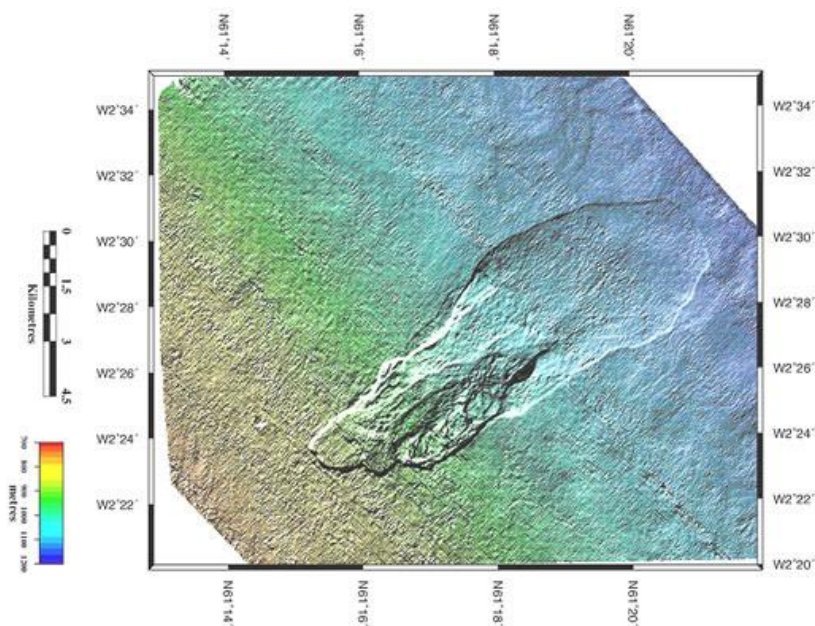




ΠΑΡΑΚΤΙΕΣ & ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ

(Coastal & Submarine Landslides)



Ομιλητής: Δρ. Ιωάννης Μ. Τσόδουλος

Διδάσκοντες Μαθήματος:

Ευθύμιος Καρύμπαλης, Καθηγητής Τμήματος Γεωγραφίας

Κωνσταντίνος Τσανάκας, Επίκουρος Καθηγητής Τμήματος Γεωγραφίας

Εισαγωγή

Παράκτιες Κατολισθήσεις (Coastal Landslides):

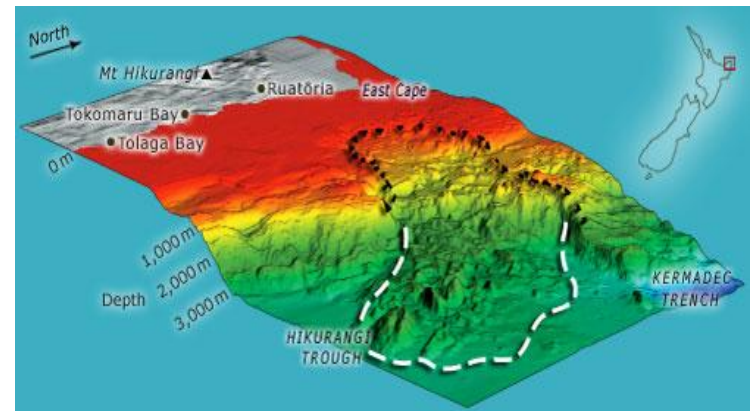
- Πρόκειται για γεωλογικά φαινόμενα που συμβαίνουν στις παράκτιες περιοχές όπου μεγάλες μάζες εδάφους, βράχων ή ιζημάτων αποκολλώνται και μετακινούνται κατά μήκος της ακτής.
- Αυτού του είδους οι μετακινήσεις μαζών μπορούν να προκληθούν από φυσικά αίτια, όπως η διάβρωση από τα κύματα και οι σεισμοί, αλλά και από ανθρωπογενείς δραστηριότητες όπως οι κατασκευές και η αποψίλωση.
- Μπορούν να έχουν σημαντικές περιβαλλοντικές και οικονομικές επιπτώσεις, επηρεάζοντας τις υποδομές, τα οικοσυστήματα και τις τοπικές κοινότητες.



Coastal landslide at Seatown beach, south UK (Image: James Loveridge Photography)

Υποθαλάσσιες Κατολισθήσεις (Submarine Landslides):

- Πρόκειται για γεωλογικά φαινόμενα που συμβαίνουν στον υποθαλάσσιο χώρο, στις ηπειρωτικές υφαλοκρηπίδες, πλαγιές και αβύσσους. Αυτές οι μετακινήσεις μαζών περιλαμβάνουν την απότομη μετακίνηση μεγάλου όγκου ιζημάτων ή βράχων κατά μήκος του θαλάσσιου πυθμένα.
- Μπορούν να προκληθούν από σεισμούς, ηφαιστειακή δραστηριότητα, υπερφόρτωση από την απόθεση ιζημάτων ή τις αλλαγές στη στάθμη της θάλασσας.
- Μπορεί να προκαλέσουν τσουνάμι και να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στα υποθαλάσσια οικοσυστήματα και στις ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως οι υποθαλάσσιες υποδομές και η αλιεία.



Submarine landslide in New Zealand

Γιατί είναι σημαντική η μελέτη των μετακινήσεων μαζών;

- Η κατανόηση των αιτιών και του μηχανισμού τους είναι ζωτικής σημασίας για τη διαχείριση των ακτών, την ετοιμότητα για καταστροφές και την προστασία των παράκτιων κοινοτήτων.
- Η κλιματική αλλαγή και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας αναμένεται να επιδεινώσουν τη συχνότητα και τη σοβαρότητα εκδήλωσης αυτών των φαινομένων.

Μετακινήσεις μαζών (Κατολισθήσεις)

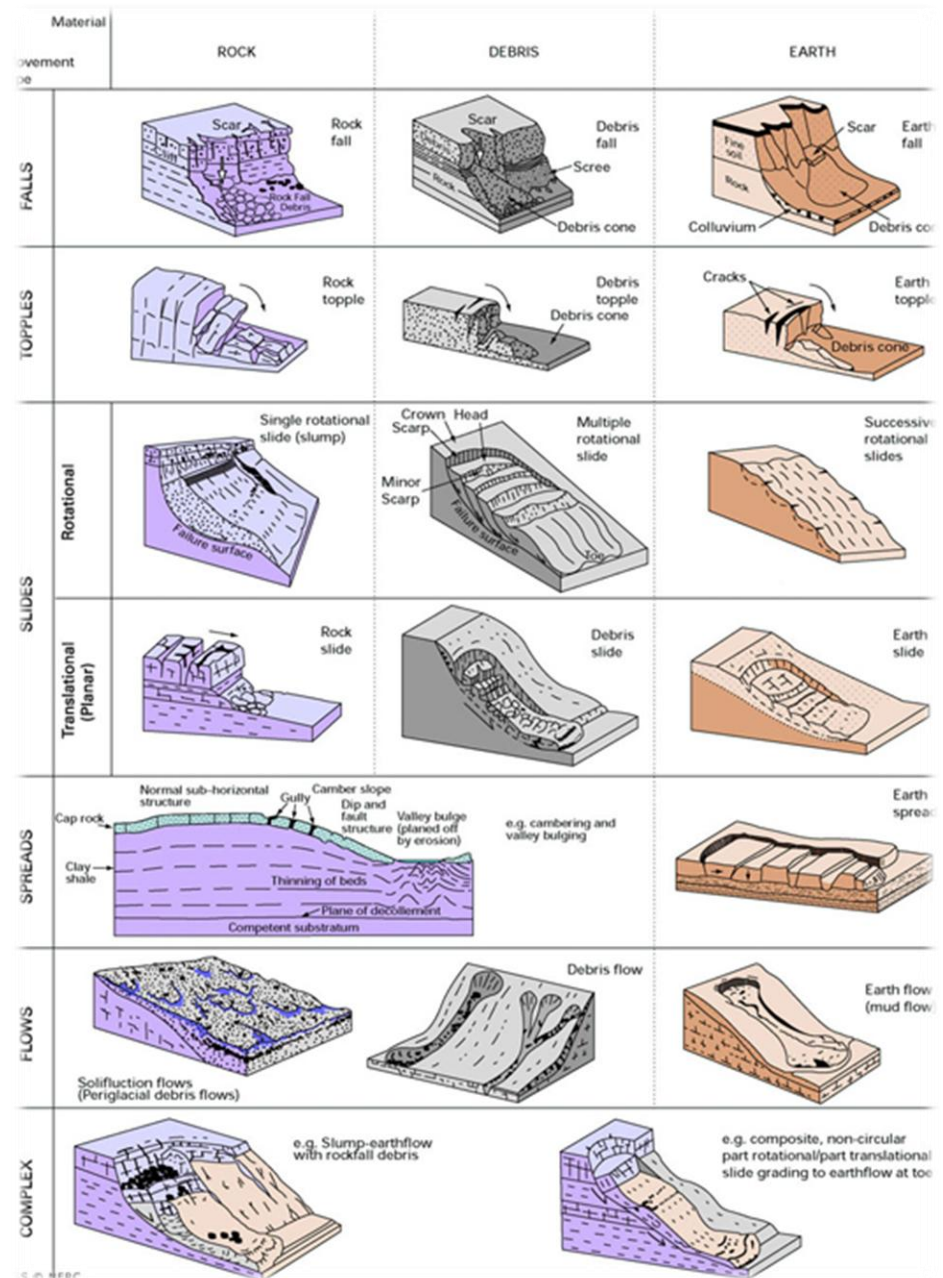
Χαρακτηρίζονται όλες οι βαρυτικές μετακινήσεις αποσαθρωμένων πετρωμάτων προς τα κατόντη ενός πρανούς.

Ο όρος περιλαμβάνει κάθε μετακίνηση τμήματος πρανού που οφείλεται σε κατάπτωση, ανατροπή, ολίσθηση, ροή και ερπυσμό.

Κατολίσθηση: Αναφέρεται στην τυπική περιστροφική ολίσθηση που εκδηλώνεται κατά μήκος καμπύλης επιφάνειας, ωστόσο ο όρος χρησιμοποιείται εσφαλμένα ευρέως αντί της μετακίνησης μαζών.

Κριτήρια ταξινόμησης:

1. τύπος - είδος του **υλικού** που μετακινείται
2. τύπος της **κίνησης**
3. ταχύτητα εκδήλωσης
4.



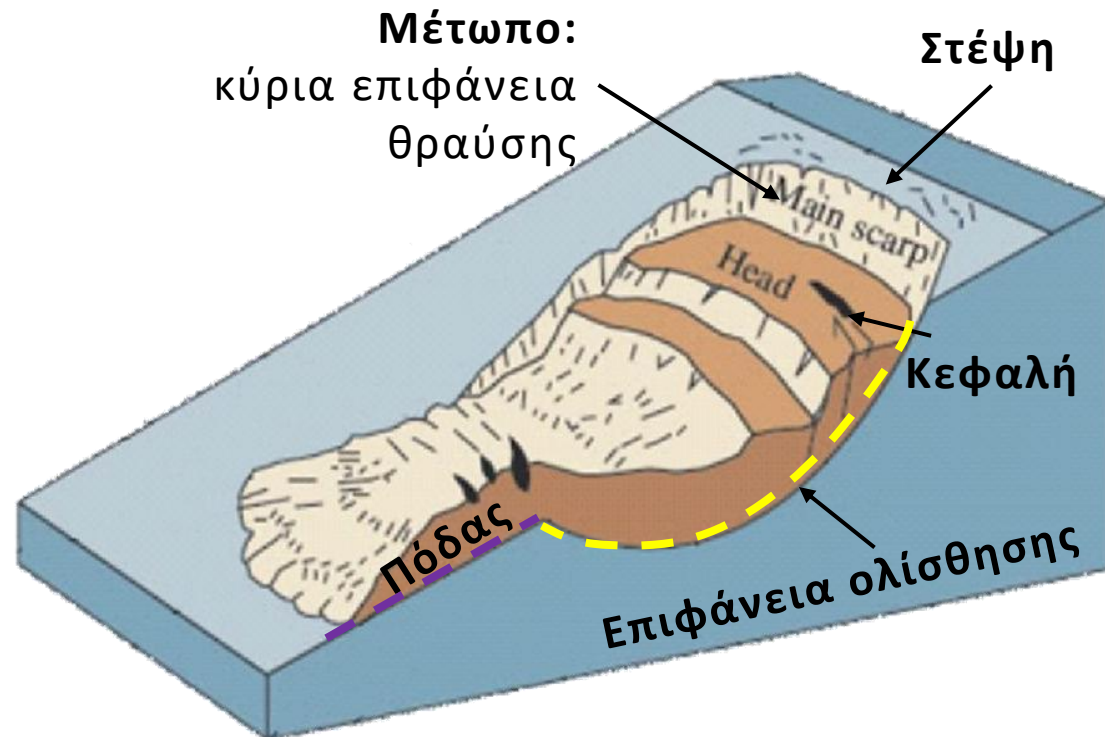
Η ταξινόμηση μετακίνησης μαζών κατά Varnes 1978

(ελληνική απόδοση: Κούκης & Σαμπατακάκης, 2007)

Τύπος κίνησης		Τύπος μετακινούμενου υλικού		
		Βραχώδεις υπόβαθρο	Μηχανικά εδάφη	
			Χονδρόκοκκα	Λεπτόκοκκα
Κατάπτωση		Κατάπτωση βράχων	Κατάπτωση κορημάτων	Κατάπτωση γαιών
Ανατροπή		Ανατροπή βράχων	Ανατροπή κορημάτων	Ανατροπή γαιών
Ολίσθηση	Περιστροφική	Περιστροφική ολίσθηση βραχώδους υποβάθρου	Περιστροφική ολίσθηση κορημάτων	Περιστροφική ολίσθηση γαιών
	Μεταθετική	Μεταθετική ολίσθηση βραχώδους υποβάθρου	Μεταθετική ολίσθηση κορημάτων	Μεταθετική ολίσθηση γαιών
Πλευρική εξάπλωση		Πλευρική εξάπλωση βραχώδους υποβάθρου	Πλευρική εξάπλωση κορημάτων	Πλευρική εξάπλωση γαιών
Ροή		Ροή βραχώδους υποβάθρου (ερπυσμός)	Ροή κορημάτων	Ροή γαιών
			(ερπυσμός εδάφους)	
Σύνθετη		Συνδυασμός δύο ή περισσότερων τύπων		

Βασική ορολογία κατολισθήσεων

- Η πιο συνηθισμένη **περιστροφική** ολίσθηση είναι η **κάθιση**, όπου η **επιφάνεια ολίσθησης** είναι **κοίλη** προς τα πάνω.
- Η **κύρια επιφάνεια θραύσης** μπορεί να είναι μια δομή ασυνέχειας (ρήγματα, επίπεδα στρώσης, ρωγμές)
- Στην περιοχή της **κεφαλής** (ανώτερο τμήμα ολισθένουσας μάζας) η **κίνηση** συνήθως είναι ολοκληρωτικά **προς τα κάτω** με μικρή περιστροφή
- **Πόδας**: μετατοπισμένο υλικό που αποτίθεται κατάντη της επιφάνειας ολίσθησης



(τροποποιημένο σχήμα από USGS, <http://geology.com/usgs/landslides>, απόδοση στα ελληνικά από Κούκης & Σαμπατακάκης, 2007)

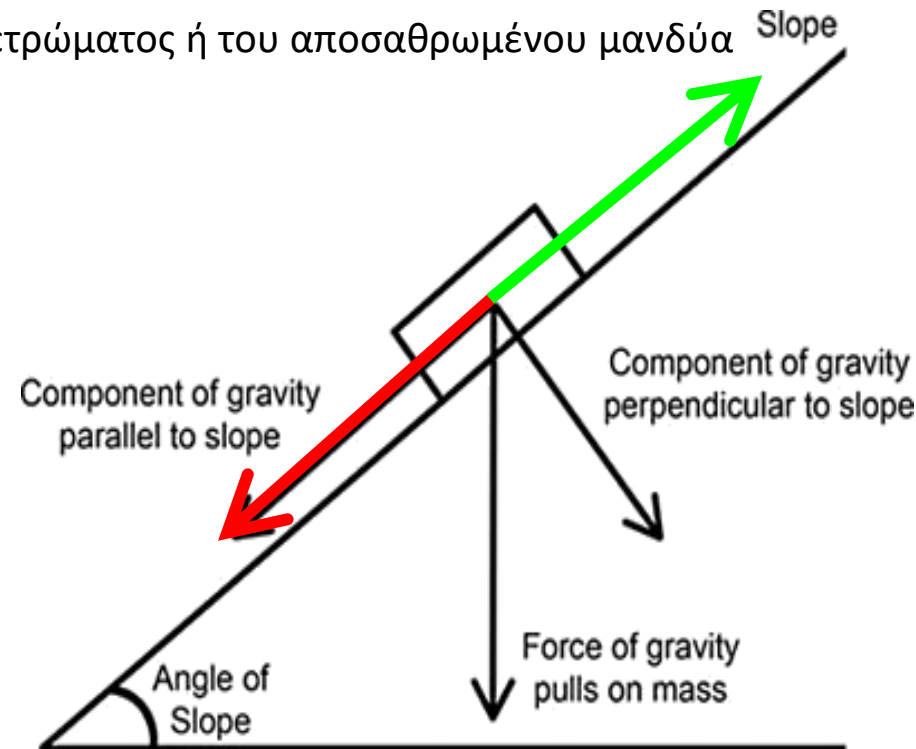
Πότε εκδηλώνεται μια κατολίσθηση;

Η **διατμητική τάση** και η **διατμητική αντοχή** είναι οι αντίρροπες δυνάμεις που καθορίζουν αν κάποιο πέτρωμα ενός πρανούς θα κινηθεί ή θα παραμείνει σταθερό.

Διατμητική τάση (shear force) > Διατμητική αντοχή (shear resistance)

- **Διατμητική τάση:** είναι η συνιστώσα του **βάρους** ενός πετρώματος που είναι παράλληλη προς το πρανές.
- **Διατμητική αντοχή:** εσωτερική **αντοχή** του πετρώματος, που καθορίζεται από την **τριβή** και την **συνεκτικότητα** των επί μέρους τμημάτων του πετρώματος ή του αποσαθρωμένου μανδύα

Ο λόγος της διατμητικής αντοχής προς τη διατμητική τάση μας δείχνει το βαθμό ευστάθειας ενός πρανούς και ονομάζεται **συντελεστής ασφαλείας** (*factor of safety*) ή βαθμός ευστάθειας.



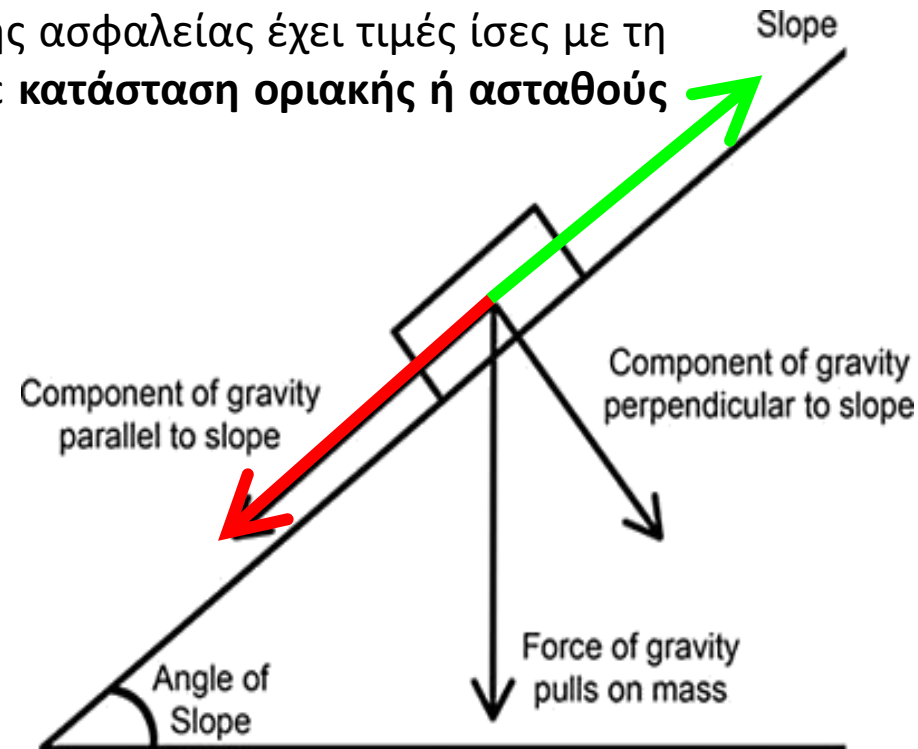
Πότε εκδηλώνεται μια κατολίσθηση;

Ο συντελεστής ασφαλείας για την μετακίνηση μαζών ορίζεται ως:

$$FS = \tau_f / \tau_{mob},$$

Όπου, τ_f είναι η διατμητική αντοχή πάνω στο επίπεδο του πρανούς και τ_{mob} είναι η διατμητική τάση πάνω στο επίπεδο του πρανού.

Για τιμές του συντελεστή ασφαλείας μεγαλύτερες της μονάδας ($FS > 1$) ένα πρανές παραμένει σταθερό (ανενεργό), ενώ για τιμές μικρότερες της μονάδας ($FS < 1$) καθίσταται ασταθές (ενεργό). Όταν ο συντελεστής ασφαλείας έχει τιμές ίσες με τη μονάδα ($FS = 1$), τότε σημαίνει ότι βρισκόμαστε σε κατάσταση οριακής ή ασταθούς ισορροπίας.



Αίτια εκδήλωσης μιας κατολίσθησης

Επομένως, η αστάθεια ενός πρανούς ($FS < 1$) μπορεί να συμβεί ως αποτέλεσμα της επενέργειας των παρακάτω παραγόντων (Varnes, 1978):

- Παράγοντες που συμβάλλουν στην **αύξηση της διατμητικής τάσης**
- Παράγοντες που συμβάλλουν στη **μείωση της διατμητικής αντοχής**
- Συνδυασμός των δύο παραπάνω κατηγοριών παραγόντων

Παράγοντες **αύξησης** διατμητικής τάσης

- Αφαίρεση υποστήριξης στον πόδα της ασταθούς μάζας ή πλευρικά
- Πλευρική πίεση
- Πρόσθετη φόρτιση
- Παροδικές γήινες τάσεις
- Αύξηση κλίσης του πρανούς
- Ηφαιστειακή δραστηριότητα

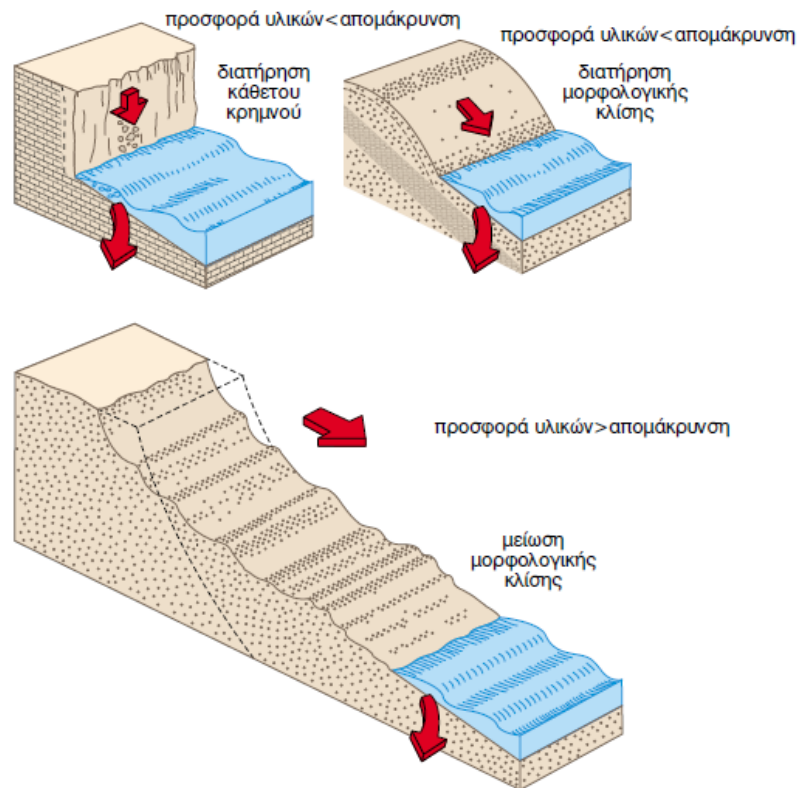
Παράγοντες **μείωσης** της διατμητικής αντοχής

- Δράση χλωρίδας – πανίδας
- Φυσικοχημικές διεργασίες – Αποσάθρωση
- Η παρουσία του νερού
- Η υφιστάμενη γεωλογική δομή

Παράκτιες κατολισθήσεις

Κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν:

- 1) Τα προϋπάρχοντα μορφολογικά χαρακτηριστικά του αναγλύφου
- 2) Γεωλογία
- 3) Κυματική δράση
- 4) Μεταβολές του κλίματος
- 5) Ανθρωπογενείς επεμβάσεις



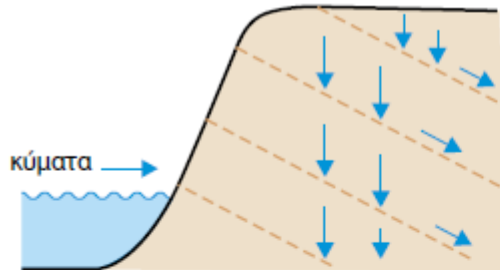
Σχήμα 7.2 Ο ρόλος της σχέσης προσφοράς – απομάκρυνσης υλικού στη διαμόρφωση της μορφολογίας των παράκτιων κρημνών. (τροποποιημένο από Pethick, 1984)

Παράκτιες κατολισθήσεις

Κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν:

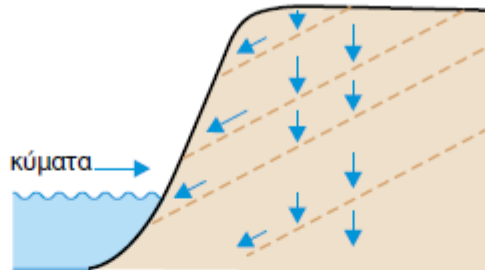
- 1) Τα προϋπάρχοντα μορφολογικά χαρακτηριστικά του αναγλύφου
- 2) **Γεωλογία**
- 3) Κυματική δράση
- 4) Μεταβολές του κλίματος
- 5) Ανθρωπογενείς επεμβάσεις

(1) στρώματα που κλίνουν προς την ξηρά



= σχετικά σταθερά

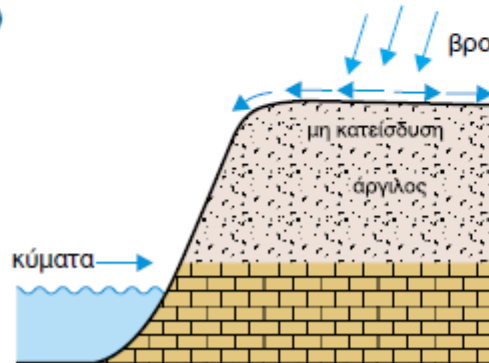
(2) στρώματα που κλίνουν προς τη θάλασσα



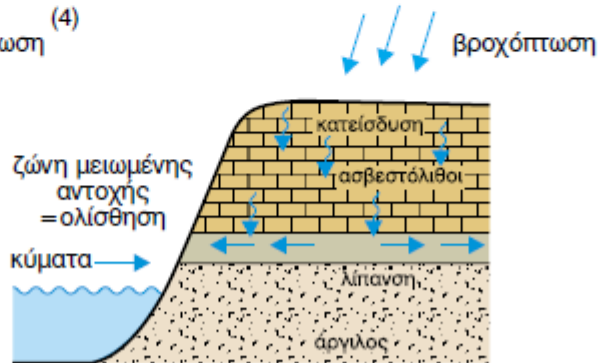
= σχετικά ασταθή

Σχήμα 7.3 Η επίδραση της γεωλογικής δομής (1 και 2) και της λιθολογίας (3 και 4) στην ανάπτυξη των παράκτιων κρημών. (τροποποιημένο από Haslett, 2000)

(3) περατά και αδιαπεράτα στρώματα
βροχόπτωση



αδιαπεράτα στρώματα πάνω από διαπερατά=σταθερός

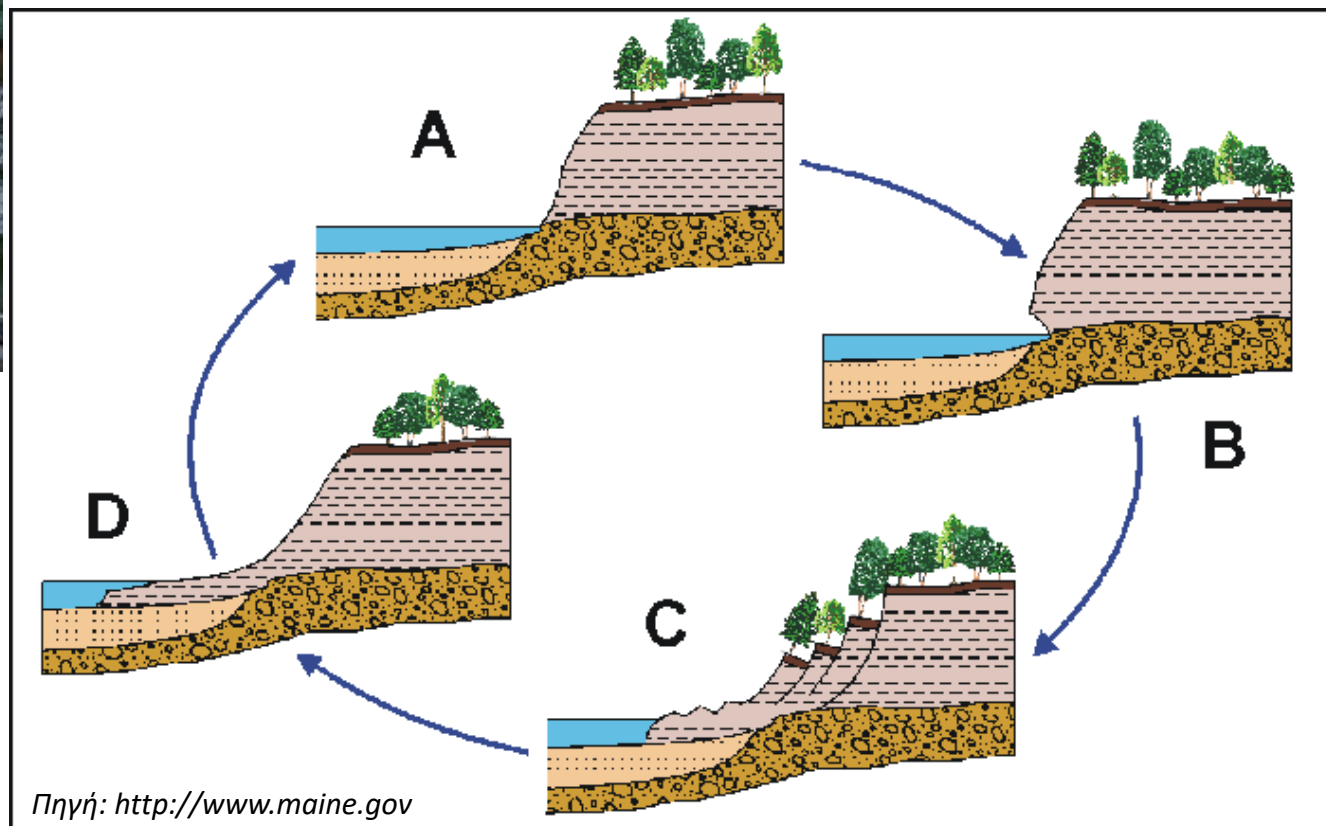


διαπερατά πάνω από αδιαπεράτα=ασταθής

Παράκτιες κατολισθήσεις

Κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν:

- 1) Ανάγλυφο
- 2) Γεωλογία
- 3) Κυματική δράση
- 4) Μεταβολές του κλίματος
- 5) Ανθρωπογενείς επεμβάσεις



Πηγή: <http://www.maine.gov>

Παράκτιες κατολισθήσεις

Κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν:

- 1) Ανάγλυφο
- 2) Γεωλογία
- 3) Κυματική δράση
- 4) Μεταβολές του κλίματος
- 5) **Ανθρωπογενείς επεμβάσεις**



Palos Verdes Landslide (California, USA)

1. Τοποθεσία

1. Η κατολίσθηση Palos Verdes βρίσκεται στη χερσόνησο Palos Verdes, στην περιοχή του Λος Άντζελες της Καλιφόρνια.

2. Ιστορικό και Χρονολόγηση

1. Οι κατολισθήσεις στην περιοχή είναι γνωστές εδώ και δεκαετίες, με σημαντικά γεγονότα να έχουν καταγραφεί από τη δεκαετία του 1950.
2. Η πιο διάσημη κατολίσθηση συνέβη το 1956, αλλά η περιοχή παραμένει ενεργή με διαρκείς μετακινήσεις του εδάφους.

3. Αιτίες

1. Η γεωλογική αστάθεια οφείλεται στην παρουσία αδύναμων σχιστολιθικών και αργιλικών πετρωμάτων που υφίστανται διάβρωση και αποσάθρωση.
2. Η υπερβολική άρδευση και οι διαρροές νερού από υποδομές μπορεί να έχουν συμβάλει στην αποσταθεροποίηση του εδάφους.

4. Έκταση και Μέγεθος

1. Η κατολίσθηση Palos Verdes εκτείνεται σε μια μεγάλη περιοχή, με ορισμένες ζώνες να παρουσιάζουν συνεχιζόμενη κίνηση με ρυθμούς από λίγα χιλιοστά έως αρκετά εκατοστά ανά έτος.

5. Επιπτώσεις στις Υποδομές

1. Οι κατολισθήσεις έχουν προκαλέσει σοβαρές ζημιές σε σπίτια, δρόμους και άλλες υποδομές στην περιοχή.
2. Συγκεκριμένα, ο δρόμος Portuguese Bend Road έχει επηρεαστεί επανειλημμένα, με συνεχείς μετακινήσεις και ανάγκη για επισκευές.



Palos Verdes Landslide (California, USA)

1. Μέτρα Μείωσης και Διαχείρισης

1. Έχουν εφαρμοστεί διάφορα μέτρα για τη σταθεροποίηση του εδάφους, όπως η κατασκευή αποστραγγιστικών συστημάτων και η ενίσχυση των υποδομών.
2. Η τοπική κοινότητα και οι αρχές παρακολουθούν στενά την περιοχή και εφαρμόζουν κανονισμούς για την αποφυγή επιδείνωσης της κατάστασης.

2. Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις

1. Οι κατολισθήσεις έχουν επηρεάσει τα φυσικά τοπία και τα οικοσυστήματα της περιοχής, προκαλώντας απώλεια εδάφους και μεταβολές στη μορφολογία της ακτής.

3. Κοινωνικές Επιπτώσεις

1. Οι κάτοικοι της περιοχής έχουν να αντιμετωπίσουν σοβαρές προκλήσεις, όπως την ανάγκη για μετεγκατάσταση και την οικονομική επιβάρυνση λόγω των ζημιών στις περιουσίες τους.
2. Οι συνεχείς κατολισθήσεις δημιουργούν ανασφάλεια και αβεβαιότητα για το μέλλον.

4. Σημασία για την Επιστήμη

1. Η μελέτη της κατολίσθησης Palos Verdes παρέχει σημαντικές πληροφορίες για την κατανόηση των διαδικασιών κατολίσθησεων σε παράκτιες περιοχές και για την ανάπτυξη στρατηγικών μείωσης των κινδύνων.



Aldbrough, East Riding of Yorkshire, UK

Κατολισθήσεις και παράκτια διάβρωση

Τοποθεσία: Aldbrough, BA ακτές Αγγλίας, κοντά στην πόλη Κινγκστον.



Αίτια: Παράκτια διάβρωση που οφείλεται κυρίως σε διεργασίες που δρουν στον άμεσο παράκτιο χώρο όπως ο κυματισμός και η ανύψωση της στάθμης της θάλασσας (κύματα θυέλλης-καταιγίδες, κλιματική αλλαγή).

Γεωλογία: Χαλαροί σχηματισμοί από παγετώδης αποθέσεις (18000 έως 13000 χιλ. έτη).

<https://www.youtube.com/watch?v=X4rjmVoGsfQ>
<https://www.youtube.com/watch?v=spvHU8d504Y>



Πηγή: <http://www.bgs.ac.uk>

Aldbrough, East Riding of Yorkshire, UK

Κατολισθήσεις και παράκτια διάβρωση

Ρυθμός υποχώρησης κρημνών:

1852-1951, 1.16m από ιστορικούς χάρτες

1951-2004, 2.16 m από γεωδαιτικά δεδομένα

Διάβρωση: 4 εκ. m ³/έτος από το 1786 με τη χρήση
ΨΜΕ για 50 km ακτογραμμή

Ύψος παράκτιων κρημνών: ~20 m

<https://www.youtube.com/watch?v=sjl2SncFsU0>

<https://www.youtube.com/watch?v=PyKI4RfkCH0>



Holbeck Hall, Scarborough, UK

Τοποθεσία: Holbeck hall, BA ακτές Αγγλίας, κοντά στην πόλη Σκάρμπορο.

Αρχικά θεωρούσαν ότι η θέση του ξενοδοχείου δεν διατρέχει κάποιο σοβαρό κίνδυνο καθώς βρισκόταν 60-70m μακριά από την άκρη του κρημνού.

Συνολικά 1 εκ. τόνοι παγετώδους προέλευσης ιζήματα ολίσθησαν στην θάλασσα.



3-5 June 1993



Happisburgh, Norfolk, UK



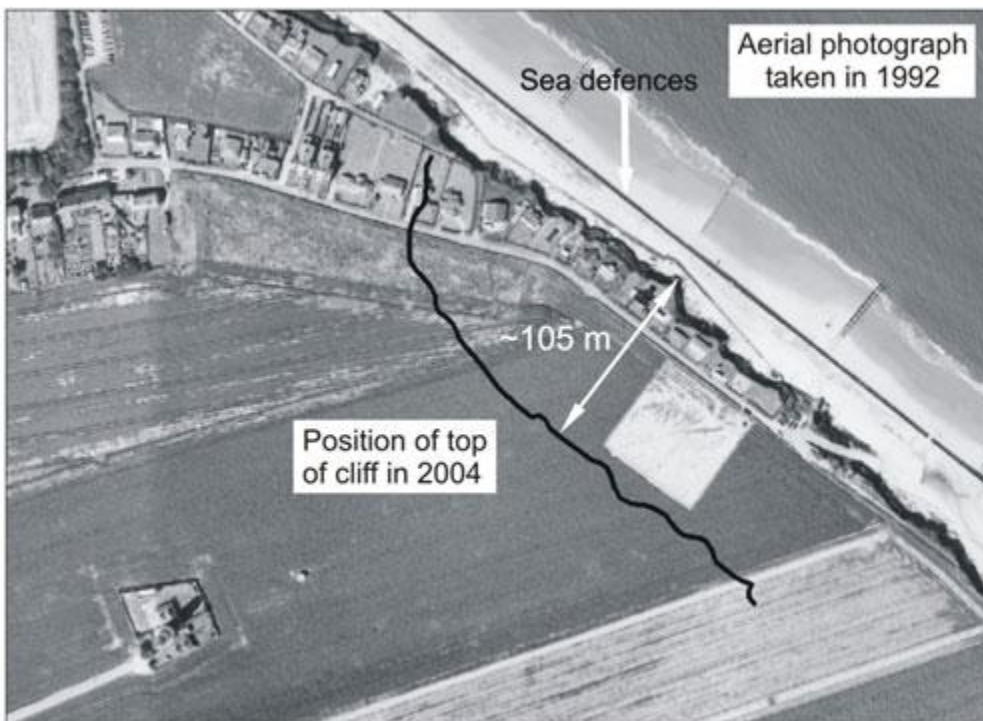
Κατολισθήσεις και παράκτια διάβρωση

Ρυθμός υποχώρησης κρημνών:

1600-1850, 250m

1951-2004, 2.16 m από γεωδαιτικά δεδομένα

Παράκτια Διάβρωση: Τα τελευταία 5000 χρόνια



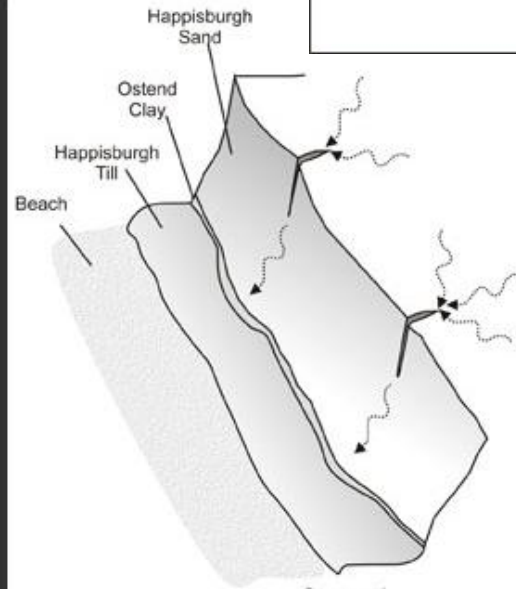
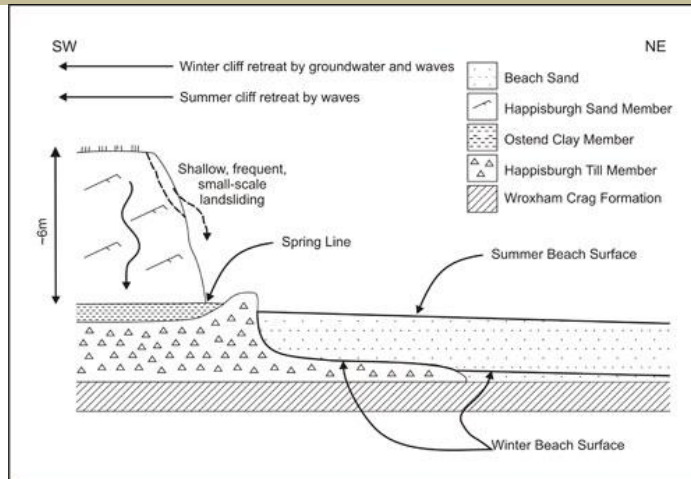
Happisburgh, Norfolk, UK



Πηγή: <http://www.bgs.ac.uk>

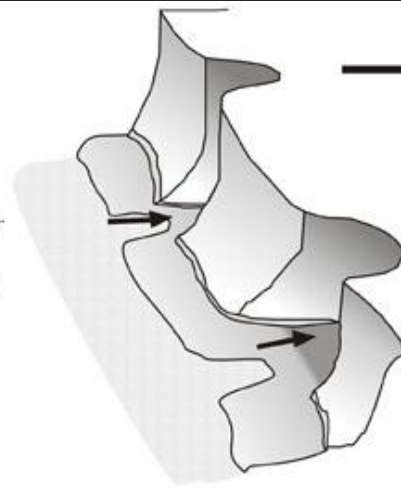
Happisburgh, Norfolk, UK

Geology at Happisburgh



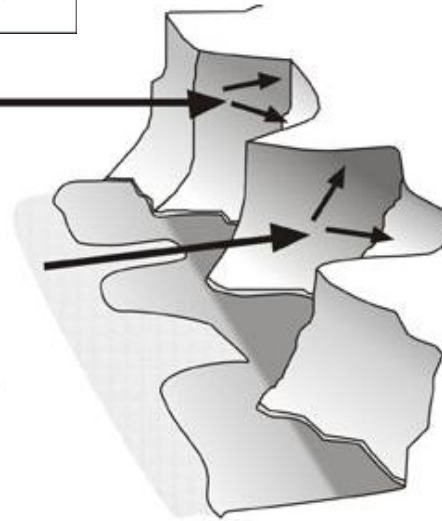
Stage 1

Two small gullies form due to surface run-off and groundwater seepage and by a trough in the upper surface of the till. Toe is eroded by sea. Ostend Clay provides an impermeable horizon.



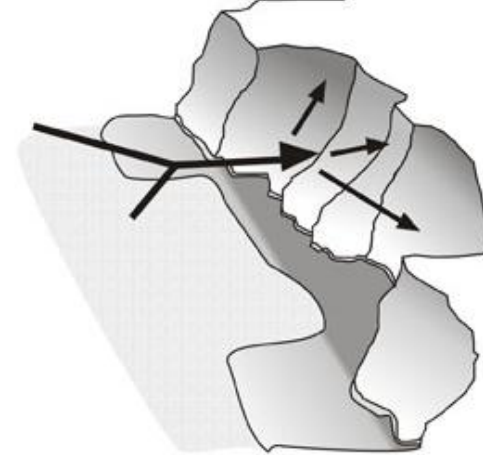
Stage 2

Gullies enlarge to form small embayments. Upper surface of till is eroded. Landslipped Happisburgh sand material is removed by sea.



Stage 3

Embayments increase in size leaving a promontory between embayments



Stage 4

Promontory collapses creating one large embayment

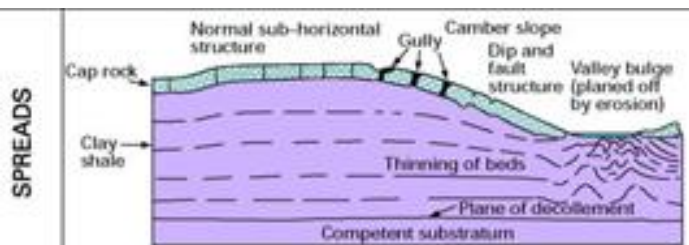
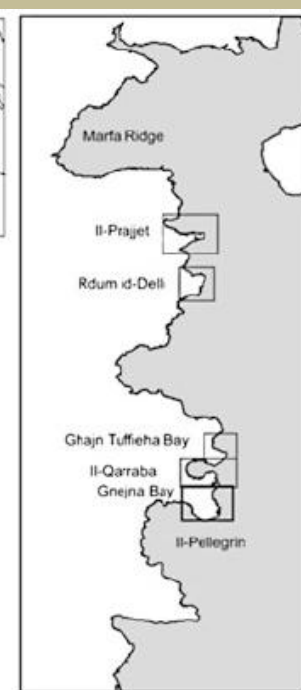


Μάλτα

Τοποθεσία: Εκτεταμένες μετακινήσεις μαζών στις ΒΔ παράκτιες περιοχές του νησιού

Γεωλογία: Βραχώδεις σχηματισμοί (ασβεστόλιθοι) που υπέρκεινται αργιλικών στρωμάτων

Είδος μετακίνησης: Κυρίαρχο είδος μετακίνησης αποτελούν οι πλευρικές εξαπλώσεις. Οι εκτεταμένες εξαπλώσεις τείνουν ή έχουν ήδη εξελιχθεί σε ολισθήσεις.



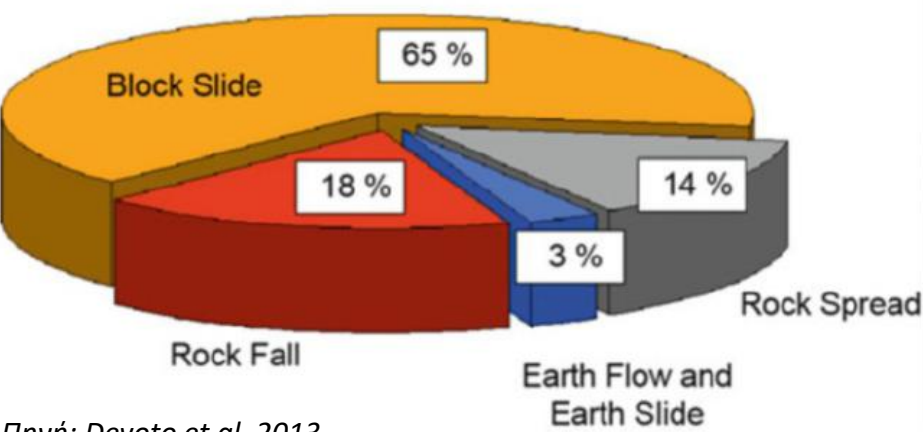
Πηγή: Devoto et al, 2013



Επίσης, εκδηλώνονται καταπτώσεις και ανατροπές λόγω των απότομων πρανών και της κυματικής δράσης.

Στα αργιλικά υλικά καταγράφονται ροές γαιών και ολισθήσεις, μετά από έντονες βροχοπτώσεις.

Αίτια: Συνεχόμενες μετρήσεις (εξτενσιόμετρα, GPS) κατέδειξαν την εποχικότητα του φαινομένου και τη συσχέτισή του με τις βροχοπτώσεις.



Πηγή: Devoto et al, 2013



Υποθαλάσσιες κατολισθήσεις

Οι υποθαλάσσιες κατολισθήσεις εκδηλώνονται στον θαλάσσιο χώρο και μεταφέρουν ιζήματα κατά μήκος της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας αλλά και σε μεγαλύτερα βάθη (ηπειρωτική κατωφέρεια).

Μια υποθαλάσσια κατολίσθηση ενεργοποιείται όταν η διατμητική τάση ξεπερνά την διατμητική αντοχή του υλικού του υποθαλάσσιου πυθμένα, προκαλώντας μετακινήσεις κατά μήκος μιας ή περισσότερων κοίλων ή και επιπέδων επιφανειών ολίσθησης.

Οι υποθαλάσσιες κατολισθήσεις πραγματοποιούνται σε ποικιλία διαφορετικών περιβαλλόντων ηπειρωτικών περιθωρίων, ακόμα και σε περιοχές με πολύ ήπιες κλίσεις που φθάνουν την 1°.

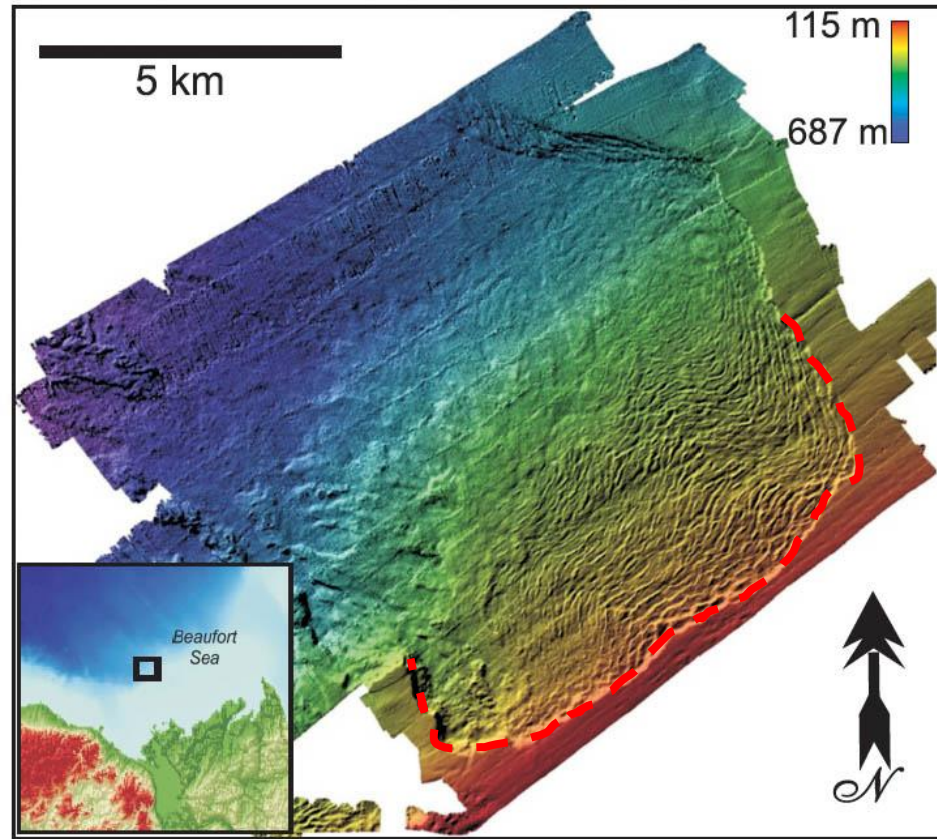


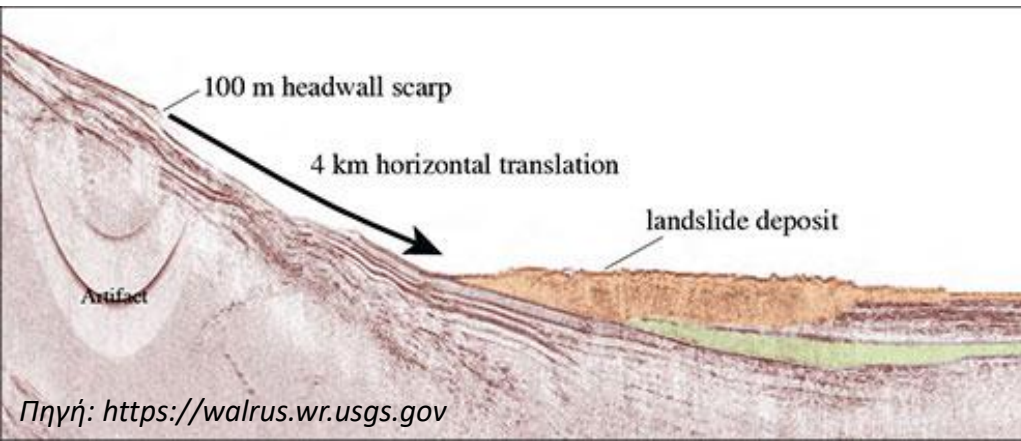
Figure 4. Seafloor multibeam image of a submarine landslide on the MacKenzie River delta, Beaufort Sea (from Bennett et al. 2004).

Οι κυριότεροι τύποι υποθαλάσσιων μετακινήσεων μαζών είναι οι ολισθήσεις, οι ροές κορημάτων και τα τουρβιδιτικά ρεύματα.

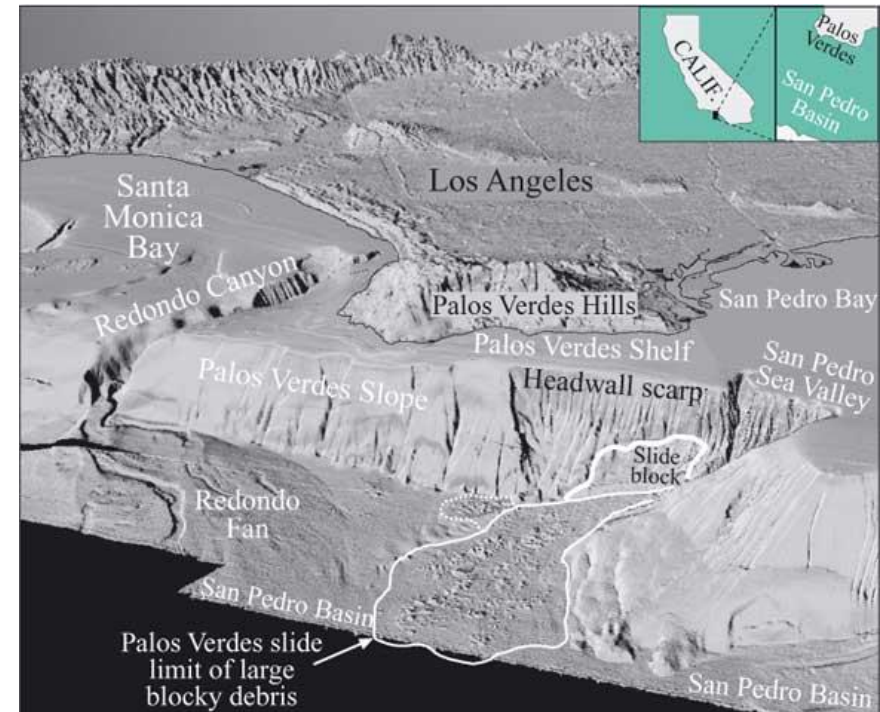
Χαρακτηριστικά υποθαλάσσιων ιζημάτων

Τα θαλάσσια ιζήματα συνίστανται από μίξη υλικών που προέρχονται από το χερσαίο περιβάλλον, μεταφέρονται στην θάλασσα μέσω των ποταμών, των παγετώνων και τον άνεμο. Οι κύριες διαφορές μεταξύ των χερσαίων και των θαλάσσιων ιζημάτων είναι:

- 1) Τα θαλάσσια ιζήματα είναι κορεσμένα με θαλασσινό νερό
- 2) Η δομή και η σύστασή τους μεταβάλλεται αποτέλεσμα βιογενών διεργασιών
- 3) Οι συνθήκες υψηλής πίεσης, χαμηλής θερμοκρασίας που επικρατούν στον θαλάσσιο χώρο μπορεί να επιδρούν στη εσωτερική δομή



Πηγή: <https://walrus.wr.usgs.gov>



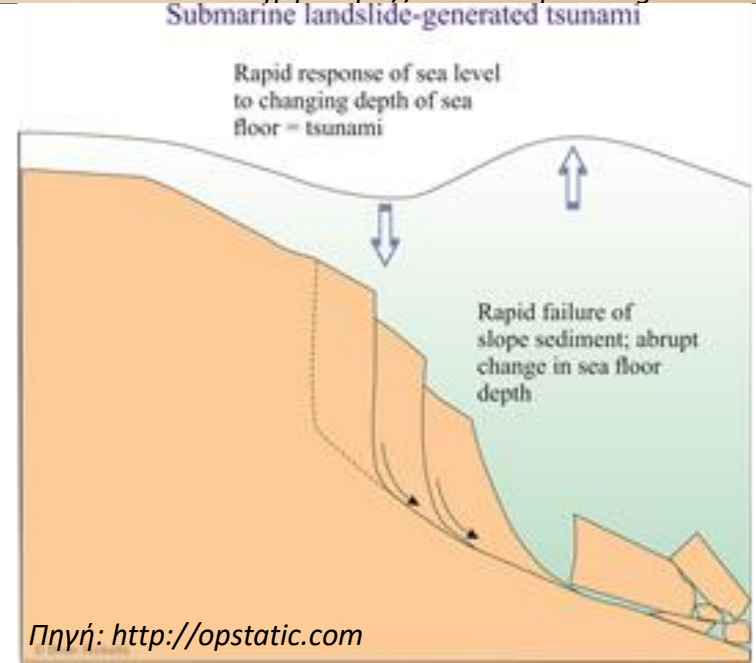
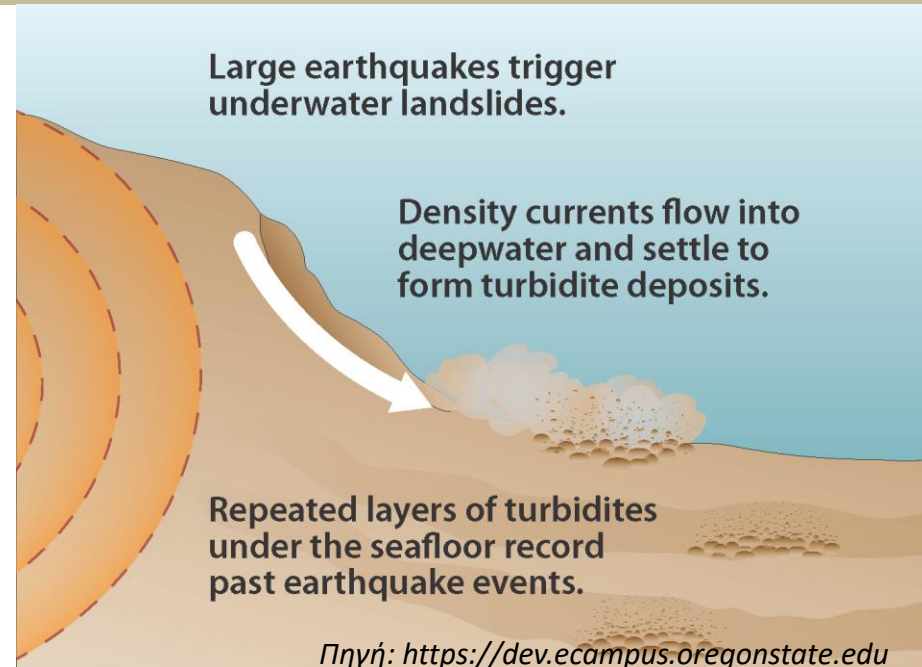
Πηγή: <http://walrus.wr.usgs.gov/>

Αίτια εκδήλωσης υποθαλάσσιων κατολισθήσεων

Υπάρχουν διάφορα αίτια εκδήλωσης υποθαλάσσιων κατολισθήσεων που σχετίζονται τόσο με τις γεωλογικές ιδιότητες του υλικού που κατολισθαίνει, όσο και με παροδικούς περιβαλλοντικούς παράγοντες που επηρεάζουν το υποθαλάσσιο περιβάλλον.

Τα κυριότερα αίτια είναι:

- 1) Η παρουσία χαλαρών γεωλογικών σχηματισμών –Υλικά μικρής αντοχής
- 2) Μεταβολές των ενεργών τάσεων λόγω της περιεκτικότητας νερού και της προκαλούμενης από αυτό πίεσης στους πόρους
- 3) Σεισμικές δονήσεις
- 4) Ηφαιστειακή δραστηριότητα
- 5) Αφαίρεση της πλευρικής υποστήριξης και μεταβολές στην κλίση των πρανών εξαιτίας υποθαλάσσιων ρευμάτων
- 6) Διαφυγή αερίων

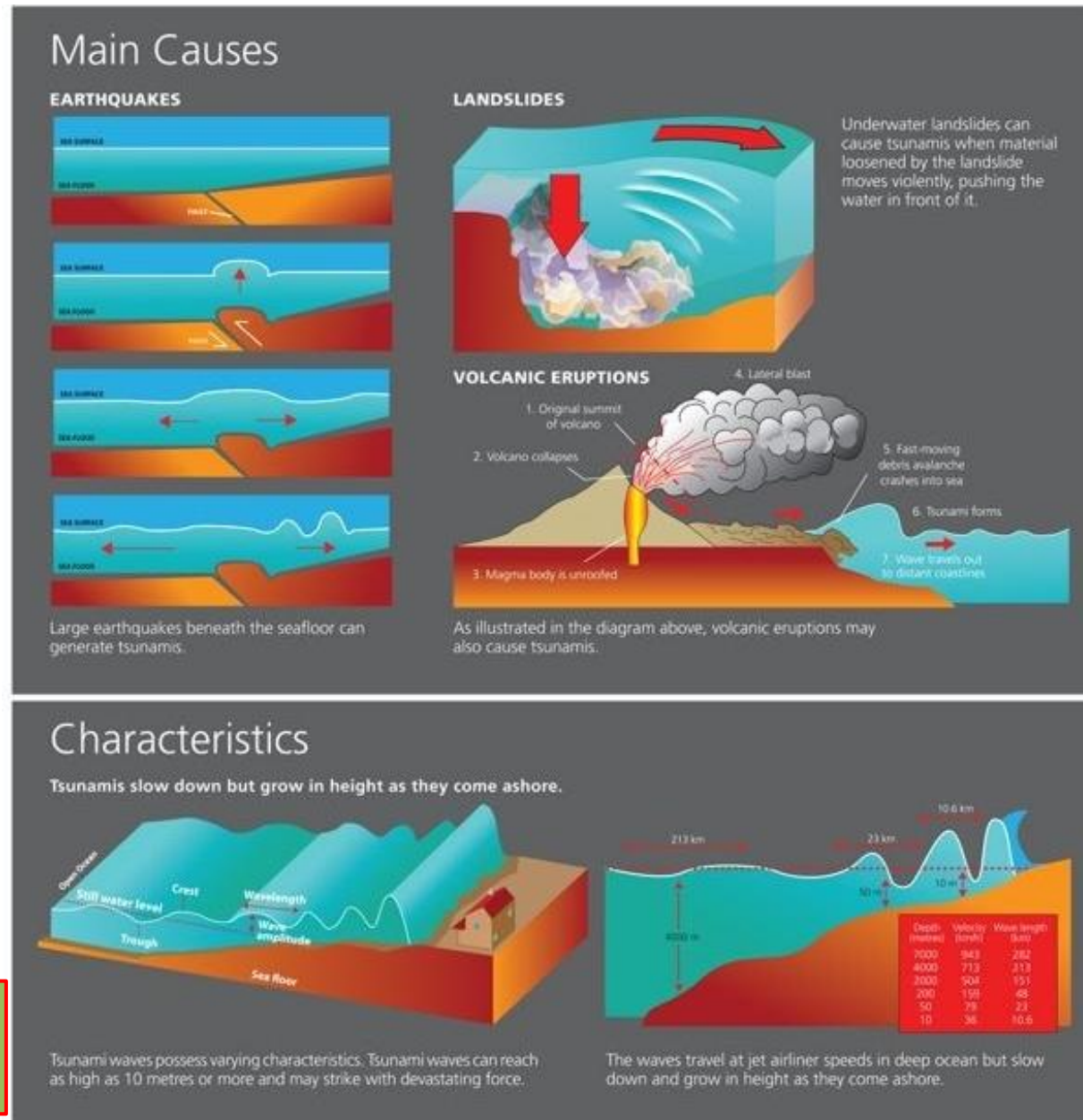


Υποθαλάσσιες κατολισθήσεις και τσουνάμι

Τα Θαλάσσια κύματα βαρύτητας ή **Τσουνάμι** είναι ωκεάνια κύματα και μπορούν να προκαλέσουν τεράστιες καταστροφές στις παράκτιες περιοχές.

- ✓ Έχουν πολύ μεγάλο μήκος κύματος και περίοδο.
- ✓ Η ταχύτητα ενός τέτοιου κύματος που διαδίδεται σε νερά βάθους 3000 m φτάνει τα 600 km/h.
- ✓ Όταν πλησιάζει την ακτή η ταχύτητά του μειώνεται σε λιγότερο από 60 km/h, ενώ το ύψος του αυξάνεται σημαντικά φτάνοντας και τα 40 m.

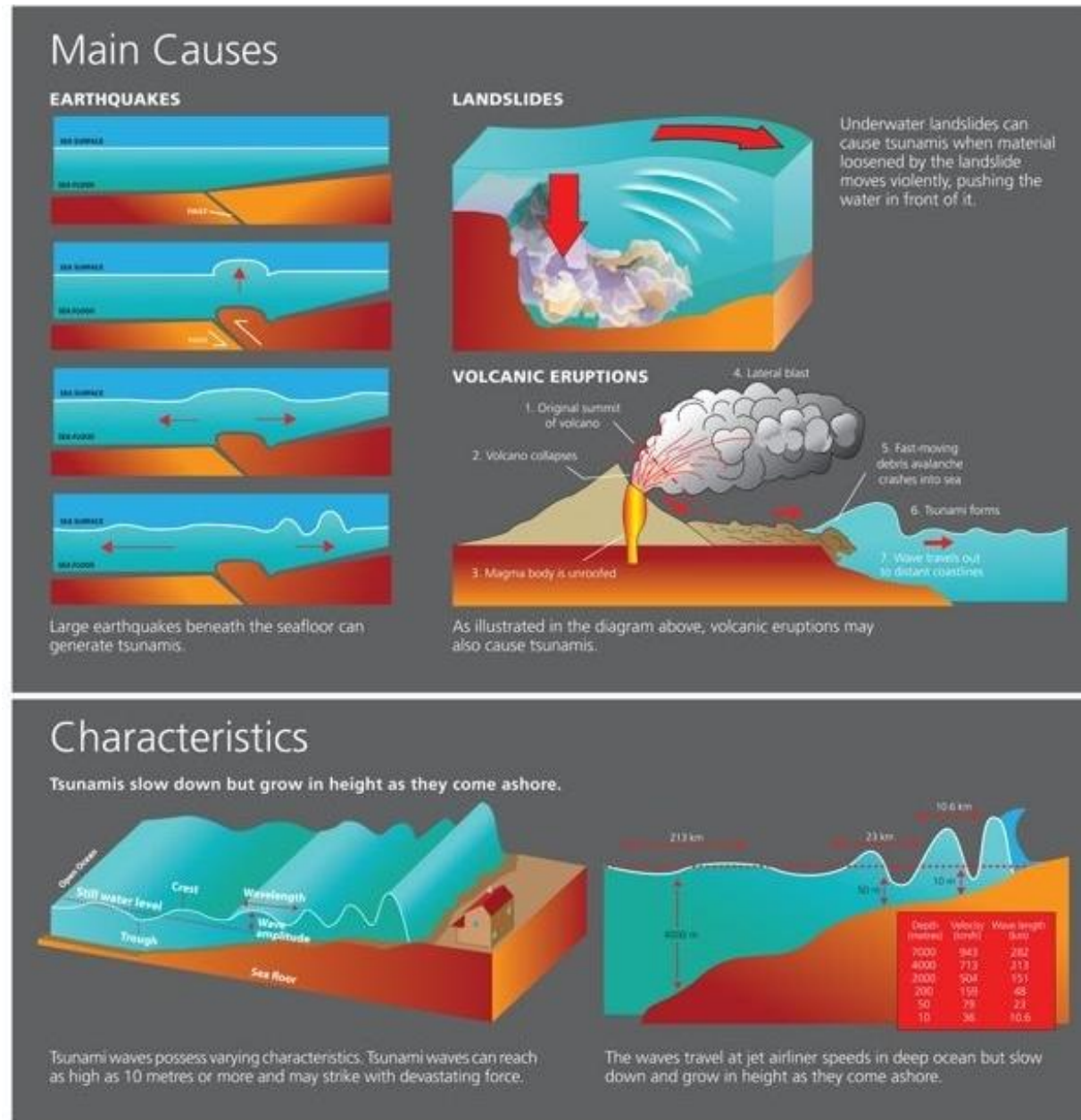
<https://www.youtube.com/watch?v=chbbiSCczB8>
<https://www.youtube.com/watch?v=VJldMvL9KcA>



Υποθαλάσσιες κατολισθήσεις και τσουνάμι

Οι κύριες αιτίες-μηχανισμοί που προκαλούν θαλάσσια κύματα βαρύτητας είναι:

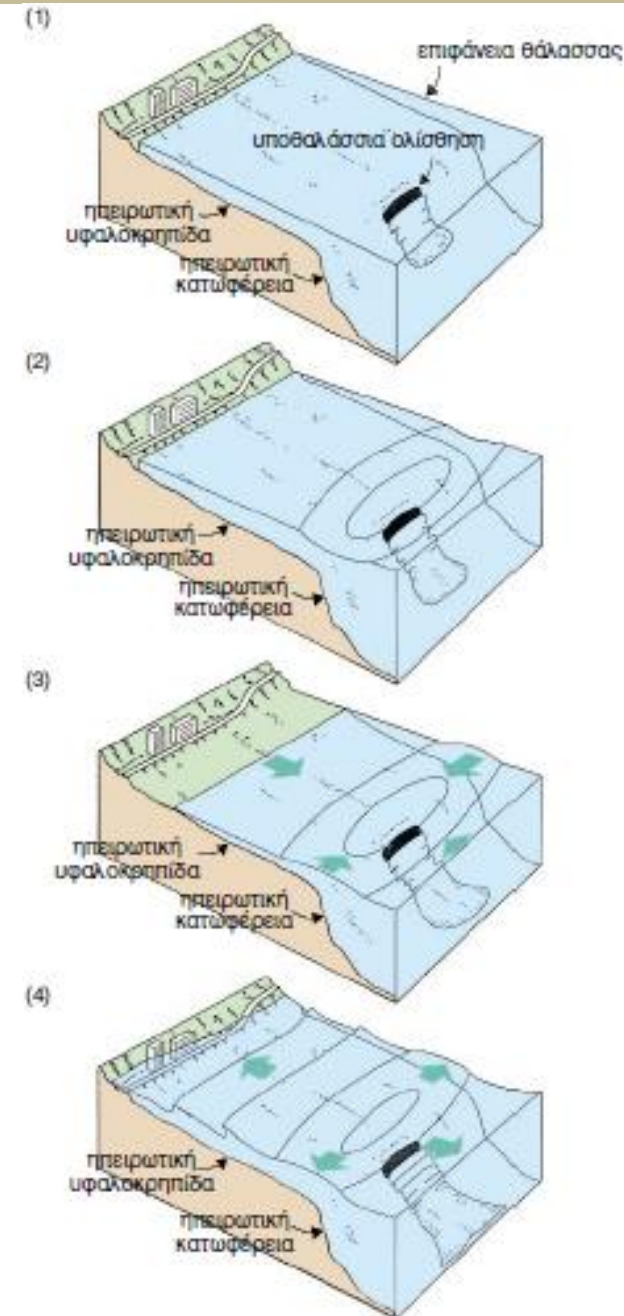
- ✓ Απότομη κατακόρυφη μετατόπιση του θαλάσσιου πυθμένα που προκαλείται εξαιτίας ενός σεισμού.
- ✓ Υποθαλάσσιες ή παράκτιες ηφαιστειακές εκρήξεις.
- ✓ Μεγάλης έκτασης υποθαλάσσιες κατολισθήσεις.
- ✓ Πρόσκρουση ενός μεγάλων διαστάσεων αστεροειδούς.



Υποθαλάσσιες κατολισθήσεις και τσουνάμι

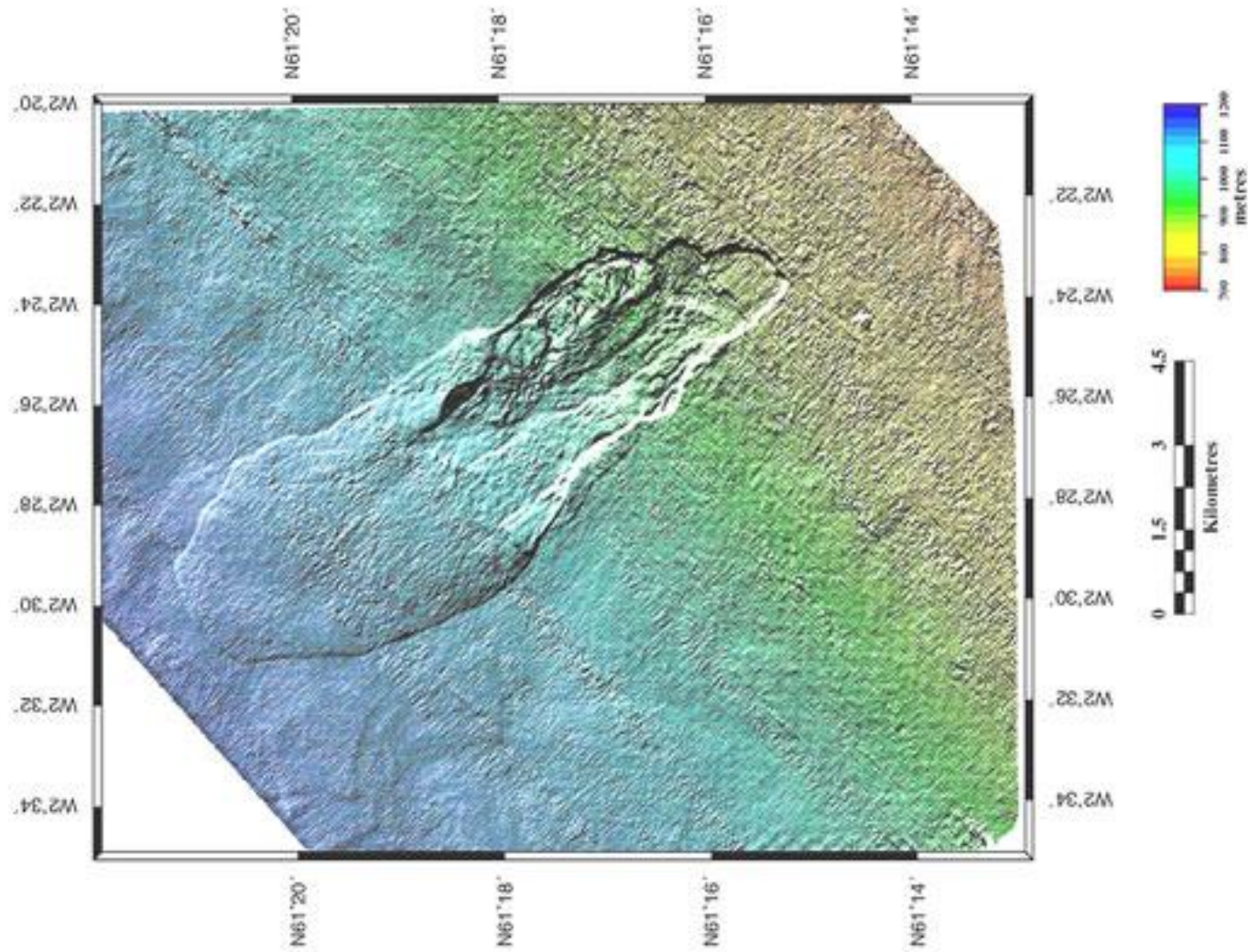
Στάδια γένεσης ενός θαλάσσιου κύματος βαρύτητας που δημιουργείται από την υποθαλάσσια μετακίνηση μαζών:

- 1) Υποθαλάσσια ολίσθηση
- 2) Προκαλείται υποχώρηση της επιφάνειας της θάλασσας πάνω από το σημείο που συνέβη η ολίσθηση
- 3) Μεγάλες ποσότητες νερού ορμούν 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 και αρχίζει να διαδίδεται ακτινικά προς όλες τις κατευθύνσεις σαν θαλάσσιο κύμα βαρύτητας



Υποθαλάσσιες κατολισθήσεις

Afen landslide, NW Shetland, UK



<https://www.youtube.com/watch?v=Lg3wb8HcEbk>

Πηγή: <http://www.bgs.ac.uk>

The Storegga Slide (Norwegian Sea)

1. Περιγραφή και Τοποθεσία

1. Η κατολίσθηση Storegga συνέβη στη Νορβηγική Θάλασσα, περίπου 100 χιλιόμετρα από τις ακτές της Νορβηγίας.
2. Είναι μία από τις μεγαλύτερες υποθαλάσσιες κατολισθήσεις που έχουν καταγραφεί.

2. Χρονολόγηση

1. Η κύρια κατολίσθηση συνέβη περίπου 8.200 χρόνια πριν, στο τέλος της τελευταίας παγετώδους περιόδου.

3. Αιτίες

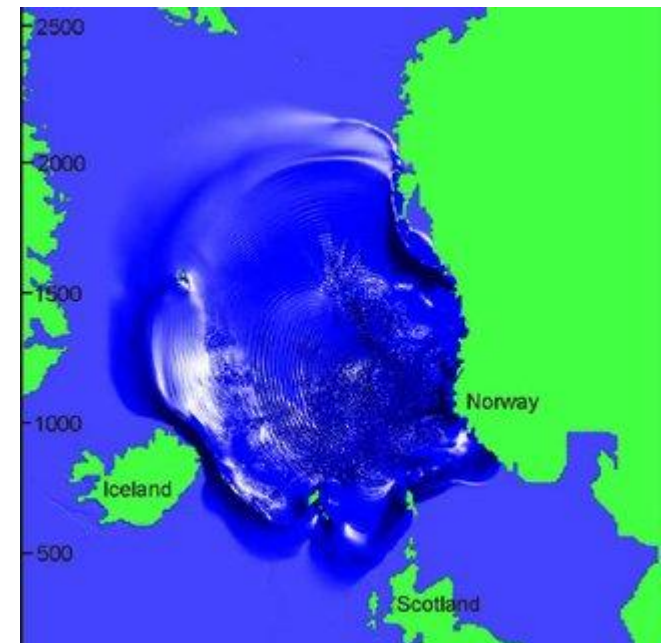
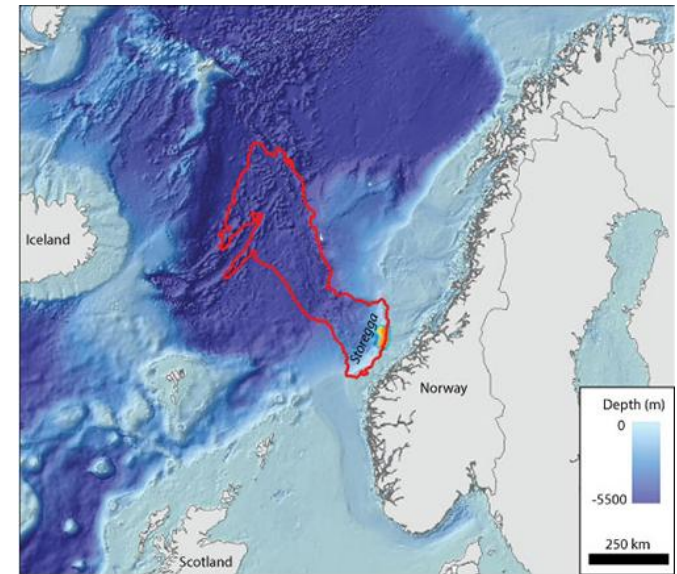
1. Θεωρείται ότι προκλήθηκε από την αποσταθεροποίηση των ιζημάτων λόγω της ταχείας τήξης των παγετώνων και της ανόδου της στάθμης της θάλασσας.
2. Επιπλέον, η παρουσία μεθανίου σε υδρίτες αερίου στα ιζήματα μπορεί να συνέβαλε στην αποσταθεροποίηση.

4. Μέγεθος και Έκταση

1. Η έκταση της κατολίσθησης καλύπτει περίπου 95.000 τετραγωνικά χιλιόμετρα.
2. Η μετατόπιση των ιζημάτων ήταν περίπου 3.500 κυβικά χιλιόμετρα.

5. Τσουνάμι

1. Η κατολίσθηση προκάλεσε ένα γιγάντιο τσουνάμι με ύψος κύματος που έφτασε μέχρι και τα 20 μέτρα στις ακτές της Νορβηγίας.
2. Το τσουνάμι επηρέασε επίσης τις ακτές της Σκωτίας, των Νησιών Φερόες και της Γροιλανδίας.



The Storegga Slide (Norwegian Sea)

https://www.youtube.com/watch?v=1S_dy0nA0k

1. Περιβαλλοντικές και Ανθρωπογενείς Επιπτώσεις

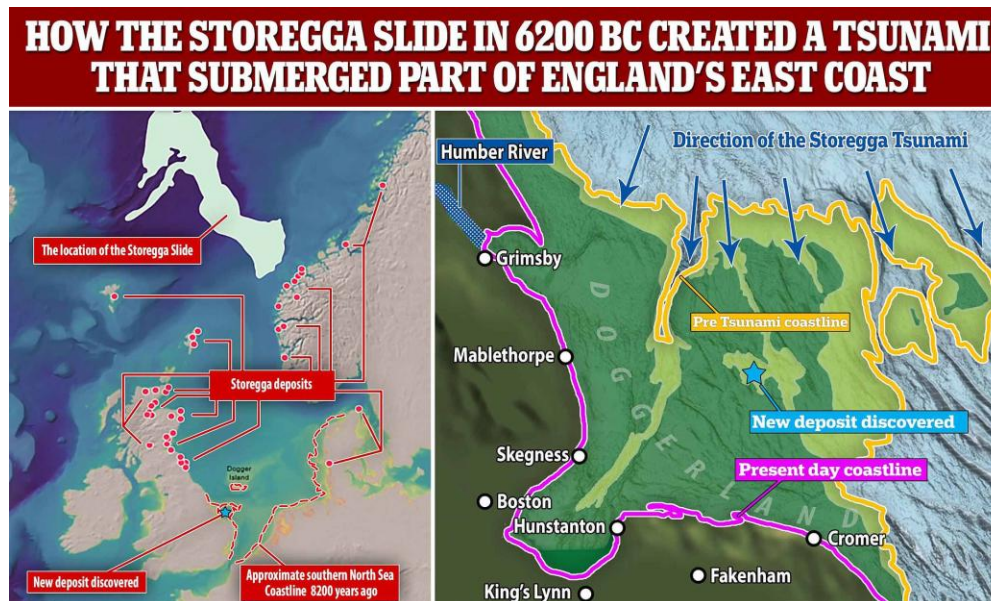
1. Οι επιστήμονες πιστεύουν ότι το τσουνάμι μπορεί να είχε καταστροφικές συνέπειες στις παράκτιες κοινότητες της εποχής.
2. Επίσης, μπορεί να έχει επηρεάσει την μετανάστευση και τον πολιτισμό των πρώιμων ανθρώπινων πληθυσμών στην περιοχή.

2. Σημασία για την Επιστήμη

1. Η μελέτη της κατολίσθησης Storegga έχει σημαντική αξία για την κατανόηση των υποθαλάσσιων κατολισθήσεων και των κινδύνων που συνδέονται με αυτές.
2. Παρέχει επίσης σημαντικές πληροφορίες για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και της ανόδου της στάθμης της θάλασσας.

3. Σύγχρονη Έρευνα και Παρακολούθηση

1. Σήμερα, η περιοχή παρακολουθείται στενά για σημάδια γεωλογικής αστάθειας.
2. Η μελέτη των υδριτών αερίου και της δυναμικής των ιζημάτων συνεχίζεται για να κατανοηθεί καλύτερα η διαδικασία της κατολίσθησης και οι πιθανοί μελλοντικοί κίνδυνοι.



Υποθαλάσσιες κατολισθήσεις και τσουνάμι

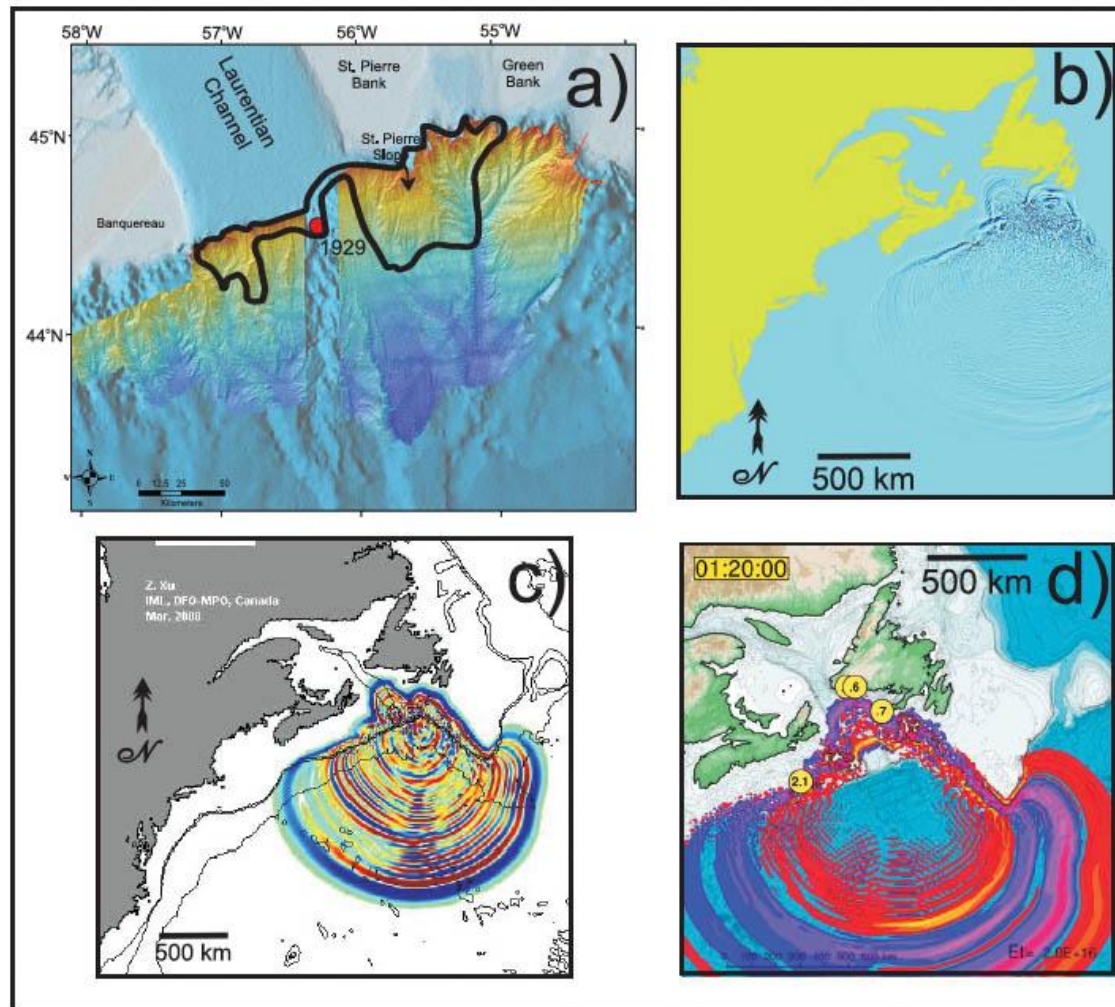
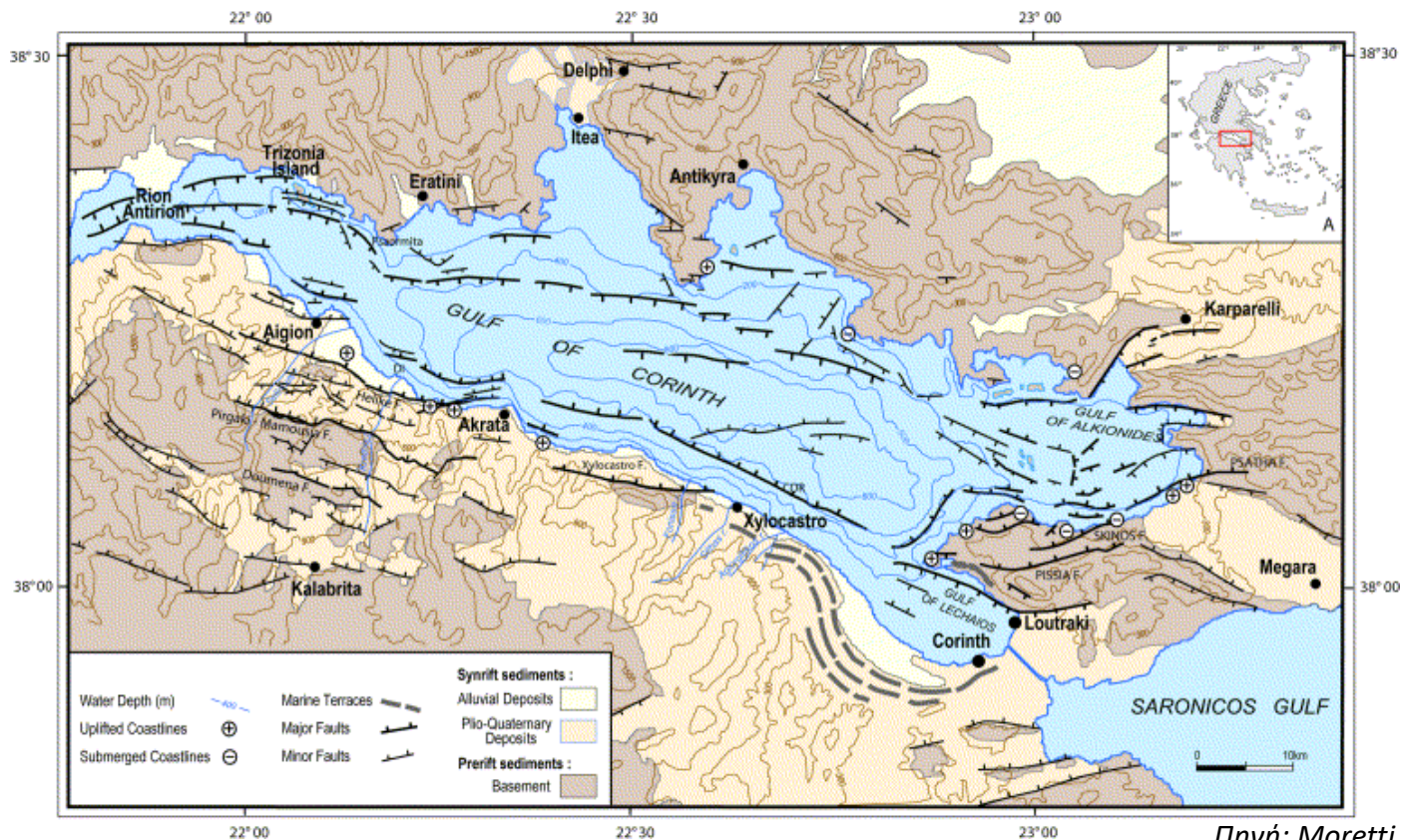


Figure 7. a) Multibeam sonar image of the seafloor of the St. Pierre Slope / Laurentian Fan region. The red dot indicates the epicenter of the 1929 M7.2 earthquake. Outlined in black is the area where 100% of the seafloor is interpreted to have failed in the 1929 Grand Banks landslide (McCall et al. 2005). b) to d) are tsunami simulations produced by various researchers: b) Fine et al. (2005); c) Ward and Day (2005); and d) Xu (2008).

Παραδείγματα από τον Ελληνικό χώρο

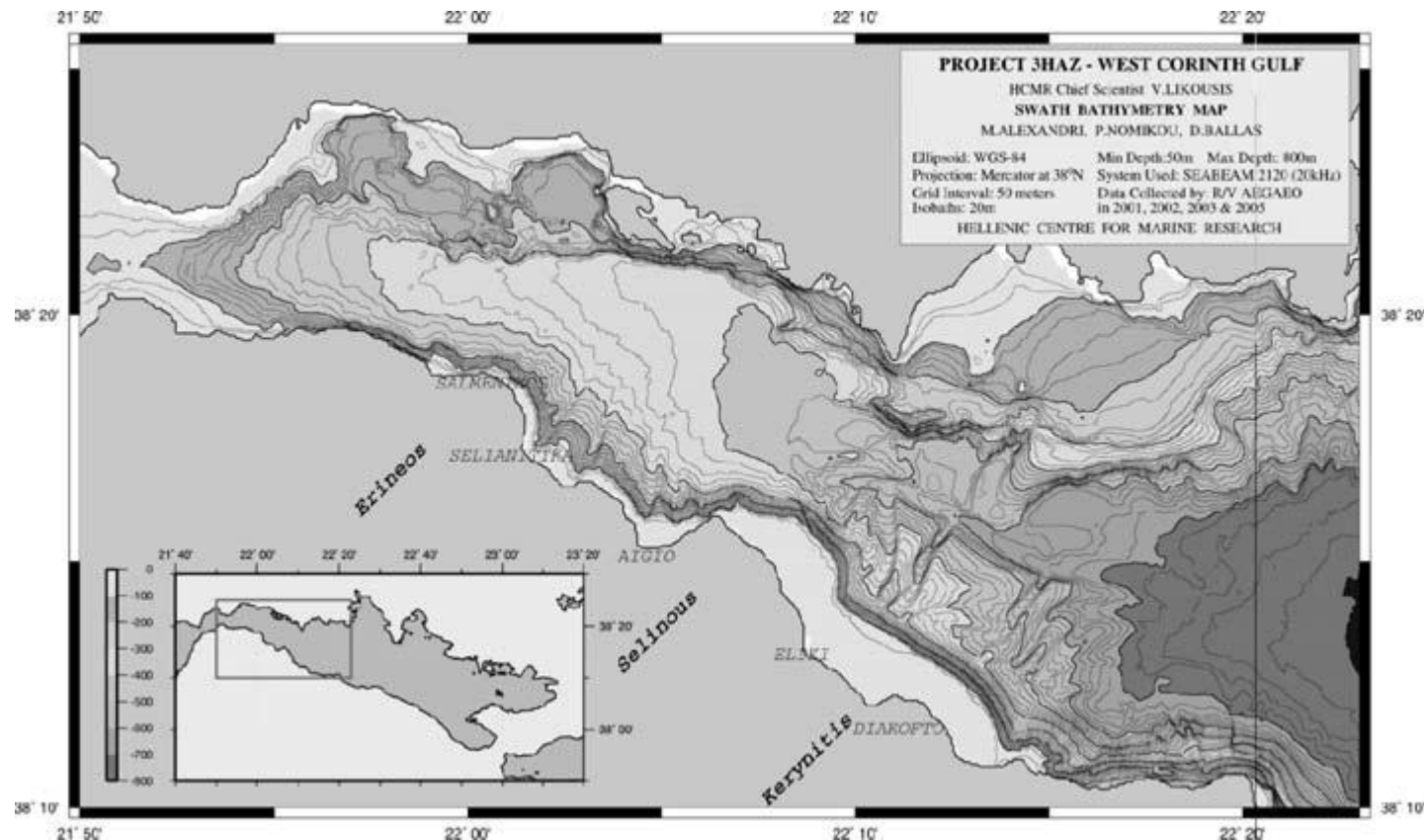
- Ο Κορινθιακός Κόλπος είναι μία από τις πλέον ενεργές τεκτονικά και σεισμικά περιοχές της Μεσογείου και παρουσιάζει έντονη σεισμικότητα.
- Ο Κορινθιακός κόλπος είναι μια ενεργή ασύμμετρη τεκτονική τάφρος με βάθος ~950m και εκφράζεται σαν μια επιμήκης βαθιά θαλάσσια λεκάνη, που περιβάλλεται από χέρσο με έντονο ανάγλυφο.
- Ο Κορινθιακός κόλπος έχει χαρακτηριστεί ως η περιοχή με τη μεγαλύτερη πιθανότητα για την εκδήλωση tsunami σε ολόκληρη τη Μεσόγειο (Paradopoulos, 2003).



Πηγή: Moretti et al., 2003

Παραδείγματα από τον Ελληνικό χώρο

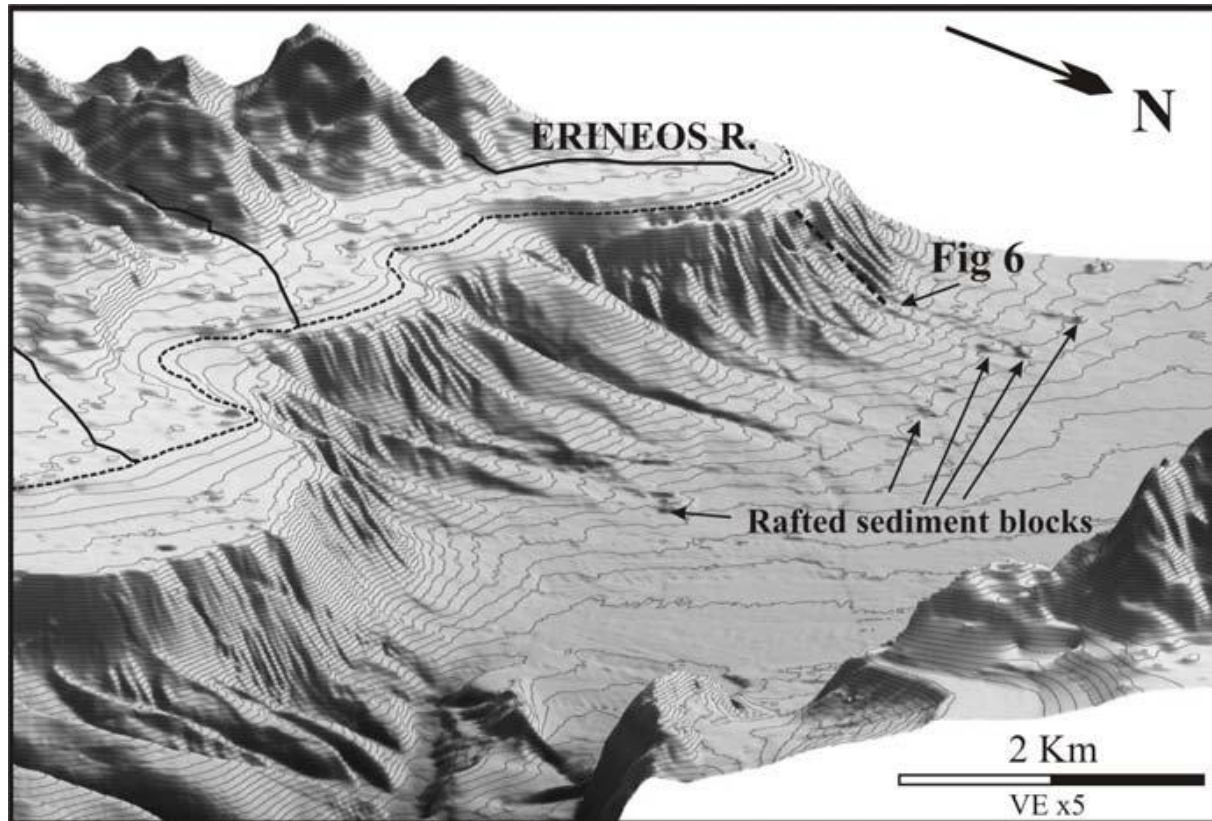
- Η βόρεια και η νότια κατωφέρεια του Κορινθιακού Κόλπου χαρακτηρίζονται από έντονες μορφολογικές κλίσεις που κυμαίνονται μεταξύ 15-30%.
- Η κύρια λεκάνη αποτελεί το βαθύτερο επίπεδο τμήμα του Κορινθιακού Κόλπου που εκτείνεται μεταξύ της βόρειας και της νότιας κατωφέρειας. Το βάθος της αυξάνεται σταδιακά από Δ προς Α από 200μ. στη περιοχή ΝΑ των εκβολών του Μόρνου σε ~950 m στο κεντρικό τμήμα του Κορινθιακού Κόλπου.



Παραδείγματα από τον Ελληνικό χώρο

Η μέχρι σήμερα μελέτη των κατολισθήσεων του Κορινθιακού κόλπου έχει δείξει ότι :

- 1) Επηρεάζουν κυρίως τα επιφανειακά στρώματα πάχους από 5 έως 30m,
- 2) Πυροδοτούνται ως επί το πλείστον από σεισμούς, (σεισμοί μεγέθους > από 6,2 R) που μπορούν να προκαλέσουν ρευστοποίηση ιλυο-αμμωδών στρωμάτων πάνω στα οποία ολισθαίνουν τα υπερκείμενα στρώματα
- 3) Από έντονες βροχοπτώσεις οι οποίες επίσης μπορεί να προκαλέσουν ρευστοποίηση ιλυο-αμμωδών στρωμάτων λόγω αύξησης της πίεσης του νερού των πόρων



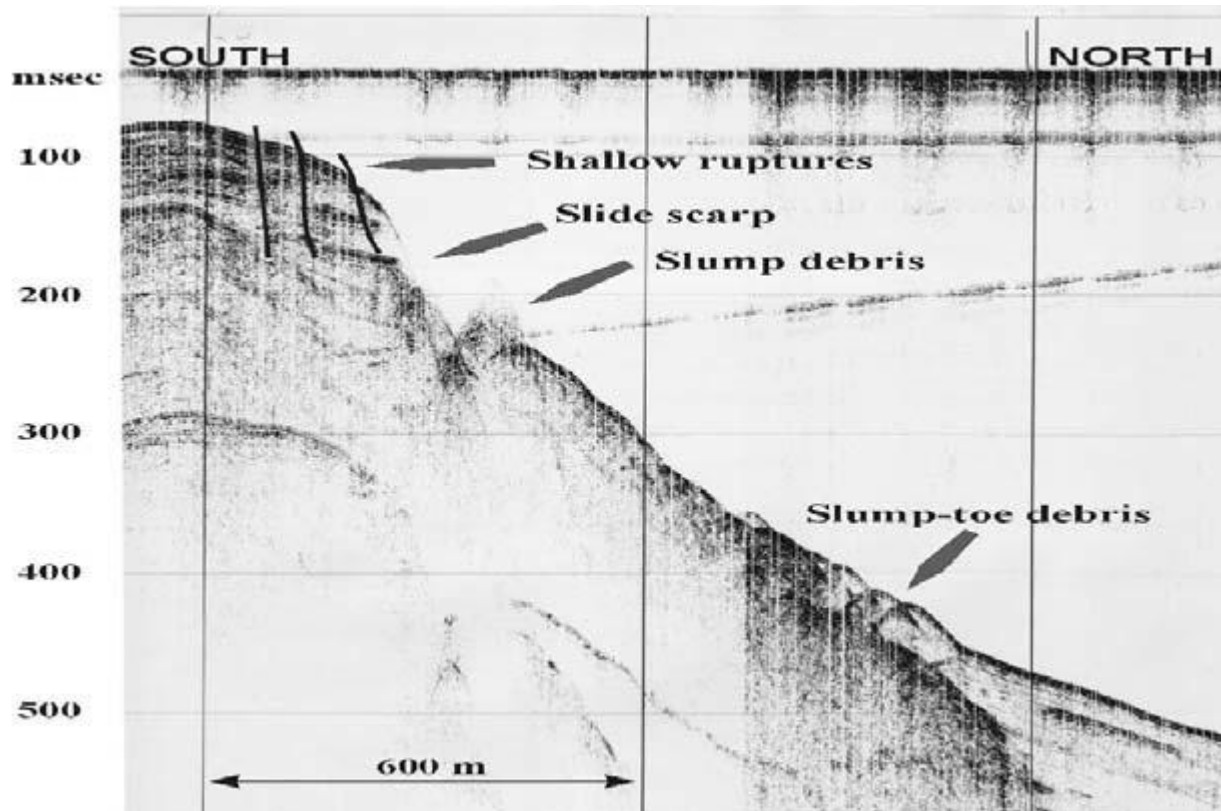
Πηγή: Λυκούσης κ.α.,

Τρισδιάστατη απεικόνιση της υποθαλάσσιας μορφολογίας της Αιγαλίας

Παραδείγματα από τον Ελληνικό χώρο

Οι υποθαλάσσιες κατολισθήσεις επηρεάζουν την παράκτια δυναμική των ιζημάτων και καθορίζουν την μορφολογία της παράκτιας ζώνης:

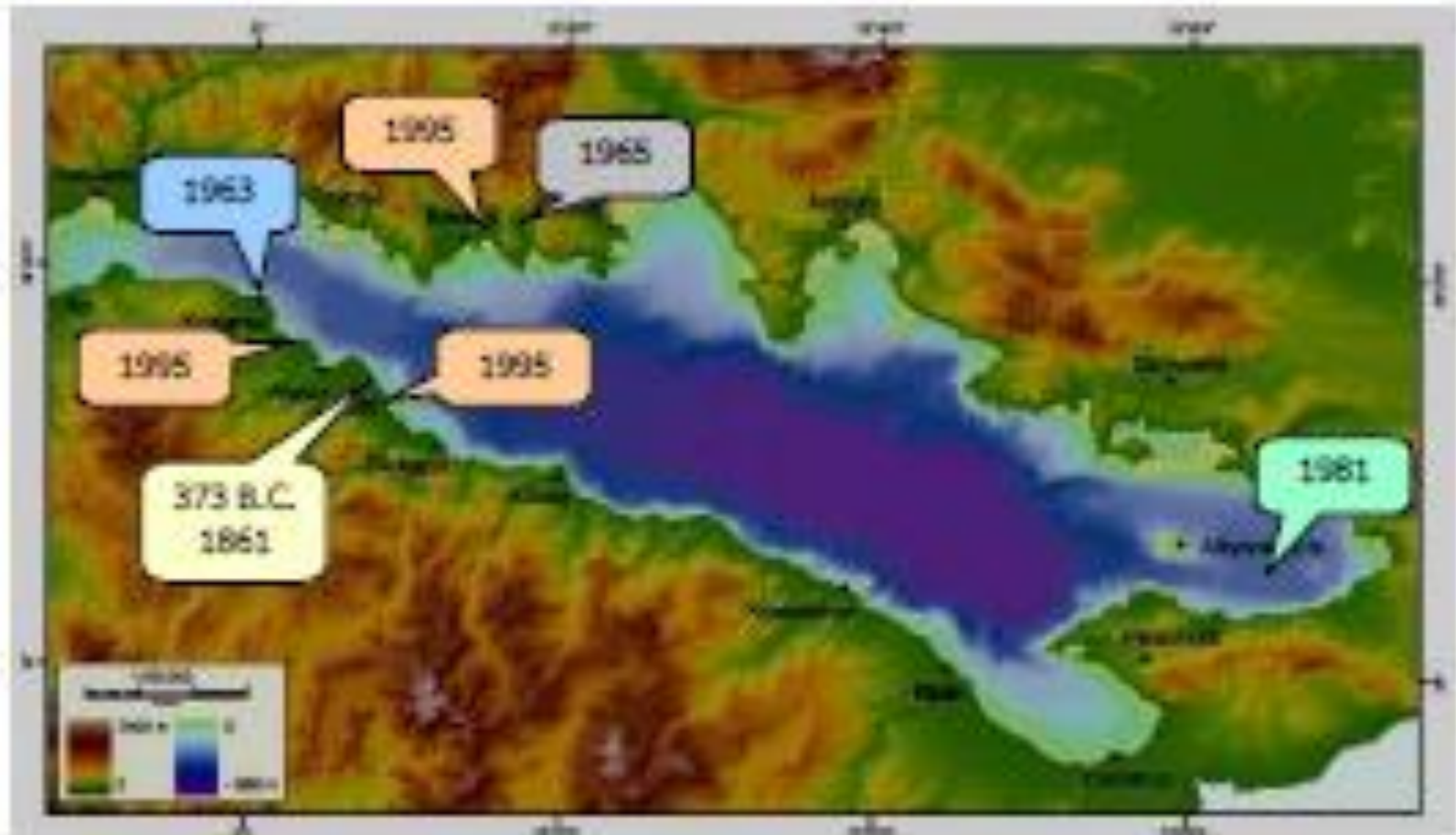
- 1) με την επεισοδική οπισθοχώρηση/κατάρρευση της ακτής
- 2) την απότομη διαφοροποίηση του βάθους και της κλίσης της παράκτιας ζώνης
- 3) την δημιουργία παράκτιων κοιλάδων-φαραγγιών τα οποία διακόπτουν την σύγχρονη παράκτια μετακίνηση της άμμου οδηγώντας μεγάλες ποσότητες κοκκωδών ιζημάτων προς τα βαθύτερα τμήματα



Πηγή: Λυκούσης κ.α.,

Τρισδιάστατη απεικόνιση της υποθαλάσσιας μορφολογίας της Αιγιαλείας

Παράκτιες και υποθαλάσσιες κατολισθήσεις στον Κορινθιακό κόλπο

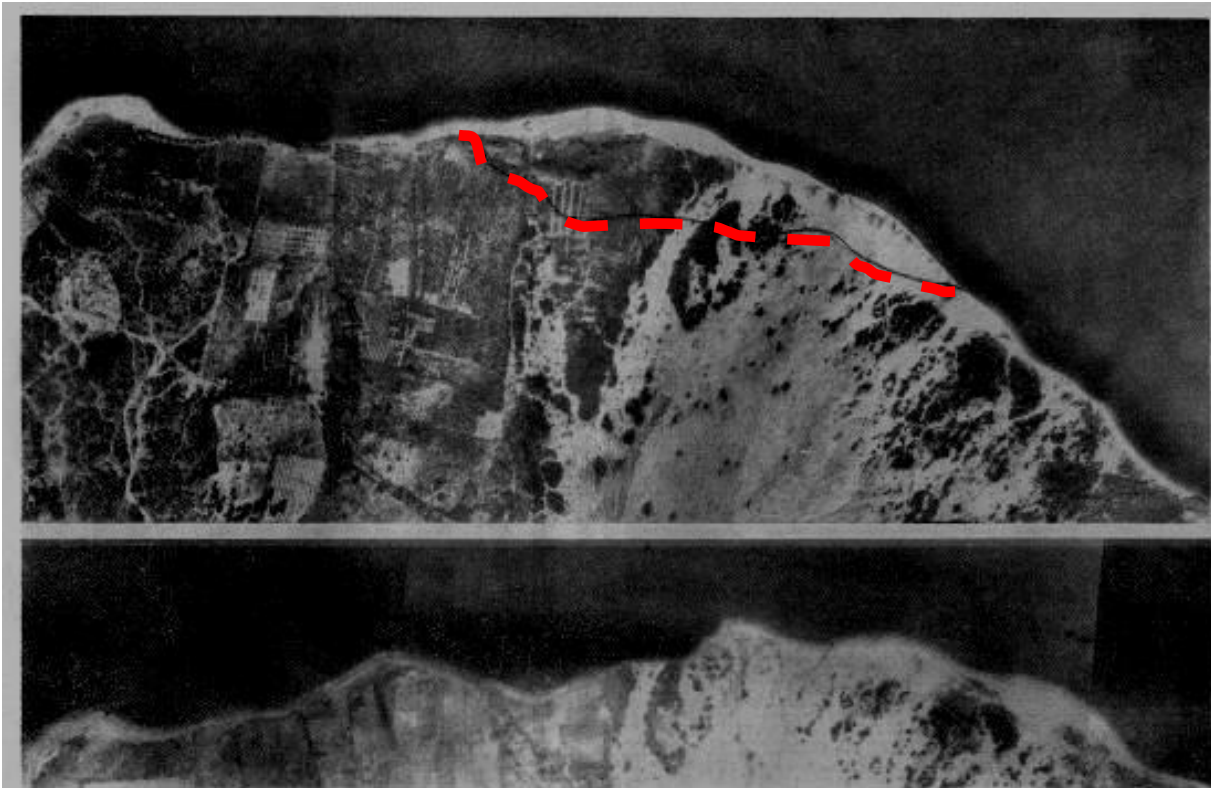


Θέσεις παράκτιων και υποθαλάσσιων κατολισθήσεων στον Κορινθιακό κόλπο

Πηγή: Παλαιολόγος, 2015

Καμάρες, Αιγιαλείας 07/02/1963

- Η κατολίσθηση του 1963 στις Καμάρες (Αιγιαλείας) έγινε ύστερα από έντονες βροχοπτώσεις χωρίς να προηγηθεί σεισμός (Γαλανόπουλος κ.α., 1964)
- Στις 07/02/1963 στις Καμάρες Αιγίου στο Δέλτα του Ερινέου ποταμού προκλήθηκε ένα tsunami η γένεση του οποίου οφειλόταν στη κατολίσθηση ενός τμήματος του δέλτα.
- Η έντονη βροχόπτωση είχε ως αποτέλεσμα την ανύψωση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα και την αύξηση της πίεσης του νερού των πόρων.
- Το μέγιστο ύψος του tsunami ήταν 6m, η θάλασσα εισχώρησε 50-100m μέσα στην ξηρά και προξένησε αρκετές καταστροφές στην παράκτια περιοχή του δυτικού Κορινθιακού κόλπου



Καμάρες, Αιγιάλειας 07/02/1963

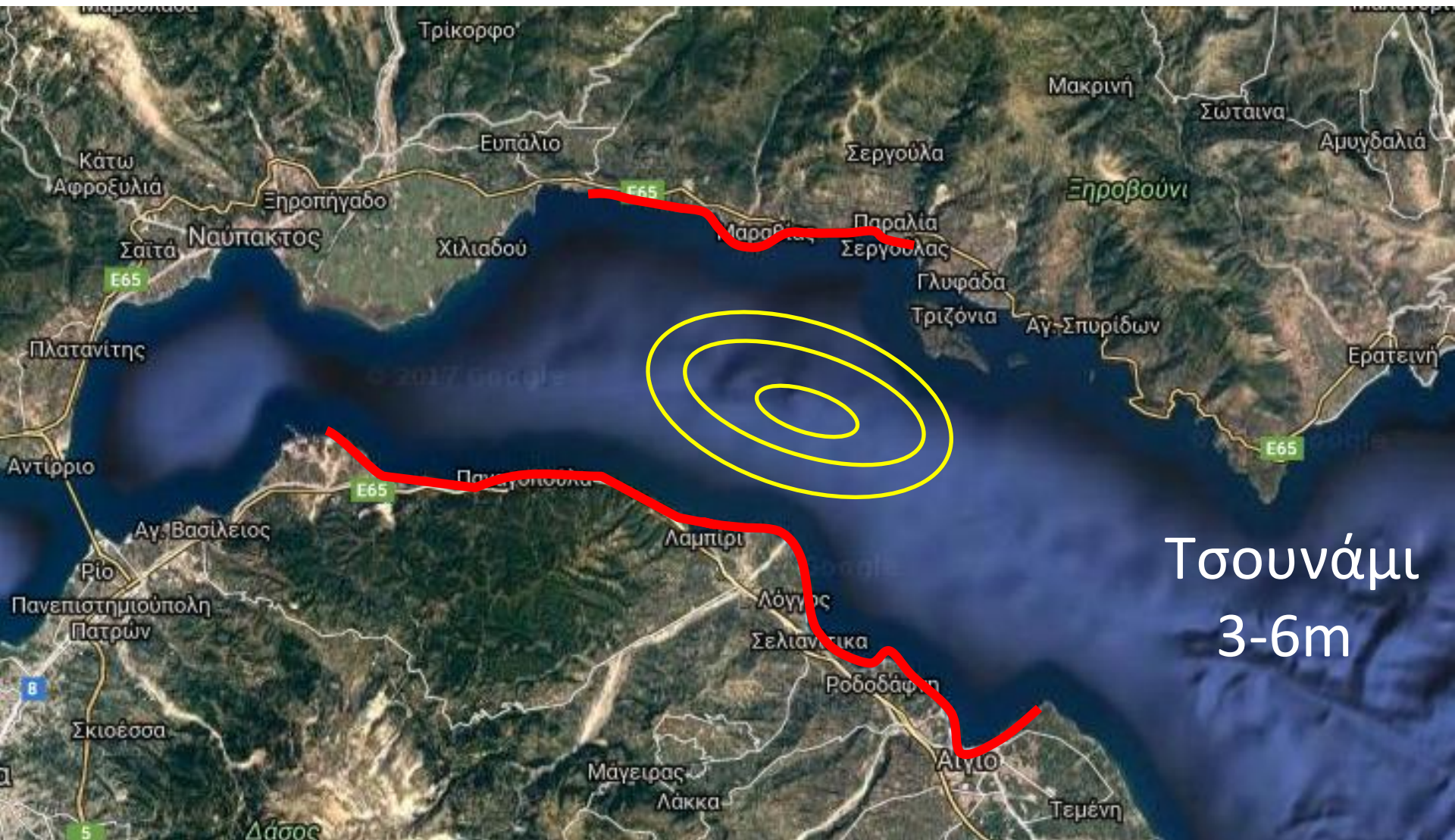
Σημειώθηκε βύθιση στην
παράκτια περιοχή κατά **5-44m**

Ο όγκος που μετακινήθηκε υπολογίστηκε στα
57,000 m³ και είχε έκταση **55,000 m²**,



Ερινέος

Καμάρες, Αιγιαλείας 07/02/1963



Στις νότιες ακτές της Πελοποννήσου κατέστρεψε περιοχές από το **Αίγιο** έως τον **Ψαθόπυργο**. Παρόμοιες ζημιές στις βόρειες ακτές από το Μοναστηράκι έως την Δούβια.

Καμάρες, Αιγιαλείας 07/02/1963



Καμάρες, Αιγιαλείας 07/02/1963

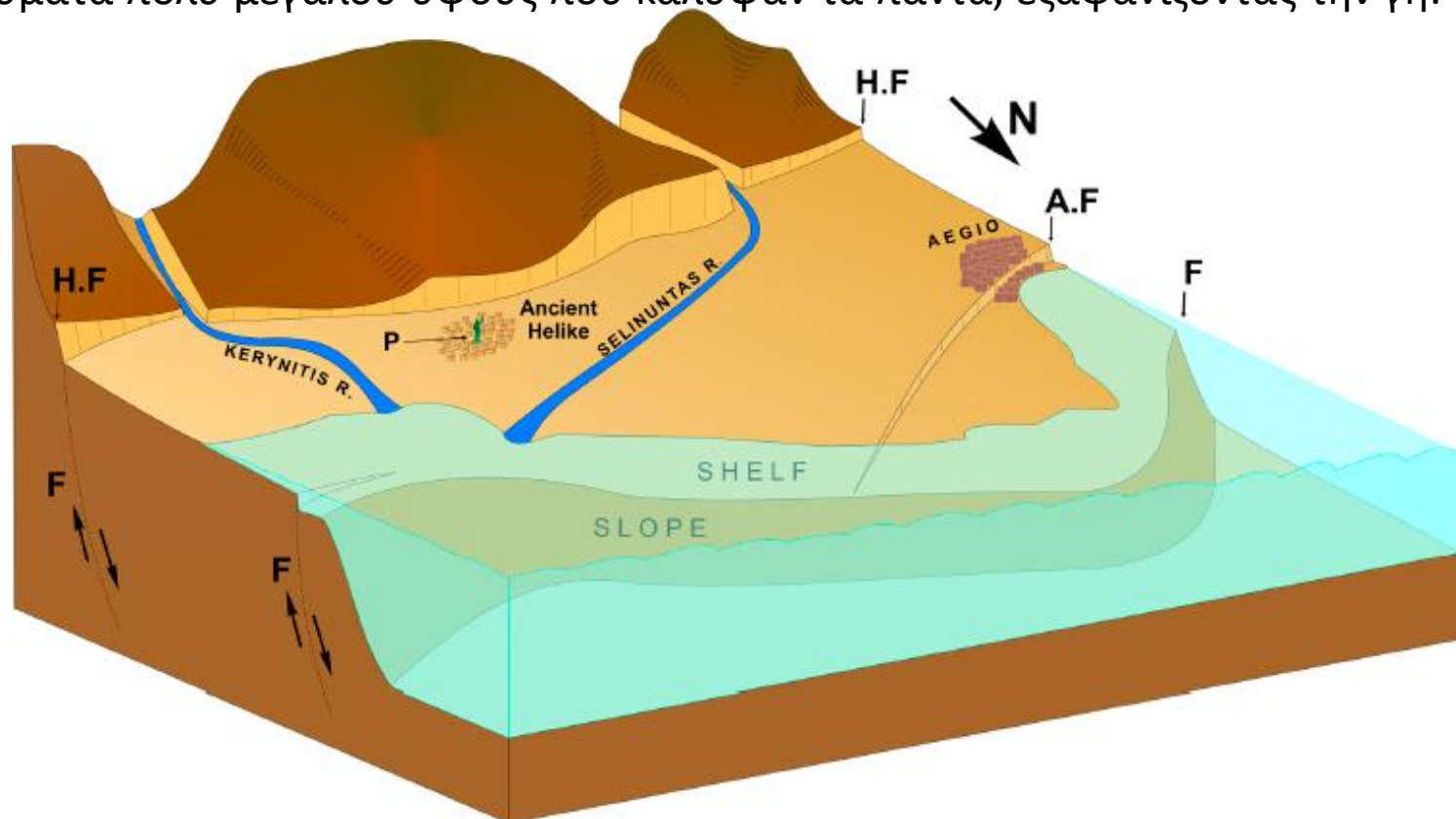


2 άνθρωποι πνίγηκαν & **12** τραυματίστηκαν

Σύμφωνα με τα δημοσιεύματα του τύπου της εποχής, το βράδυ οι κάτοικοι της παραλιακής ζώνης άκουσαν μια υπόκωφη βοή και όσοι βγήκαν από τα σπίτια τους είδαν τη θάλασσα να υποχωρεί προς το εσωτερικό της και μετά από δευτερόλεπτα μια τεράστια μάζα νερού ύψους 20m όρμησε με σφοδρότητα προς την ακτή, παρασύροντας τα πάντα...

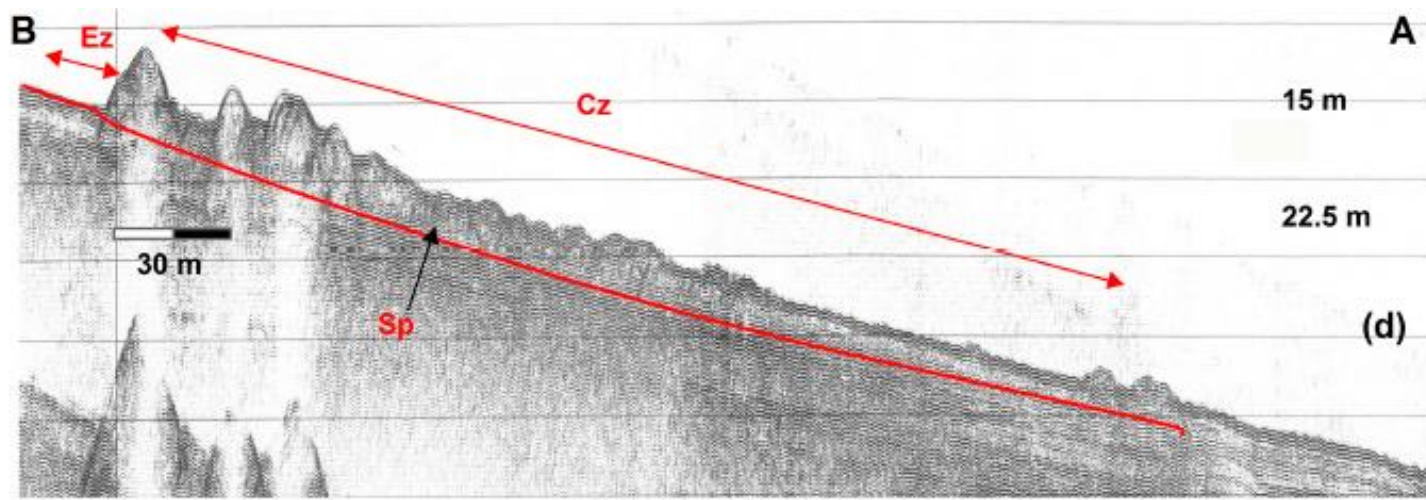
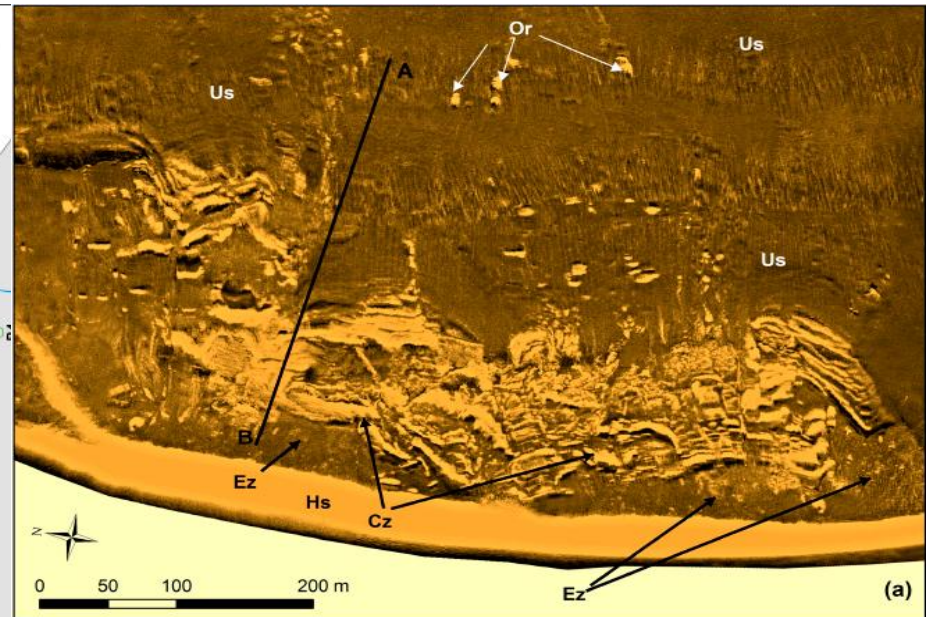
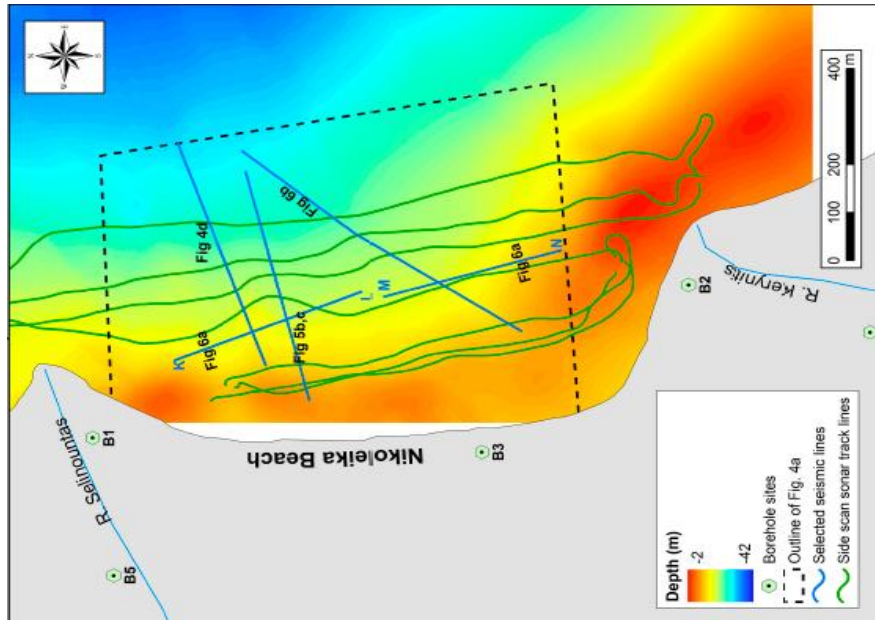
Αρχαία Ελίκη, Αίγιο 373 π.Χ. - Μ 6.8

- Από τη μελέτη των ιστορικών δεδομένων προέκυψε ότι η αρχαία Ελίκη καταστράφηκε από ένα σεισμό μεγάλου μεγέθους.
- Ωστόσο για την εξαφάνιση της αρχαίας κωμόπολης υπεύθυνη ήταν μια παράκτια κατολίσθηση.
- Στα αρχαία κείμενα αναφέρεται ότι μετά από τον σεισμό σημειώθηκε προέλαση της θάλασσας προς την χέρσο με κύματα πολύ μεγάλου ύψους που κάλυψαν τα πάντα, εξαφανίζοντας την γη.



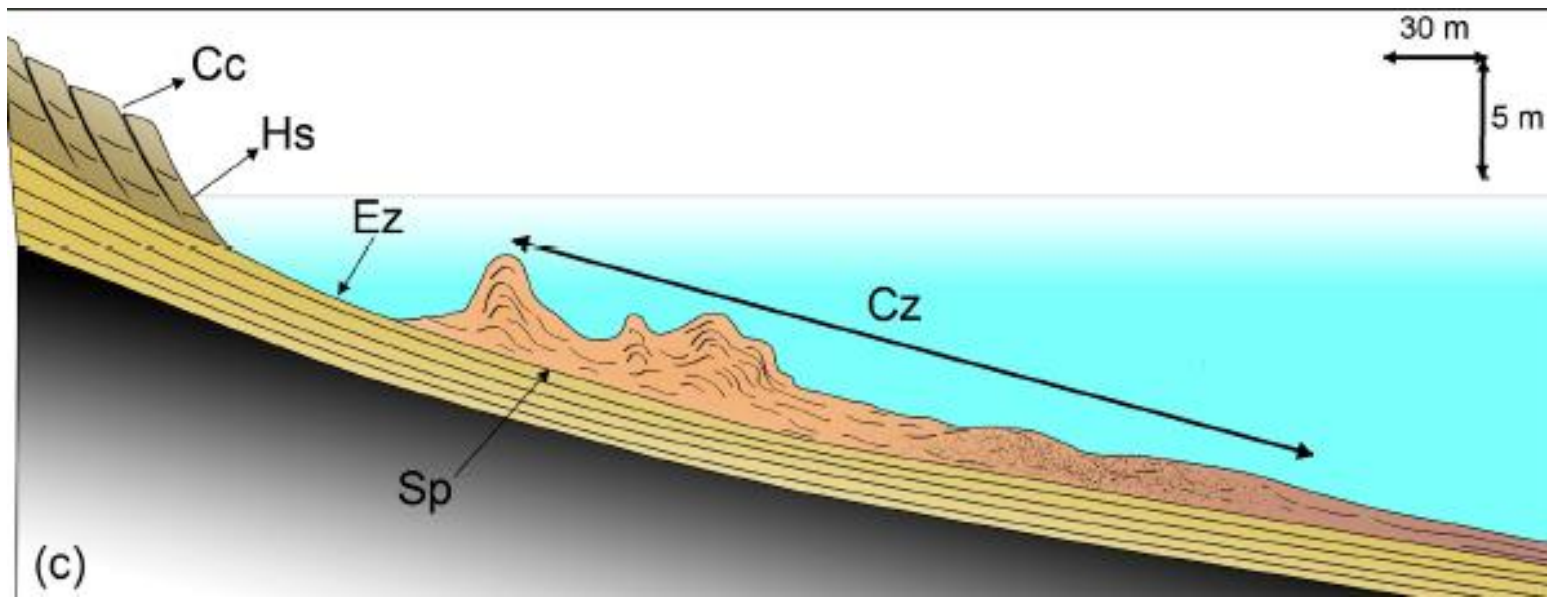
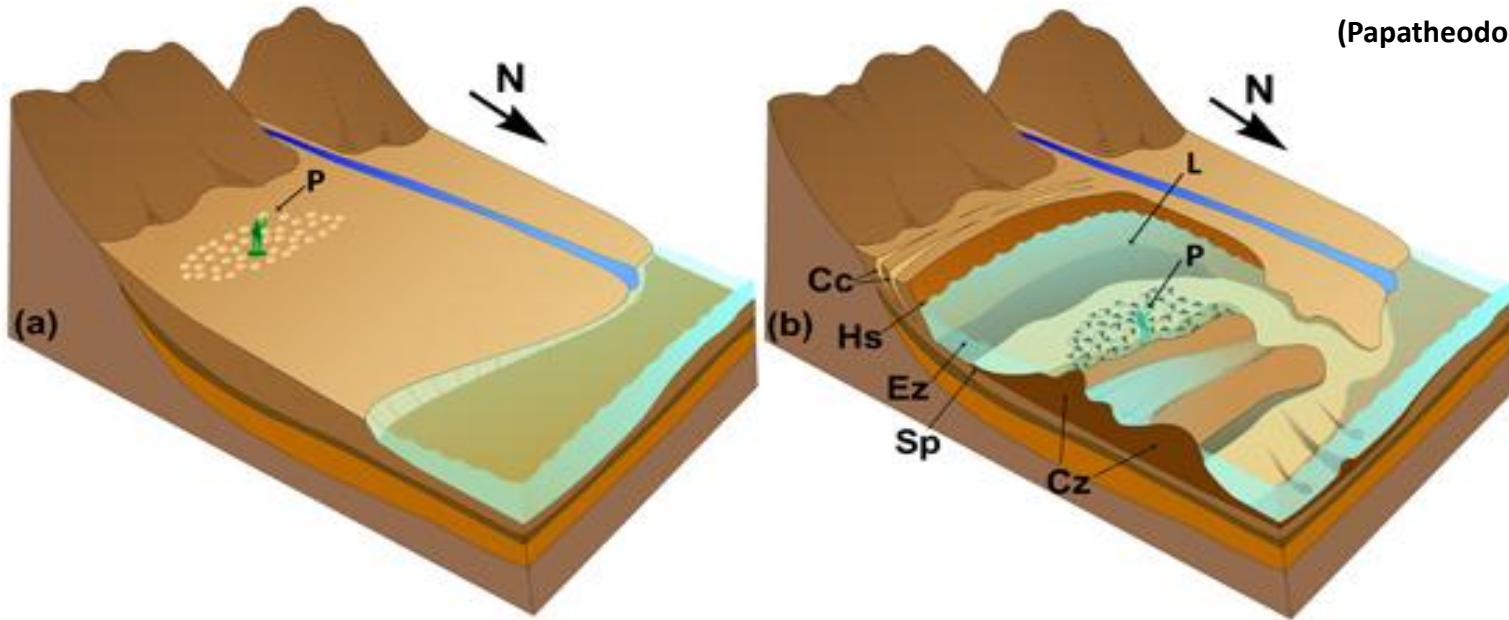
Αρχαία Ελίκη, Αίγιο 373 π.Χ. - Μ 6.8

Πρόσφατη υποθαλάσσια έρευνα μετά τον σεισμό του Αιγίου το 1995 ανέδειξε μια κατολίσθηση μήκους 1200m & πλάτους 600m (Papatheodorou et al., 2015)



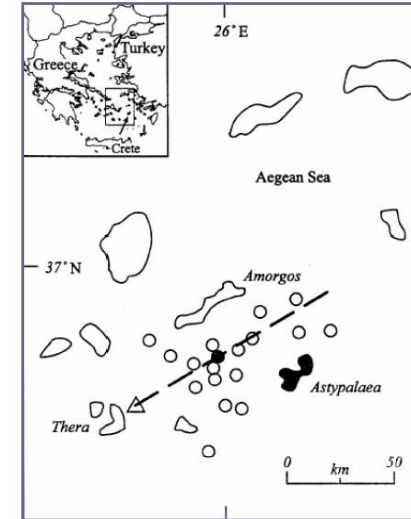
Αρχαία Ελίκη, Αίγιο 373 π.Χ. - M 6.8

(Papatheodorou et al., 2015)

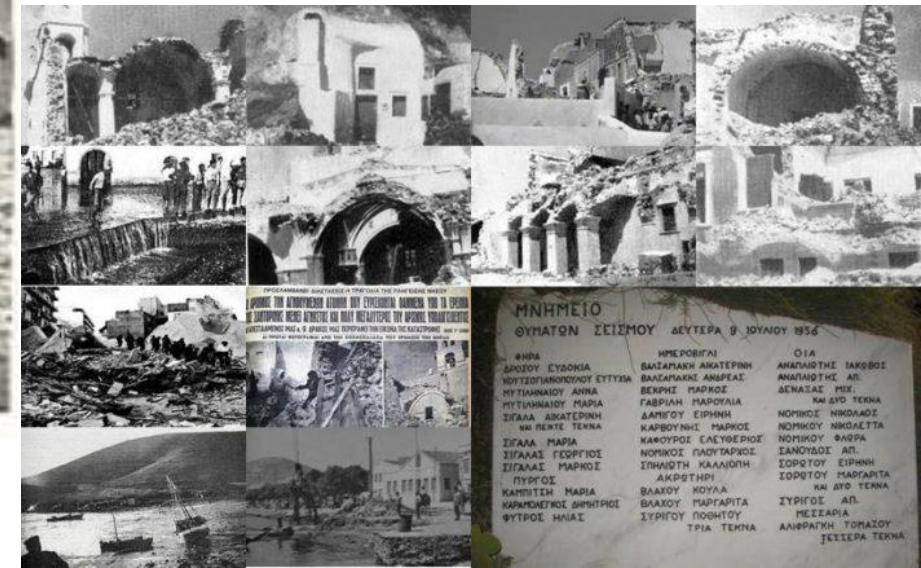


Αμοργός, Νότιο Αιγαίο 09/07/1956

Στις 09/07/1956 στο Νότιο Αιγαίο μετά από σεισμό έντασης 7.5R στην περιοχή της Αμοργού, προκλήθηκε ένα tsunami το οποίο προξένησε πολλές καταστροφές στην παράκτια ζώνη των Κυκλάδων και των Δωδεκανήσων. Στην Αμοργό και στην Αστυπάλαια το ύψος των κυμάτων έφτασε τα 20-25m και κατέκλυσε την ακτή σε βάθος από 80 έως 400m.



Σχήμα 15: Το επίκεντρο του κύριου σεισμού της 9^{ης} Ιουλίου 1956 (μαύρος κύκλος), ο μεγαλύτερος μετασεισμός (ερίγωνα) και οι υπόλοιποι 17 μετασεισμοί (άσπροι κύκλοι) όπως απεικονίζονται πάνω στο πιθανολογούμενο σεισμικό ρήγμα της περιοχής (διακεκομμένη γραμμή). (Πηγή: Dominey-Howes, 2002)



Επιπτώσεις στην Παράκτια ζώνη

Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις (Environmental Impacts)

1. Καταστροφή Βιοτόπων (Habitat Destruction)

- Περιγραφή:** Οι κατολισθήσεις μπορούν να προκαλέσουν την καταστροφή φυσικών βιοτόπων, όπως είναι οι παράκτιες λιμνοθάλασσες, οι υγροβιότοποι και οι κοραλλιογενείς ύφαλοι.
- Συνέπειες:**
 - Μείωση της βιοποικιλότητας καθώς καταστρέφονται οι οικίες πολλών θαλάσσιων και χερσαίων ειδών.
 - Απώλεια οικοσυστημικών υπηρεσιών που παρέχουν αυτοί οι βιότοποι, όπως η προστασία από τις πλημμύρες και η δέσμευση άνθρακα.

2. Αλλαγές στη Μεταφορά Ιζημάτων (Changes in Sediment Transport)

- Περιγραφή:** Οι κατολισθήσεις μπορούν να διαταράξουν τις φυσικές διαδικασίες μεταφοράς ιζημάτων, επηρεάζοντας τη διαμόρφωση και τη σταθερότητα των ακτών.
- Συνέπειες:**
 - Αυξημένη διάβρωση σε κάποιες περιοχές λόγω της αλλαγής στην κατανομή των ιζημάτων.
 - Εναπόθεση μεγάλων ποσοτήτων ιζημάτων σε άλλες περιοχές, προκαλώντας μεταβολές στο βάθος των υδάτων και πιθανή ζημιά στα θαλάσσια οικοσυστήματα.

3. Αλλαγή της Παράκτιας Γεωμορφολογίας (Alteration of Coastal Geomorphology)

- Περιγραφή:** Οι κατολισθήσεις μπορούν να αλλάξουν τη μορφολογία των ακτών, δημιουργώντας νέες ακτογραμμές και αναδιαμορφώνοντας τις υπάρχουσες.
- Συνέπειες:**
 - Δημιουργία νέων φυσικών εμποδίων ή αποκοπή περιοχών από την υπόλοιπη ξηρά.
 - Αλλαγή στις υδραυλικές ιδιότητες της περιοχής, επηρεάζοντας τη ροή των νερών και την παροχή θρεπτικών ουσιών.

Επιπτώσεις στην Παράκτια ζώνη

Οικονομικές Επιπτώσεις (Economic Impacts)

1. Ζημιές στις Υποδομές (Damage to Infrastructure)

- Περιγραφή:** Οι κατολισθήσεις μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές ζημιές σε παράκτιες υποδομές, όπως είναι τα λιμάνια, οι γέφυρες και οι δρόμοι.
- Συνέπειες:**
 - Αύξηση του κόστους επισκευής και αποκατάστασης των ζημιών.
 - Διακοπή της λειτουργίας των λιμανιών και των μεταφορικών δικτύων, επηρεάζοντας το εμπόριο και την οικονομική δραστηριότητα.

2. Κόστος Μείωσης και Αποκατάστασης (Costs of Mitigation and Rehabilitation)

- Περιγραφή:** Οι προσπάθειες για τον μετριασμό του κινδύνου και την αποκατάσταση των πληγείσων περιοχών μπορούν να είναι εξαιρετικά δαπανηρές.
- Συνέπειες:**
 - Αύξηση των δημόσιων και ιδιωτικών δαπανών για την εφαρμογή μέτρων προστασίας και αποκατάστασης.
 - Μακροπρόθεσμες οικονομικές επιπτώσεις λόγω της ανάγκης για συνεχή συντήρηση και παρακολούθηση των μέτρων.



Επιπτώσεις στην Παράκτια ζώνη

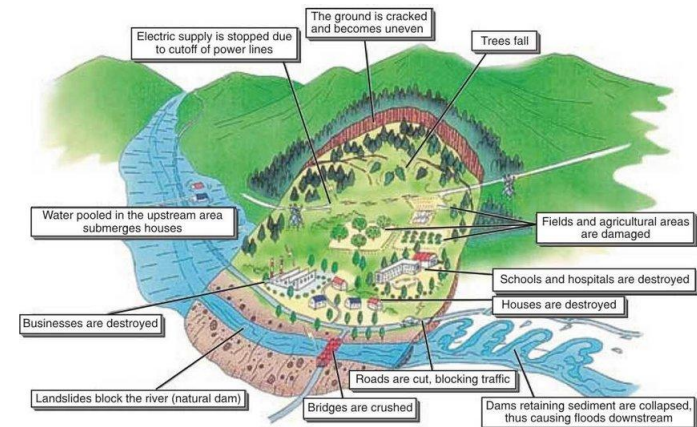
Κοινωνικές Επιπτώσεις (Social Impacts)

1. Μετακίνηση Κοινοτήτων (Displacement of Communities)

- Περιγραφή:** Οι κατολισθήσεις μπορούν να αναγκάσουν την απομάκρυνση ανθρώπων από τις κατοικίες τους, ειδικά σε περιοχές υψηλού κινδύνου.
- Συνέπειες:**
 - Ανθρωπιστική κρίση λόγω της απώλειας στέγης και της ανάγκης για επείγουσα βοήθεια και στέγαση.
 - Διαταραχή των κοινωνικών δομών και της κοινότητας, με αποτέλεσμα την απώλεια της κοινωνικής συνοχής.

2. Απώλεια Μέσων Διαβίωσης (Loss of Livelihoods)

- Περιγραφή:** Οι κατολισθήσεις μπορούν να επηρεάσουν τις τοπικές οικονομίες, ειδικά εκείνες που εξαρτώνται από την αλιεία, τον τουρισμό και άλλες παράκτιες δραστηριότητες.
- Συνέπειες:**
 - Μείωση των εισοδημάτων για οικογένειες που εξαρτώνται από τις πληγείσες δραστηριότητες.
 - Μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στην τοπική οικονομία λόγω της μείωσης της τουριστικής κίνησης και των αλιευτικών αποθεμάτων.



Εκτίμηση Κινδύνου και Μετριασμός Επιπτώσεων

Τεχνικές Εκτίμησης Κινδύνου

Γεωλογικές Έρευνες (Geological Surveys)

- 1. Περιγραφή:** Περιλαμβάνουν τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων πεδίου για την κατανόηση των γεωλογικών χαρακτηριστικών και της δομής μιας περιοχής.
- 2. Μέθοδοι:**
 1. Χαρτογράφηση γεωλογικών σχηματισμών.
 2. Δειγματοληψία εδάφους και βράχων για εργαστηριακές αναλύσεις.
 3. Μελέτη των επιφανειακών και υπόγειων γεωλογικών στρωμάτων.
- 3. Σκοπός:** Εντοπισμός ευπαθών περιοχών και αξιολόγηση της σταθερότητάς τους.

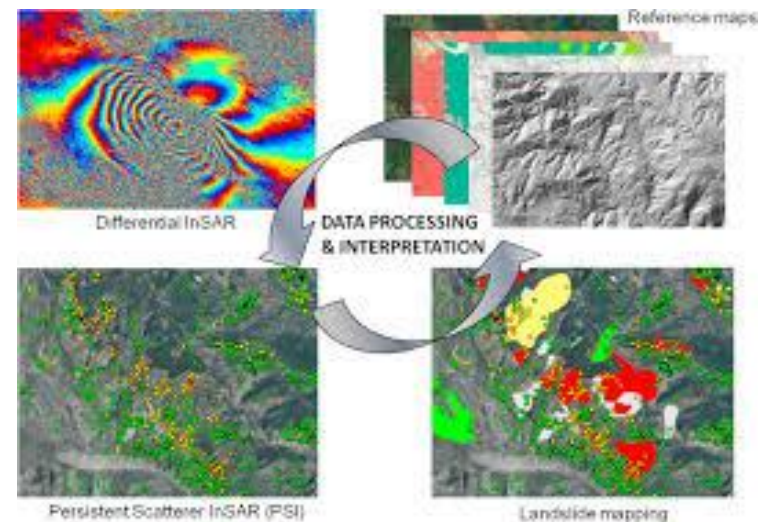
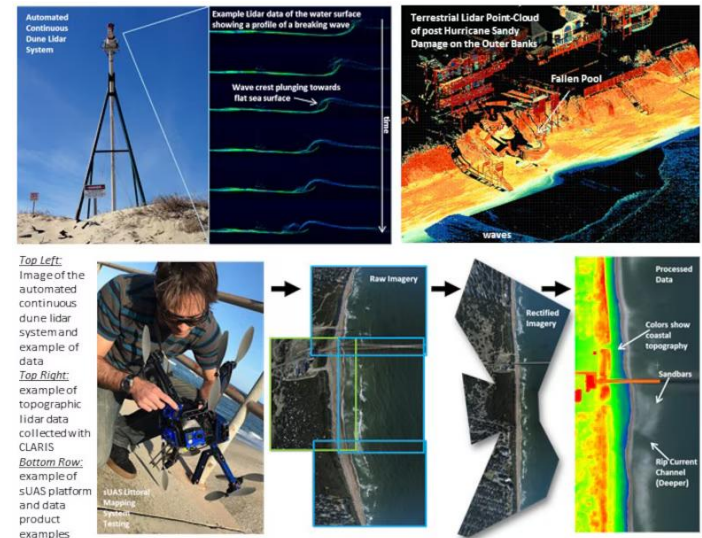


Εκτίμηση Κινδύνου και Μετριάσμός Επιπτώσεων

Τεχνικές Εκτίμησης Κινδύνου

Τηλεπισκόπηση (Remote Sensing)

1. **Περιγραφή:** Χρήση δορυφορικών εικόνων και αεροφωτογραφιών για την παρακολούθηση και ανάλυση του εδάφους και των υποθαλάσσιων περιοχών.
2. **Μέθοδοι:**
 1. Δορυφορικές εικόνες υψηλής ανάλυσης.
 2. Ραντάρ συνθετικού ανοίγματος (SAR) για την ανίχνευση μικρών μετατοπίσεων στην επιφάνεια της γης.
 3. Αεροφωτογραφίες και LIDAR για την τρισδιάστατη χαρτογράφηση του εδάφους.
3. **Σκοπός:** Ανίχνευση αλλαγών στο έδαφος και τα ιζήματα, αναγνώριση σημάτων επικείμενων κατολισθήσεων.

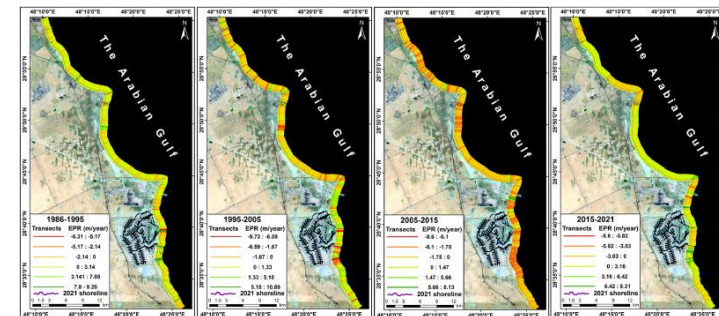
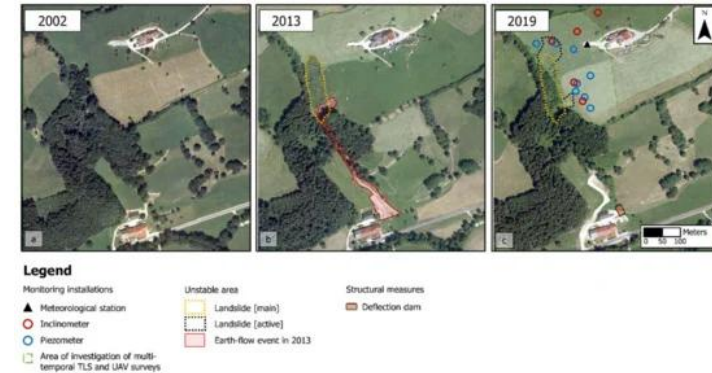


Εκτίμηση Κινδύνου και Μετριάσμός Επιπτώσεων

Τεχνικές Εκτίμησης Κινδύνου

Ανάλυση Ιστορικών Δεδομένων (Historical Data Analysis)

- 1. Περιγραφή:** Μελέτη των παλαιότερων καταγραφών κατολισθήσεων και γεωλογικών γεγονότων.
- 2. Μέθοδοι:**
 1. Ανάλυση αρχείων από προηγούμενες κατολισθήσεις.
 2. Χρονικά δεδομένα σχετικά με τη συχνότητα και την ένταση των κατολισθήσεων.
 3. Ιστορικοί χάρτες και έγγραφα.
- 3. Σκοπός:** Προσδιορισμός προτύπων και τάσεων που μπορούν να βοηθήσουν στην πρόβλεψη μελλοντικών γεγονότων.



Εκτίμηση Κινδύνου και Μετριασμός Επιπτώσεων

Στρατηγικές Μετριασμού των επιπτώσεων

Γεωτεχνικά έργα(Engineering Solutions)

1. **Περιγραφή:** Κατασκευαστικά έργα για την πρόληψη ή τον περιορισμό των επιπτώσεων των κατολισθήσεων.
2. **Παραδείγματα:**
 1. **Θαλάσσια Τείχη (Seawalls):** Κατασκευές που προστατεύουν την ακτογραμμή από την διάβρωση και τις κατολισθήσεις.
 2. **Τοίχοι Αντιστήριξης (Retaining Structures):** Στηρίζουν ασταθείς πλαγιές και αποτρέπουν την κατάρρευση εδαφών.
 3. **Αποστραγγιστικά Συστήματα (Drainage Systems):** Μειώνουν την υπερβολική υγρασία που μπορεί να αποσταθεροποιήσει το έδαφος.



Εκτίμηση Κινδύνου και Μετριασμός Επιπτώσεων

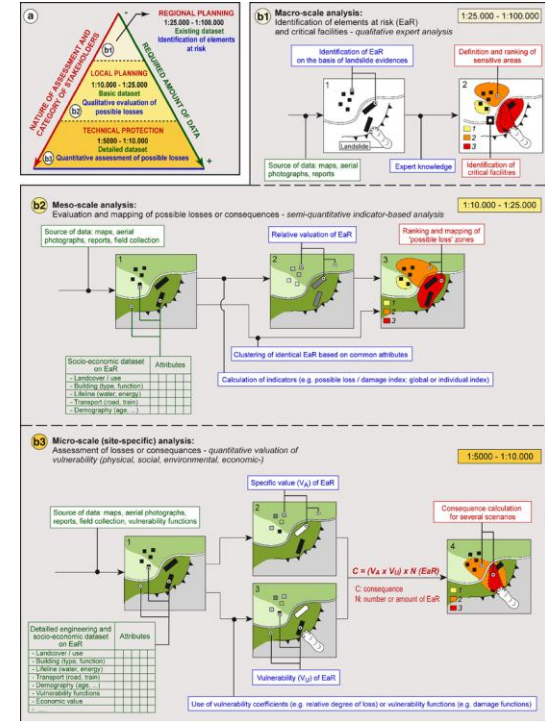
Στρατηγικές Μετριασμού των επιπτώσεων

Χωροταξικός Σχεδιασμός και Ζώνες (Land Use Planning and Zoning)

1. **Περιγραφή:** Χρήση πολεοδομικών και χωροταξικών κανονισμών για την αποτροπή ανάπτυξης σε επικίνδυνες περιοχές.

2. Παραδείγματα:

1. Προσδιορισμός περιοχών υψηλού κινδύνου και αποφυγή κατασκευής υποδομών σε αυτές.
2. Εφαρμογή περιορισμών χρήσης γης και οικοδομικών κανονισμών για την ελαχιστοποίηση των κινδύνων.
3. Δημιουργία φυσικών ζωνών απομόνωσης και προστασίας των παράκτιων περιοχών.

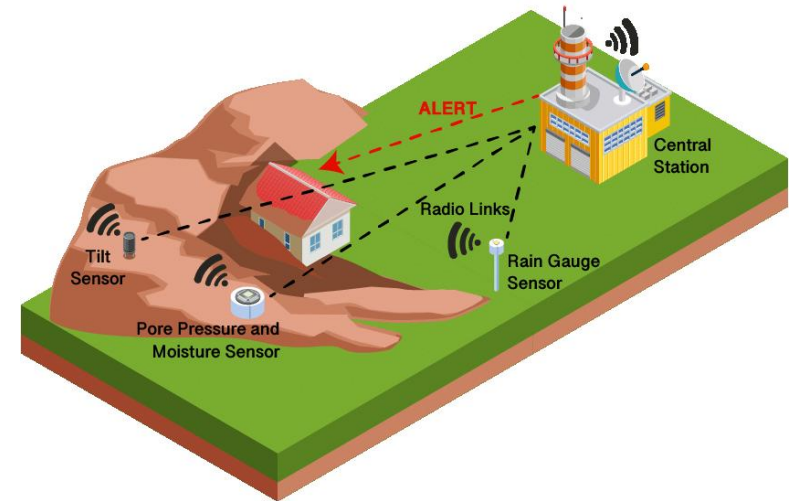


Εκτίμηση Κινδύνου και Μετριασμός Επιπτώσεων

Στρατηγικές Μετριασμού των επιπτώσεων

Συστήματα Έγκαιρης Προειδοποίησης (Early Warning Systems)

1. **Περιγραφή:** Τεχνολογικά συστήματα και διαδικασίες που προειδοποιούν για επικείμενες κατολισθήσεις.
2. **Μέθοδοι:**
 1. Δίκτυα σειсмоγράφων και αισθητήρων για την ανίχνευση σεισμικής δραστηριότητας.
 2. Συστήματα GPS για την παρακολούθηση μικρών κινήσεων του εδάφους.
 3. Δορυφορικές επικοινωνίες για την γρήγορη μετάδοση προειδοποιήσεων στις τοπικές αρχές και τις κοινότητες.
3. **Σκοπός:** Παροχή έγκαιρης προειδοποίησης για την εκκένωση περιοχών και την εφαρμογή μέτρων ασφαλείας.



Συμπεράσματα

Παράκτιες Κατολισθήσεις (Coastal Landslides):

- Πρόκειται για γεωλογικά φαινόμενα που συμβαίνουν στις παράκτιες περιοχές
- Μπορούν να προκληθούν από φυσικά αίτια, αλλά και από ανθρωπογενείς δραστηριότητες
- Έχουν σημαντικές περιβαλλοντικές και οικονομικές επιπτώσεις

Υποθαλάσσιες Κατολισθήσεις (Submarine Landslides):

- Πρόκειται για γεωλογικά φαινόμενα που συμβαίνουν στον υποθαλάσσιο χώρο
- Μπορούν να προκληθούν από σεισμούς, ηφαιστειακή δραστηριότητα, υπερφόρτωση από την απόθεση ιζημάτων ή τις αλλαγές στη στάθμη της θάλασσας
- Μπορεί να προκαλέσουν τσουνάμι και να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στα υποθαλάσσια οικοσυστήματα και στις ανθρώπινες δραστηριότητες

Εφαρμογή κατάλληλων τεχνικών εκτίμησης και στρατηγικών μετριασμού του κινδύνου (Risk Assessment and Mitigation):

- οι επιπτώσεις των παράκτιων και υποθαλάσσιων κατολισθήσεων μπορούν να μειωθούν σημαντικά, προστατεύοντας τις παράκτιες κοινότητες και τις υποδομές τους

Σας ευχαριστώ πολύ!