



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
HAROKOPIO UNIVERSITY

# Κλιματική Κρίση, Κίνδυνοι και Καταστροφές

Παράκτιοι κίνδυνοι – Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παράκτιας Ζώνης

Παλαιογεωγραφική εξέλιξη χαμηλών παράκτιων περιοχών.

Η συμβολή της στην αναγνώριση φαινομένων θαλάσσιας επίκλυσης, υψηλής ενέργειας

Κωνσταντίνος Τσανάκας

# Παλαιογεωγραφική αναπαράσταση

## Τι είναι η Παλαιογεωγραφική αναπαράσταση;

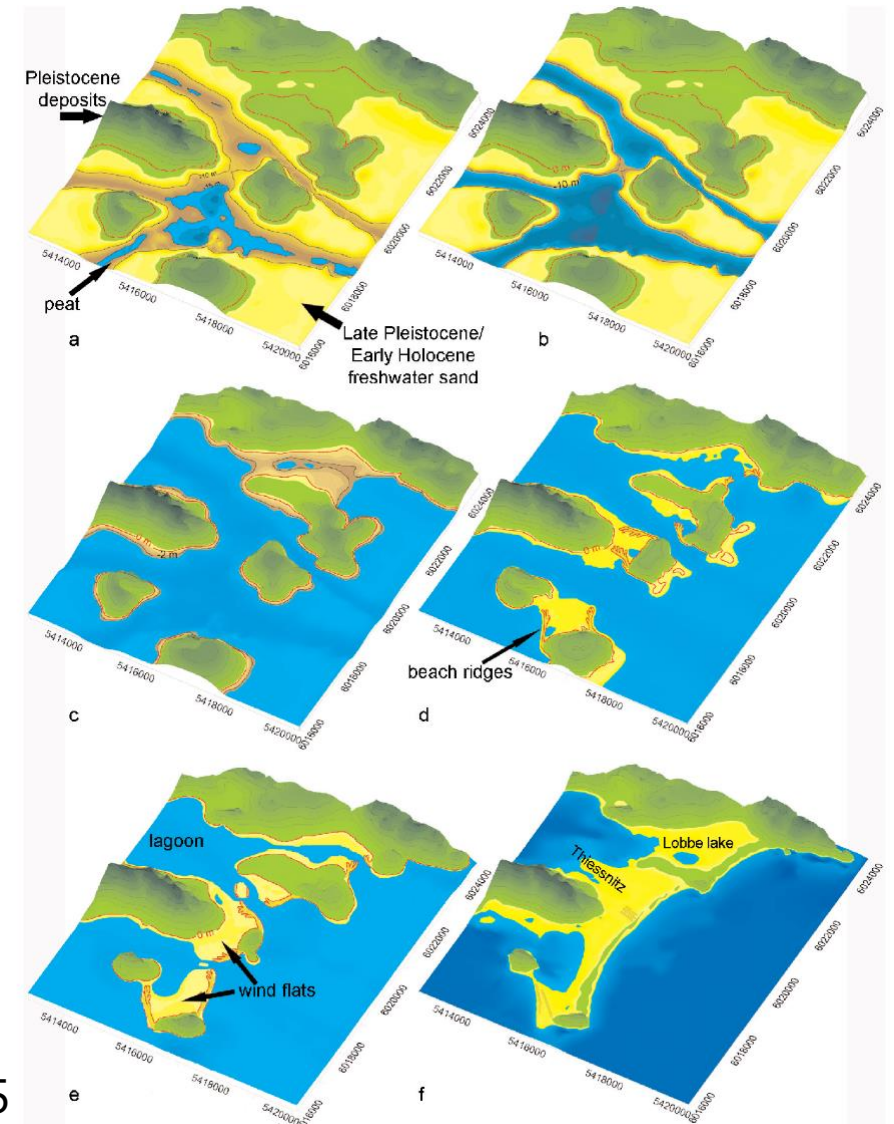
Η εφαρμογή γεωμορφολογικών τεχνικών για τον προσδιορισμό της χωρικής και χρονικής συσχέτισης των στρωμάτων των ιζημάτων, με σκοπό την αναγνώριση των περιβαλλοντικών συνθηκών του παρελθόντος και την εκτίμηση του τρόπου μεταβολής και εξέλιξης του αναγλύφου.

Κατά Lowe and Walker, 1997 σε τρεις μεγάλες κατηγορίες δεικτών

**A) γεωμορφολογικοί δείκτες**

**B) Ιζηματολογικοί δείκτες**

**Γ) Βιολογικοί δείκτες**



Hoffmann et al., 20115

# Διάκριση φυσικών ιζημάτων

Τα ιζήματα διακρίνονται σε **α) κλαστικά, β) οργανικά και γ) χημικά (βιοχημικά)**

**Κλαστικά ιζήματα:** συνίστανται σε ένα πλήθος στερεών υλικών θραυσμάτων (ορυκτών, πετρωμάτων) τα οποία έχουν αποτεθεί και συσσωρευτεί από έναν ή περισσότερους παράγοντες μεταφοράς (νερό, αέρας, βαρύτητα). Π.χ. αιολική άμμος, ποτάμιες κροκάλες, λιμναία ιλύς

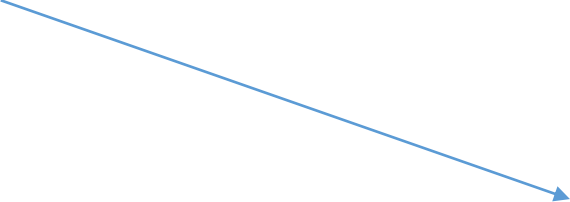
**Οργανικά ιζήματα:** περιέχουν μεγάλες ποσότητες υπολειμμάτων οργανισμών (όστρακα, φυτικά υπολείμματα). Παραδείγματα αποτελούν οι τύρφες και οι αποθέσεις από λιμναία ή θαλάσσια όστρακα

**Χημικά ιζήματα:** σχηματίζονται από την καθίζηση διαλυμάτων, με ή χωρίς την συμμετοχή μικροοργανισμών. Π.χ. σταλακτίτες σε ένα σπήλαιο, ποτάμιοι τραβερτίνες κ.α.


**Όλα τα παραπάνω αποτίθενται μέσω μιας ιζηματογενούς διαδικασίας η οποία λαμβάνει χώρα σε συγκεκριμένο ιζηματογενές περιβάλλον.**

# Ιζηματολογικά κριτήρια

**Ιζηματολογικά κριτήρια:** Σύνολο παραμέτρων που ερμηνεύουν το περιβάλλον απόθεσης.

- 
- Κοκκομετρία
  - Ταξινόμηση
  - Διαβάθμιση
  - Προσανατολισμός
  - Ιζηματοδομές

## **Μεταφορά ιζήματος**

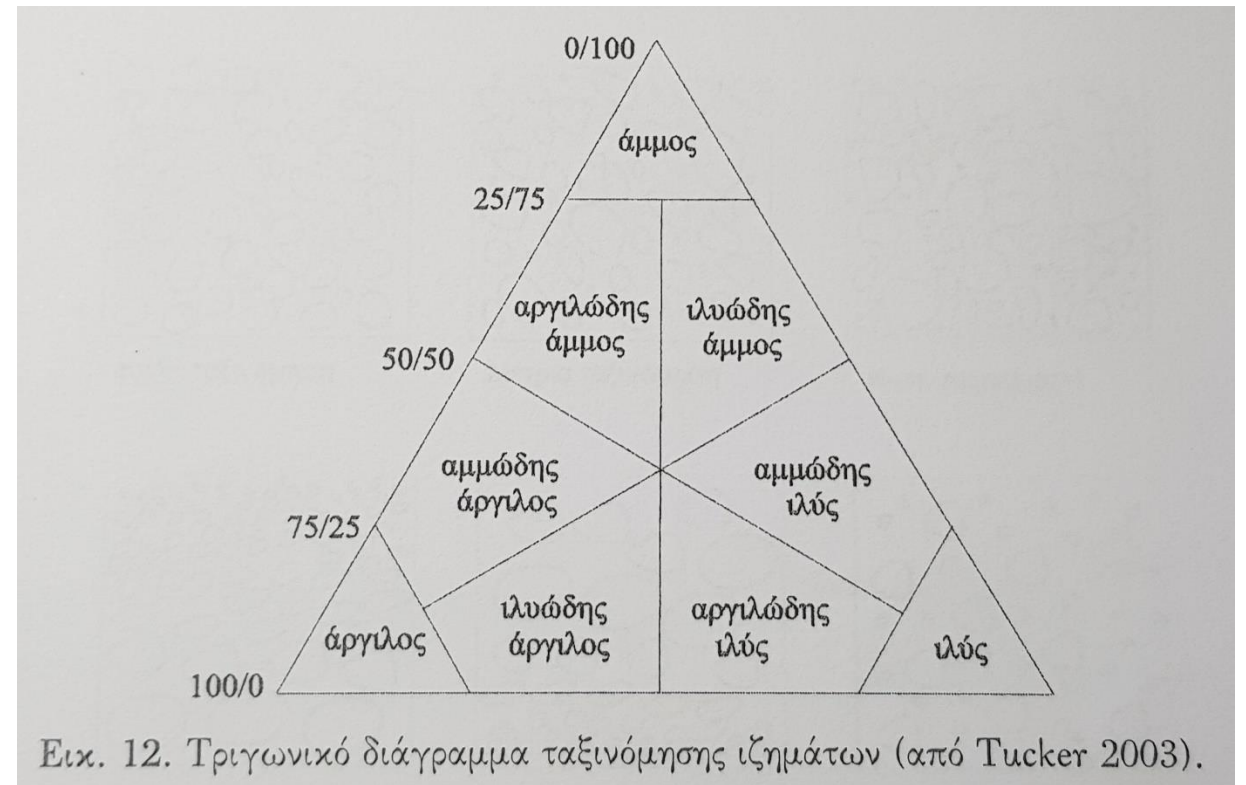
- 
- Σύρσιμο και κύλιση
  - Αναπήδηση
  - Αιώρηση

# Κοκκομετρία

Το μέγεθος των κόκκων υποδηλώνει τον τρόπο μεταφοράς και απόθεσης.

Π.χ. Μεγάλα μεγέθη υποδηλώνουν υψηλή ενέργεια.

Όνομασία ιζηματος	Μέγεθος
Άργιλος	<45 $\mu\text{m}$
Ιλύς	45-63 $\mu\text{m}$
Άμμος	63 $\mu\text{m}$ – 2 mm
Χάλικες	>2 mm



Εικ. 12. Τριγωνικό διάγραμμα ταξινόμησης ιζημάτων (από Tucker 2003).

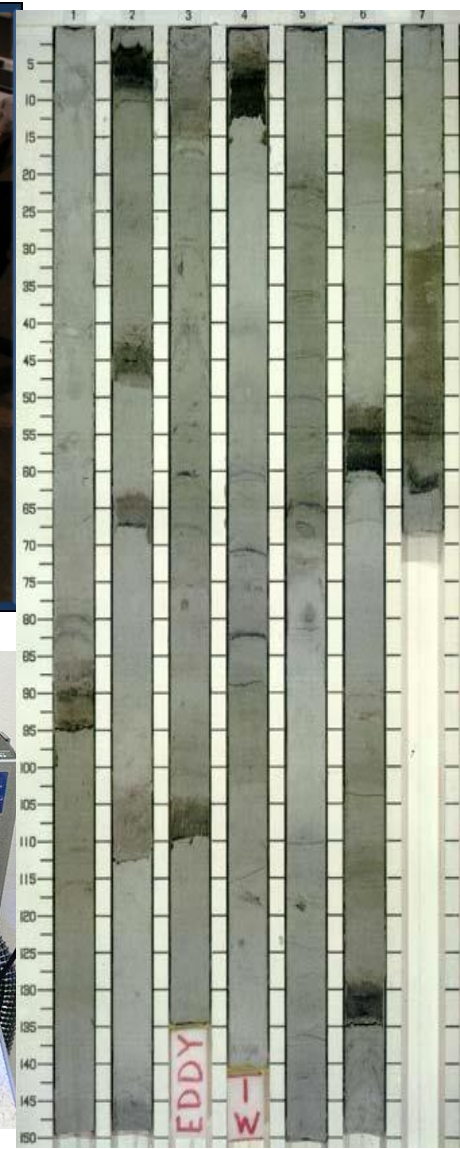
# Κοκκομετρία

## Κοκκομετρικές παράμετροι

- Μέση τιμή
- Σταθερά απόκλισης
- Λοξότητα
- Κύρτωση



Σχήμα 2.3: Αθροιστική κοκκομετρική καμπύλη εδαφικού σχηματισμού.



# Κοκκομετρική ταξινόμηση

## Κοκκομετρική ταξινόμηση:

Κατανομή των διαφόρων μεγεθών σε ένα στρώμα.

## Πολύ καλή ταξινόμηση

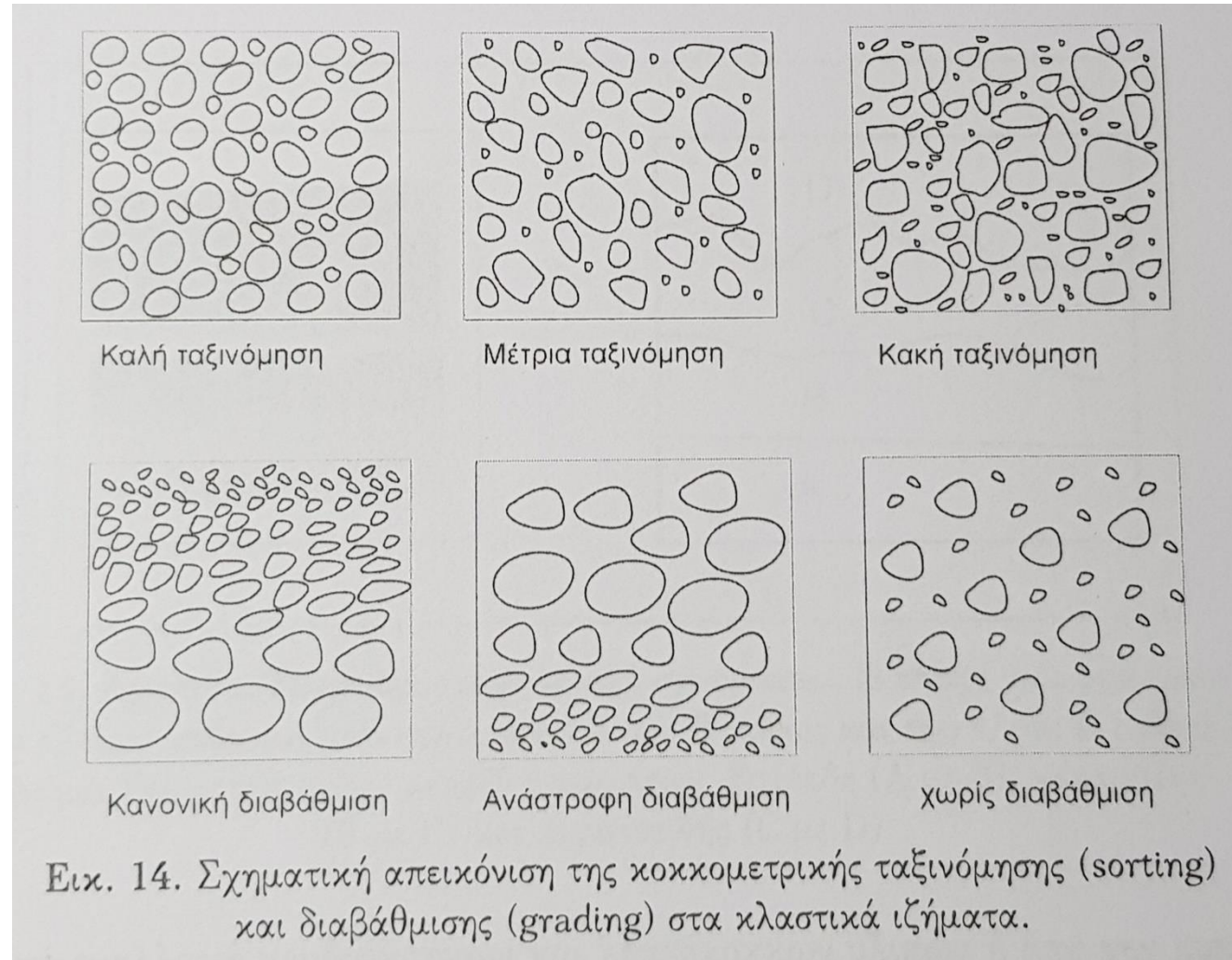
Ένα ή δύο διακριτά μεγέθη κόκκων

Μεταφορά σε υδάτινο περιβάλλον

## Κακή ταξινόμηση

Διάφορα μεγέθη κόκκων

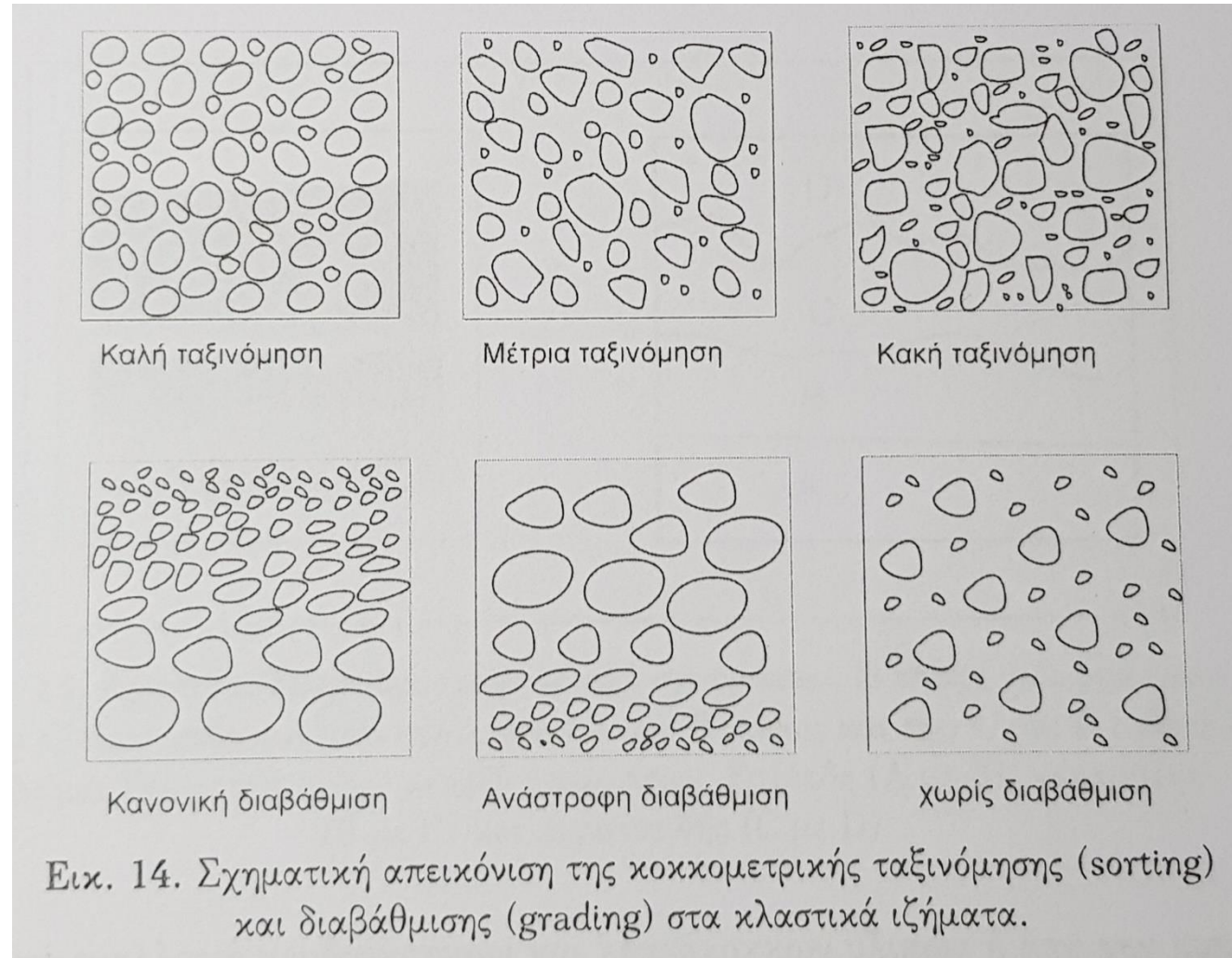
Μεταφορά μέσω βαρύτητας



# Κοκκομετρική διαβάθμιση

**Κοκκομετρική διαβάθμιση:** Βαθμιαία μείωση ή αύξηση του μεγέθους των κόκκων από το δάπεδο προς την οροφή

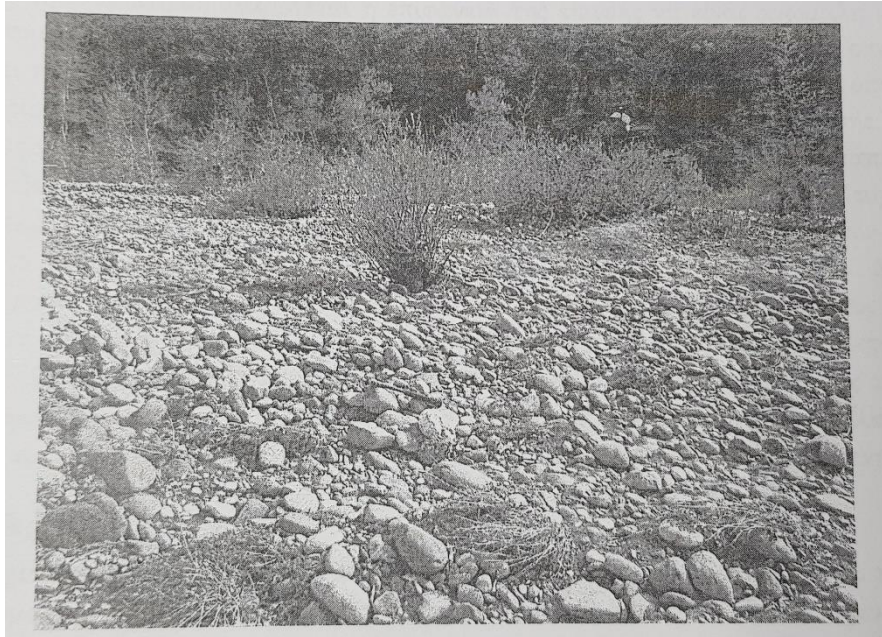
Η διαβάθμιση είναι χαρακτηριστικό αποθέσεων όπου παρατηρείται βαθμιαία μείωση της ενέργειας μεταφοράς όπως για παράδειγμα στις υπερόχθιες πλημμυρικές αποθέσεις ποταμών.



# Κοκκομετρικός προσανατολισμός (imbrication)

## Κοκκομετρικός προσανατολισμός:

Παρατηρείται στις αποθέσεις που δημιουργούνται από ρεύματα όπου όλοι οι κόκκοι αποτίθενται σε συγκεκριμένη διεύθυνση, παράλληλα στο ρεύμα μεταφοράς.



# Ιζηματογενείς δομές

Ο τρόπος με τον οποίο αναπτύσσονται στον χώρο όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά δημιουργώντας διακριτές τρισδιάστατες δομές οι οποίες χαρακτηρίζουν συγκεκριμένα περιβάλλοντα ιζηματογένεσης.

## Στρώση – στρώμα

Θεμελιώδης ιζηματογενής δομή που δημιουργείται όταν τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος απόθεσης, παραμείνουν σταθερά για όσο διαρκεί η απόθεση του

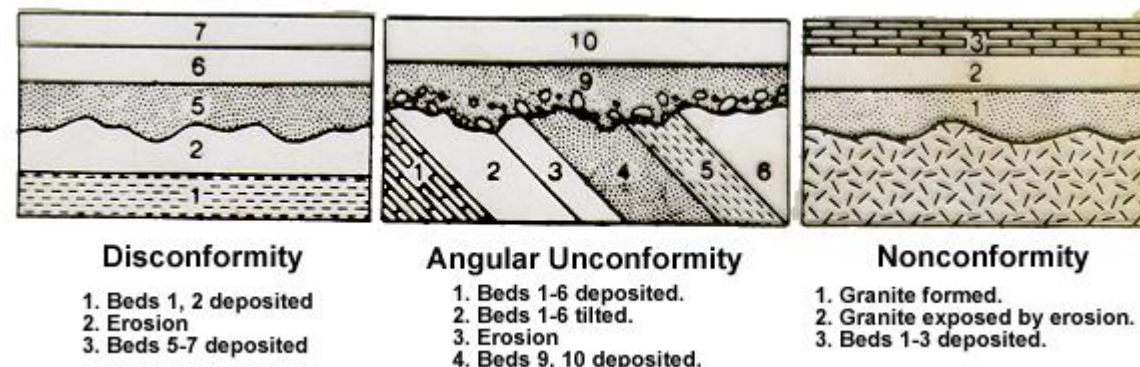


## Επαφή

Το όριο μεταξύ δύο στρωμάτων. Διακρίνεται σε βαθμιαία ή απότομη

## Ασυμφωνία

Η κατώτερη επιφάνεια ενός στρώματος η οποία κόβει περισσότερα από ένα υποκείμενα στρώματα



# Στρωματογραφικές αρχές

## A) Αρχή της υπέρθεσης

Το υπερκείμενο στρώμα είναι νεότερο από το υποκείμενο

## B) Αρχή της οριζοντιότητας

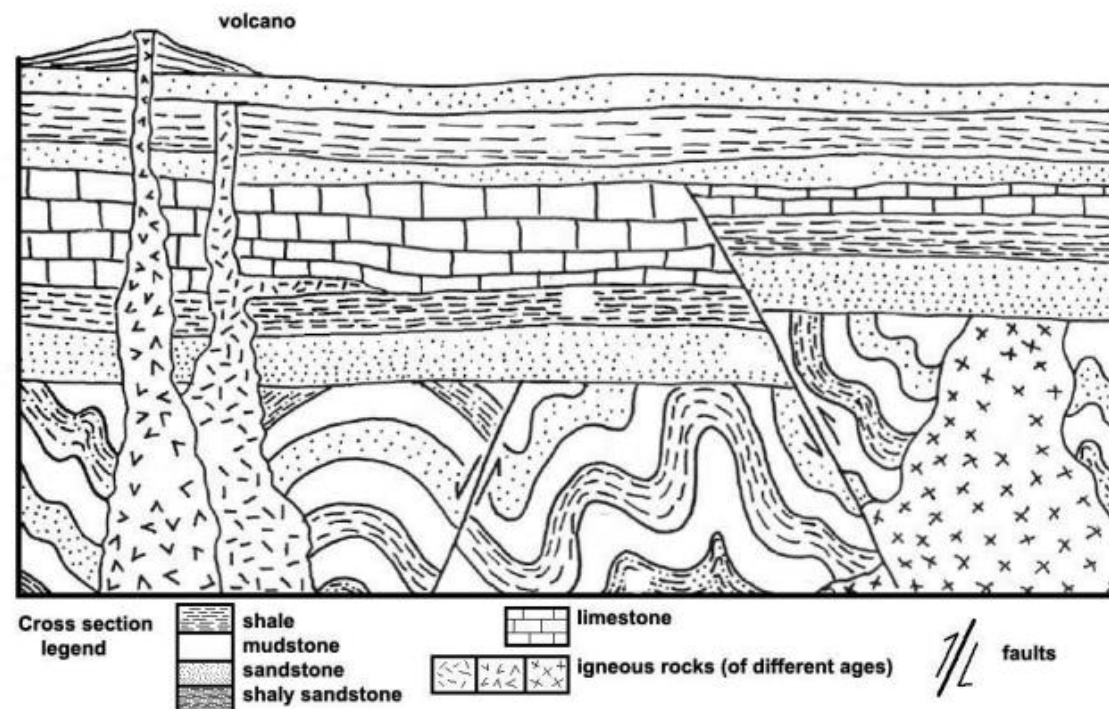
Λόγω βαρύτητας, τα ιζηματογενή στρώματα τείνουν να αποτίθενται οριζόντια ή σχεδόν οριζόντια

## Γ) Αρχή της οριζόντιας συνέχειας

Ένα στρώμα έχει την ίδια ηλικία κάθε σημείο του

## Δ) Αρχή των διασταυρούμενων σχέσεων

Ένα στρώμα που διασχίζει ή κόβει ένα άλλο, είναι νεότερο από αυτό



## E) Αρχή του περιεχόμενου υλικού

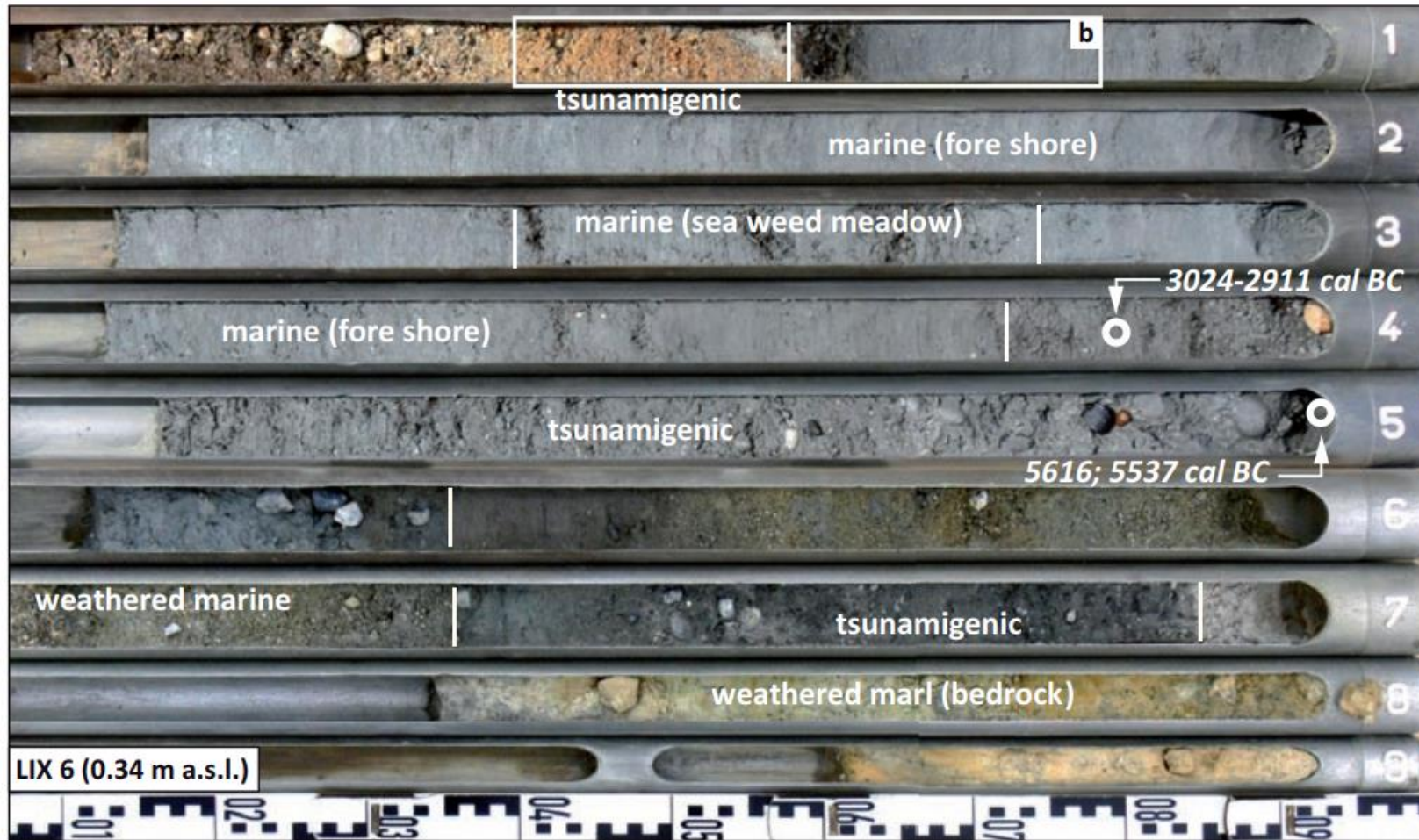
Ένα στρώμα μπορεί να περιέχει υλικά παλαιότερα από την ηλικία δημιουργίας του



# Παλαιογεωγραφική αναπαράσταση



# Ιζηματολογικές καταγραφές συμβάντων θαλάσσιας επίκλυσης υψηλής ενέργειας

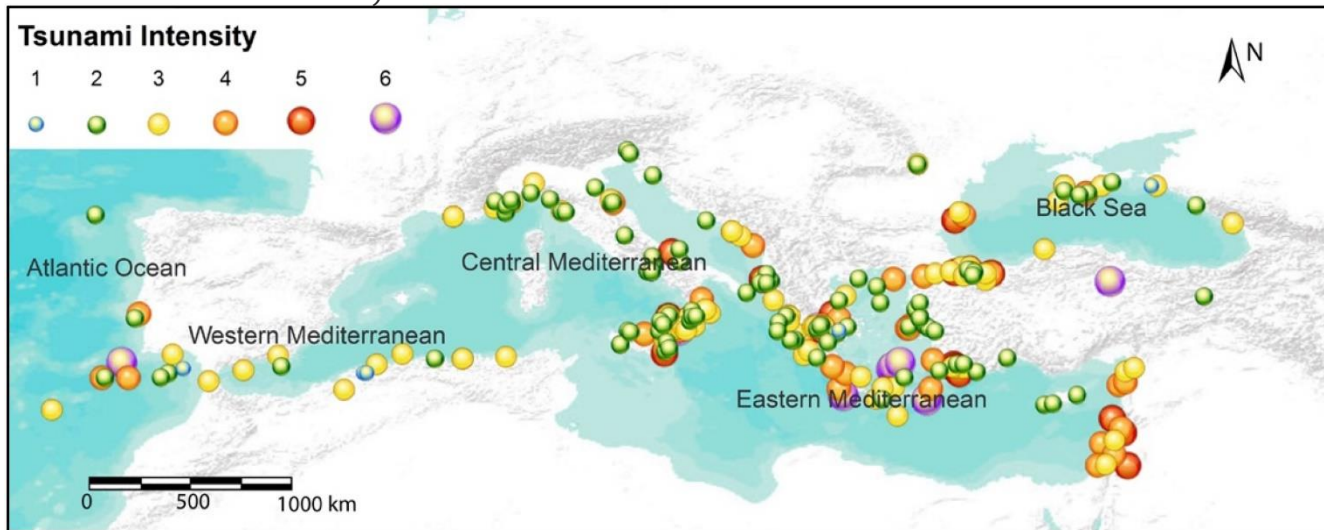


Characteristics of modern tsunami and coastal storm deposits examined for this study

Deposit features	1998 tsunami Papua New Guinea	2001 tsunami Peru	1961 Hurricane Carla Gulf of Mexico	2003 Hurricane Isabel western Atlantic Ocean
<i>Trench scale (m)</i>				
Grain-size range	Mud to boulders, mostly medium sand	Mud to boulders, mostly fine to medium sand	Sand and pebbles (shell)	Sand
Internal mud layers	Mud cap at surface	Mud cap at top of layers or at surface where mud is in sediment source	No mud	No mud
Grading	Beds usually normally graded overall, some places multiple normal graded layers	Beds usually normally graded overall, some places ungraded, rare inverse grading of layers	Laminasets usually normally graded, some places ungraded	Laminasets usually normally graded, some places inverse grading
Sorting	Moderate to well sorted	Moderate to well-sorted within sand layers	Poorly sorted (proximal) to well sorted (distal), depends on cross-shore position within deposit	Well sorted
Event deposit thickness	0.5 to 26 cm, average 8 cm (60 sites)	0.5 to 28 cm, average 7 cm (85 sites)	26 to 126 cm, average 56 cm (6 sites)	19 to 97 cm, average 43 cm, (13 sites)
Sedimentary structures	None	Usually not present, ripple crossbeds found in return flow deposits near beach	Mostly planar laminae	Mostly planar laminae with some foresets
Number of layers/laminasets	1 to 2	1 to 3 typical, up to 8	More than 15	7 to more than 20
Rip-up clasts	Some	Found in muddy environments, usually at base of sand beds and on surface of deposit	None observed	None observed
Basal contact	Abrupt contact above organic-rich soil, occasionally erosional	Erosional base	Erosional base or abrupt shelly sand contact with underlying organic-rich soil	Abrupt sand contact with underlying organic-rich soil
Shell lamina	Few shells on surface	Rare within deposits	Common (source dependent)	Rare (source dependent)
Heavy-mineral lamina	None	At base of most sand layers	Rare (source dependent)	Common (source dependent)
<i>Transect scale (100s m)</i>				
Cross-shore geometry	Tabular, sometimes landward thinning	Landward thinning, local thickening or thinning related to local topography	Narrow thick deposits (terraces) and moderately broad thin deposits (fans)	Narrow thick deposits (terraces)
Extent of erosion or bypass zone	50–150 m	<50 to 140 m	0–575 m	Not observed
Inundation limit	300 to 750 m	360 m to 1 km	15 to 30 km	15 to 35 km
Landward limit of deposit	Maximum 750 m	Maximum 490 m	Maximum 930 m (fan), average 195 m (terraces and fans)	Maximum 260 m, average 200 m (terraces)
Distance between deposit and wrack line	40–50 m	Typically 10 m	100s to 1000s of meters	10s to 1000s of meters
Deposit elevation	Up to 3 m	0.4 to 5.3 m	Approximately 2.5 m	Approximately 2.0 m
<i>Sub-regional scale (10s km)</i>				
Longshore extent	40 km	~ 50 km	600 km	400 km
Lateral continuity	Mostly continuous	Mostly continuous	Mostly continuous	Mostly continuous
Depositional setting	Coastal plain and barrier spit	Beach, crop fields, stream valley	Barrier islands and coastal-plain headlands	Barrier islands

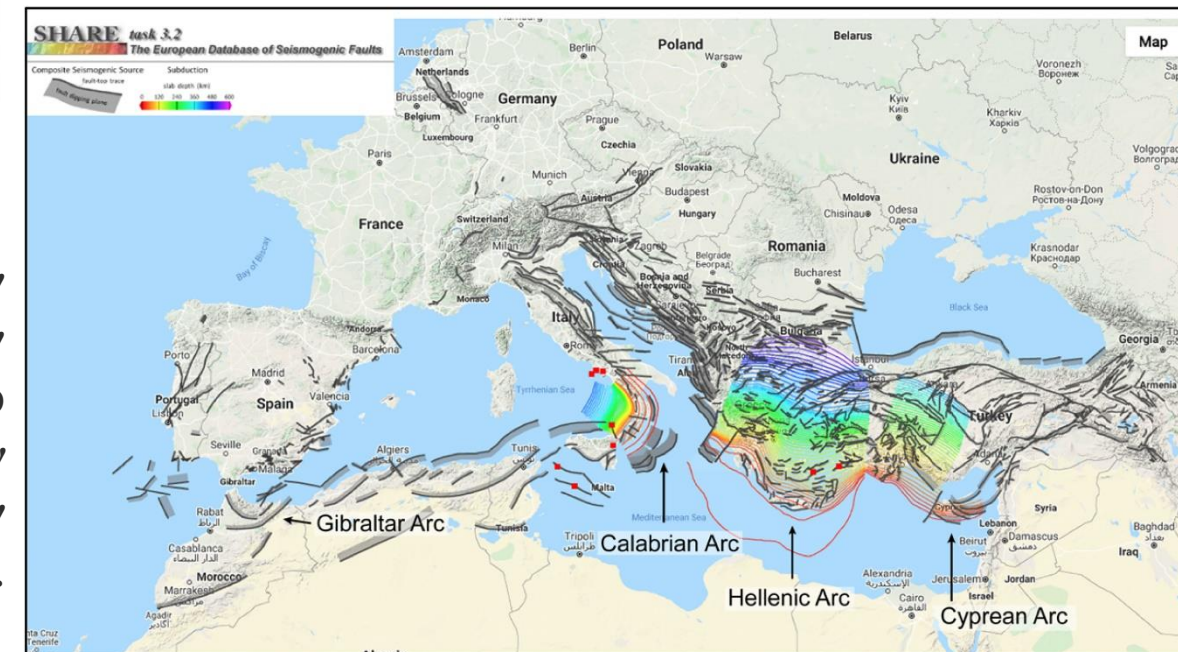
# Παλιοτσουνάμι στη Μεσόγειο Θάλασσα

De Martini et al., 2021

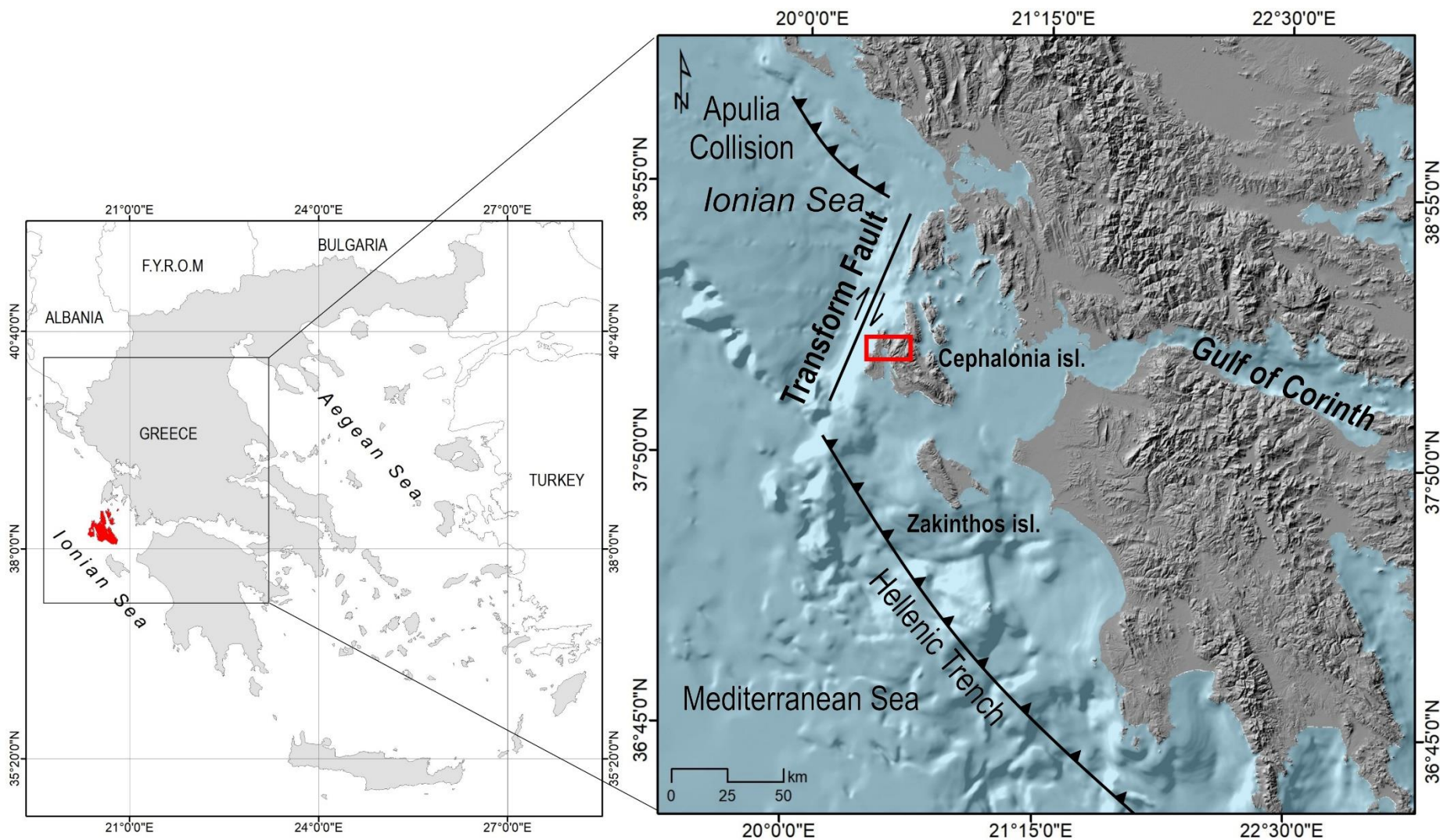


Γεωγραφική κατανομή ιστορικών τσουνάμι στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου

Γεωγραφική κατανομή σεισμογενών ρηγμάτων και ενεργών ζωνών υποβύθισης. (Τροποποιημένο από Ευρωπαϊκή βάση δεδομένων σεισμογενών ρηγμάτων [\(Basili et al., 2013\)](#)).



# Μελέτη περίπτωσης: Έλος Λιβαδίου, Κεφαλονιά



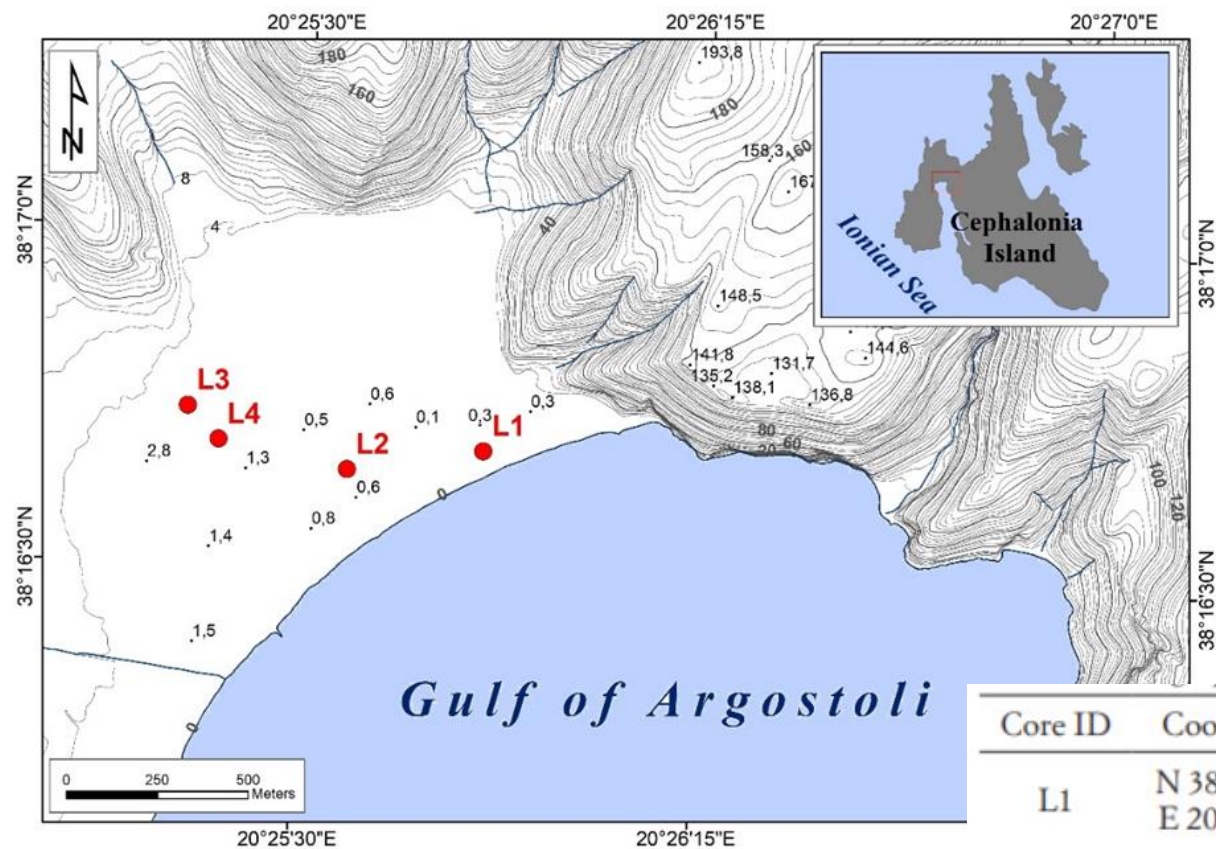
- Complex tectonic regime (collision subduction, transform faulting)
- Tectonically and seismically highly active area
- Uplift is the dominant longterm movement during the Quaternary
- Livadi swamp is a low lying marshy area (maximum elevation 2.8 m)
- mainly affected by marine processes
- Beach ridges – recent propagation of the swamp towards the sea – indicative of former limits of a lagoon during the late Holocene

# Μελέτη περίπτωσης: Έλος Λιβαδίου, Κεφαλονιά



- Χαμηλή παράκτια ελώδης περιοχή με μέγιστο υψόμετρο 2.8 m a.s.l.
- Διαχωρίζεται από τον Κόλπο του Αργοστολίου από έναν επιμήκη αμμώδη φραγμό

# Μελέτη περίπτωσης: Έλος Λιβαδίου, Κεφαλονιά

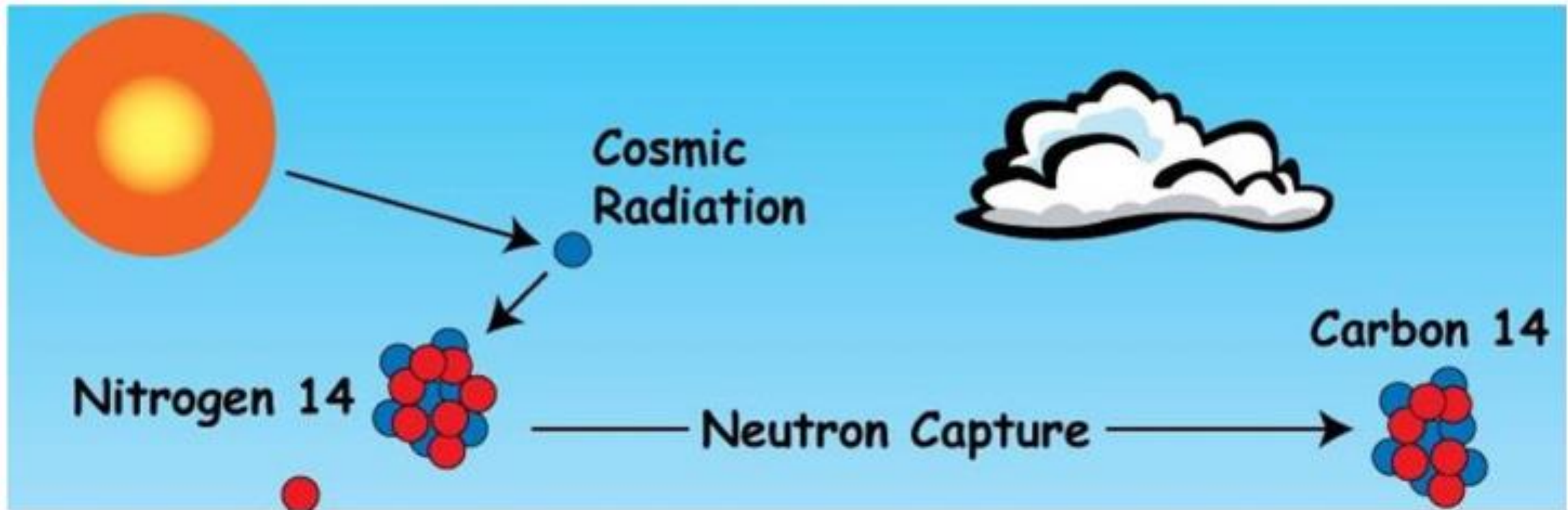


## Μεθοδολογία

- 4 γεωτρήσεις βάθους (3-5 m)
- Ιζηματολογική ανάλυση ανά 10cm
- Μικρο/μάκρο παλαιοντολογική ανάλυση ανά 10 cm
- AMS ραδιοχρονολόγηση
- Γεωμορφολογική χαρτογράφηση
- Εκτεταμένη έρευνα πεδίου

Core ID	Coordinates	Surface elevation (cm)	Core max. depth (cm)	Setting description
L1	N 38° 16.856' E 20° 25.943'	+ 30	300	Back barrier depression Veg. Patchy <i>Suaeda maritima</i>
L2	N 38° 16.804' E 20° 25.538'	50	330	Channel depression Veg. Patchy <i>Suaeda maritima</i>
L3	N 38° 16.862' E 20° 25.395'	230 ± 10	440	Slight depression
L4	N 38° 16.832' E 20° 25.429'	150 ± 10	500	

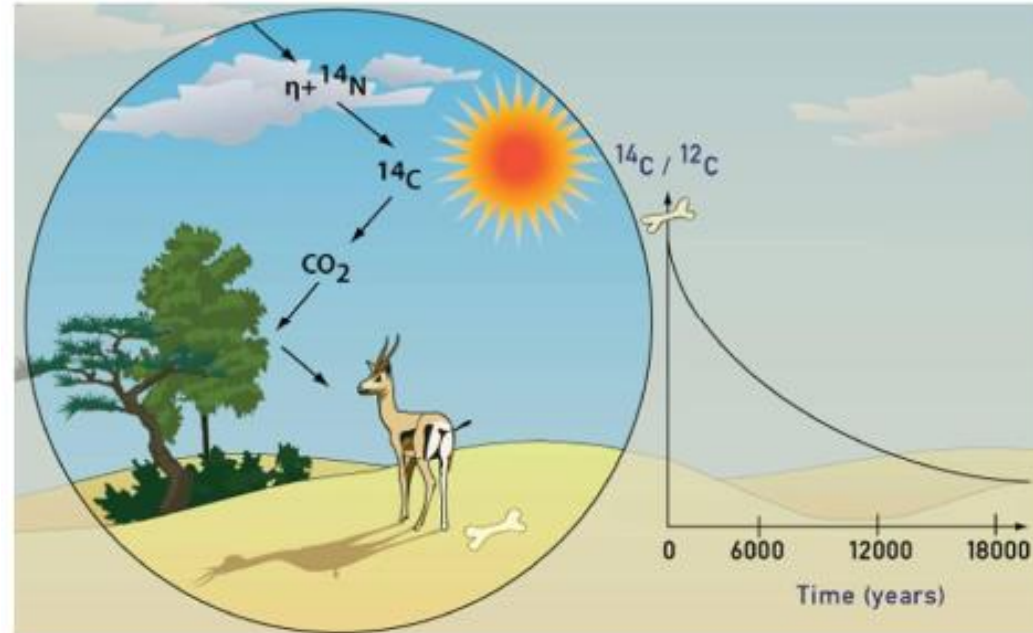
# Ραδιοχρονολόγηση (*Radiocarbon Dating*)



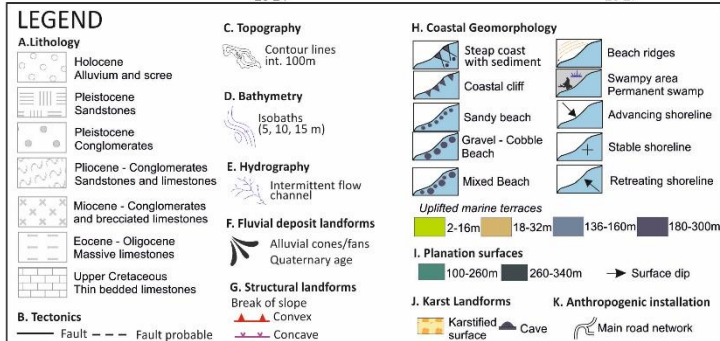
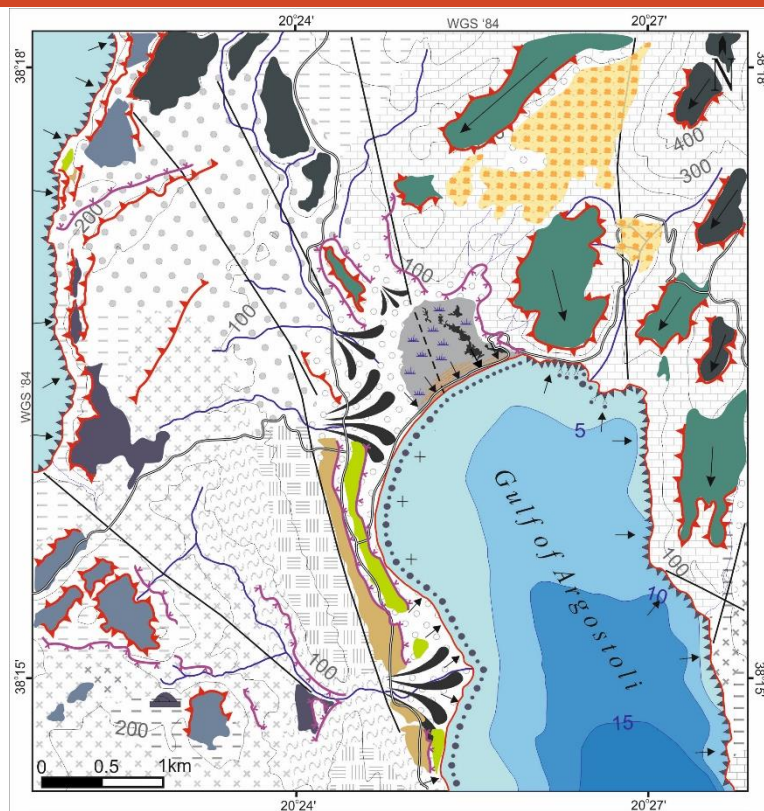
- ο ραδιενεργός  $^{14}\text{C}$  παράγεται από την κοσμική ακτινοβολία στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας όταν νετρόνιο προσπίπτει σε άτομο  $^{14}\text{N}$  και μετατρέπεται σε  $^{14}\text{C}$  χάνοντας ταυτόχρονα ένα πρωτόνιο
- κοσμική ακτινοβολία (***cosmic rays***): υψηλής ενέργειας προσπίπτοντα σωματίδια από το διάστημα προερχόμενα από εκρήξεις μακρινών άστρων

# Ραδιοχρονολόγηση (*Radiocarbon Dating*)

- με τη μορφή  $\text{CO}_2$  προσλαμβάνεται από τα φυτά και μέσω αυτών από τα ζώα και τον άνθρωπο
- μετά την απορρόφηση από τον έμβιο οργανισμό, τα ισότοπα  $^{12}\text{C}$ ,  $^{13}\text{C}$ , και  $^{14}\text{C}$  εγκαθίστανται στον σκελετό ή στον οργανισμό
- μέρος του  $^{14}\text{C}$  βρίσκεται στους ωκεανούς
- οι  $^{12}\text{C}$  και  $^{13}\text{C}$  είναι σταθεροί αλλά ο  $^{14}\text{C}$  όχι
- ο  $^{14}\text{C}$  δεν ανανεώνεται σε οργανισμό όταν παύσει να ζει
- η περιεκτικότητά του τείνει στο μηδέν διασπώμενα στον χρόνο
- σε 5730 χρόνια τα μισά άτομα του  $^{14}\text{C}$  θα έχουν απομείνει από την αρχική συγκέντρωσή ενώ τα υπόλοιπα θα έχουν μεταστοιχειωθεί



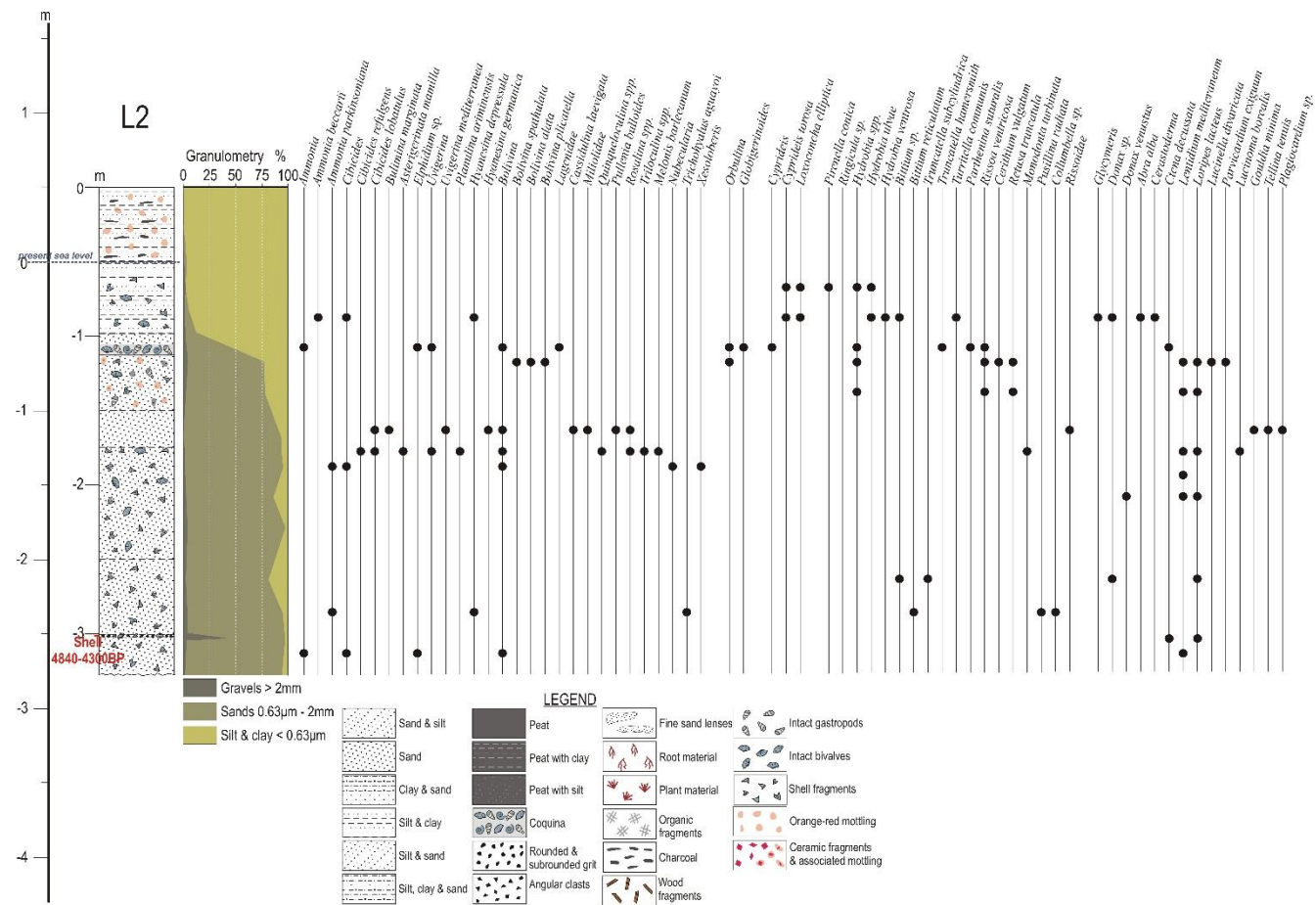
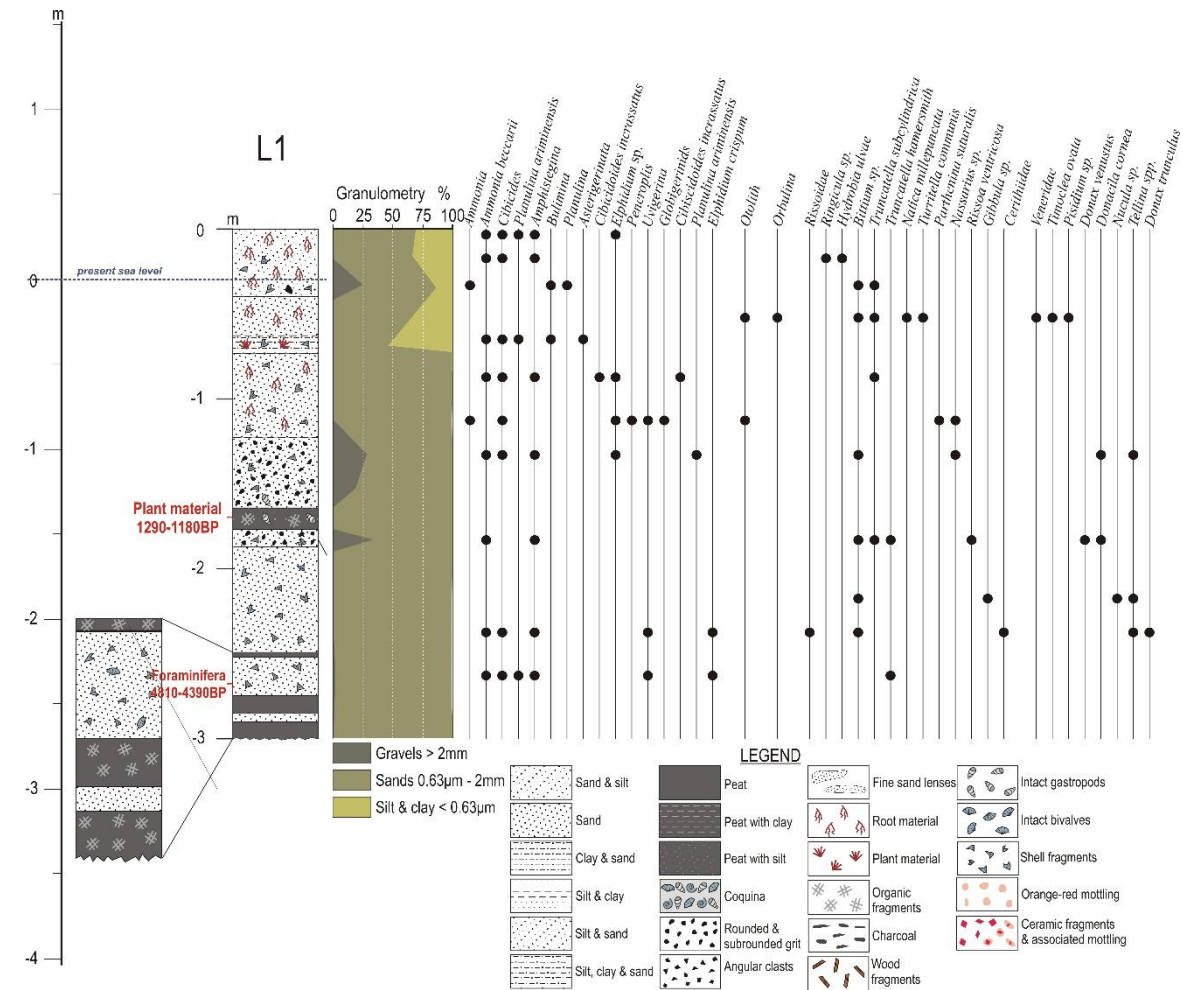
# Μελέτη περίπτωσης: Έλος Λιβαδίου, Κεφαλονιά



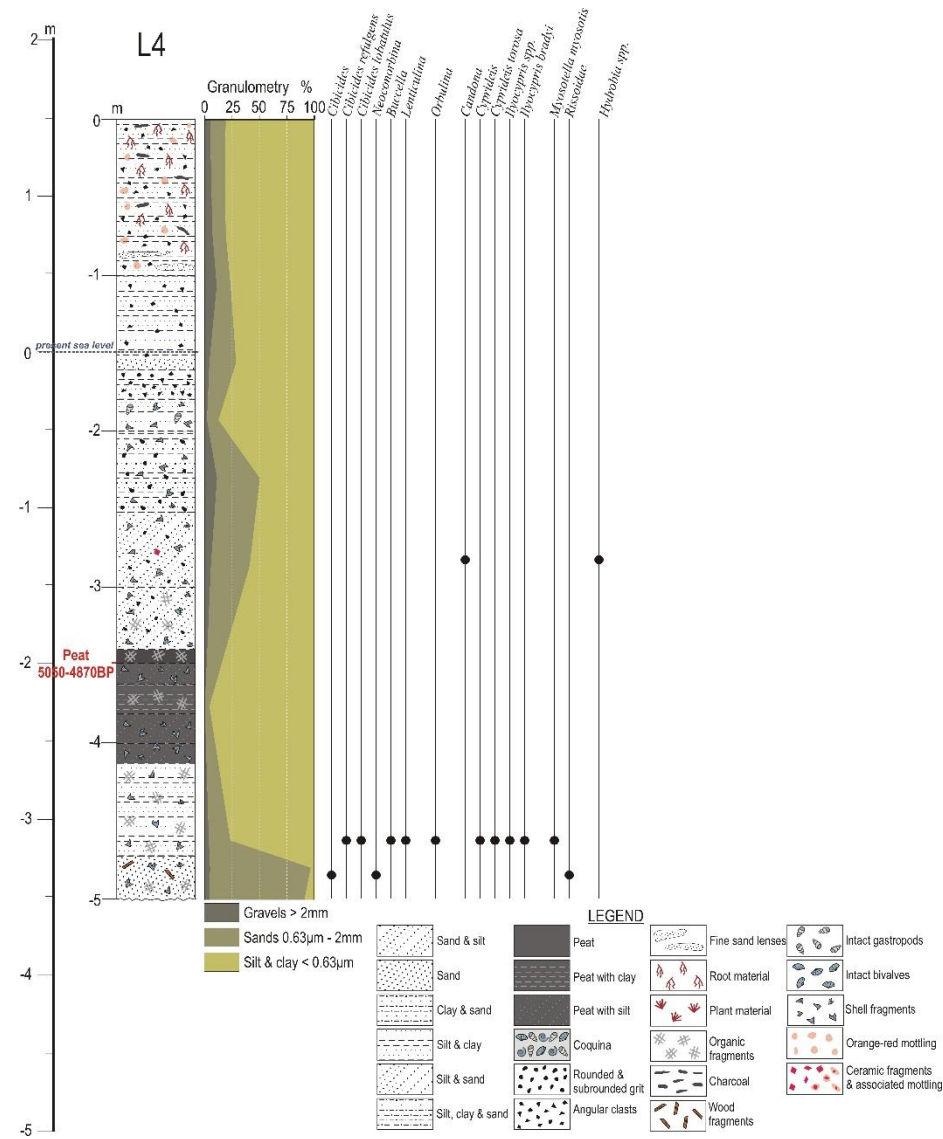
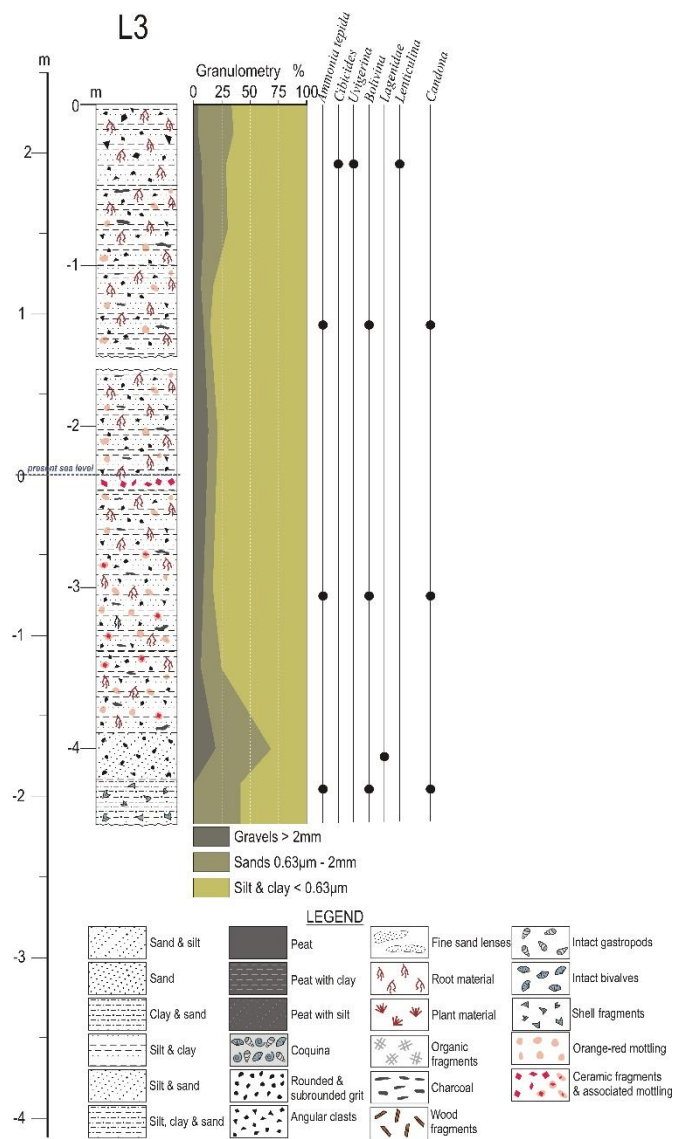
## Γεωμορφολογική χαρτογράφηση

Λιμνοθάλασσα η οποία περικλείστηκε από την εξέλιξη επίμηκων αμμωδών φραγμών κατά το Μέσο – Ανώτερο Ολόκαινο.

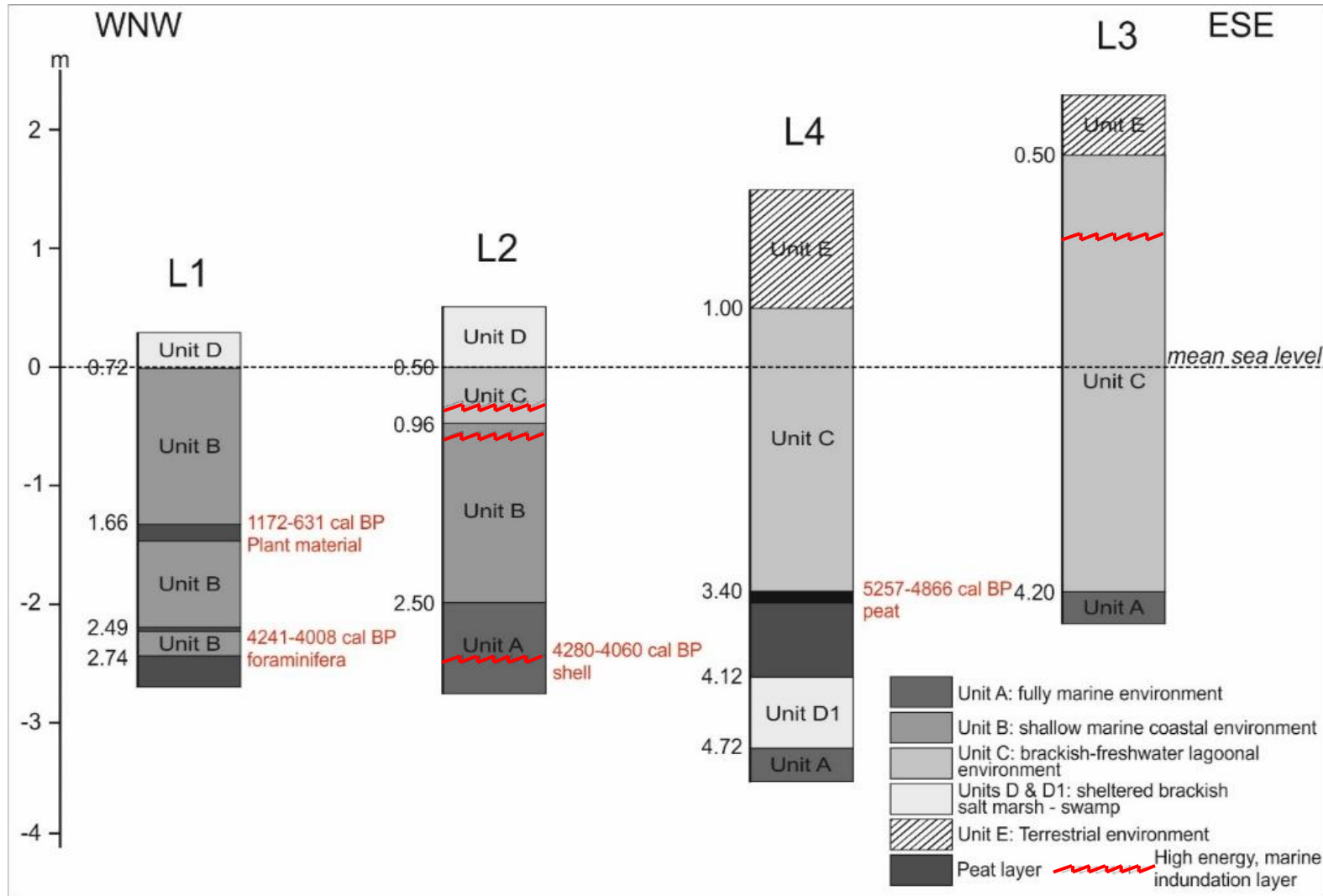
# Μελέτη περίπτωσης: Έλος Λιβαδίου, Κεφαλονιά



# Μελέτη περίπτωσης: Έλος Λιβαδίου, Κεφαλονιά

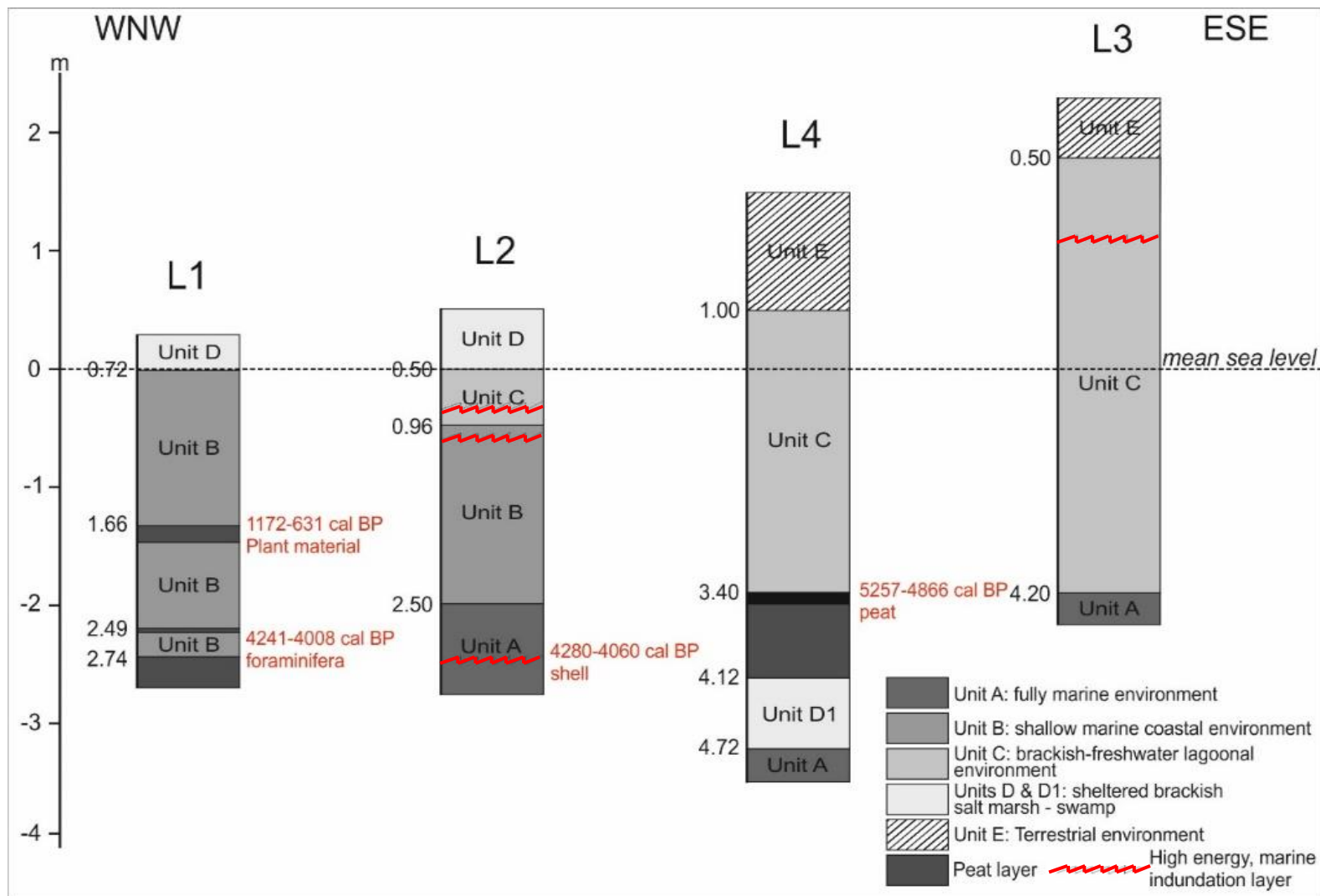


# Μελέτη περίπτωσης: Έλος Λιβαδίου, Κεφαλονιά



- L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> κυρίαρχες οι παράκτιες – θαλάσσιες διεργασίες
- L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> Ιζηματολογική ακολουθία που δίδει προς τα άνω ρηχό περιβάλλον. Η βάση της ακολουθίας είναι θαλάσσια και προς τα πάνω μεταβαίνει σε υφάλμυρο περιβάλλον χαμηλής ενέργειας και καταλήγει σε ένα ανώτερο χερσαίο στρώμα

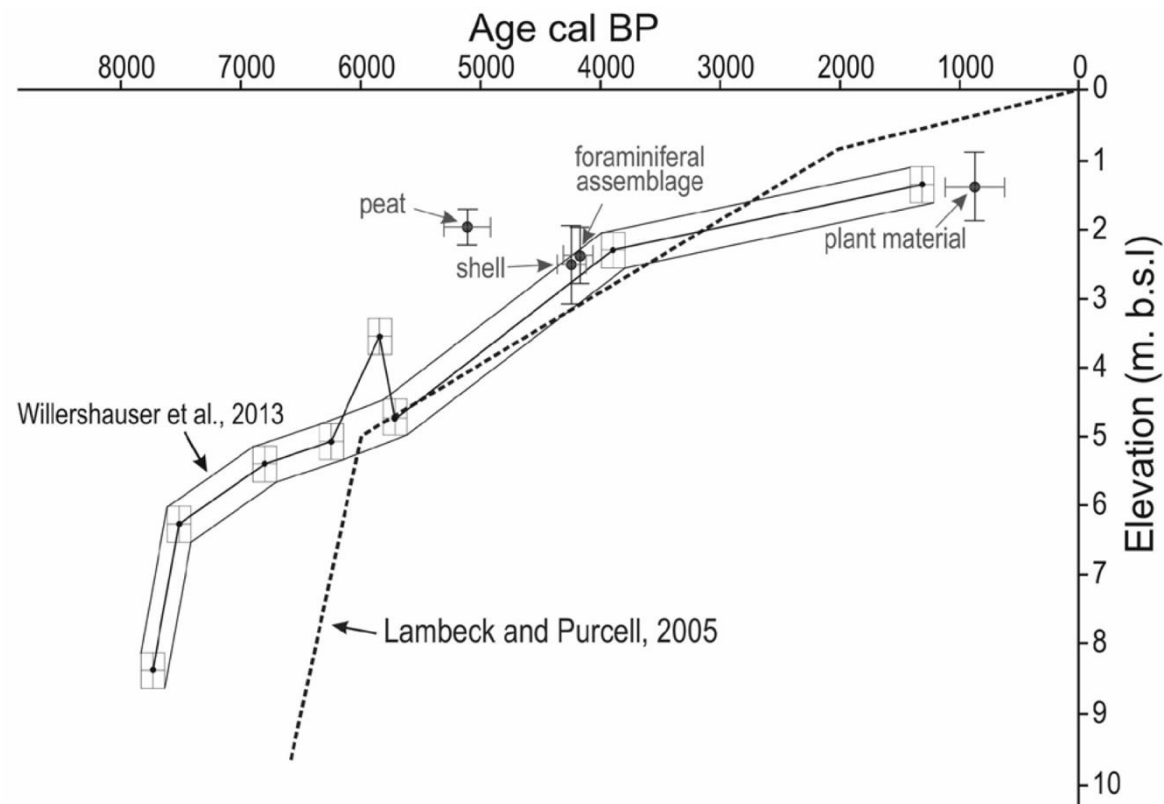
# Μελέτη περίπτωσης: Έλος Λιβαδίου, Κεφαλονιά



## AMS Χρονολόγηση

- Φυτικοί οργανισμοί (lagoonal occupation)  
170 cm (1172-631 cal BP)
- τρηματοφόρα  
265 cm (4241-4008 cal BP)
- Θαλάσσιο όστρακο (ορίζοντας με αδρομερές υλικό – θαλάσσια επίκλυση, πιθανά τσουνάμι ή αποθέσεις κύματος καταιγίδας)  
300-305 cm (4280-4060 cal BP)
- τύρφη (δείκτης στάθμης θάλασσας)  
342-348 cm (5257-4866 cal BP)

# Μελέτη περίπτωσης: Έλος Λιβαδίου, Κεφαλονιά



The peat layer found above the relative sea level curve proposed by Willershäeuser & alii, (2013), implies a co-seismic tectonic uplift of the study area around 5257-4866 cal BP. Estimation however of the precise co-seismic uplift is considered risky, as intercalated peat beds have only an indirect relation to sea level and therefore lies beyond the available data and the methodology applied in the present study.

FIG. 9 - Relative local sea-level changes of the Livadi coastal plain. Samples from L1, L2 and L4 cores are plotted against the sea-level curve predicted by the glacio-hydro-isostatic model of Lambeck & Purcell (2005) and the local relative sea-level curve proposed by T. Willershäuser & alii (2013). Sample elevation vertical uncertainties are adopted from Vacchi & alii (2016).

# Μελέτη περίπτωσης: Έλος Λιβαδίου, Κεφαλονιά

## Conclusions

Our data show a high-resolution record of the coastal evolution of the Livadi plain, which is located on the northern part of the Gulf of Argostoli (Cephalonia Island).

The sedimentological, macro- and micro-palaeontological analysis of sediment samples collected from four shallow boreholes, along with the radiocarbon dating; suggest that the beginning of the formation of the Livadi plain can be safely **put before the fifth millennium BP**.

The marine base recorded in the sedimentary sequences is the result of the marine transgression which occurred before the stabilization of the sea-level in the Mid-Holocene.

The formation of a **barrier spit which extended towards the east, had confined a lagoon** in the north during the period of Mid- to Late Holocene. The spit has advanced eastwards due to the action of a (W-E) longshore drift which led to the formation of one generation of beach ridges with an almost (W-E) orientation.

The formation of the **beach barrier** has created a **more sheltered low energy environment** depositing finer sediments after 4280-4060 BP. During this period, a semi-enclosed lagoon functioned in the northern part of the current swamp, but progressively was isolated, and turned into a coastal lagoon environment. The stratigraphic facies found in the present study are in accordance with the findings of Willerhäeuser & alii, (2013).

High energy sedimentation layers documented both in the present study as well as by Willerhäeuser & alii, (2013) **could be attributed to tsunami events but storm events, even though of low possibility, cannot be totally excluded**.

However, the presence of sedimentary layers which contain terrigenous angular and subangular washed material, quartz and feldspars intersecting the sediments of the basal marine unit and the brackish-freshwater lagoonal unit **indicates tsunami backwash**.

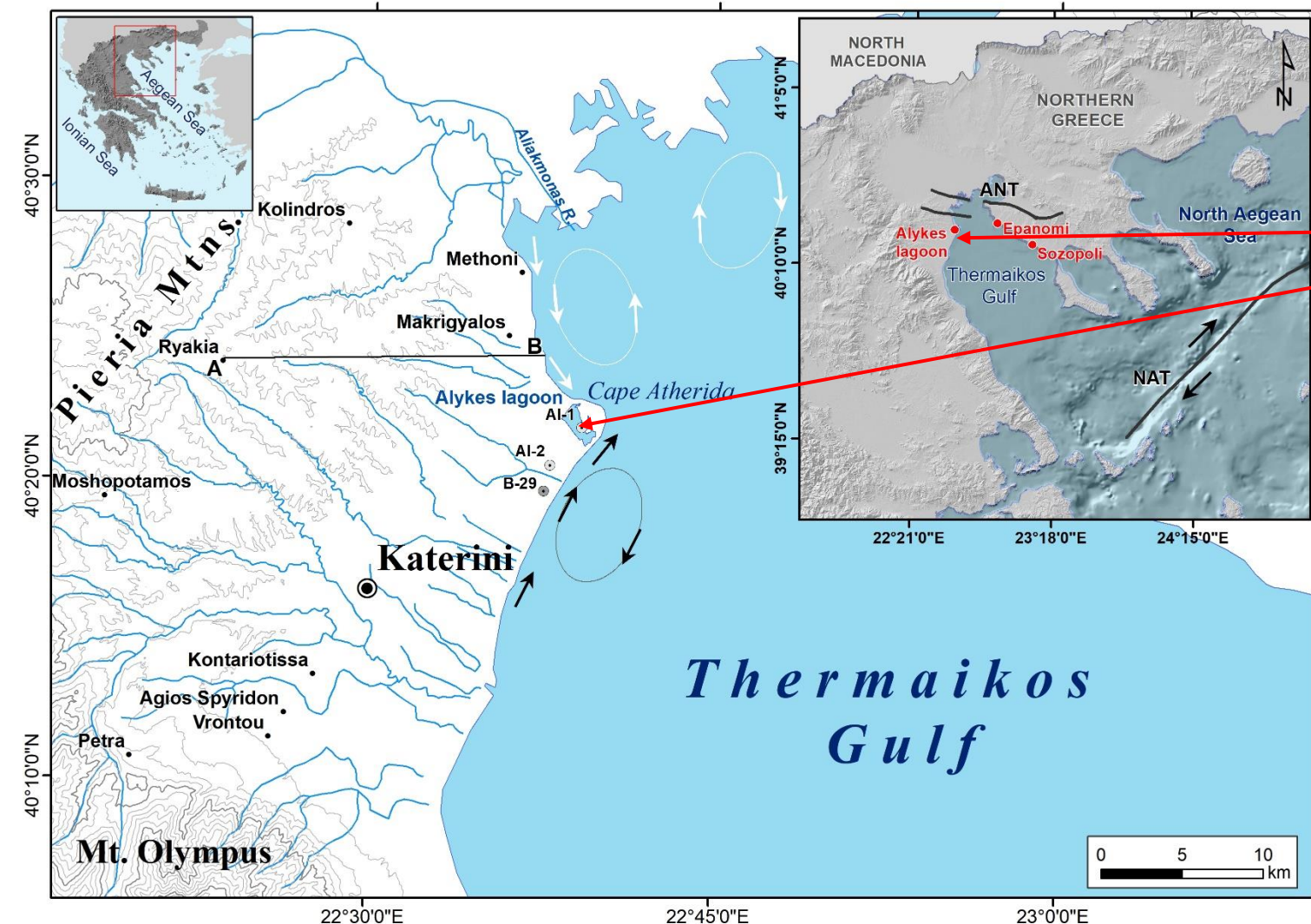
The sea-level in the inner Gulf of Argostoli was never higher than the present sea level. The **peat layer** found above the relative sea level curve proposed by Willerhäeuser & alii, (2013), **implies a co-seismic tectonic uplift** of the study area around **5257-4866 cal BP**. Estimation however of the precise co-seismic uplift is considered risky, as intercalated peat beds have only an indirect relation to sea level and therefore lies beyond the available data and the methodology applied in the present study.

# Thank you!

## References

- K. Tsanakas, E. Karymbalis, A. Cundy, K. Gaki-Papanastassiou, D. Papanastassiou, H. Drinia, E. Koskeridou, H. Maroukian (2019) **Late Holocene geomorphic evolution of the Livadi coastal plain, Gulf of Argostoli, Cephalonia Island, western Greece**, *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria* 42 (2019). 43-60, 9 DOI 10.4461/ GFDQ.2019.42.4
- Tsanakas, K., Karymbalis, E., Gaki-Papanastassiou, K., Maroukian, H., Koskeridou, E., Cundy, A., Papanastassiou, D., Mpatzakis, D.-V., Andreou, M., (2021) **Palaeogeographic evolution of Alykes lagoon, Pydna, Northern Greece during the Holocene, based on geomorphological and sedimentological data**. *Z. Geomorphol.*
- Reicherter, K., Papanikolaou, I., Roger, J., Mathes-Schmidt, M., Papanikolaou, D., Rössler, S., ... Stamatis, G. (2010) **Holocene tsunamigenic sediments and tsunami modeling in the Thermaikos Gulf area (northern Greece)**. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 54(Suppl. 3), 99–125. <https://doi.org/10.1127/0372-8854/2010/0054S3-0021>
- P.M. De Martini, H.J. Bruins, L. Feist, B.N. Goodman-Tchernov, H. Hadler, J. Lario, G. Mastronuzzi, L. Obrocki, D. Pantosti, R. Paris, K. Reicherter, A. Smedile, A. Vött (2021) **The Mediterranean Sea and the Gulf of Cadiz as a natural laboratory for paleotsunami research: Recent advancements**, *Earth-Science Reviews*, (216)

# Μελέτη Περίπτωσης: Λιμνοθάλασσα Αλυκών, Βόρεια Ελλάδα



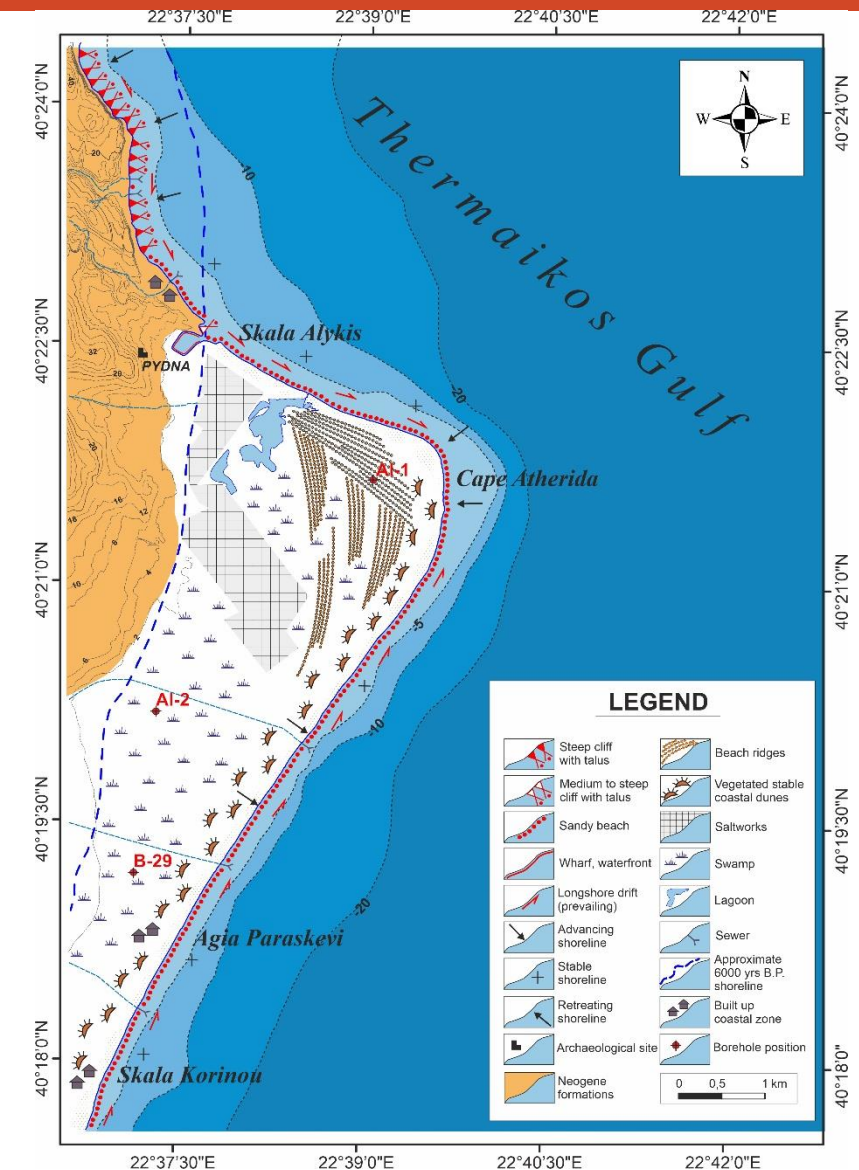
- Χαμηλή παράκτια περιοχή έκτασης 12 km<sup>2</sup>, με μέγιστο υψόμετρο 1.3 m.
- Ακρωτήριο Αθερίς, δυτικές ακτές Θερμαϊκού Κόλπου.
- Κοντινή απόσταση από την προς Δυσμάς προέκταση του κανονικού ρήγματος του Ανθεμούντα και την προς Δυσμάς απόληξη του Ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας.

# Μελέτη Περίπτωσης: Λιμνοθάλασσα Αλυκών, Βόρεια Ελλάδα



## Μεθοδολογία

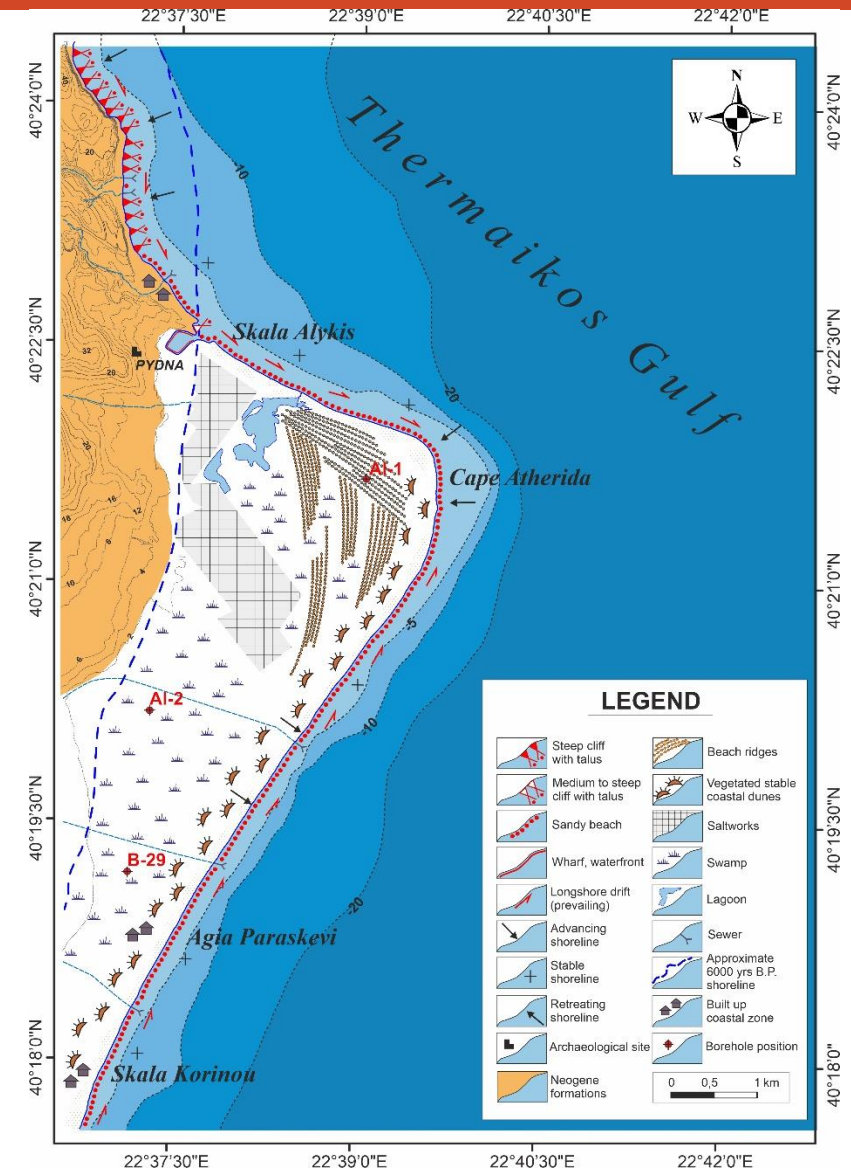
- Δύο γεωτρήσεις χαλαρών ιζημάτων (3-5 m)
- Ιζηματολογική ανάλυση ανά 10cm
- Μικρο/μάκρο παλαιοντολογική ανάλυση ανά 10 cm
- AMS ραδιοχρονολόγηση
- Γεωμορφολογική χαρτογράφηση
- Εκτεταμένη έρευνα πεδίου



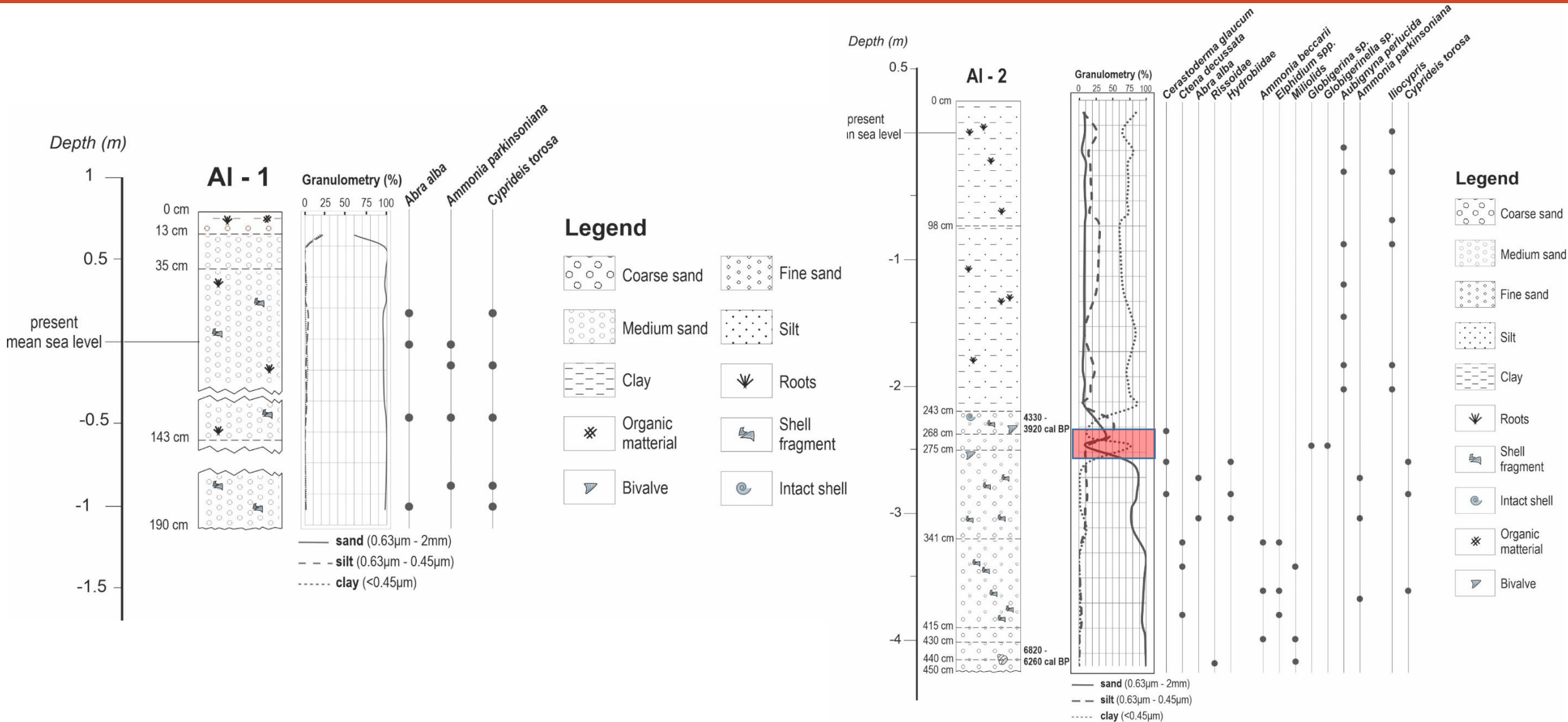
# Μελέτη Περίπτωσης: Λιμνοθάλασσα Αλυκών, Βόρεια Ελλάδα

## Γεωμορφολογική χαρτογράφηση

- Σχετικά ευρύ (250 m) πεδίο ημισταθεροποιημένων αμμωδών θινών μεκατά τόπους βλάστηση.
- Μια σειρά σχεδόν ευθύγραμμων προς καμπύλων υποπαράλληλων εγκαταλελειμένων παράκτιων ραχών που υποδεικνύουν πρόσφατη προς ανατολάς προέλαση της χέρσου.
- Ο προσανατολισμός των ραχών συμφωνεί με την ρηχή παράκτια κυκλοφορία των δυτικών ακτών του Θερμαϊκού Κόλπου.

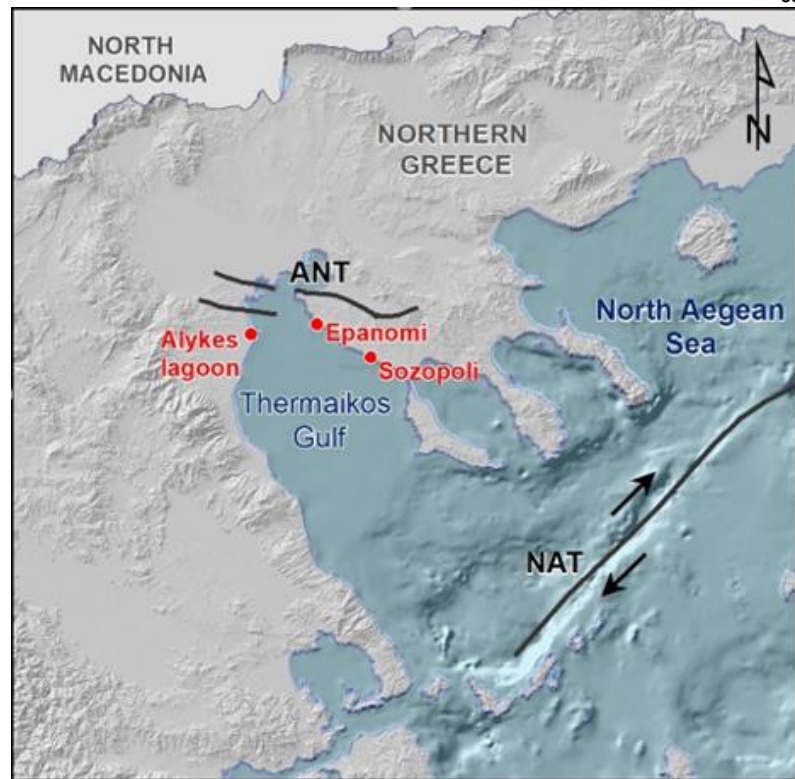


# Μελέτη Περίπτωσης: Λιμνοθάλασσα Αλυκών, Βόρεια Ελλάδα



# Results - Conclusions

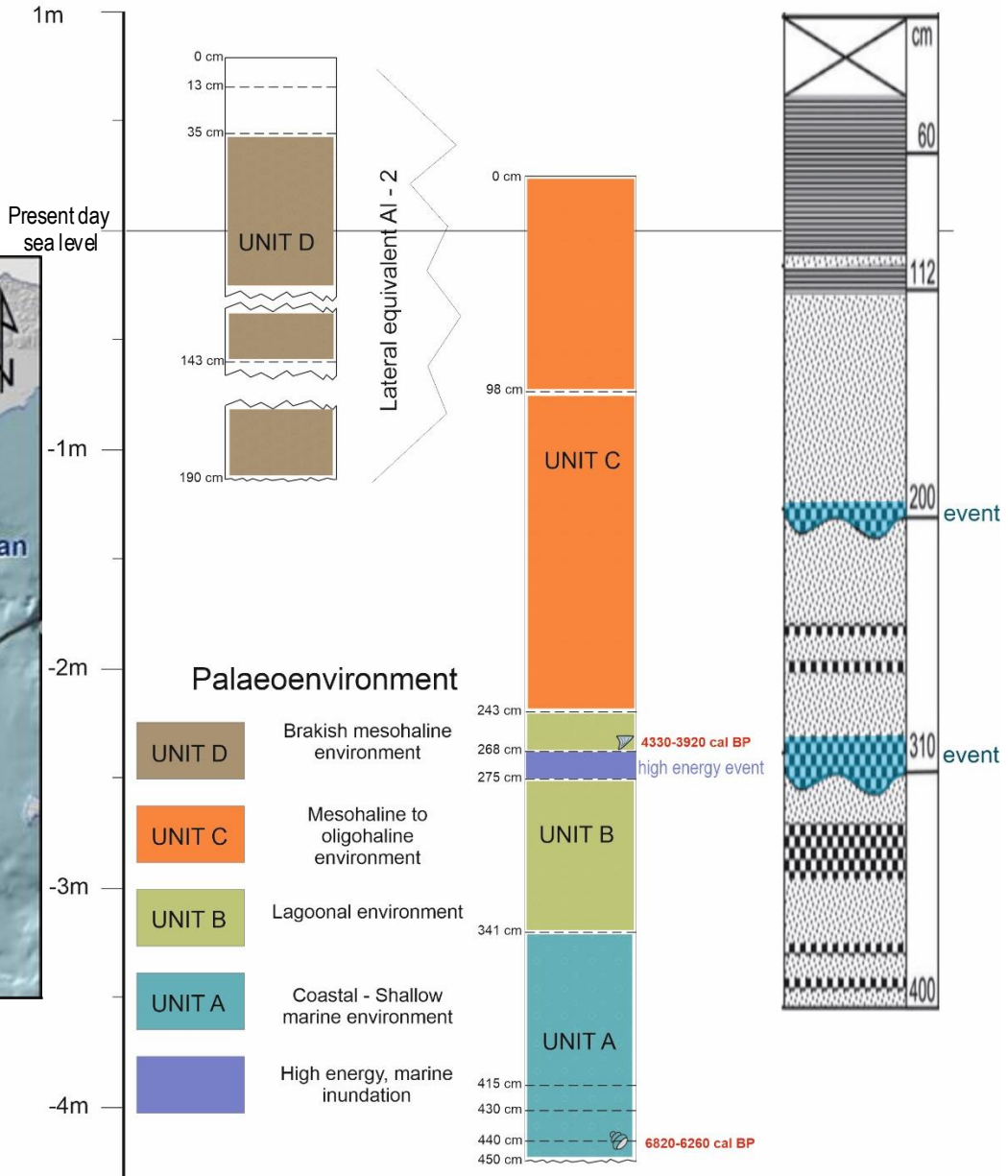
- 4 βιοστρωματογραφικές ενότητες
- Ακολουθία αυτόχθονων ιζημάτων με λεπτόκκοκα ιζήματα προς τα πάνω
- Η αρχή της δημιουργίας της λιμνοθάλασσας μπορεί να τοποθετηθεί χρονικά στην έκτη χιλιετία BP
- Η αρχή της δημιουργίας της λιμνοθάλασσας οφείλεται στην εξέλιξη και συνάντηση δύο ομάδων παράκτιων ραχών
- AI-2 (275 -268 cm) Στρώμα υψηλής ενέργειας αλλόχθονης προέλευσης όπως υποδεικνύεται από τα μικροαπολιθιώματα και την από την παρουσία αστρίων (feldspar)
- Παλαιοτσουνάμι ηλικίας όχι πολύ πριν από 4330-3920 cal BP.



**AI - 1**  
 N: 40° 21' 53.82"  
 E: 22° 39' 13.8"

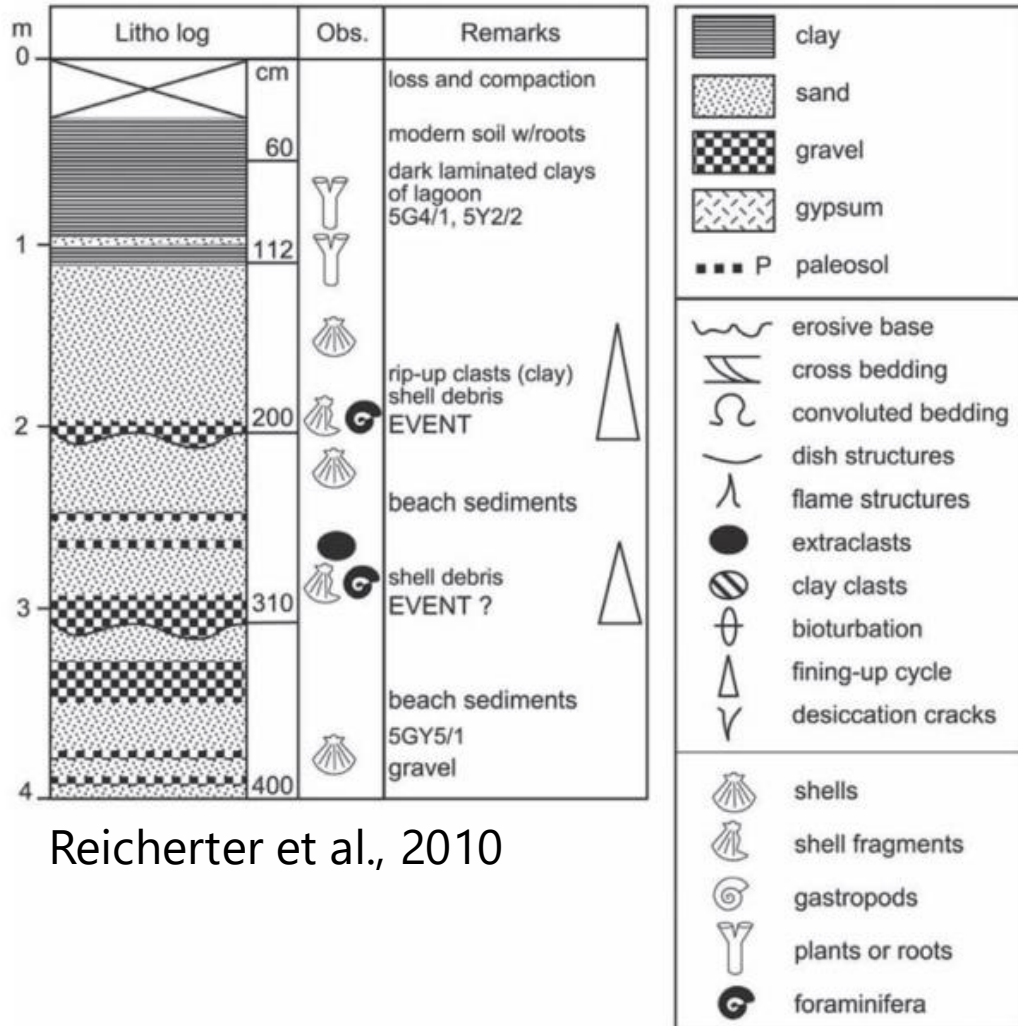
**AI - 2**  
 N: 40° 20' 38.04"  
 E: 22° 37' 51.48"

**B 29**  
 (Reicherter et al., 2010)  
 N: 40° 19' 46.34"  
 E: 22° 37' 35.98"



# Case study: Alykes lagoon, Northern Greece

## Korinos/Alykes lagoon B 29



Reicherter et al., 2010

AI - 2

The lower part of the sequence is featured by marine gastropods (Rissoidea). This evidence indicates this unit as shallow marine.

In the following interval *Ammonia beccarii*, *Elphidium* spp. and marine Miliolids are associated with *Abra alba* community and *Ctena decussata*, indicating a very shallow marine high energy environment.

At 380-390cm brackish mesohaline conditions are supported by the presence of small *Ammonia parkinsoniana* and *Cyprideis torosa*.

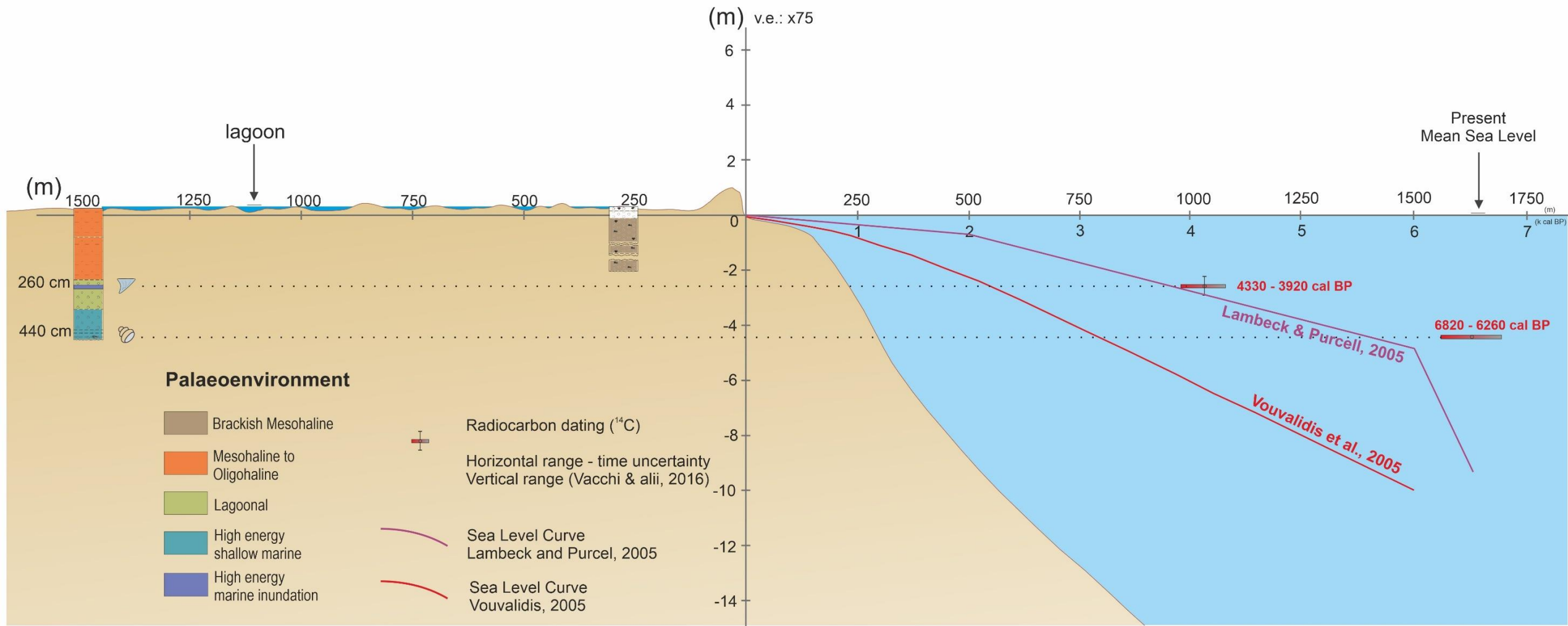
From this interval to 258-268cm, brackish environment is supported by the dominance of taxa as *Hidrobiidae*, *Abra alba*, *Cerastoderma glaucum*, *Cyprideis torosa* and small *Ammonia parkinsoniana*.

**At 268-275cm a fluctuation between brackish and marine environment is also marked, as brackish ostracods are associated with marine ostracods and gastropods.**

Towards the top of the core, mesohaline to oligohaline conditions prevailed as *Iliocypris* among other ostracods and the monospecific occurrence of *Aubignyna perlucida* indicate.

At the top, the plant remnants, the absence of shells and the oxidized layers indicate a coastal environment.

# Μελέτη Περίπτωσης: Λιμνοθάλασσα Αλυκών, Βόρεια Ελλάδα



# Case study: Alykes lagoon, Northern Greece

