική υποχώρηση της στάθμης της θάλασσας ακολούθησαν δύο κύματα τσουνάμι, τα οποία έφτασαν σε ύψος 1,9 μέτρα.
- Το πρώτο κύμα έφτασε 13 λεπτά με τον σεισμό και το δεύτερο και μεγαλύτερο 33 λεπτά μετά τον σεισμό.
- Στο λιμάνι Καρλοβασίου το ύψος του τσουνάμι έφτασε τα 1,8 μέτρα.
- Το τσουνάμι στις νότιες ακτές της Χίου έφτασε μία ώρα περίπου μετά το σεισμό και έφτασε σε ύψος το ένα μέτρο, παρασύροντας μικρές βάρκες πάνω στην προκυμαία.
- Το τσουνάμι στις τουρκικές ακτές έφτασε σε ύψος μέχρι τα 2,3 μέτρα και μέγιστη διείσδυση στην ενδοχώρα τα 2,49 χιλιόμετρα κατά μήκος του ρέματος Αλάτσατα Αζμάκ.

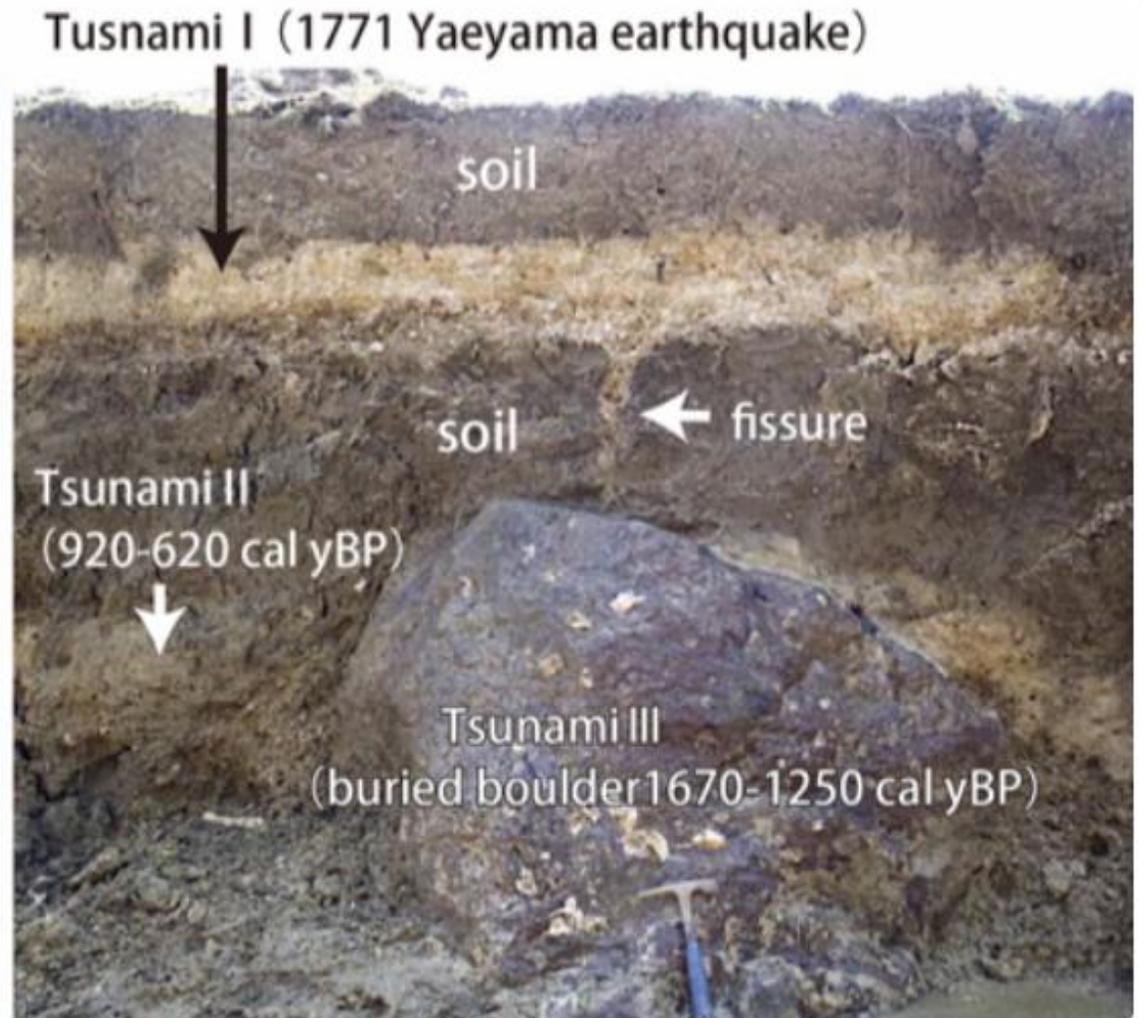
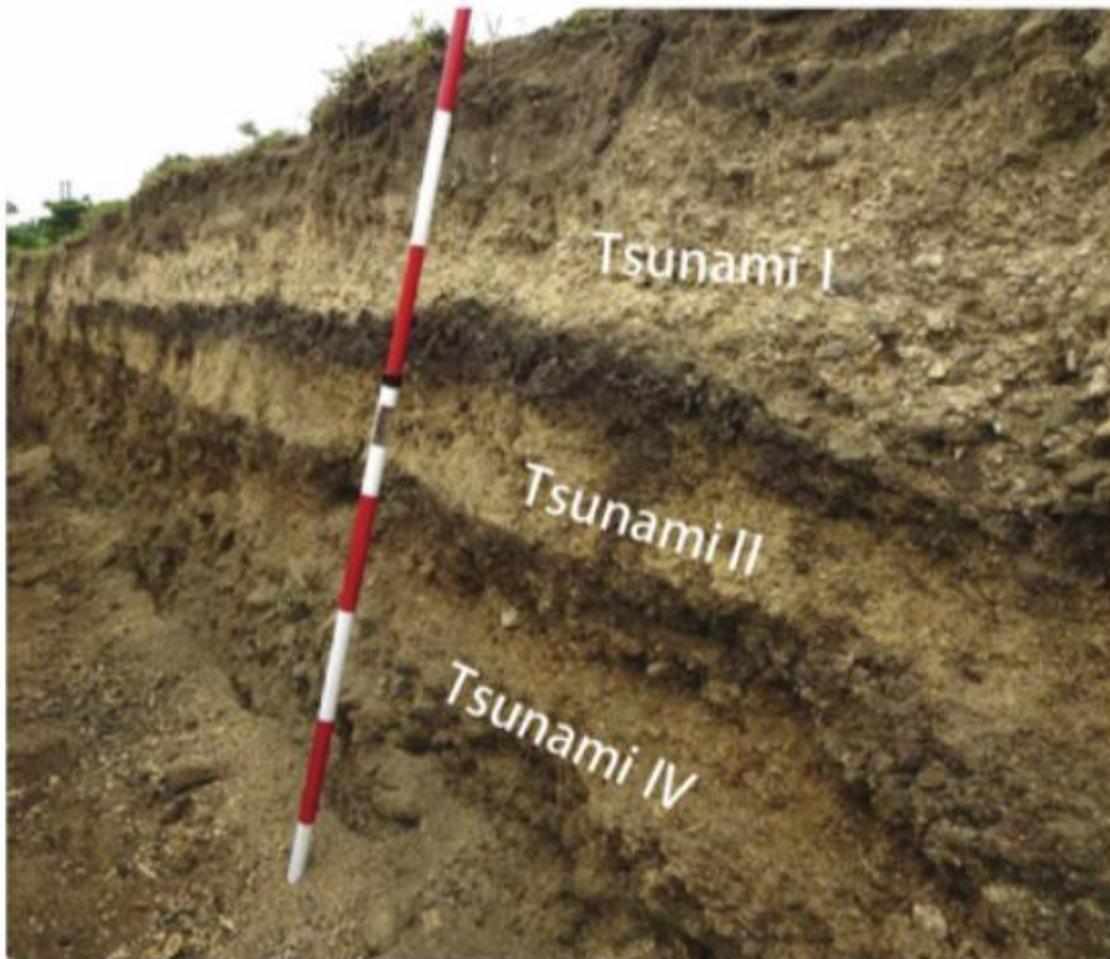
Έρευνες για παλαιο-τσουνάμι

- Μελέτη της γεωμορφολογίας των ακτών
- Μελέτη της στρωματογραφίας των παράκτιων ιζημάτων

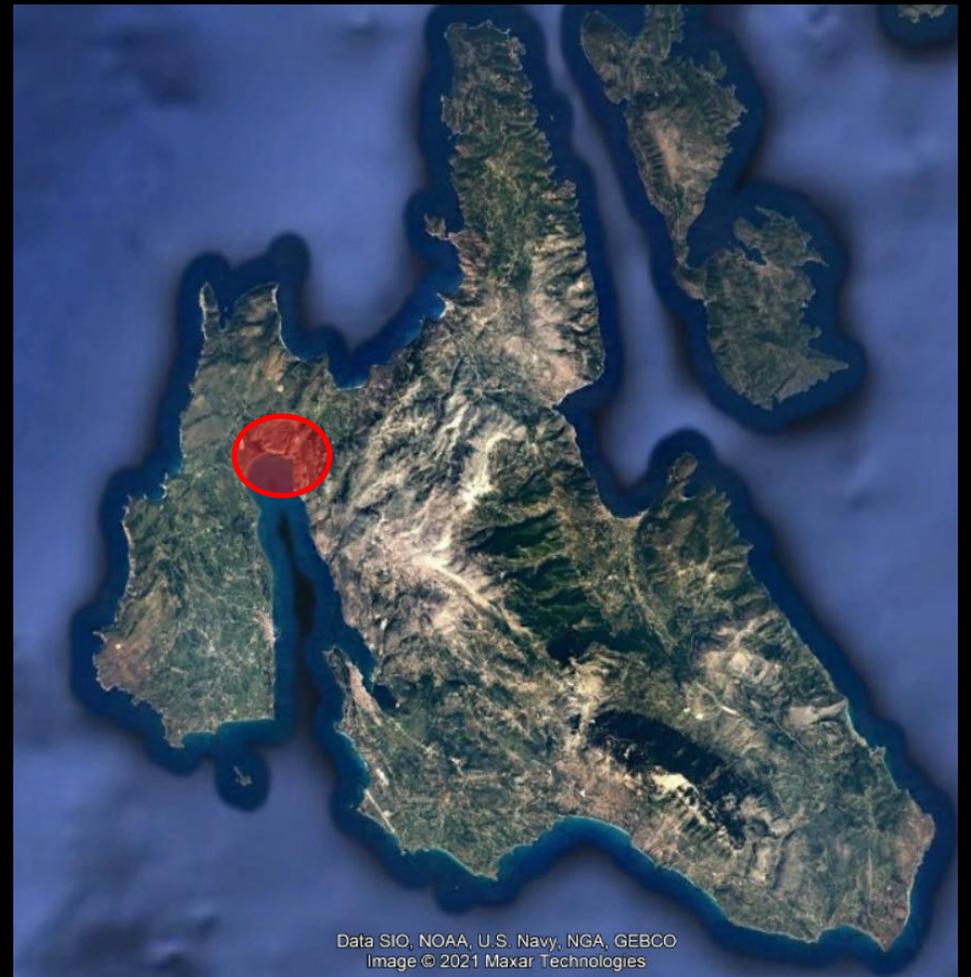




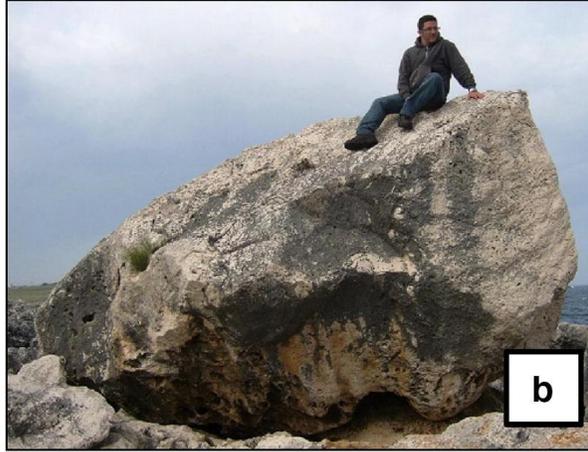
Αποθέσεις παλαιο-τσουνάμι στην ακτή Κύνος (Φθιώτιδα - Β. Ευβοικός κόλπος)



Αποθέσεις παλαιο-τσουνάμι στην Ιαπωνία



Λιβάδι Κεφαλονιά
Έρευνα για παλαιοτσουνάμι

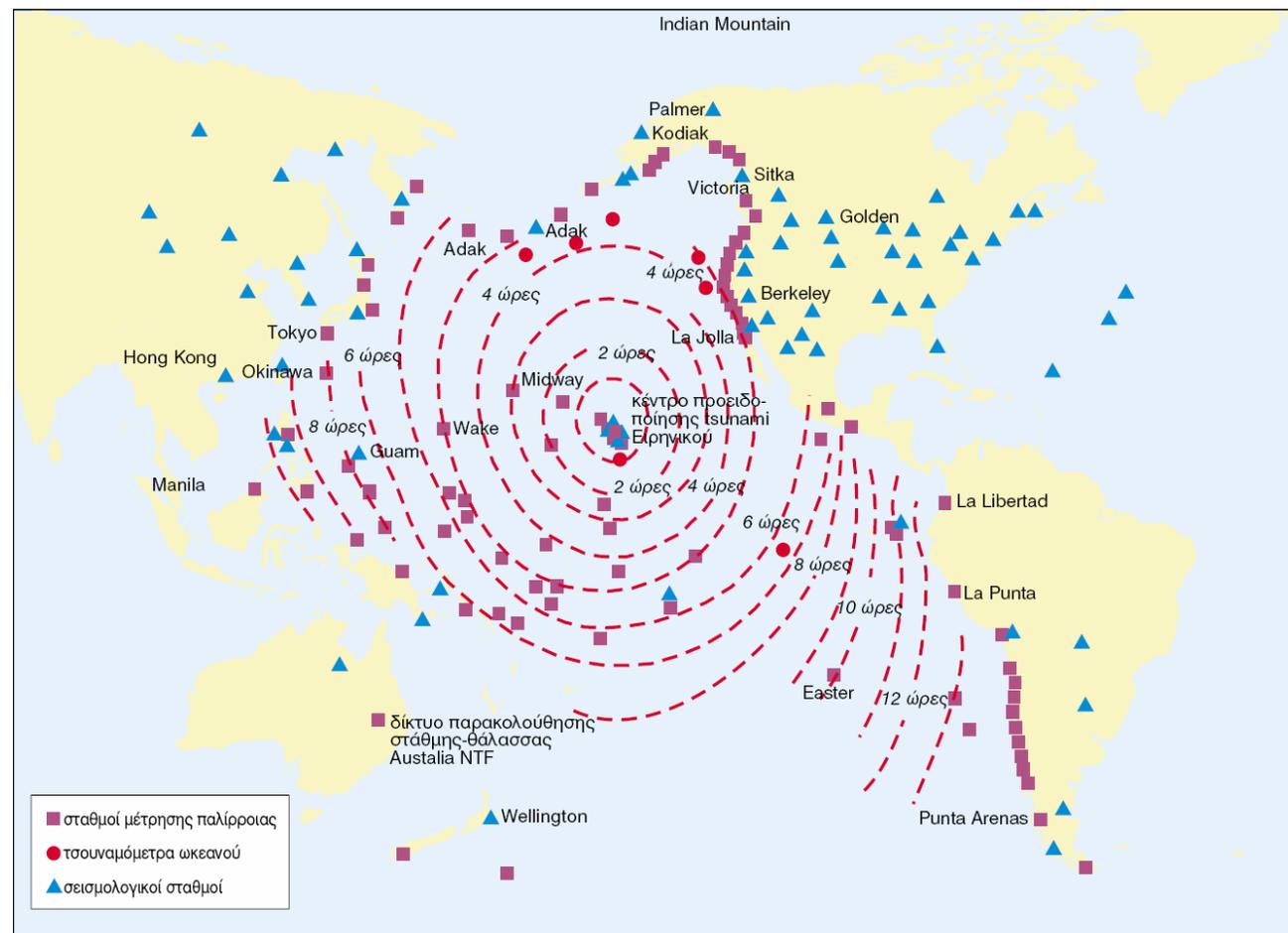


- A** Punta Saguerra (Taranto, southern Italy)
- B** Torre Sant'Emiliano (Otranto, southern Italy)
- C** Cava La Maddalena (Sicily, near Siracusa)
- D** Bahar ic-Caghaq (Malta).
- E** SE coast of Portugal
- F** Cabo de Trafalgar, Spain



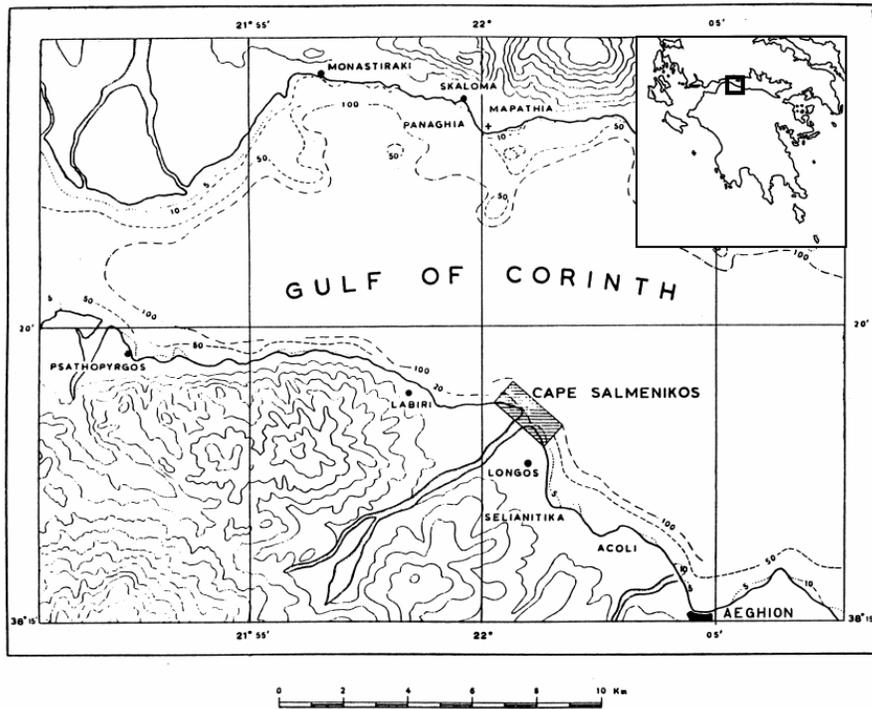
Πρόγνωση θαλασίων κυμάτων βαρύτητας

Συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης



Σχήμα 2.14 Το σύστημα προειδοποίησης θαλάσσιων κυμάτων βαρύτητας του Ειρηνικού ωκεανού. Η πληροφορία φθάνει στο κέντρο προειδοποίησης που βρίσκεται στη Χαβάη και προέρχεται από τρεις πηγές που περιλαμβάνουν παλιρροιογράφους, τσουναμόμετρα και σειсмоγράφους. Τα τσουναμόμετρα είναι όργανα που τοποθετούνται στον πυθμένα και μετρούν τις μεταβολές της πίεσης του θαλάσσιου νερού που αποτελούν ένδειξη διέλευσης τσουνάμι. Συγκεκριμένα έχουν εγκατασταθεί πάνω από 100 παλιρροιογράφοι, 6 τσουναμόμετρα ωκεανού που είναι συνδεδεμένα με πλωτές σηματοδότες και ένας αριθμός διάσπαρτων σεισμολογικών σταθμών. Οι διακεκομμένες γραμμές σκιαγραφούν το χρόνο (σε ώρες) που θα χρειαζόταν ώστε ένα θαλάσσιο κύμα βαρύτητας να φθάσει στη Χαβάη από διάφορες τοποθεσίες του Ειρηνικού ωκεανού. (τροποποιημένο από N.O.A.A.: National Weather Service)

Προτεινόμενη μεθοδολογία εκτίμησης της τρωτότητας των παράκτιων οικισμών στα κύματα tsunami (Papathoma & Dominey-Howes, 2003)



Χάρτης περιοχών μελέτης

Table 1. Tsunami events in the Gulf of Corinth (Y = year, M = month, D = day. Generating cause: ER = submarine earthquake, EA = earthquake associated, EL = earthquake landslide, ES = earthquake generated submarine sediment slide, GS = gravitative marine slide, K_o =Intensity). It is worth noting that no tsunami are reported for the period 373 BC to AD 552 and from AD 552 to AD 1402. Data from Papadopoulos (1998, 2003)

Y	M	D	Cause	Sub-region	Short description	K_o	Run-up (m)
373 BC	05		ER	West Corinth Gulf	Destructive inundation	V	?
AD 552	05		ER			IV	?
AD 1402	06		ER	Corinth Gulf	Destructive inundation	IV	?
AD 1742	02	20	ER	Corinth Gulf	Flooding in Vostiza	III	?
AD 1748	05	25	ER	West Corinth Gulf	Damaging waves in Aeghio	IV	10.00
AD 1769			ER	Corinth Gulf	Sea retreated in Desfina	II	?
AD 1794	06	11	EL	Corinth Gulf	Strong inundation	III	3.00
AD 1817	08	23	ER	West Corinth Gulf	Destructive inundation	IV	1.5 m
AD 1858	02	21	ER	Corinth Gulf	Sea wave	?	?
AD 1861	12	26	EL	West Corinth Gulf	Damaging waves in Aeghio	III	2.10
AD 1887	10	03	ER	Corinth Gulf	Sea wave in Galaxidi	II	?
AD 1888	09	09	ER	Corinth Gulf	Sea wave in Galaxidi	II	?
AD 1898	06	02	EA	Corinth Gulf	Sea waves	III	?
AD 1928	04	22	EA	East Corinth Gulf	Sea inundation	III	2.10
AD 1963	02	07	GS	West Corinth Gulf	Destructive waves in Aeghio	IV	5.00
AD 1965	07	06	EL	West Corinth Gulf	Strong wave in Eratini	III	3.00
AD 1981	02	24	ER	East Corinth Gulf	Weak wave	II	0.30
AD 1984	02	11	ES	West Corinth Gulf	Strong wave in Sergoula	III	?
AD 1995	06	15	ER	West Corinth Gulf	Sea wave in Eratini	III	?
AD 1996	01	01	GS	West Corinth Gulf	Sea wave in Aeghio	IV	?

Κατάλογος κυμάτων tsunami που έχουν πλήξει τις ακτές του Κορινθιακού κόλπου

Χάρτες κατηγοριοποίησης της τρωτότητας του παράκτιου οικισμού Άκολη στα κύματα tsunami (Parathoma & Dominey-Howes, 2003)

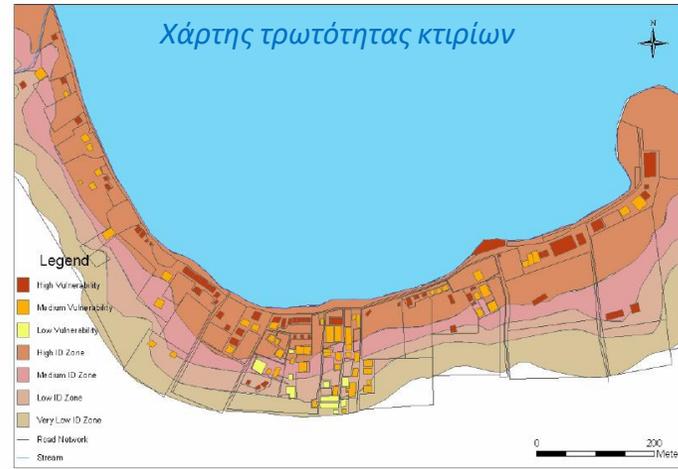


Fig. 2. Map to display the vulnerability of the buildings (BV) in Akoli.

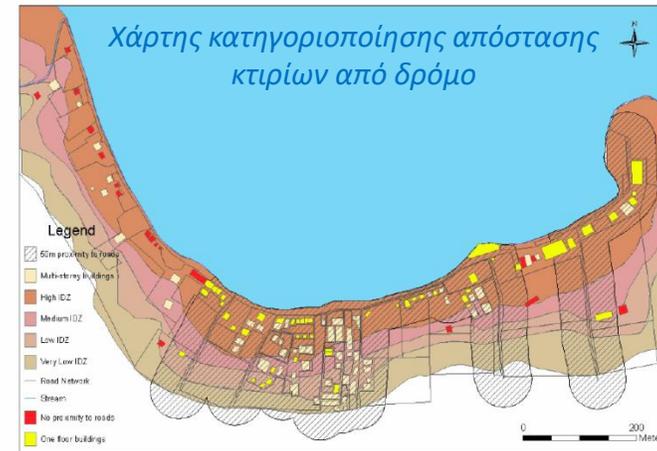


Fig. 8. Map to show the distribution of single (one)-story buildings that are at a distance of more than 50 m from the road network in Akoli. This map therefore, identifies those buildings from which it would be difficult to escape to safer (higher) ground.

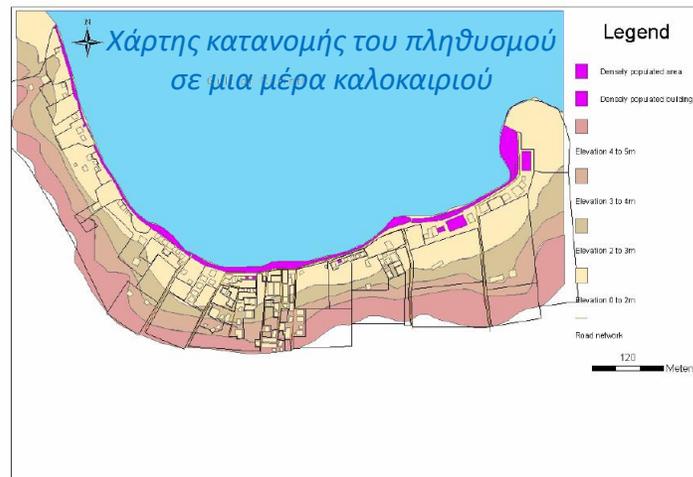


Fig. 6. Map to display the distribution of population in Akoli during the day in summer.

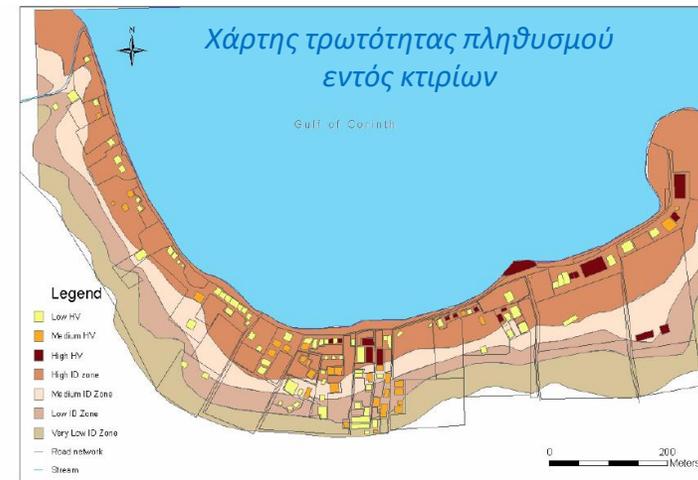


Fig. 4. Map to display the human vulnerability (HV) within individual buildings in Akoli.

Χάρτες κατηγοριοποίησης της τρωτότητας του παράκτιου οικισμού Σελιανίτικα στα κύματα tsunami (Parathoma & Dominey-Howes, 2003)



Fig. 3. Map to display the vulnerability of the buildings (BV) in Selianitika.



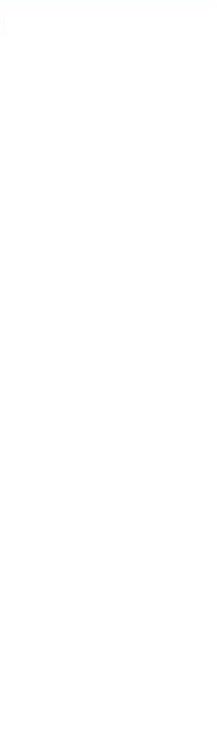
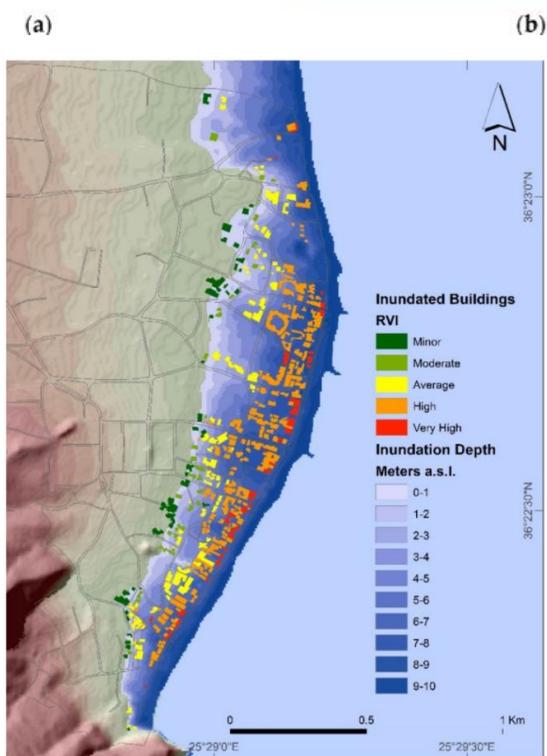
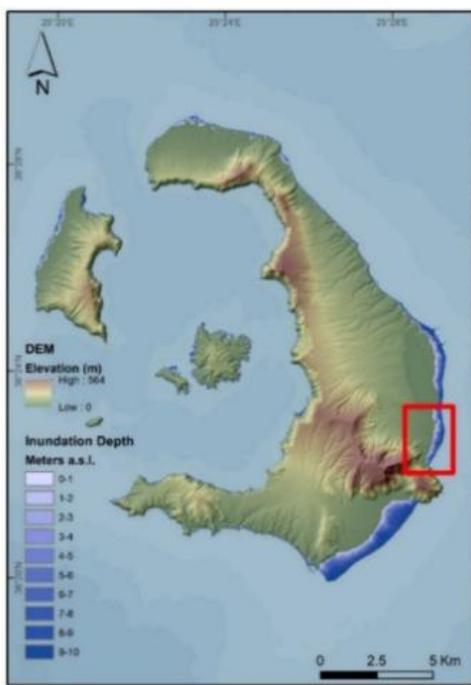
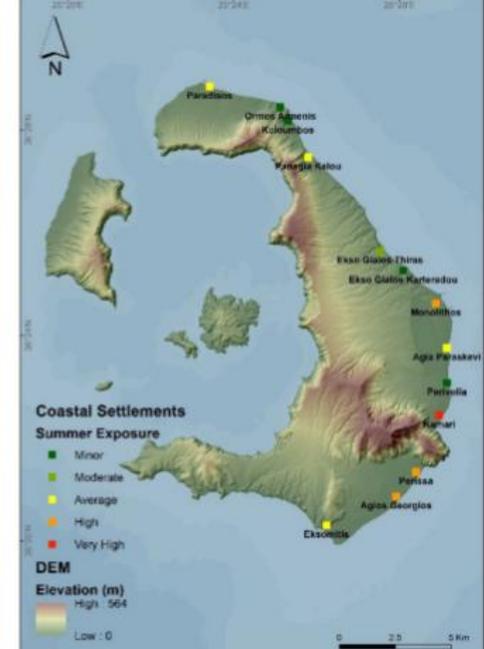
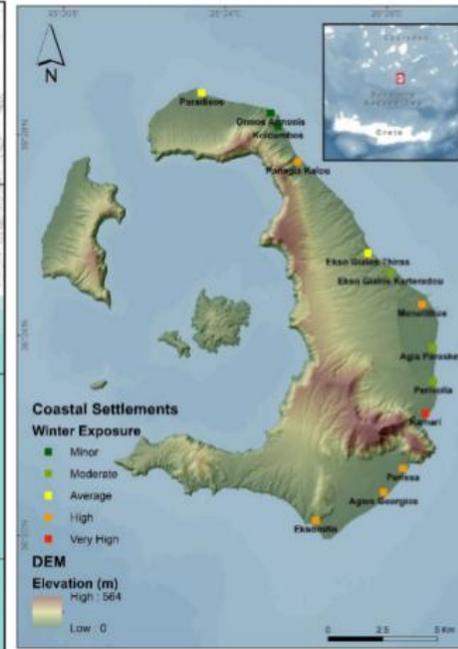
Fig. 9. Map to display the distribution of buildings within Selianitika that are likely to experience contents loss.



Fig. 7. Map to display the distribution of population in Selianitika during the day in summer.



Fig. 5. Map to display the human vulnerability (HV) within individual buildings in Selianitika.



Η διαβρωτική ικανότητα των κυμάτων εξαρτάται από τρεις κατηγορίες παραγόντων

- Το κυματικό περιβάλλον της ακτογραμμής
- Τα γεωλογικά χαρακτηριστικά της ακτογραμμής
- Τη μορφολογία της ακτογραμμής