Σεισμικότητα της Ελλάδας:

- Έμφαση στο Βορειοελλαδικό χώρο
- Νέες τάσεις και προοπτικές



Ε.Μ. Σκορδύλης
Καθηγητής Σεισμολογίας
Τομέας Γεωφυσικής, Α.Π.Θ.

Common borders. Common solutions.
CROSS BORDER COOPERATION



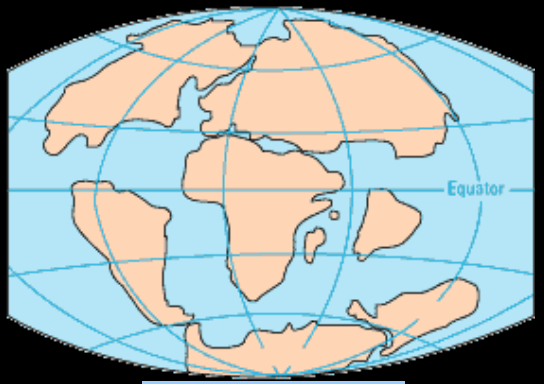
223 Ma



200 Ma



135 Ma



35 Ma



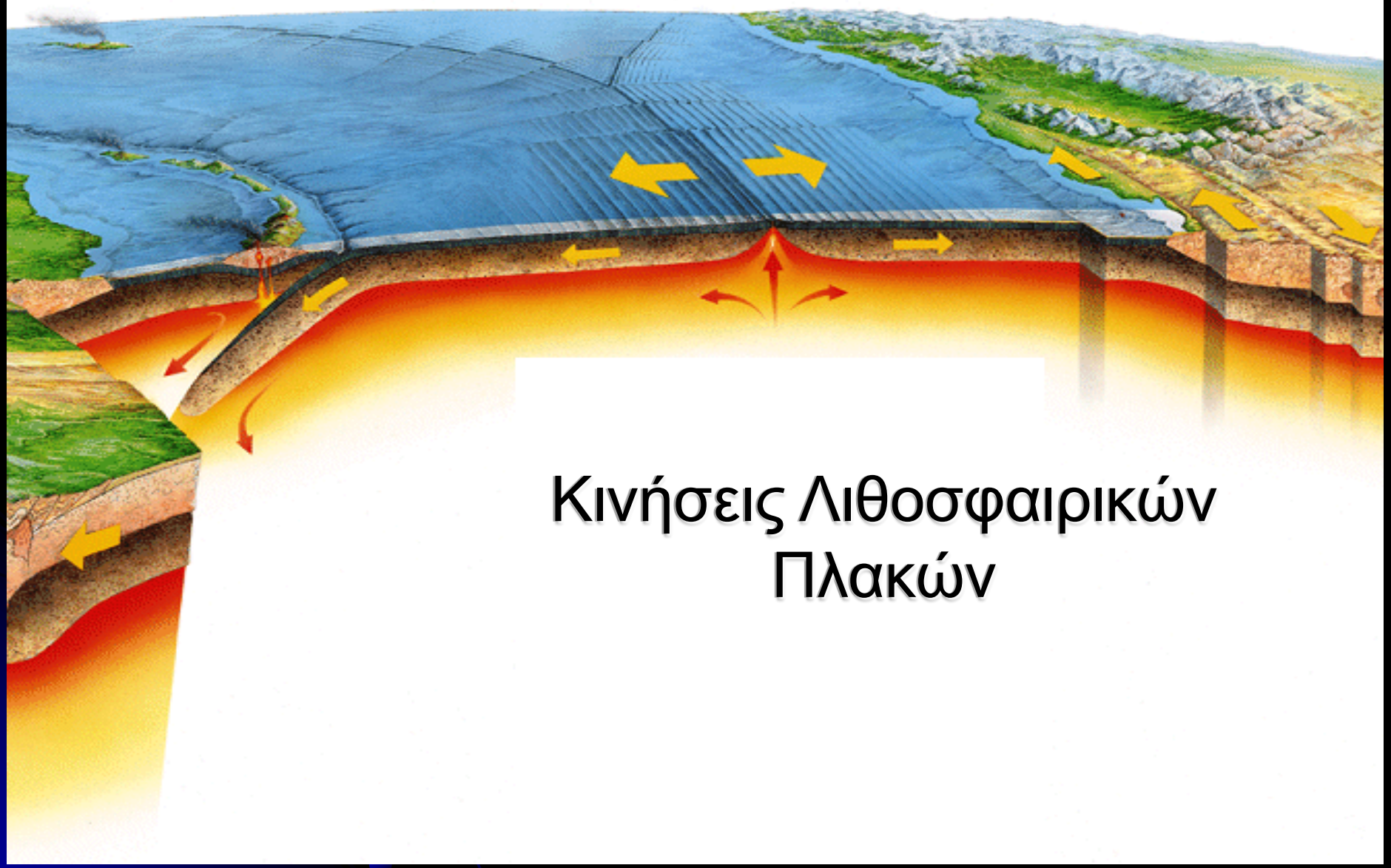
Present

Σχετικές Κινήσεις Λιθοσφαιρικών Πλακών

1. Απόκλισεις λιθοσφαιρικών πλακών (μεσο-ωκεάνιες ράχες)

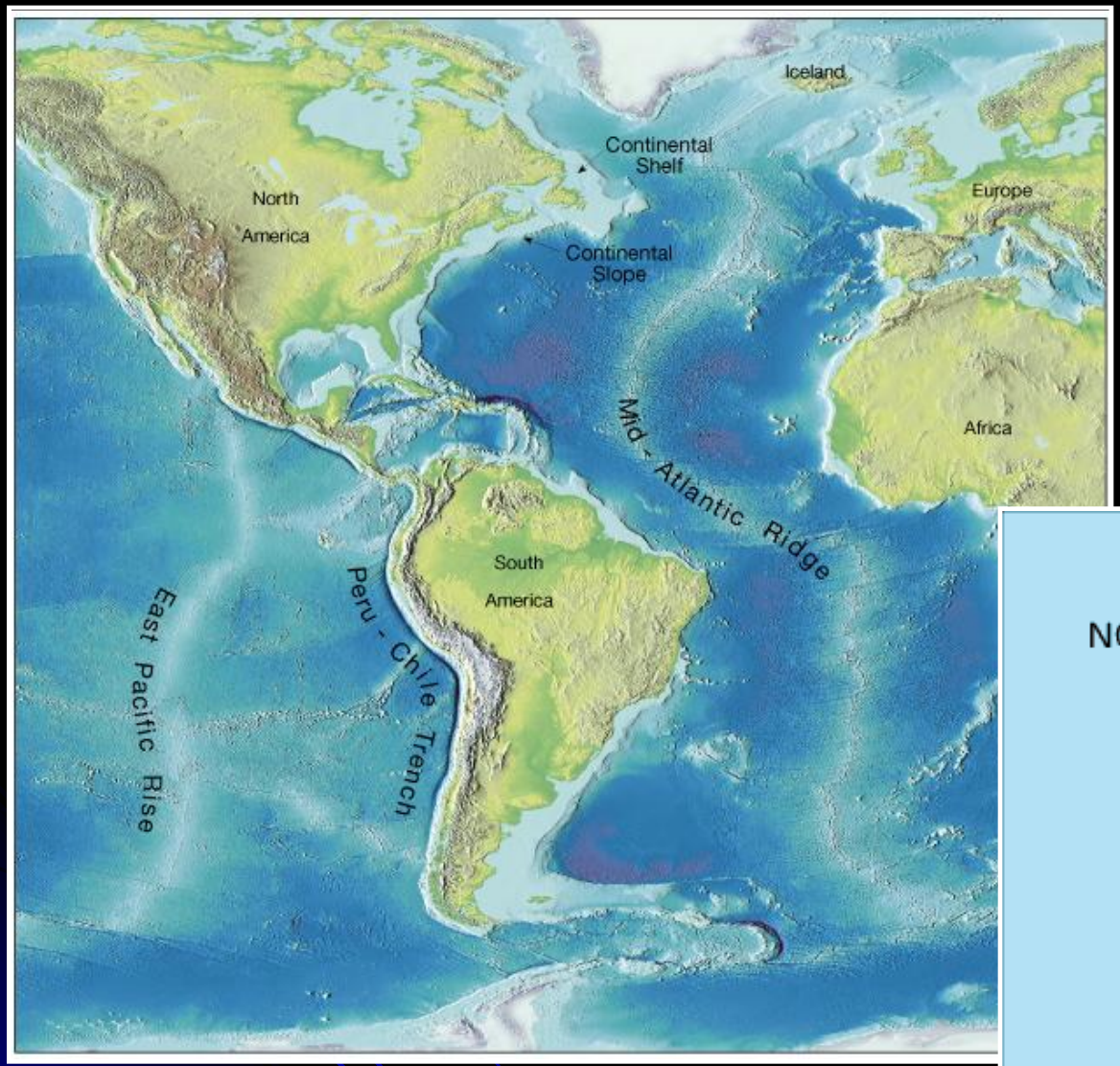
2. Εφαπτομενικές κινήσεις λιθοσφαιρικών πλακών (ρήγματα μετασχηματισμού)

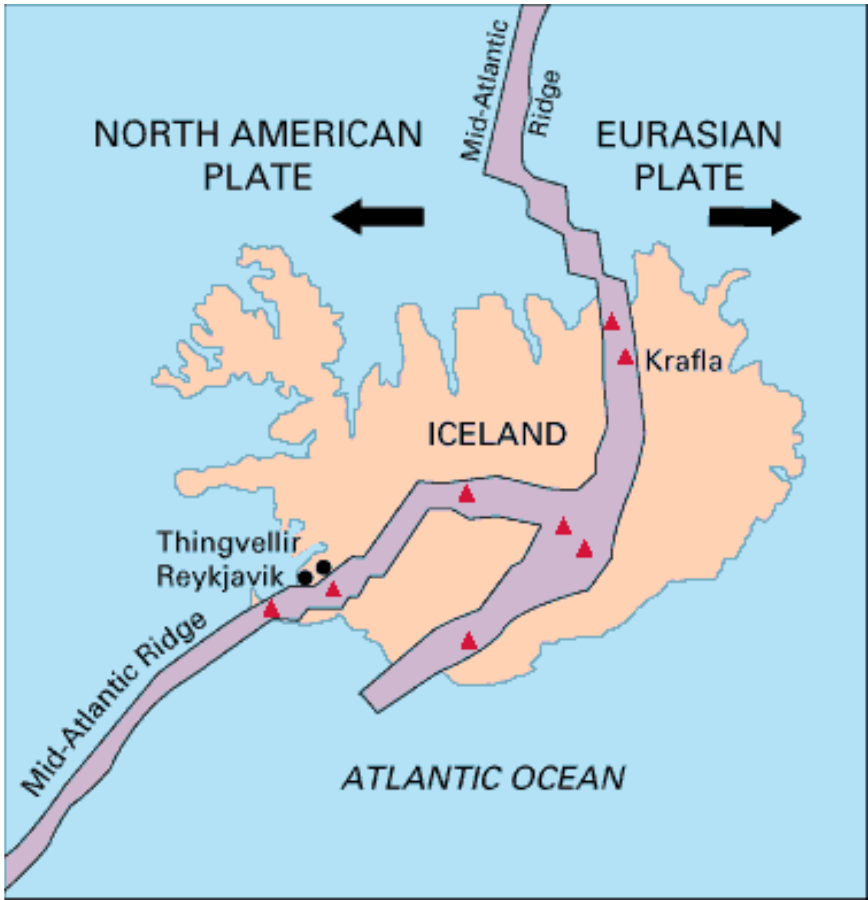
3. Συγκλίσεις λιθοσφαρικών πλακών (ηπειρωτικά συστήματα διάρρηξης)



Κινήσεις Λιθοσφαιρικών Πλακών

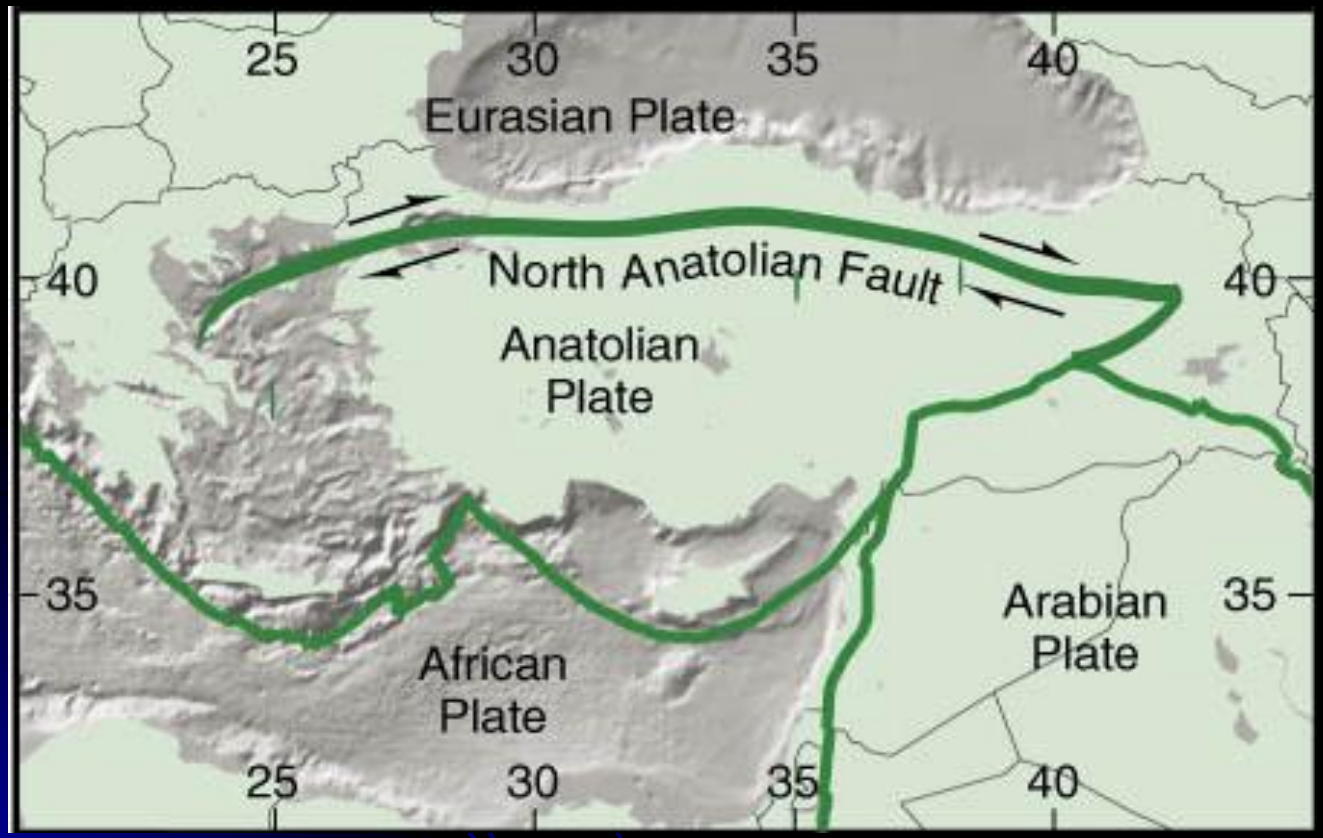
1. Απόκλισεις λιθοσφαιρικών πλακών (μεσο-ωκεάνιες ράχες)

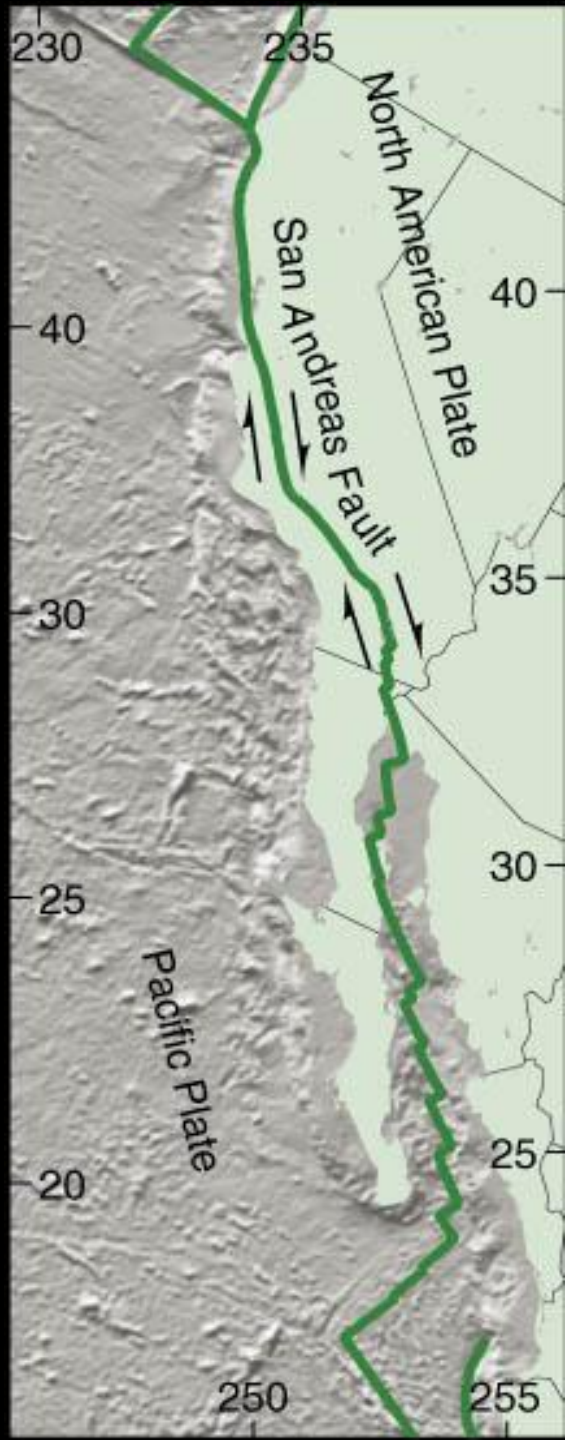




Seismological Station
University of Thessaloniki

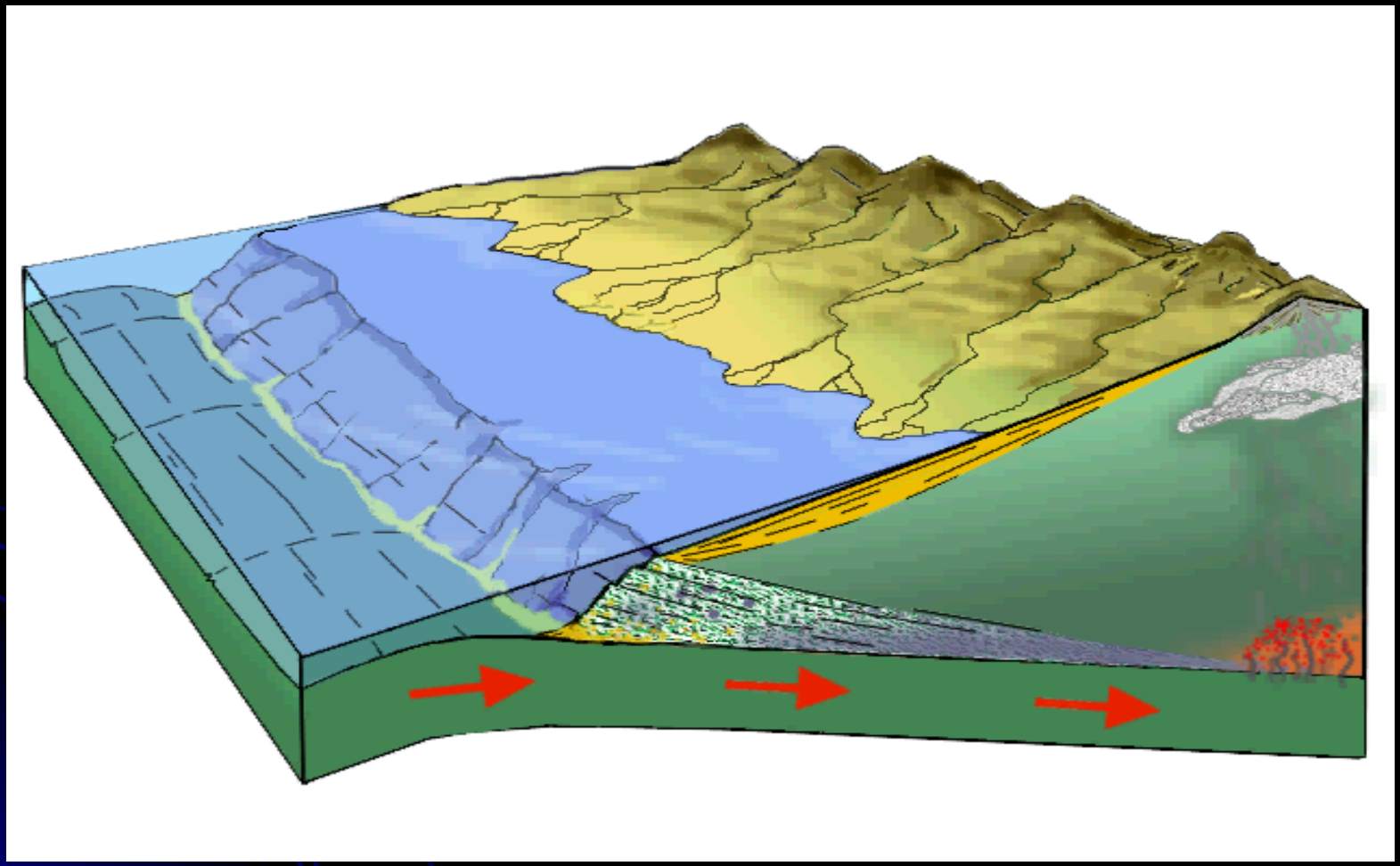
2.
Εφαπτομενικές κινήσεις λιθοσφαιρικών πλακών (ρήγματα μετασχηματισμού)





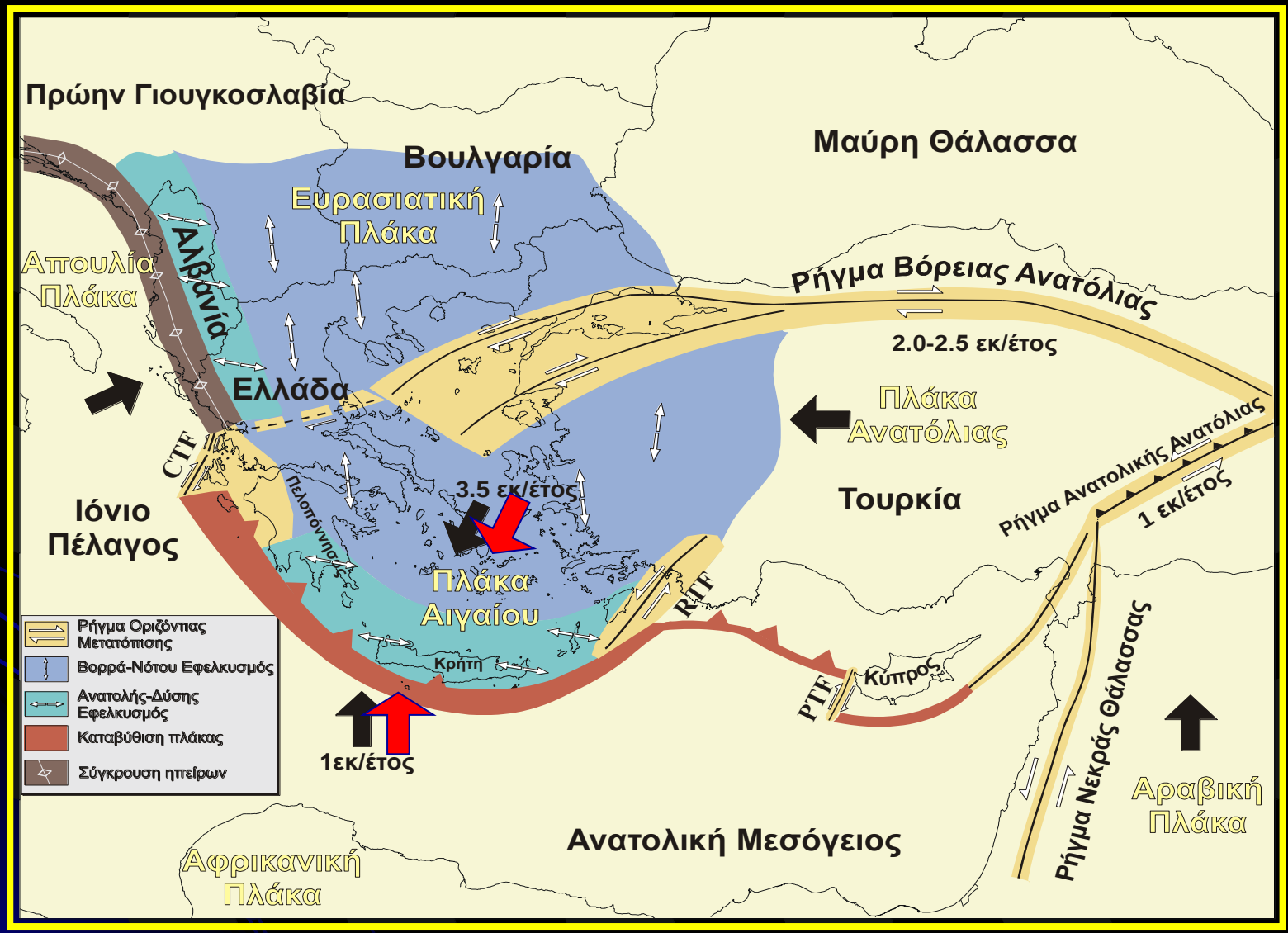
Seismological Station
University of Thessaloniki

3.
Συγκλίσεις λιθοσφαιρικών πλακών (ηπειρωτικά συστήματα διάρρηξης)

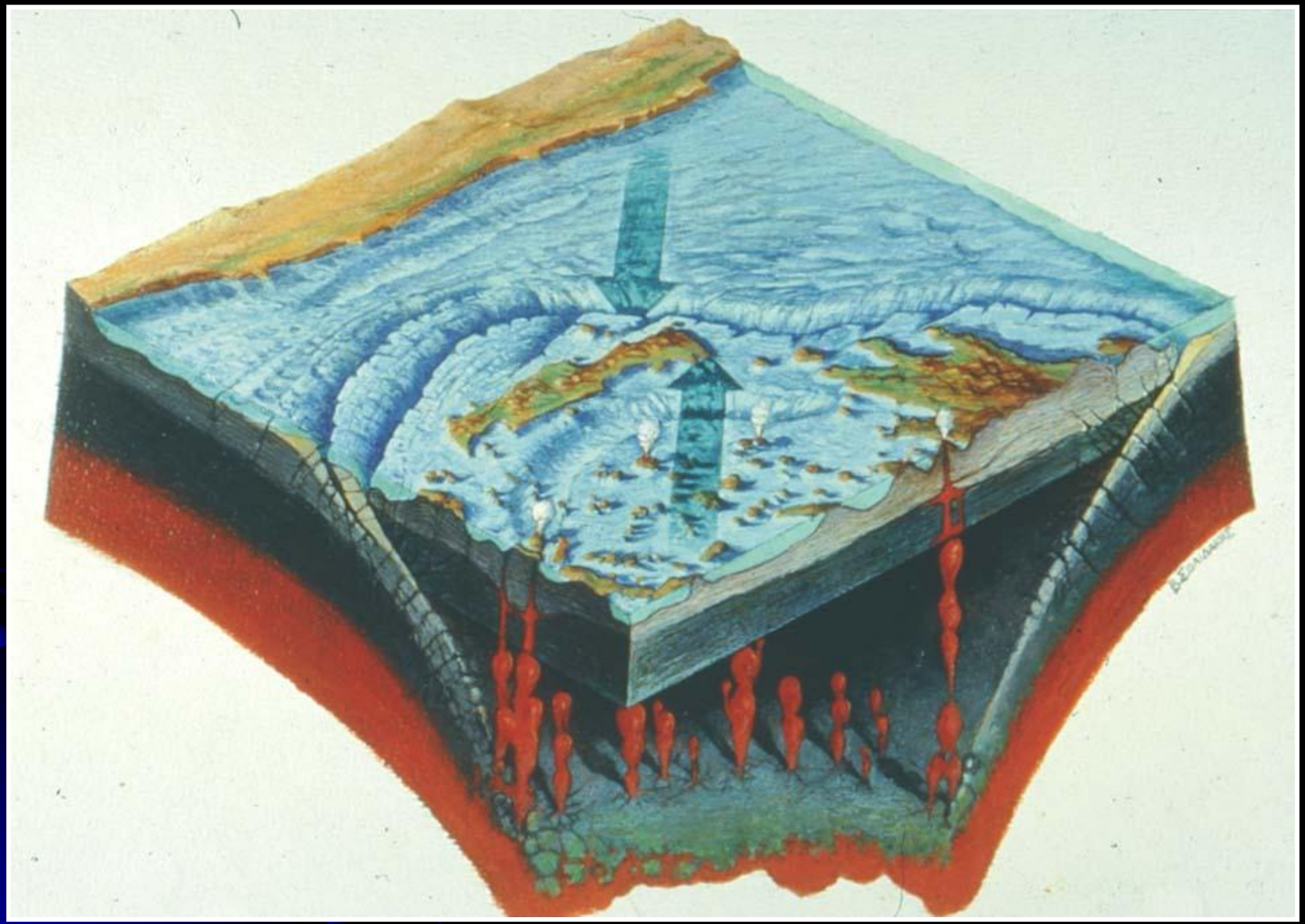


Seismological Station
University of Thessaloniki

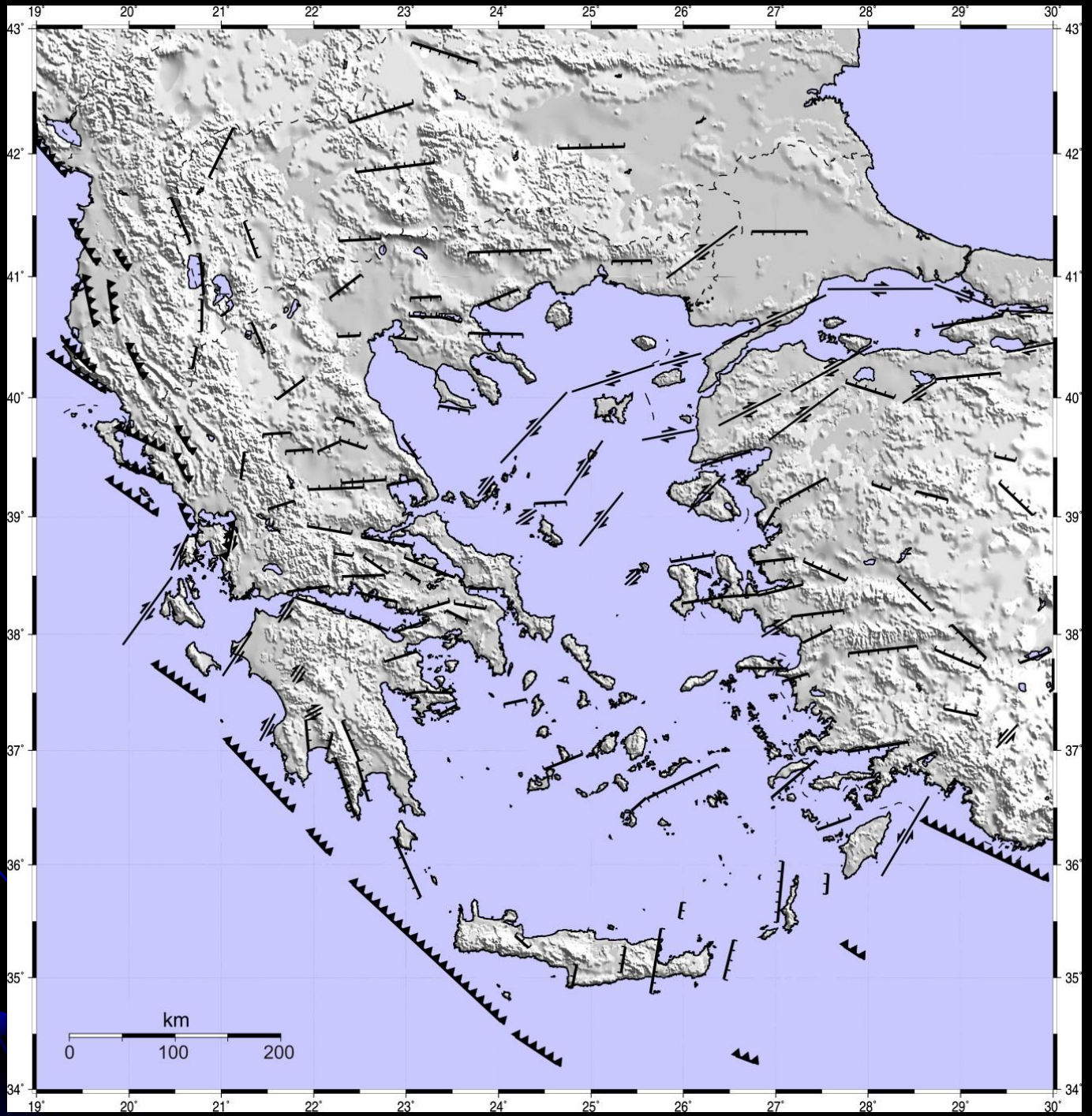
Κινήσεις λιθοσφαιρικών πλακών που καθορίζουν την ενεργό τεκτονική στο Αιγαίο και τις γύρω περιοχές (Papazachos et al., 1998)



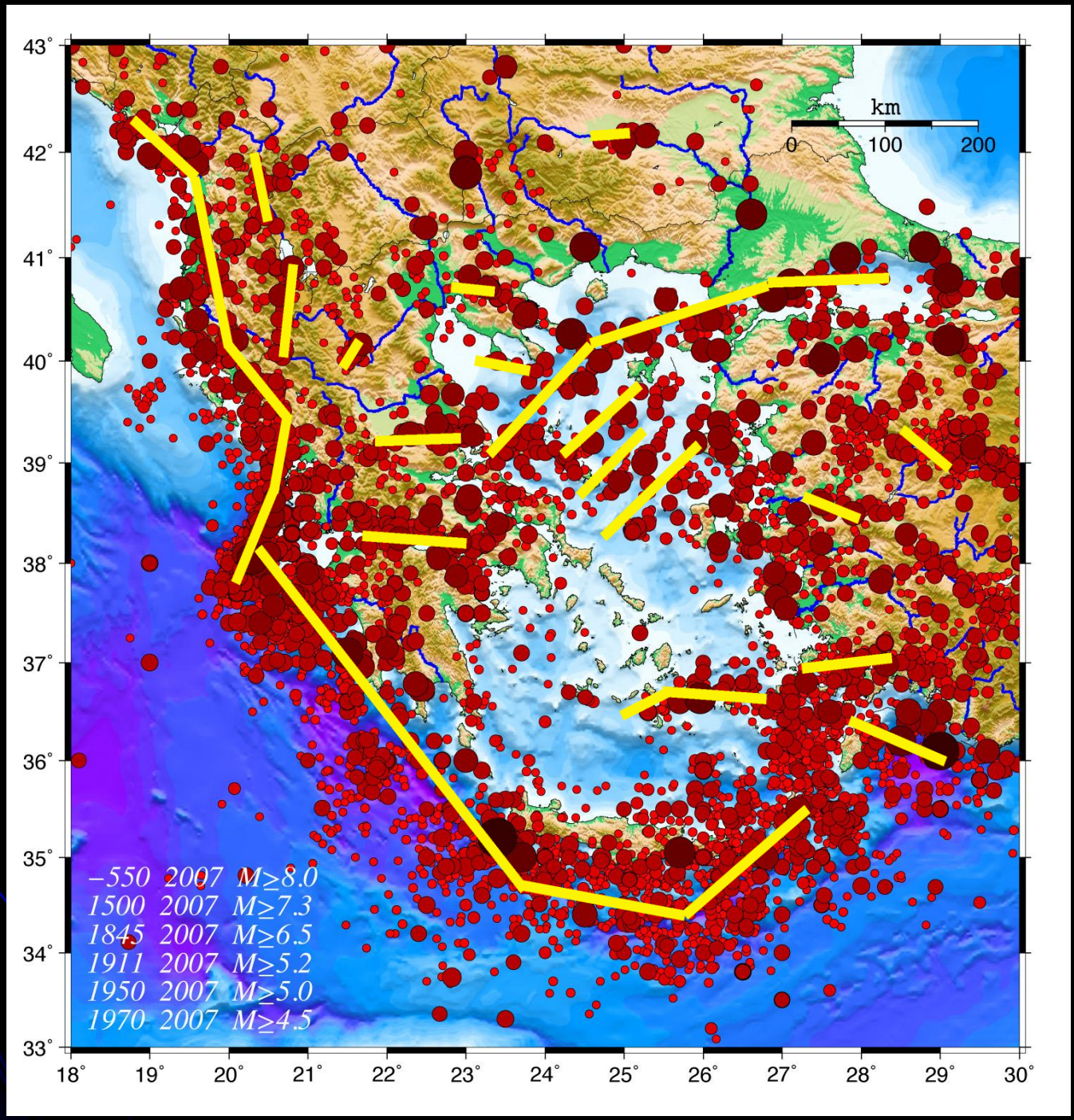
Seismological Station
University of Thessaloniki



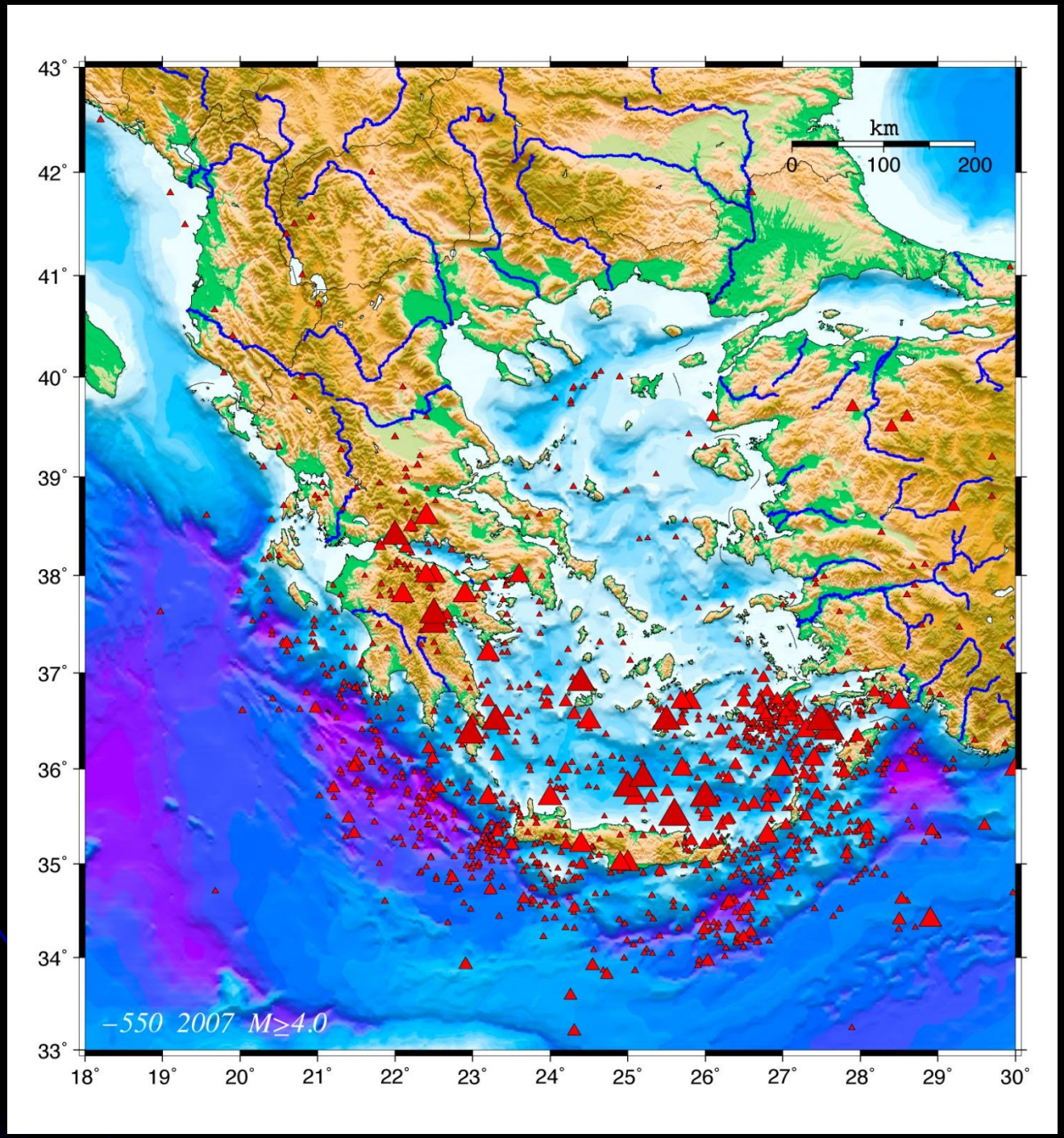
Σεισμικά ρήγματα του ελληνικού χώρου και των γύρω περιοχών (Παπαζάχος κ.α., 2001)



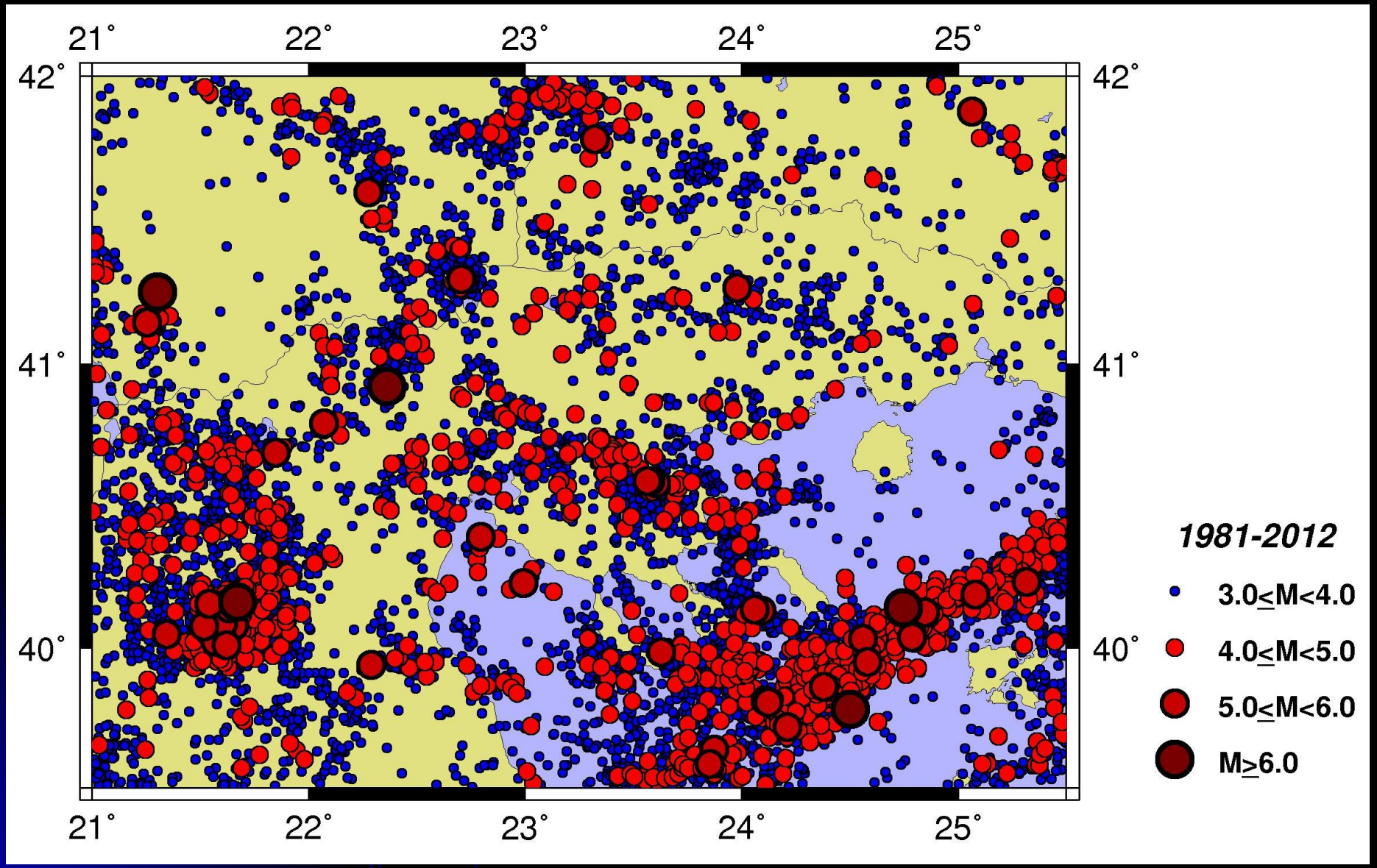
Επιφανειακή σεισμικότητα



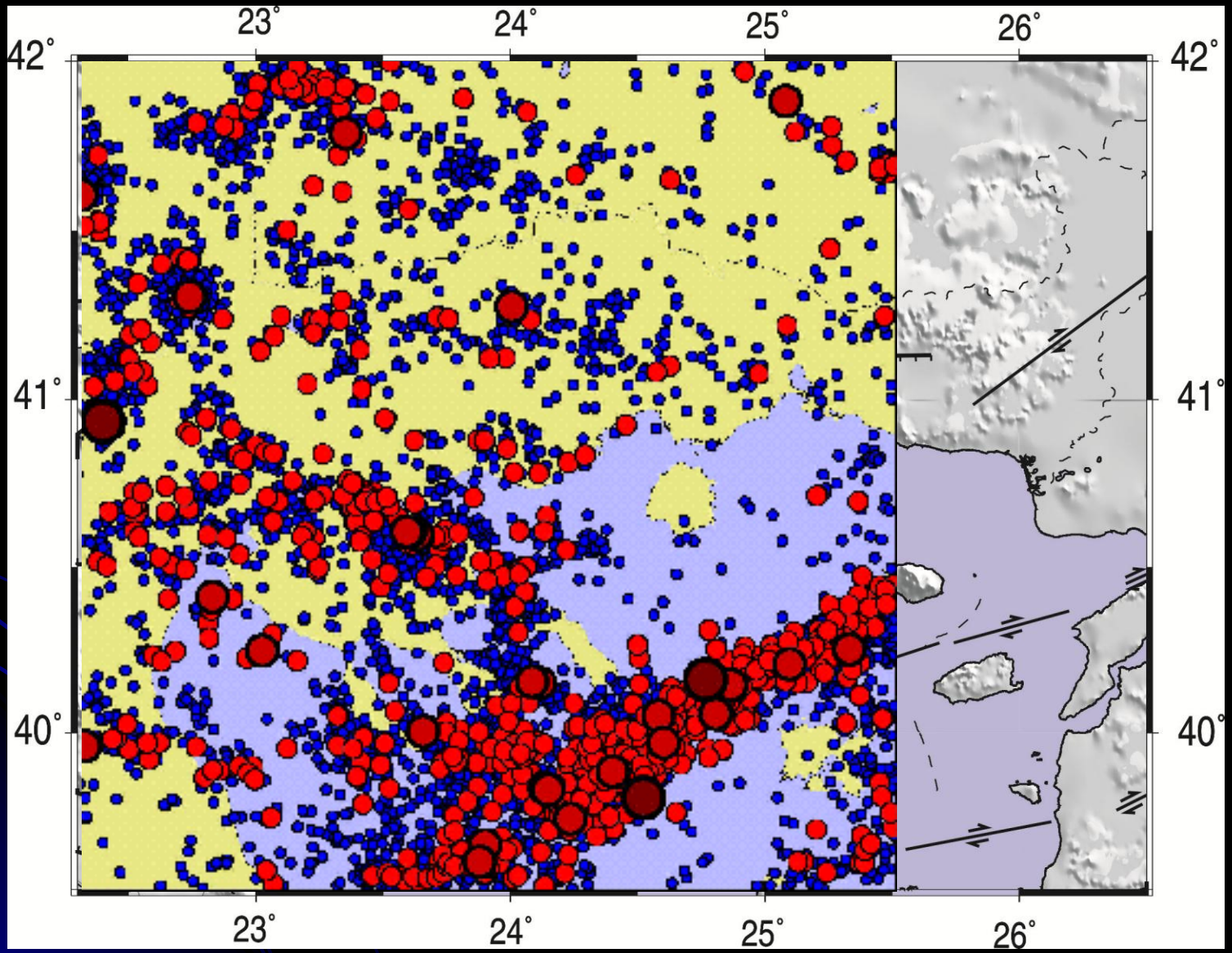
Σεισμικότητα ενδιαμέσου βάθους

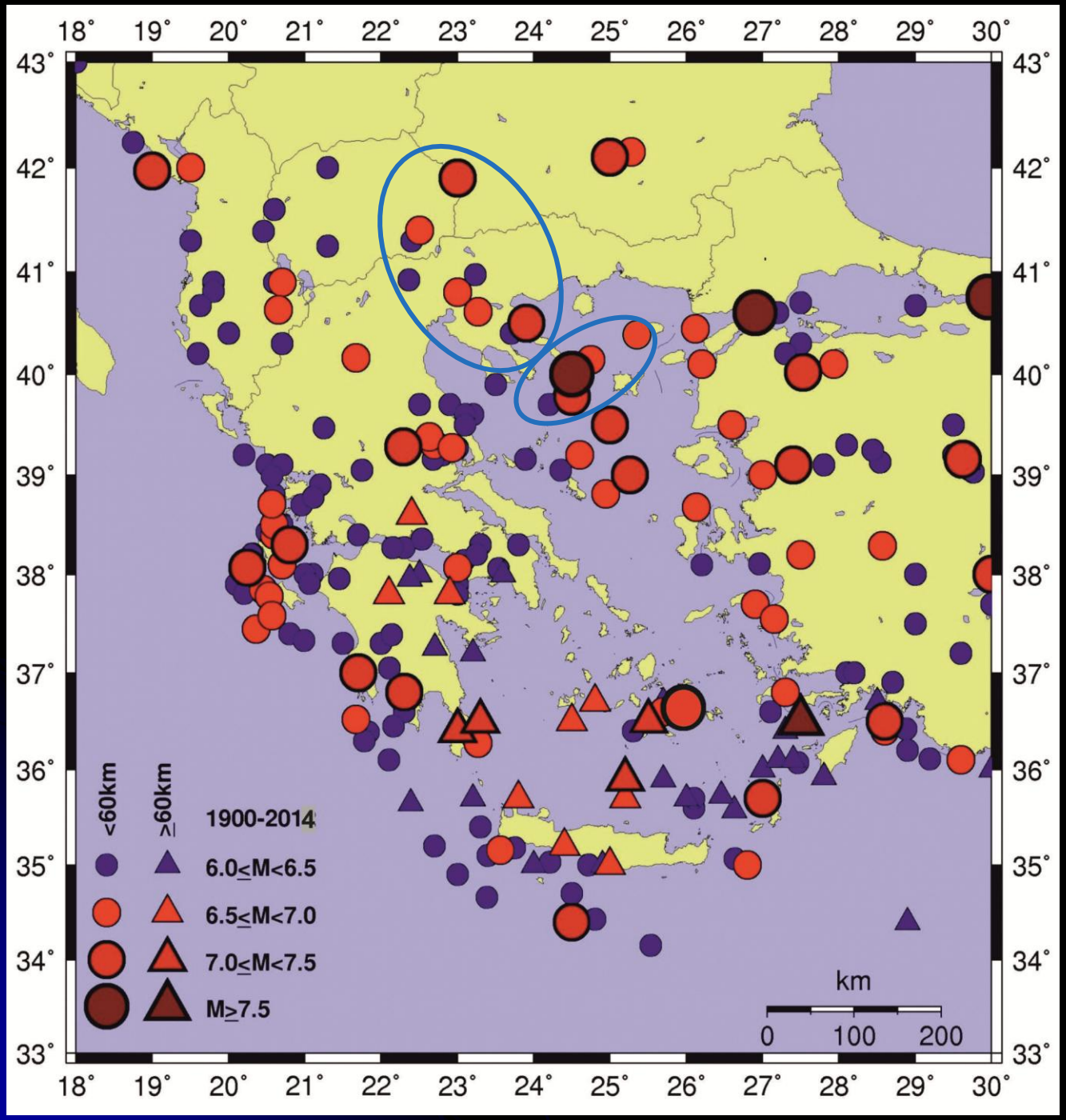


Πρόσφατη Σεισμική Δραστηριότητα στη Β. Ελλάδα



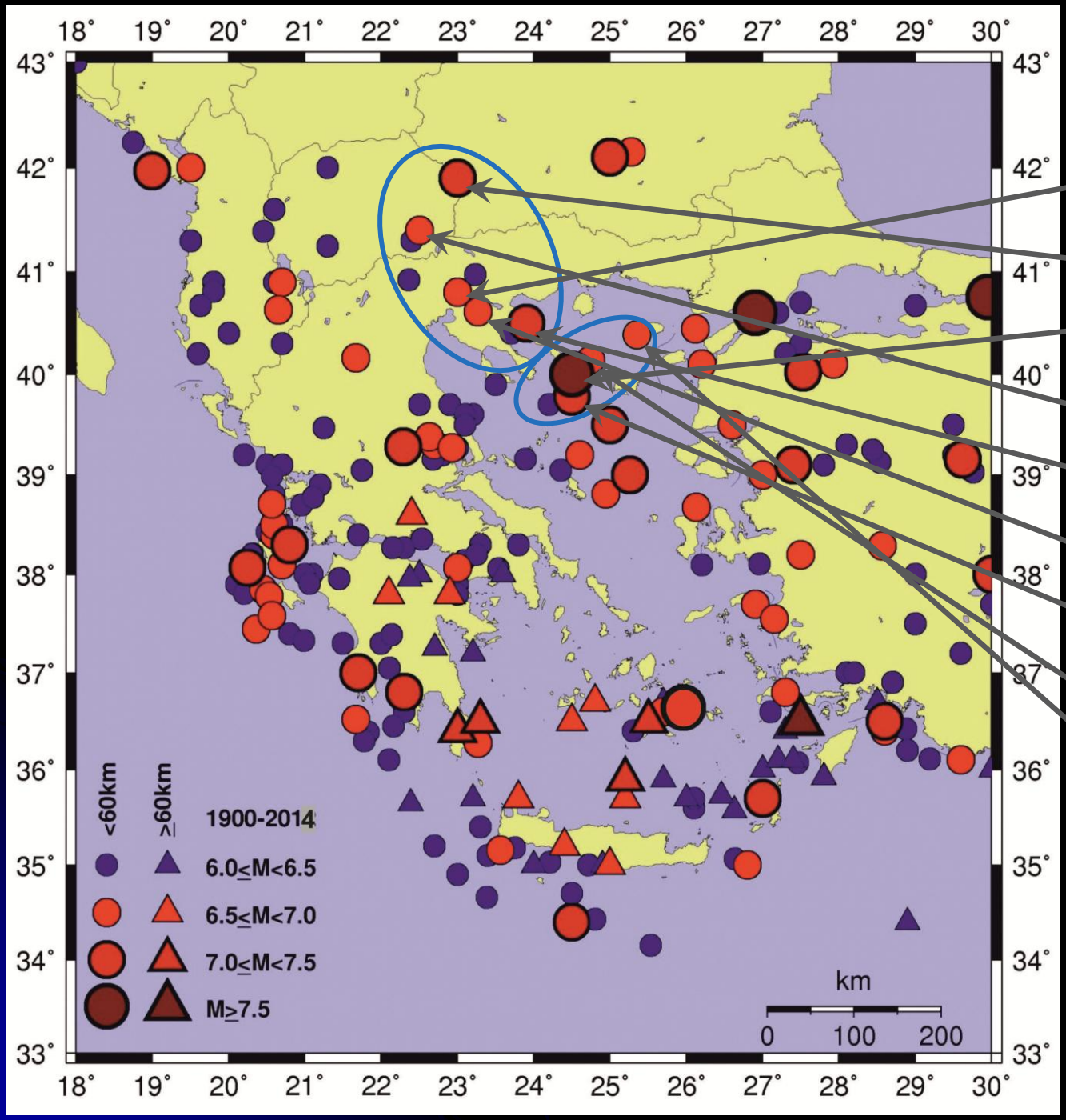
Πρόσφατη Σεισμική Δραστηριότητα στη Β. Ελλάδα





Ισχυροί (M≥6.0) σεισμοί του ευρύτερου χώρου του Αιγαίου κατά τα τελευταία ~110 χρόνια

Seismological Station
University of Thessaloniki



1902 Άσσηρος M=6.5

1904 Κρέσνα M=7.3

1905 Άθως M=7.5

1931 Βάλάντοβο M=6.7

1932 Ιερισσός M=7.0

1978 Βόλβη M=6.5

1982 Β. Αιγαίο M=7.0

1983 Λήμνος M=6.8

2014 Σαμοθράκη M=6.3

Seismological Station
University of Thessaloniki

Έτος	Μήνας-Μέρα	Χρόνος Γένεσης	Γ. Πλάτος	Γ. Μήκος	Εστ. Βάθος (km)	M	Περιοχή
2001	07 26	00:21:39.30	39.050	24.350	19	6.4	ΒΔ. Σκύρου
2002	01 22	04:53:52.10	35.574	26.627	95	6.2	Δ. Καρπάθου
2003	08 14	05:14:54.16	38.992	20.564	12	6.3	Β.-ΒΔ. Λευκάδας
2004	03 17	05:20:57.75	34.661	23.387	15	6.1	Δ.-ΝΔ. Γαύδου
2006	01 08	11:34:54.64	36.275	23.269	58	6.7	Α. Κυθήρων
2008	01 06	05:14:21.03	37.256	22.703	84	6.2	Λεωνίδιο
2008	02 14	10:09:23.17	36.517	21.669	32	6.8	Ν. Πύλου
2008	02 14	12:08:57.10	36.384	21.832	35	6.2	ΒΔ. Κυθήρων
2008	02 20	18:27:07.02	36.298	21.779	17	6.0	Δ.-ΒΔ. Κυθήρων
2008	06 08	12:25:29.70	37.960	21.448	16	6.3	ΒΑ. Ανδραβίδας
2008	07 15	03:26:36.55	35.923	27.804	65	6.4	Ν. Ρόδος
2009	07 01	09:30:10.06	34.150	25.531	14	6.4	Ν. Κρήτης
2011	04 01	13:29:11.51	35.731	26.546	76	6.1	Δ. Καρπάθου
2012	06 10	12:44:16.59	36.420	28.880	35	6.0	Α. Ρόδου
2013	06 15	16:11:00.26	34.448	25.043	10	6.2	Ν. Κρήτης
2013	06 16	21:39:04.50	34.270	25.114	26	6.0	Ν. Κρήτης
2013	10 12	13:11:53.35	35.514	23.252	40	6.6	Δ. Κρήτης
2014	01 26	13:55:42.83	38.201	20.447	12	6.1	Κεφαλονιά
2014	02 03	03:08:46.22	38.292	20.337	14	6.0	Κεφαλονιά
2014	05 24	09:25:02.90	40.296	24.403	20	6.3	Λήμνος-Σαμοθράκη

ΕΝΙΑΙΟ ΕΘΝΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΣΕΙΣΜΟΓΡΑΦΩΝ
(Ε.Ε.Δ.Σ. – H.U.S.N.)

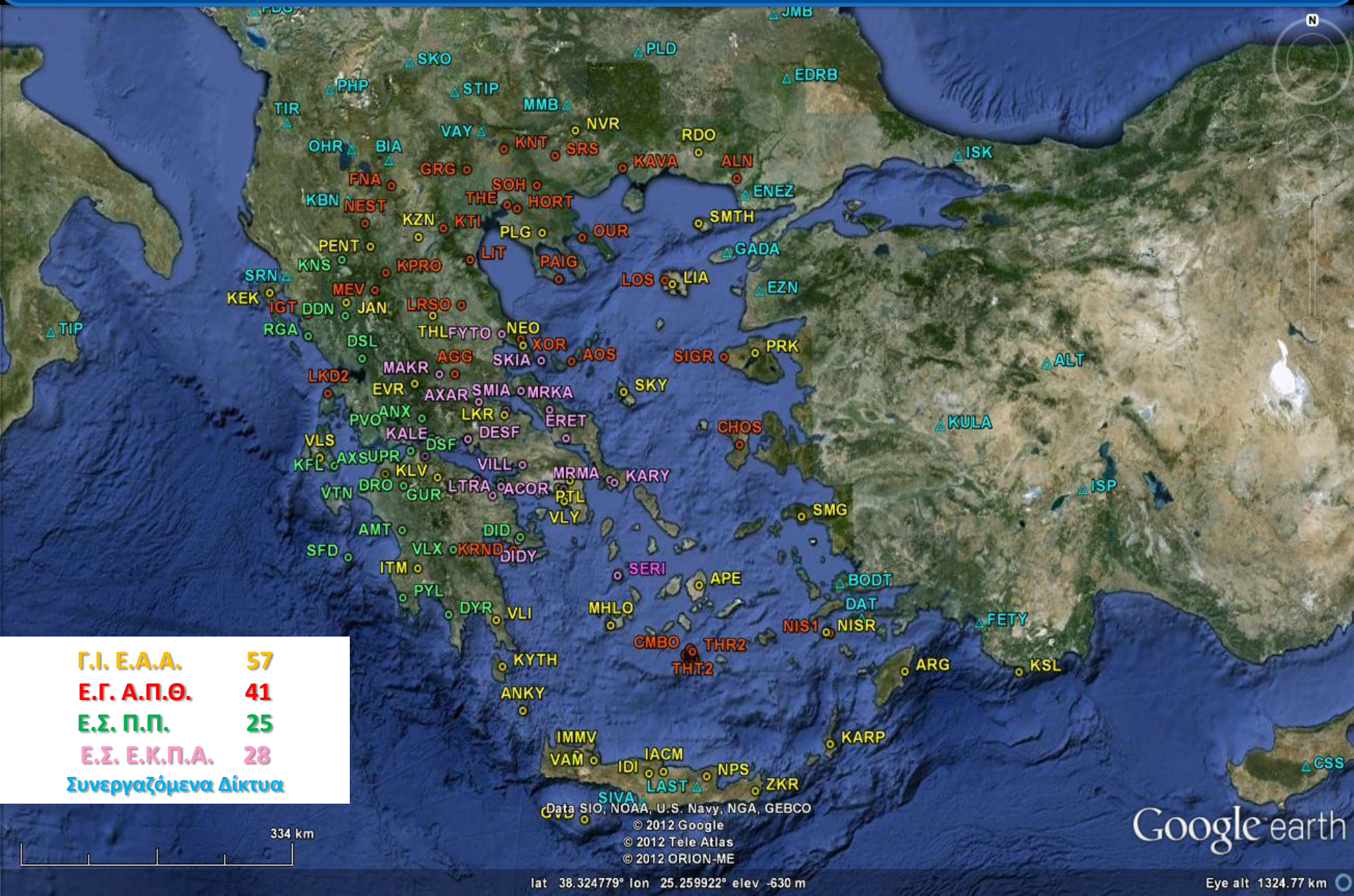
Έναρξη το 2006

Φορείς:

- **Γεωδυναμικό Ινστιτούτο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών**
- **Εργαστήριο Γεωφυσικής του Α.Π.Θ.**
- **Εργαστήριο Σεισμολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών**
- **Εργαστηρίου Σεισμολογίας του Πανεπιστημίου Πατρών.**

Στόχος: Διασύνδεση των σεισμολογικών δικτύων και ανταλλαγή των δεδομένων τους σε πραγματικό χρόνο

ΕΝΙΑΙΟ ΕΘΝΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΣΕΙΣΜΟΓΡΑΦΩΝ (151 ΣΤΑΘΜΟΙ) ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΖΟΜΕΝΑ ΔΙΚΤΥΑ ΓΕΙΤΟΝΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ



Γ.Ι. Ε.Α.Α.	57
Ε.Γ. Α.Π.Θ.	41
Ε.Σ. Π.Π.	25
Ε.Σ. Ε.Κ.Π.Α.	28

Συνεργαζόμενα Δίκτυα

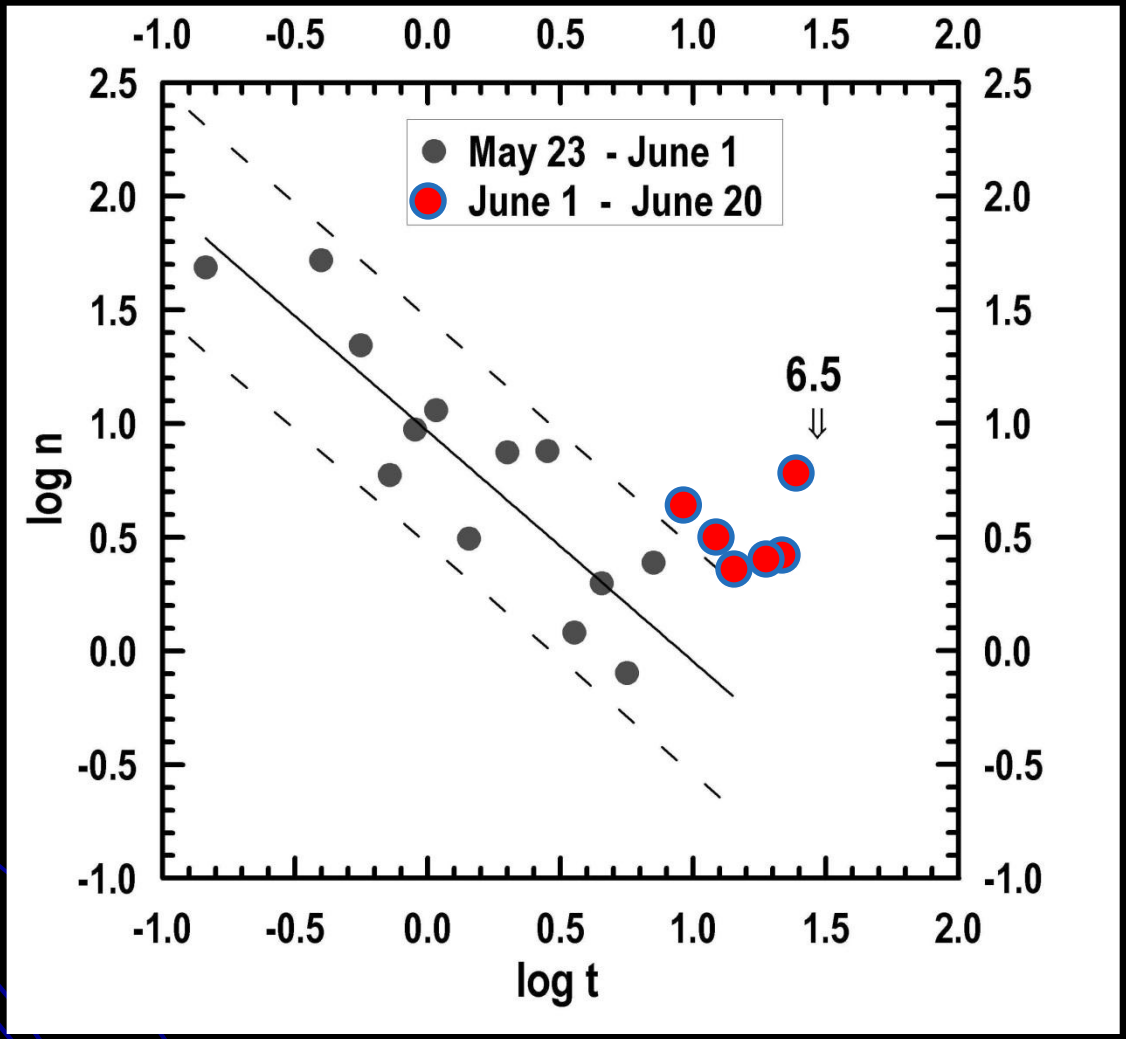
Εκτίμηση εξέλιξης σεισμικής έξαρσης

Σε μια σεισμική έξαρση εξετάζουμε :

1. Τη χωρική κατανομή των εστιών των σεισμών-μελών της.
2. Την κατά μέγεθος κατανομή τους.
3. Τη χωρο-χρονική τους κατανομή.
4. Τη χρονική τους κατανομή.
5. Το μέσο μέγεθος.

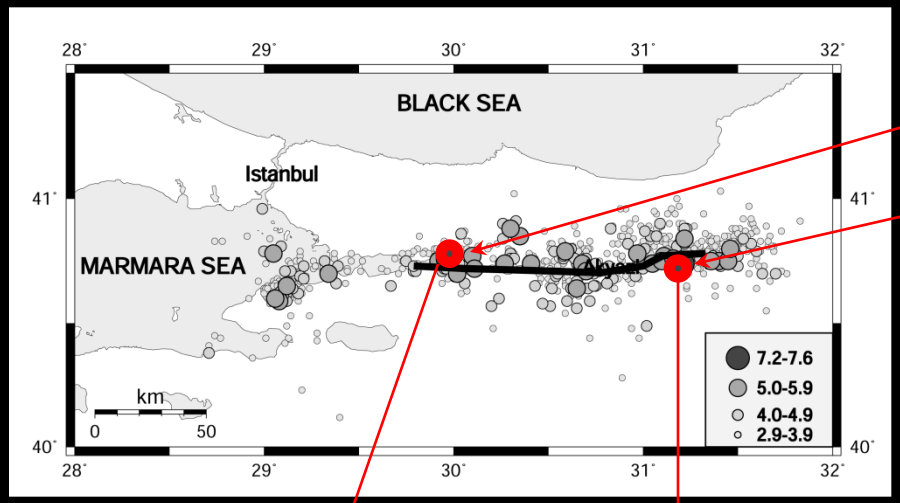
Σκοπός της έρευνας αυτής είναι να «αποκωδικοποιήσουμε» την σεισμική ακολουθία και να εκτιμήσουμε, αν αυτό είναι εφικτό, αν εξελίσσεται ομαλά ή όχι.

Εκτίμηση εξέλιξης σεισμικής έξαρσης *(συνέχεια)*



Χρονική κατανομή προσεισμικής ακολουθίας του σεισμού της 20ής Ιουνίου 1978, M=6.5 (*Papazachos et al., 1983*).

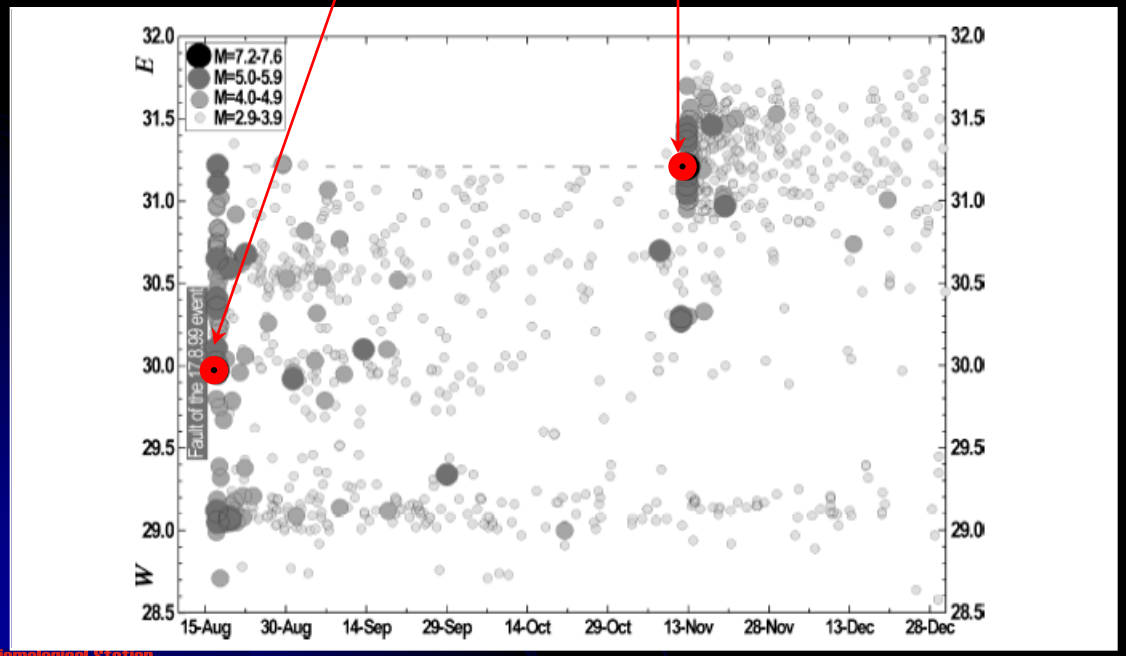
Εκτίμηση εξέλιξης σεισμικής έξαρσης *(συνέχεια)*

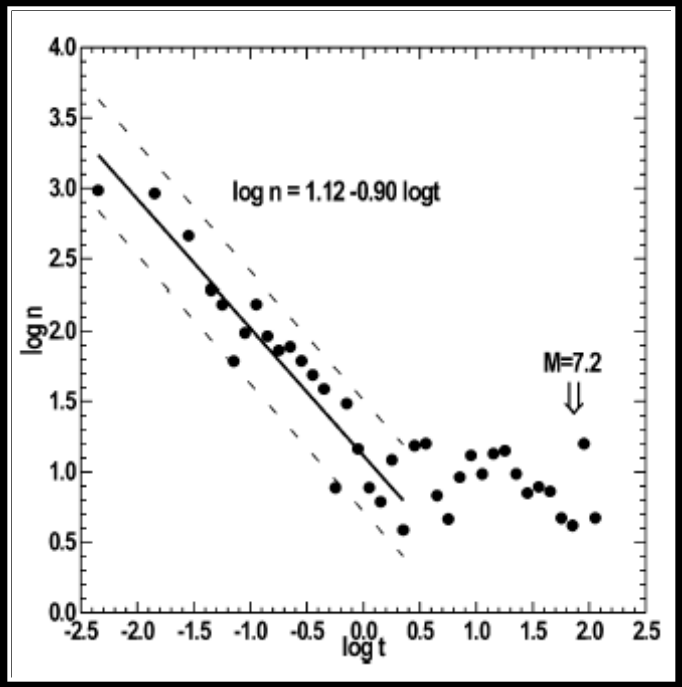


Σεισμός Izmit, M=7.6, 17.08.1999

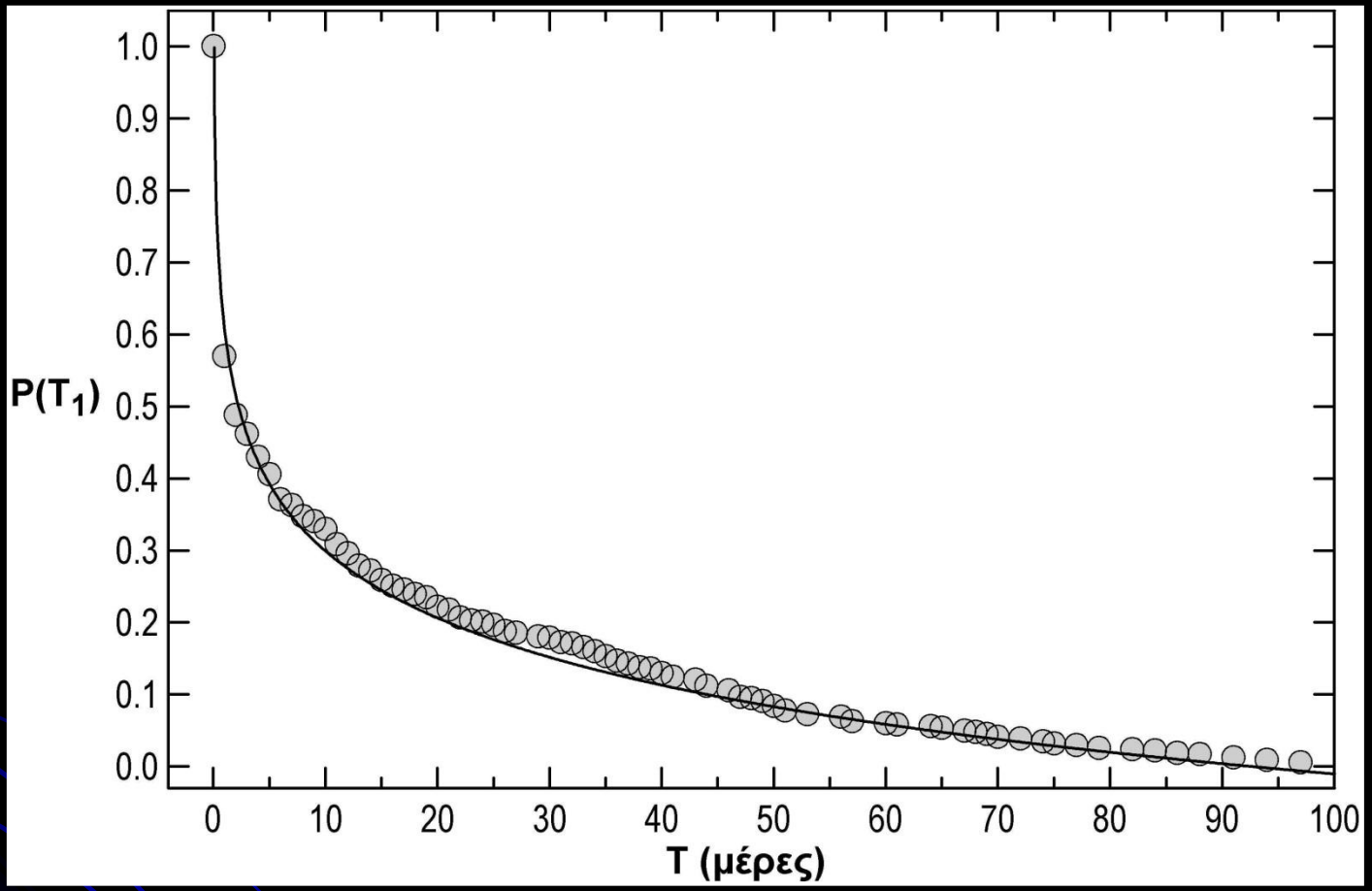
Σεισμός Duzce, M=7.2, 12.11.1999

(Karakaisis, 2003)





Χρόνος γένεσης του μεγαλύτερου μετασεισμού



Κατανομή της πιθανότητας γένεσης, $P(T_1)$, του μεγαλύτερου μετασεισμού να γίνει σε χρόνο T_1 (σε μέρες) μετά τον κύριο σεισμό (*Κουρουζίδης, 2003*).

47% την πρώτη ημέρα μετά τον κύριο σεισμό

65% την πρώτη εβδομάδα

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΕΞΑΡΣΕΩΝ

ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ:

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΙΘΑΝΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΟΥΣ

File Edit View History Bookmarks Tools Help

Τομέας Γεωφυσικής Α.Π.Θ

geophysics.geo.auth.gr

Qosmio f50-10k change fan

skroutz BestPrice ebay Seismo-Sites EMSC ISC ISC-2 bbnet Earthquake Glossary Posters By Year Wikipedia Wikipedia-GR Βιβλιοθήκες Α.Π.Θ. IP addresses Translator Translation Δηλωσεις Βλαβων Most Visited

Τομέας Γεωφυσικής

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ - ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ
- Ιστορία του Τομέα
- Διάρθρωση Τομέα

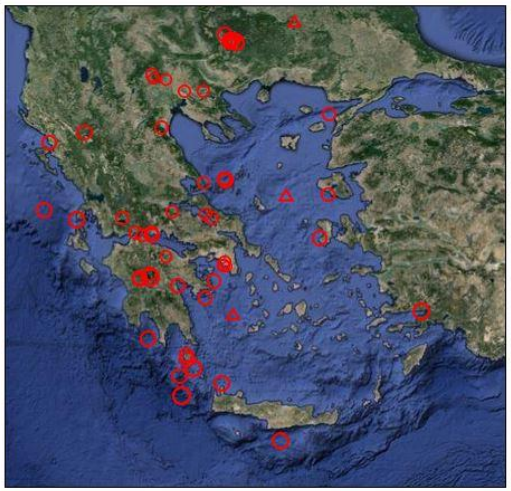
ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ
- Μέλη Δ.Ε.Π
- Μέλη Ε.ΔΙ.Π.
- Υποψήφιοι διδάκτορες
- Μεταπτυχιακοί φοιτητές
- Διδάκτορες του Τομέα

ΕΡΕΥΝΑ
- Γνωστικό Αντικείμενο
- Διεθνείς Συνεργασίες
- Δημοσιεύσεις

ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ
- Προπτυχιακά Μαθήματα
- Μεταπτυχιακά Μαθήματα
- Διδακτορικές Διατριβές
- Διατριβές Ειδίκευσης
- Διπλωματικές Εργασίες

ENGLISH VERSION

Αυτόματες προκαταρκτικές λύσεις σεισμών (περισσότερα)



ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ
- Αυτόματες Λύσεις Σεισμών
- Τελικές Λύσεις Σεισμών
- Πρόσφατοι Σεισμοί
- Πρόσφατες Ακολουθίες

Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής

ΝΕΑ-ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ
- Νέα - Ανακοινώσεις
- Α.Π.Θ. την Κυριακή

ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ
- Α.Π.Θ.
- Τμήμα Γεωλογίας ΑΠΘ
- Επιτροπή Ερευνών ΑΠΘ
- Διεθνή περιοδικά
- Ερευνητικά κέντρα
- Διάφορα Links

00236652

επισκέψεις απο 9/6/2006
View Stats

Επικοινωνία

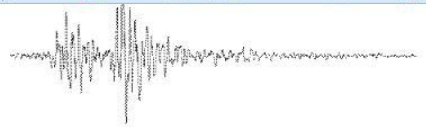
Τελευταία ενημέρωση

10/12/2013

Η ιστοσελίδα είναι συμβατή με τις ακόλουθες (και όλες τις νεότερες) εκδόσεις προγραμμάτων πλοήγησης Internet Explorer 6.0, Mozilla Firefox 1.0, Google Chrome 19.0, Netscape Navigator 7.0

EN 11:44

Seismological Station
University of Thessaloniki



Σεισμολογικός Σταθμός Α.Π.Θ.

Πρόσφατες Σεισμικές Ακολουθίες

- **16/04/2015, M=6.1 (ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΚΟΛΟΥΘΙΑ ΚΑΣΟΥ)**
- **17/11/2014, M=5.3 (ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΚΟΛΟΥΘΕΙΑ ΒΟΡΕΙΟΥ ΕΥΒΟΪΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ)**
- **24/05/2014, M=6.3 (ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΚΟΛΟΥΘΙΑ ΛΗΜΝΟΥ-ΣΑΜΟΘΡΑΚΗΣ)**
- **26/01/2014, M=6.1 (ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΚΟΛΟΥΘΙΑ ΚΕΦΑΛΟΝΙΑΣ)**
- **11/01/2014, M=4.7 (ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΚΟΛΟΥΘΙΑ ΖΑΚΥΝΘΟΥ)**
- **12/10/2013, M=6.2 (ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΚΟΛΟΥΘΙΑ ΧΑΝΙΩΝ)**
- **11/10/2013, M=4.4 (ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΚΟΛΟΥΘΙΑ ΒΟΛΒΗΣ)**
- **16/09/2013, M=4.9 (ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΚΟΛΟΥΘΙΑ ΑΜΦΙΚΛΕΙΑΣ)**
- **08/01/2013, M=5.9 (ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΚΟΛΟΥΘΙΑ ΛΗΜΝΟΥ)**

Η μελέτη της εξέλιξης σεισμικών ακολουθιών πραγματοποιείται με τη χρήση του αυτοματοποιημένου λογισμικού της Διατριβής Ειδίκευσης της Τέζα (2011) και με βάση τα δεδομένα που προκύπτουν από τις αναλύσεις του προσωπικού του Σεισμολογικού σταθμού του Εργαστηρίου Γεωφυσικής του Α.Π.Θ. (http://geophysics.geo.auth.gr/ss/webcatalogs/), τις αναλύσεις του προσωπικού του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου του Εθνικού Αστεροσκοπείου της Αθήνας (http://bbnet.gein.noa.gr/HL/database), καθώς και από τις αυτόματες καταγραφές-αναλύσεις από το λογισμικό SeisComp (http://titan2.geo.auth.gr/alerts/) που λειτουργεί στο Σεισμολογικό Σταθμό του Εργαστηρίου Γεωφυσικής του Α.Π.Θ. Οι χάρτες και τα γραφήματα γίνονται με τη βοήθεια του ελεύθερου λογισμικού GMT (Wessel and Smith, 1995).

Για κάθε σεισμική ακολουθία μελετώνται:

1) Η **χωρική κατανομή** των επικέντρων της ακολουθίας που οριοθετεί το σεισμογόνο χώρο της ακολουθίας.
2) Η **κατά μέγεθος κατανομή** των σεισμών-μελών της ακολουθίας που αναδεικνύει το μέγεθος πληρότητας και τις τιμές των παραμέτρων *a* και *b* της σχέσης G-R.
3) Η μεταβολή του **μέσου μεγέθους** των σεισμών-μελών, προϊούσης της ακολουθίας.
4) Η **διαμήκης τομή** του σεισμογόνου χώρου της ακολουθίας που δίνει με καλή προσέγγιση το μήκος του σεισμογόνου ρήγματος.
5) Η **εγκάρσια τομή** του εστιακού χώρου που αναδεικνύει τη διεύθυνση και τη γωνία κλίσης του σεισμογόνου ρήγματος.
6) Η **χρονική κατανομή** των σεισμών-μελών που δείχνει την ομαλή (ή μη) εξέλιξη της ακολουθίας, όπως αυτή προκύπτει από το ρυθμό εκδήλωσης των σεισμών που την απαρτίζουν.
7) Η **χωρο-χρονική κατανομή** των επικέντρων των σεισμών-μελών της ακολουθίας που, σε συνδυασμό με τη χωρική κατανομή (χάρτης σεισμικότητας), οδηγεί στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων αναφορικά με τον τρόπο διάδοσης της διάρρηξης στο σεισμογόνο ρήγμα.

Ε. Τέζα
Μ. Σκορδύλης

· Τέζα, Ε., "Αυτοματοποιημένη διαδικασία παρακολούθησης και εκτίμησης της εξέλιξης σεισμικών εξάρσεων", *Διατριβή Ειδίκευσης, Α.Π.Θ.*, σελ. 190, 2011.
· Wessel, P. and Smith, W., "New version of the Generic Mapping Tools", *EOS*, 76-329, 1995.

Seismological Station
University of Thessaloniki

Σεισμική Ακολουθία ΝΑ της Λήμνου, 8/1/2013, 14:16 GMT, M=5.9

Ημι-αυτοποιημένη διαδικασία παρακολούθησης-εξέλιξης σε NRT

Πρόσφατες Σεισμικές Ακολουθίες - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

geophysics.geo.auth.gr/ss/AKOLOYTHIES/01/info.html

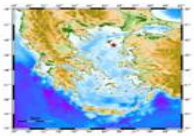
Most Visited skroutz Seismo-Sites EMSC ISC bbnet-gein-MT HYDRA SeisComP Earthquake Glossary International Education Wikipedia Wikipedia-GR

Εξέλιξη Σεισμικής Ακο Go Browse... Upload

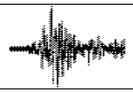
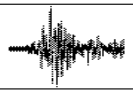
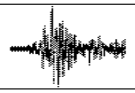
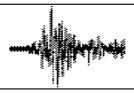
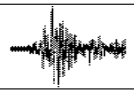
Τομέας Γεωφυσικής Α.Π.Θ Πρόσφατες Σεισμικές Ακολουθίες

Εξέλιξη Σεισμικής Ακολουθίας ΝΔ της ΛΗΜΝΟΥ

(08/01/2013, M=5.9)



Latitude	**39.670N**
Longitude	**25.550E**
Ώρα (GMT)	**14:16:08.8**
Βάθος	**~8 km**

10/01/13	11/01/13	15/01/13	16/01/13	18/01/13
				

Now: 31°C Wed: 29°C Thu: 27°C

Seism

University of Thessaloniki

Σεισμική Ακολουθία ΝΑ της Λήμνου, 8/1/2013, 14:16 GMT, M=5.9
Ημι-αυτοποιημένη διαδικασία παρακολούθησης-εξέλιξης σε NRT

ΣΕΙΣΜΟΣ ΛΗΜΝΟΥ

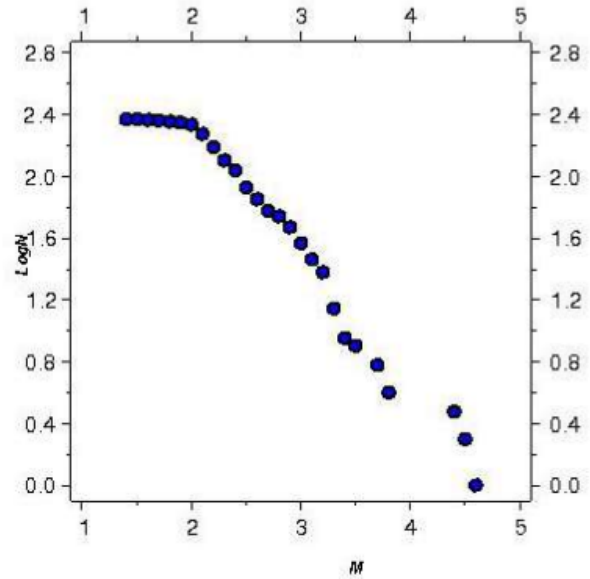
(08/01/2013, 14:16 GMT, M=5.9)

Έπειτα από την τελευταία ενημέρωση (**Last event: 17/01/2013, 23:11:14 GMT**) του καταλόγου της ακολουθίας του σεισμού της Λήμνου προέκυψαν τα ακόλουθα:

Ε. Τέζα

Μ. Σκορδύλης

G-R distribution



Mc = 2.0

LogN = -0.88*M + 4.12

b=0.88

a= 4.12

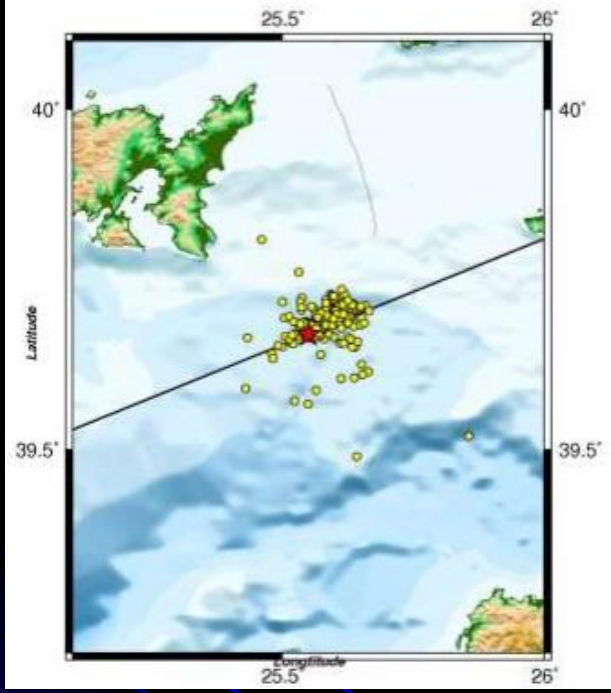
R^2=0.98

σ = 0.01

Σεισμική Ακολουθία ΝΑ της Λήμνου, 8/1/2013, 14:16 GMT, M=5.9

Ημι-αυτοποιημένη διαδικασία παρακολούθησης-εξέλιξης σε NRT

Seismicity map



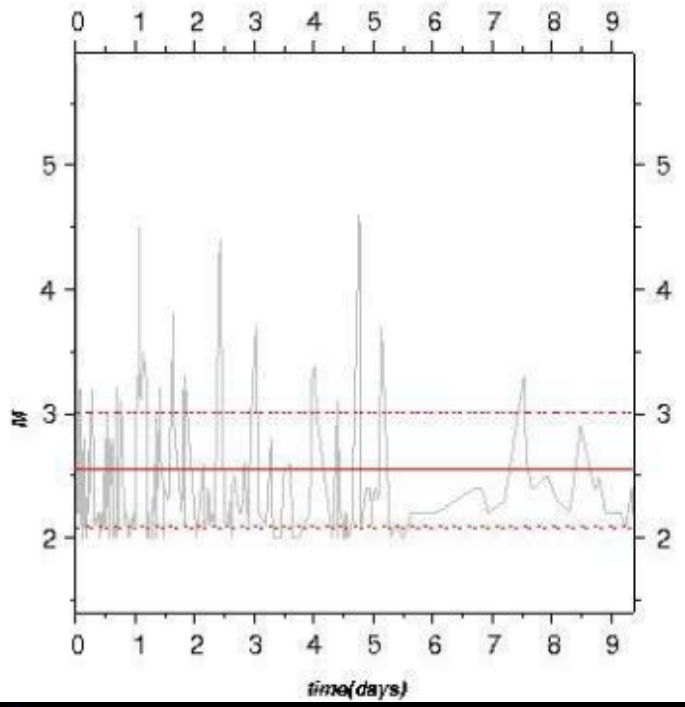
Date: 08/01/2013

Time: 14:16:08

M = 5.9

Latitude = 39.6700

Mean magnitude



Mmean = 2.55

SD= 0.46

Mmean+SD = 3.01

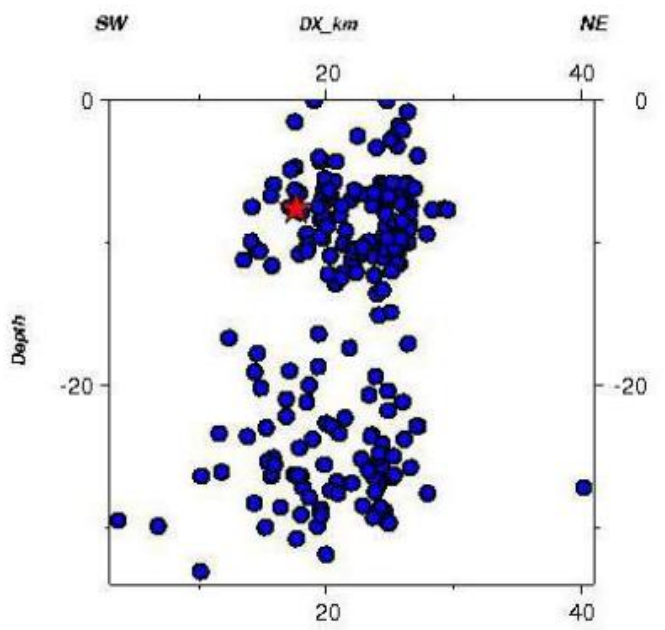
Mmean-SD = 2.09

Seismological Station
University of Thessaloniki

Σεισμική Ακολουθία ΝΑ της Λήμνου, 8/1/2013, 14:16 GMT, M=5.9

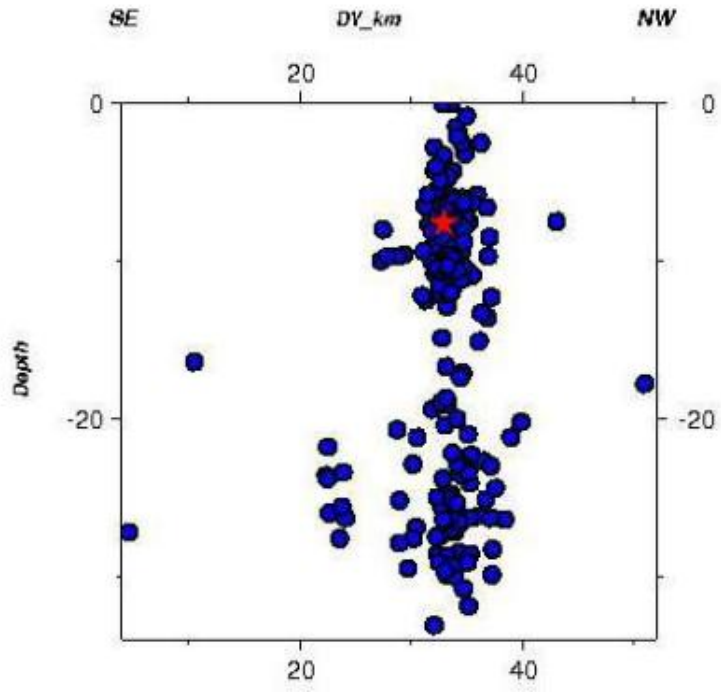
Ημι-αυτοποιημένη διαδικασία παρακολούθησης-εξέλιξης σε NRT

Along-strike section



$\bar{L}$~15 km

Cross-strike section



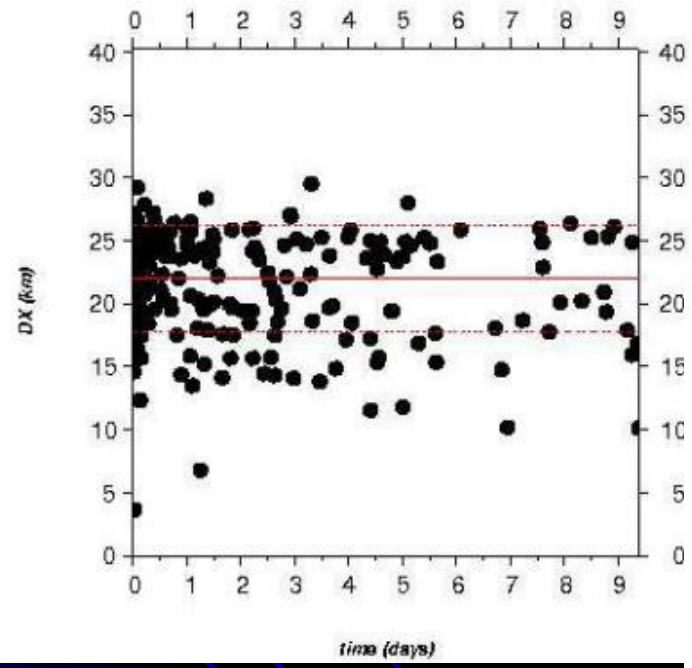
Fault dip almost vertical

Seismological Station
University of Thessaloniki

Σεισμική Ακολουθία ΝΑ της Λήμνου, 8/1/2013, 14:16 GMT, M=5.9

Ημι-αυτοποιημένη διαδικασία παρακολούθησης-εξέλιξης σε NRT

Space-time disctibution

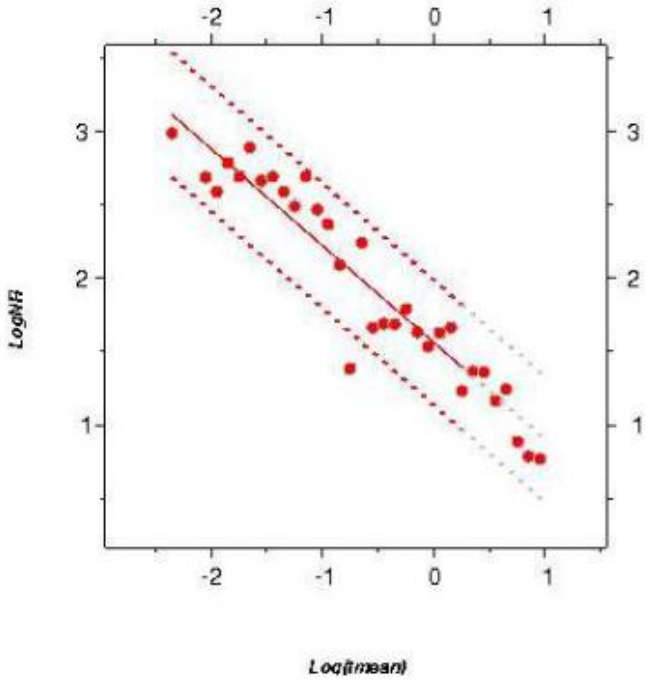


Mean DX = 21.95 km

SD = 4.23 km

Mean DX + SD = 26.18 km

Time distribution



fit 48h: y= -0.66 * x + 1.56

fit 48h 95%

1st : y1= -0.66 * x + 1.99

2nd : y2= -0.66 * x + 1.14

ΠΡΟΓΝΩΣΗ ΣΕΙΣΜΩΝ

Πρόγνωση συγκεκριμένου σεισμού σημαίνει γνώση:

- **του χώρου γένεσης,**
- **του χρόνου γένεσης,**
- **του μεγέθους του**

Επίσης, γνώση των αντιστοίχων τριών, σχετικά μικρών, *αβεβαιοτήτων* (παραθύρων, σφαλμάτων) πριν από τη γένεση του σεισμού

Είδη Προγνώσεων

Όταν ο χρόνος γένεσης του αναμενόμενου σεισμού υπολογίζεται με ακρίβεια:

Α) Μακροπρόθεσμη (long-term) της τάξης λίγων δεκαετιών,

Β) Μεσοπρόσθεσμη (intermediate-term), της τάξης μηνών ή λίγων ετών

Γ) Βραχυπρόθεσμη (short-term) της τάξης ημερών ή εβδομάδων

(Α) = σεισμικότητα περιοχής

(Β) = ρεαλιστική

(Γ) = αδύνατη με την υπάρχουσα γνώση

Χάος ή δυναμική αστάθεια : η σημασία των αρχικών συνθηκών

Έστω x=1.01 και z=0.99
(τιμές πολύ παραπλήσιες)

Θεωρούμε τα τετράγωνά τους
$x^2=1.0201$, $z^2=0.9801$

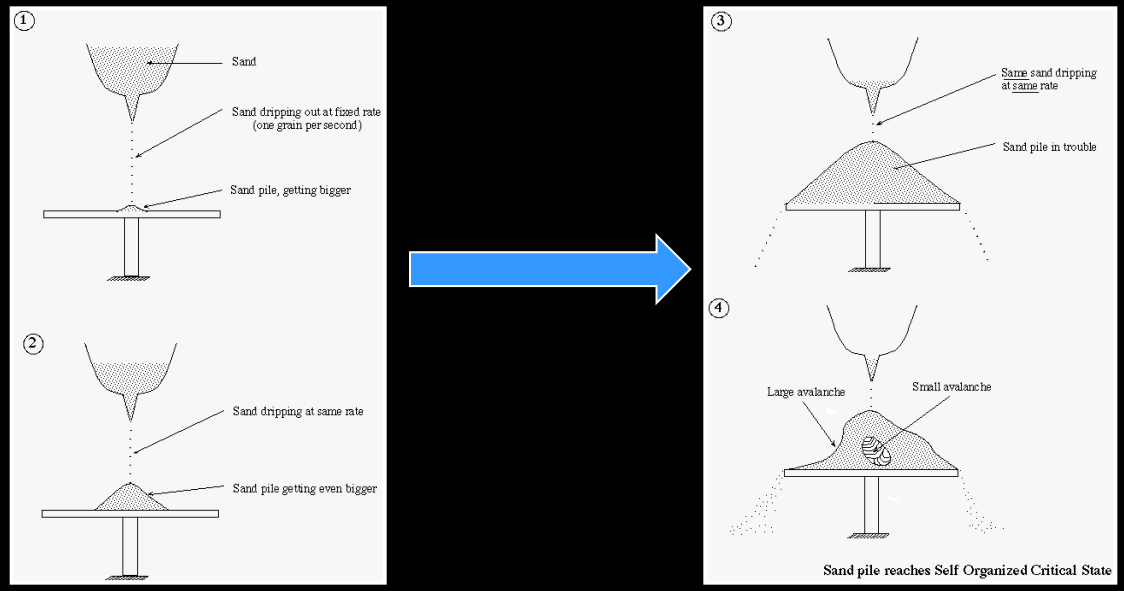
Μετά από 13 διαδοχικές υψώσεις στο τετράγωνο

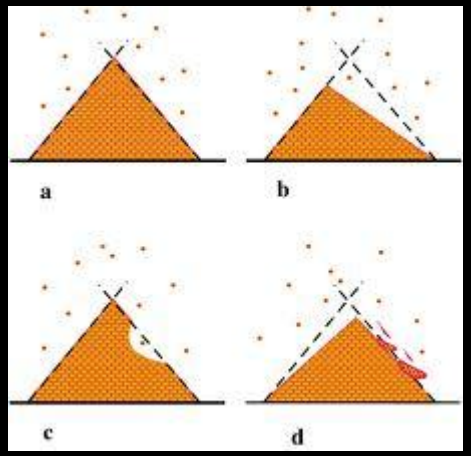
προκύπτει τεράστια διαφορά της τάξης του 10^{71}

	x	z
	1.01	0.99
1	1.0201	0.9801
2	1.040604	0.960596
3	1.082857	0.922745
4	1.172579	0.851458
5	1.374941	0.72498
6	1.890462	0.525596
7	3.573846	0.276252
8	12.77238	0.076315
9	163.1336	0.005824
10	26612.57	3.39E-05
11	7.08E+08	1.15E-09
12	5.02E+17	1.32E-18
13	2.52E+35	1.75E-36

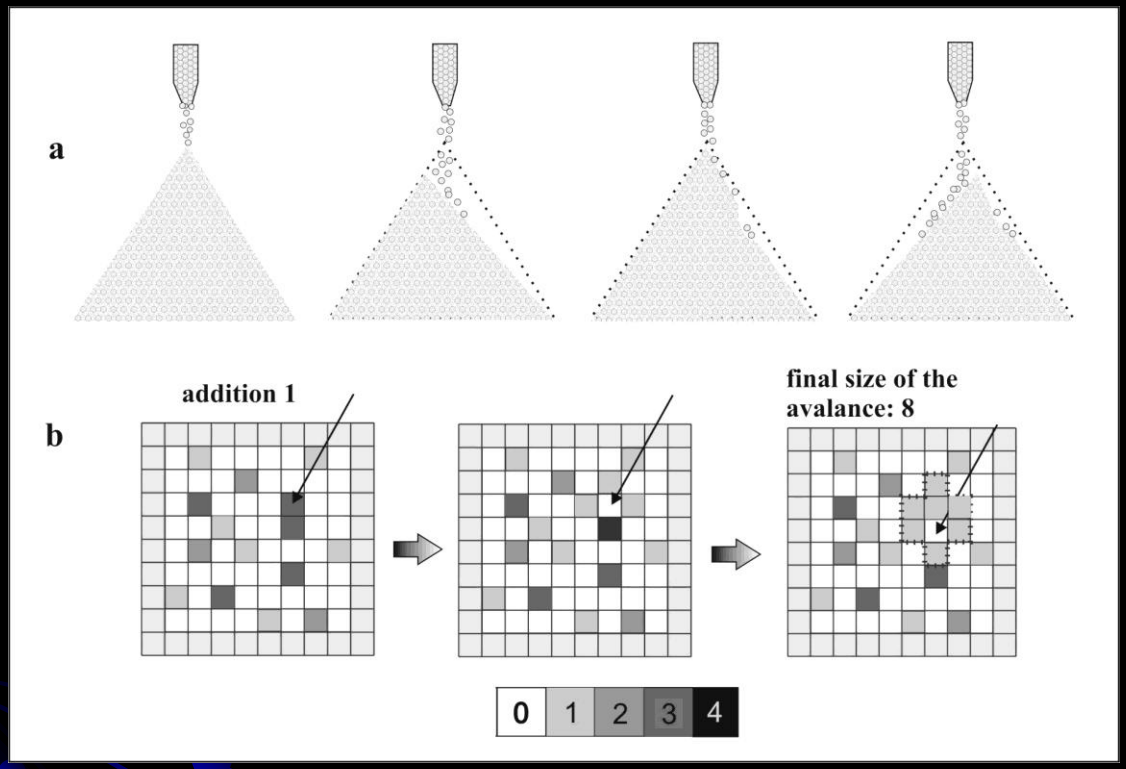
Σε ένα χαοτικό (δυναμικά εξελισσόμενο) σύστημα, πολύ μικρές διαφορές στις αρχικές συνθήκες θα επιφέρουν, μακροπρόθεσμα, απίστευτα μεγάλες διαφορές στο τελικό αποτέλεσμα …

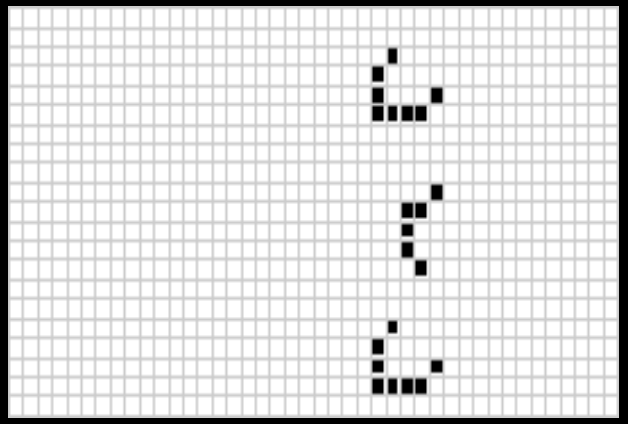
Κατά τα τέλη της 10ετίας του ’80 προτάθηκε ότι ο γήινος φλοιός, σε τοπική ή παγκόσμια κλίμακα, βρίσκεται πάντοτε σε κατάσταση ***αυτο-οργανωμένης κρισιμότητας (Self Organized Criticality, SOC).***





Το αντίστοιχο μοντέλο κυψελιδωτού αυτομάτου 2d (cellular automaton 2d)



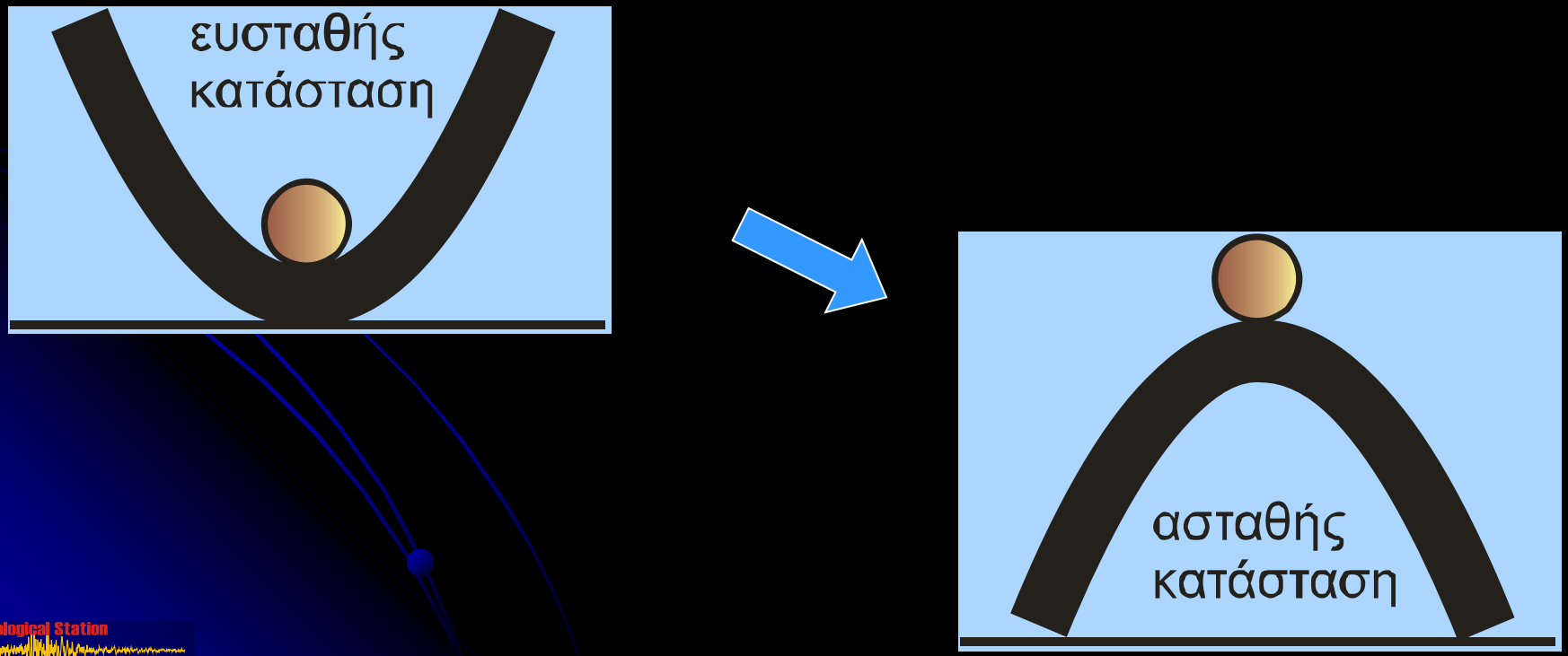


- Τετραγωνισμένο πλέγμα κυψελώνRectangular grid of sites
- Κάθε κυψέλη μπορεί να υποστηρίξει μέχρι 3 κόκκους άμμου
- Κόκκοι άμμου προστίθενται τυχαία στο πλέγμα
- Κυψέλες με 4 κόκκους «κατολισθαίνουν» στις γειτονικές κυψέλες (4 σε γειτονιά van Neumann, 8 σε γειτονιά Moore)
- Ανακατανομή των κόκκων μπορεί να ενεργοποιήσει «καταρρεύσεις» γειτονικών κυψελών οι οποίες με τη σειρά τους μπορεί να οδηγήσουν σε κατάρρευση τις γειτονικές τους, κ.ο.κ.

Κρίσιμο Σημείο (Critical Point): Είναι το σημείο στο οποίο οι φυσικές ιδιότητες του συστήματος μεταβάλλονται απότομα (π.χ. το σημείο στο οποίο αλλάζει η φάση ενός σώματος από υγρό σε αέριο κτλ).

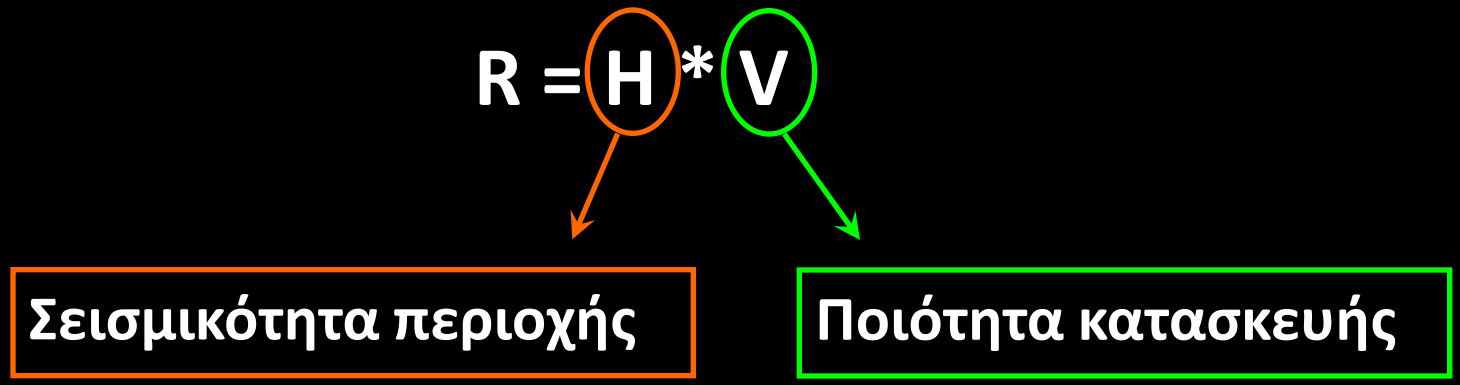
Η γένεση ενός σεισμού μπορεί να θεωρηθεί ως ένα τέτοιο κρίσιμο σημείο

Του κρίσιμου σημείου προηγείται μια περίοδος κατά τη διάρκεια της οποίας το σύστημα περνάει από ευσταθή σε μετα-ευσταθή (ασταθή) κατάσταση.



Πώς ελαχιστοποιούμε τον κίνδυνο;

Ο σεισμικός κίνδυνος, R, εκφράζει το αναμενόμενο αποτέλεσμα της σεισμικής κίνησης σε μια κατασκευή:



Ποιά ποσότητα μπορούμε να επηρεάσουμε;

Ενεργητική Αντισεισμική Πολιτική

Συνεισφορά Σεισμολογίας

Μελέτες σεισμικότητας, εκτίμηση σεισμικής επικινδυνότητας → Αντισεισμικός κανονισμός

Εφαρμογή σύγχρονων προγνωστικών μοντέλων μεσοπρόθεσμης πρόγνωσης → Χωρικά εστιασμένα μεσοπρόθεσμων μέτρων πρόληψης

RT παρακολούθηση μέσω σύγχρονων σεισμολογικών δικτύων και εφαρμογή μοντέρνων μεθοδολογιών → Εκτίμηση εξέλιξης σεισμικής διέγερσης

Ευχαριστώ
για την προσοχή σας !