

Μακροσεισμικές εντάσεις Κατανομή εντάσεων Μεγάλοι σεισμοί

Ποιά η σχέση κατανομής βλαβών και PGA;
Σεισμική επικινδυνότητα με εντάσεις

Σε τί οφείλεται η διασπορά στις εμπειρικές σχέσεις;

Εδαφική δόνηση: μέγεθος, απόσταση (;

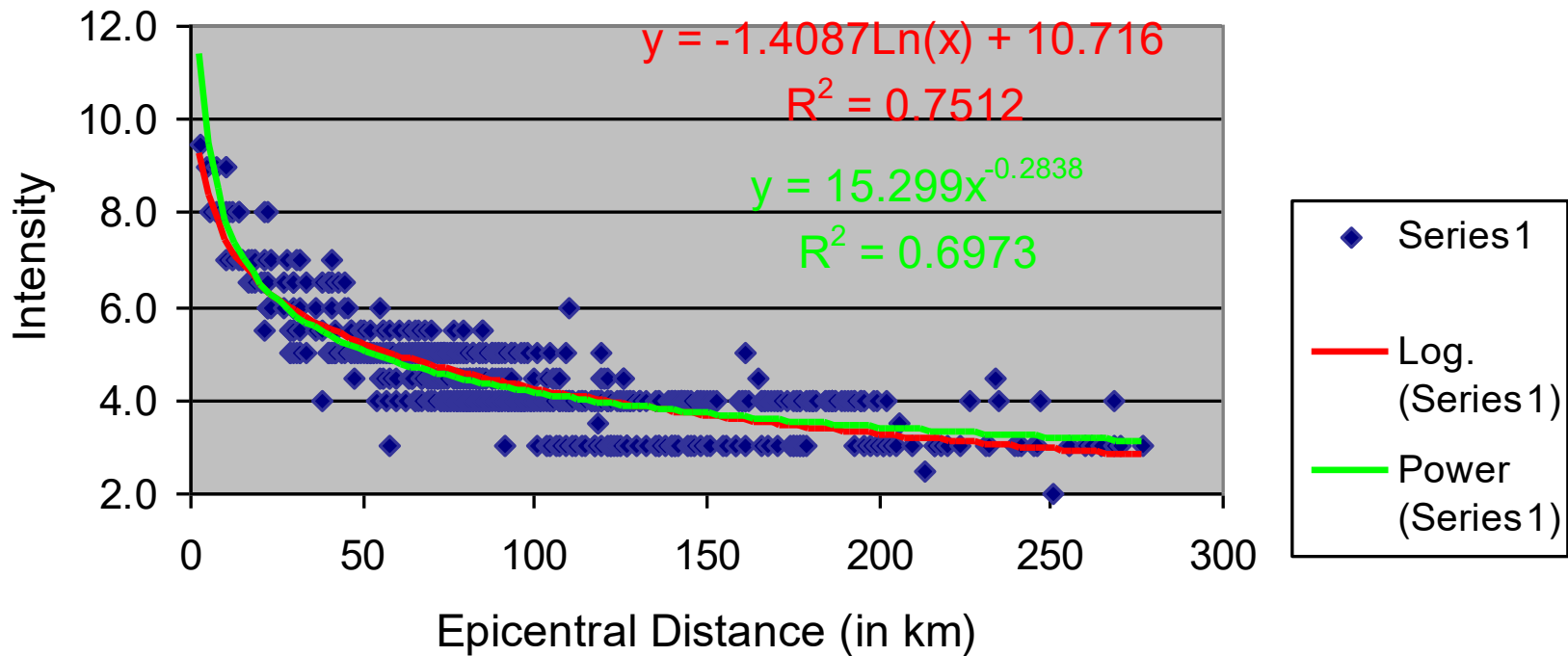
αλλά και: έδαφος, τοπογραφία

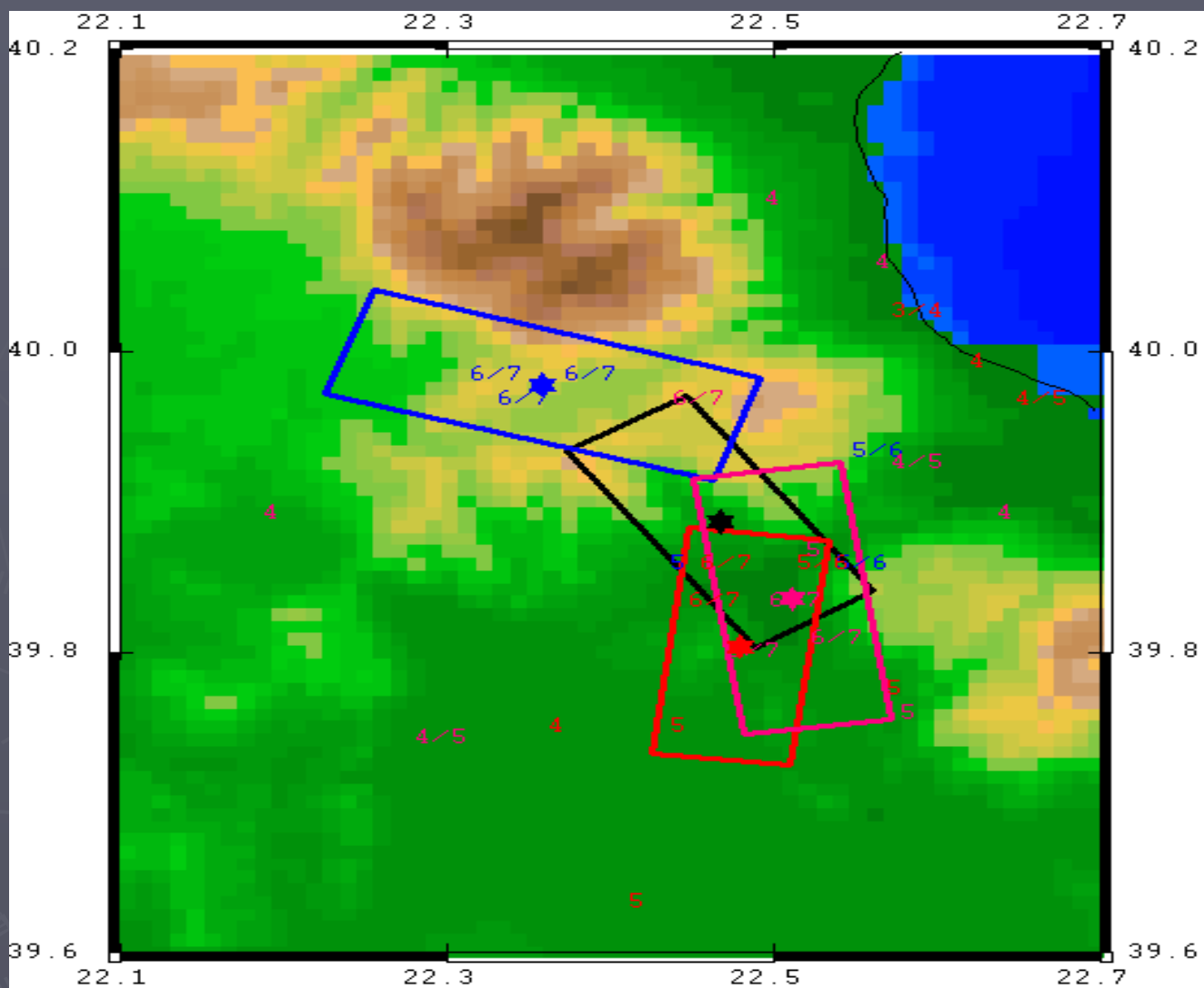
αλλά ακόμα και: χαρακτηριστικά ανθρώπινου και φυσικού
περιβάλλοντος

(ιδιαιτερότητες γεωτεχνικής και τοπογραφικής φύσης)

1995 May 13 Kozani - Grevena Mw6.6

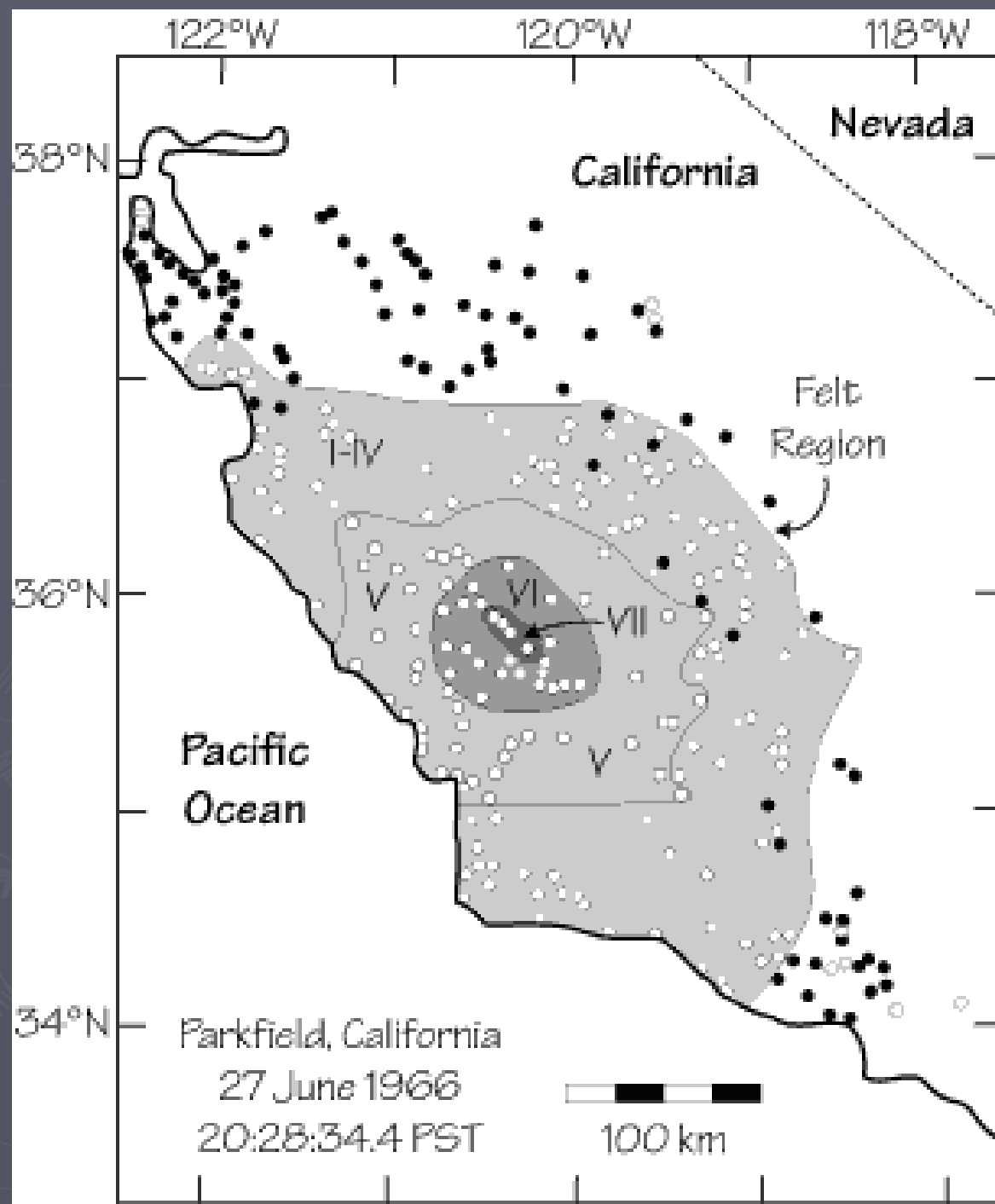
Intensity vs Epicentral Distance





Mercator projection
Gonnoi 09-06-2003

0 km 30



Εξασθένηση της έντασης

Η διαφορά της επικεντρικής και τοπικής έντασης αυξάνει με την απόσταση

Η κλίση της καμπύλης μειώνεται

Εμπειρικές σχέσεις που περιέχουν λογάριθμο και ρίζα

Von Kovesligethy 1906

$$\Delta I = 3 \log_{10} \left(\frac{D_i}{h} \right) + B(D_i - h),$$

$$D_i = \sqrt{D^2 + h^2}$$

Nuttli & Gupta 1976

$$\Delta I = s \log_{10} \left(\frac{D_i}{h} \right)$$

Blake 1941

$$\Delta I = C_1 + C_2 (k \Delta \log_{10} c + \log_{10} \Delta)$$

Berardi et al. 1993

$$\Delta I = \alpha + \beta \sqrt[3]{D}$$

Ένταση

- ▶ Κλιμακωτή παράμετρος σε γραμμικές σχέσεις;
- ▶ Αλλά: γραμμική συσχέτιση $I_{\max}$ και M
- ▶ Τι σημαίνει $I=7.8$;
- ▶ Διαφορές I_0 και $I_{\max}$
- ▶ $I_0 = I_{\max} \cdot n > 1$
- ▶ $I_0 = \max(I_0, I_{\max} - 1)$
- ▶ Ακρίβεια μισού βαθμού

Εστιακό βάθος

- ▶ Ποιο είναι το σημείο;
- ▶ Επιφανειακοί σεισμοί
- ▶ Πότε $D=h$;
- ▶ Έκταση της σεισμικής πηγής
- ▶ Εγγύς πεδίο
- ▶ Από πού αρχίζει η εξασθένηση;

Μακροσεισμικά δεδομένα

- ▶ Πόσο πλήρες είναι το δείγμα;

Πηγή – σεισμογόνος χώρος

- ▶ Περιοχή – εγγύς πεδίο – σημείο
- ▶ Μακροσεισμικό επίκεντρο (μέγιστα αποτελέσματα)
- ▶ Αριθμός $I_{\max}$

1. Μέγιστες εντάσεις
2. Εντάσεις ενδιάμεσου βαθμού
3. $n > 3$

Ισοδύναμο μέγεθος ροπής

► $M=f(I_0)$

Μεγάλη διασπορά, εστιακό βάθος, υπερεκτίμηση επιφανειακών, υποεκτίμηση σεισμών βάθους

► $M=f(IA)$ $M=f(FA)$

Ομαλοποίηση επίδρασης μηχανισμού γένεσης και τοπικών ανωμαλιών. Εστιακό βάθος

► $M=f(I_0, IA/FA)$

Εστιακό βάθος

$$M = a + bI_0^2 + c \log^2(A_I) \quad n_I \geq 4$$

Ισοδύναμο μέγεθος ροπής

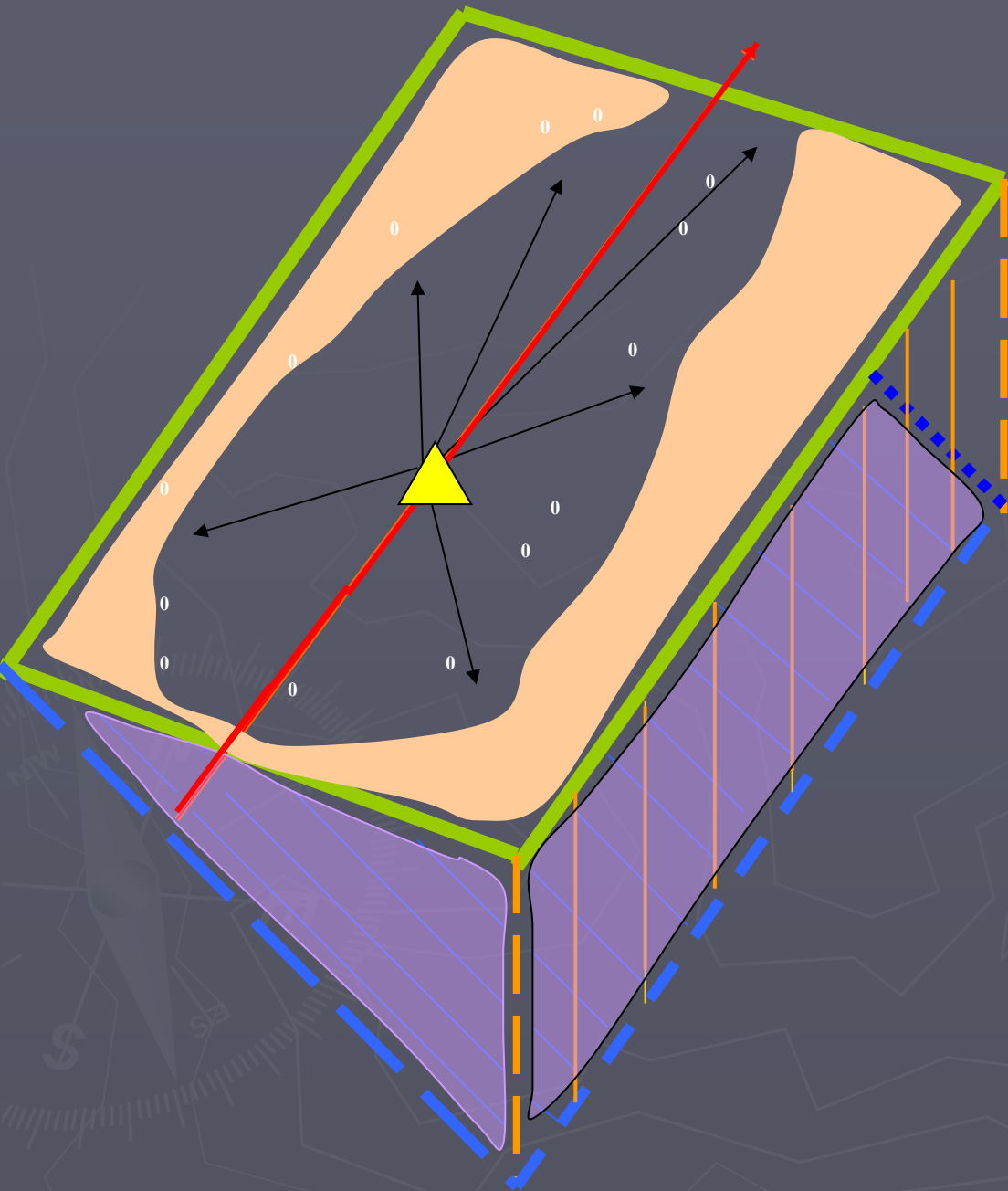
- ▶ Διαφορετική βαρύτητα δίνεται:
Στην αβεβαιότητα μεγέθους
Στην καλή γνώση του σεισμού
Στον αριθμό των τιμών έντασης
- ▶ Υπολογίζεται ανεξάρτητα ένα μέγεθος για κάθε βαθμό έντασης
- ▶ Το τελικό M είναι ο σταθμισμένος μέσος όλων των M_I
- ▶ $M \geq 5.5$

Διαστάσεις της πηγής

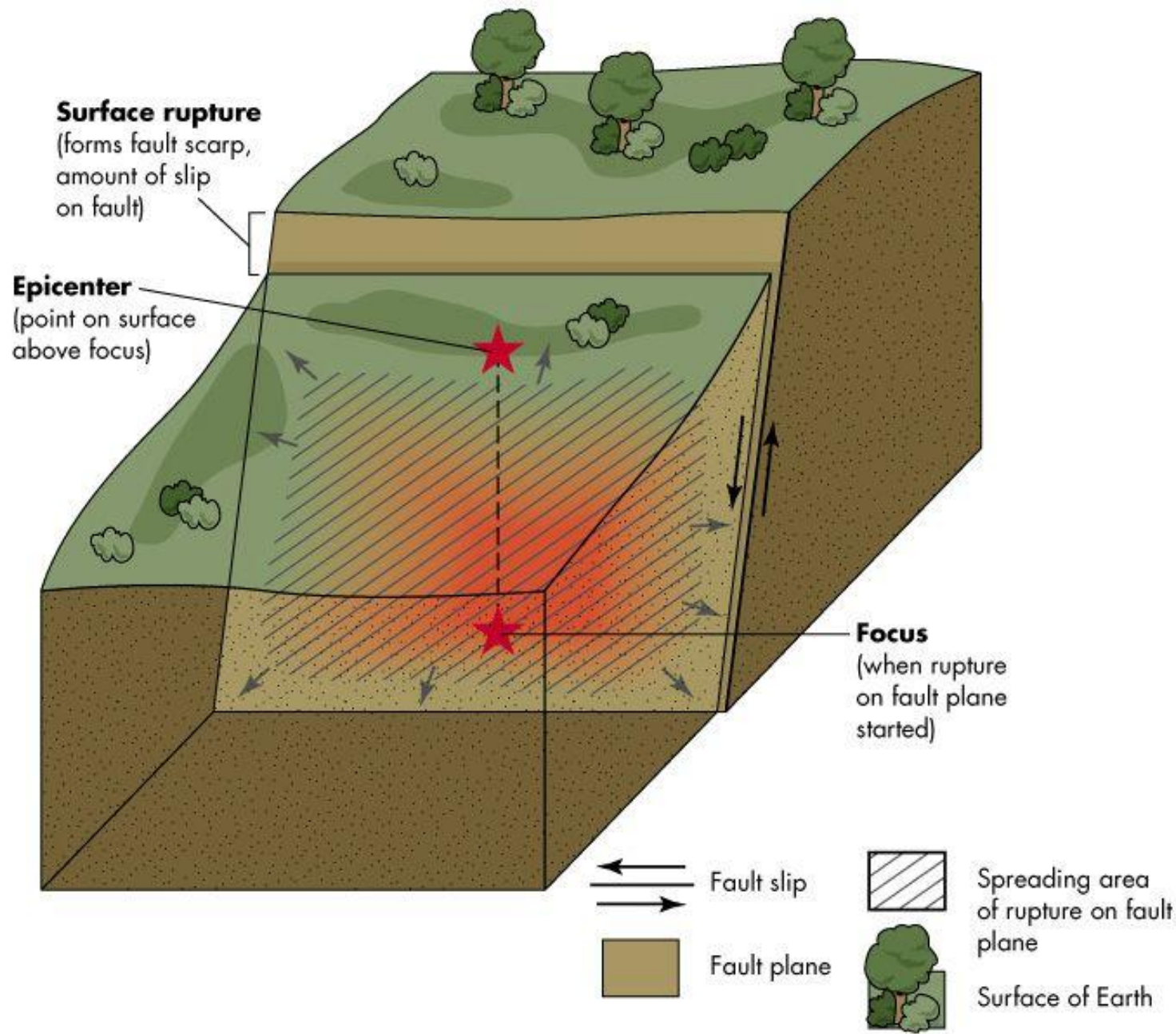
- ▶ Ο κάθε σεισμός αντιπροσωπεύει το μέγιστο δυναμικό της πηγής
- ▶ $\text{Log}_{10}(\text{RLD}) = 0.59(\pm 0.02)*M - 2.44(\pm 0.11)$
- ▶ $\text{Log}_{10}(\text{RW}) = 0.32(\pm 0.02)*M - 1.01(\pm 0.10)$
- ▶ Wells & Coppersmith 1994

Διεύθυνση της σεισμογόνου πηγής

- ▶ Η διεύθυνση του μέγιστου άξονα κατανομής των $I_{\max}$ εξαρτάται από την γεωμετρία της πηγής
- ▶ Η κατανομή των $I_{\max}$ αντικατοπτρίζει την προβολή του ρήγματος στην επιφάνεια
- ▶ Υπάρχει φυσική σύνδεση πηγής και εδαφικής κίνησης στην επιφάνεια
- ▶ Σε κάθε τόπο έντασης I αντιστοιχεί άνυσμα ως προς το μακροσεισμικό επίκεντρο
- ▶ Το αζιμούθιο κάθε ανύσματος πρέπει να προσεγγίζει την πραγματική διεύθυνση του ρήγματος
- ▶ Όσο μακρύτερα ο τόπος, τόσο μεγαλύτερη η πιθανότητα



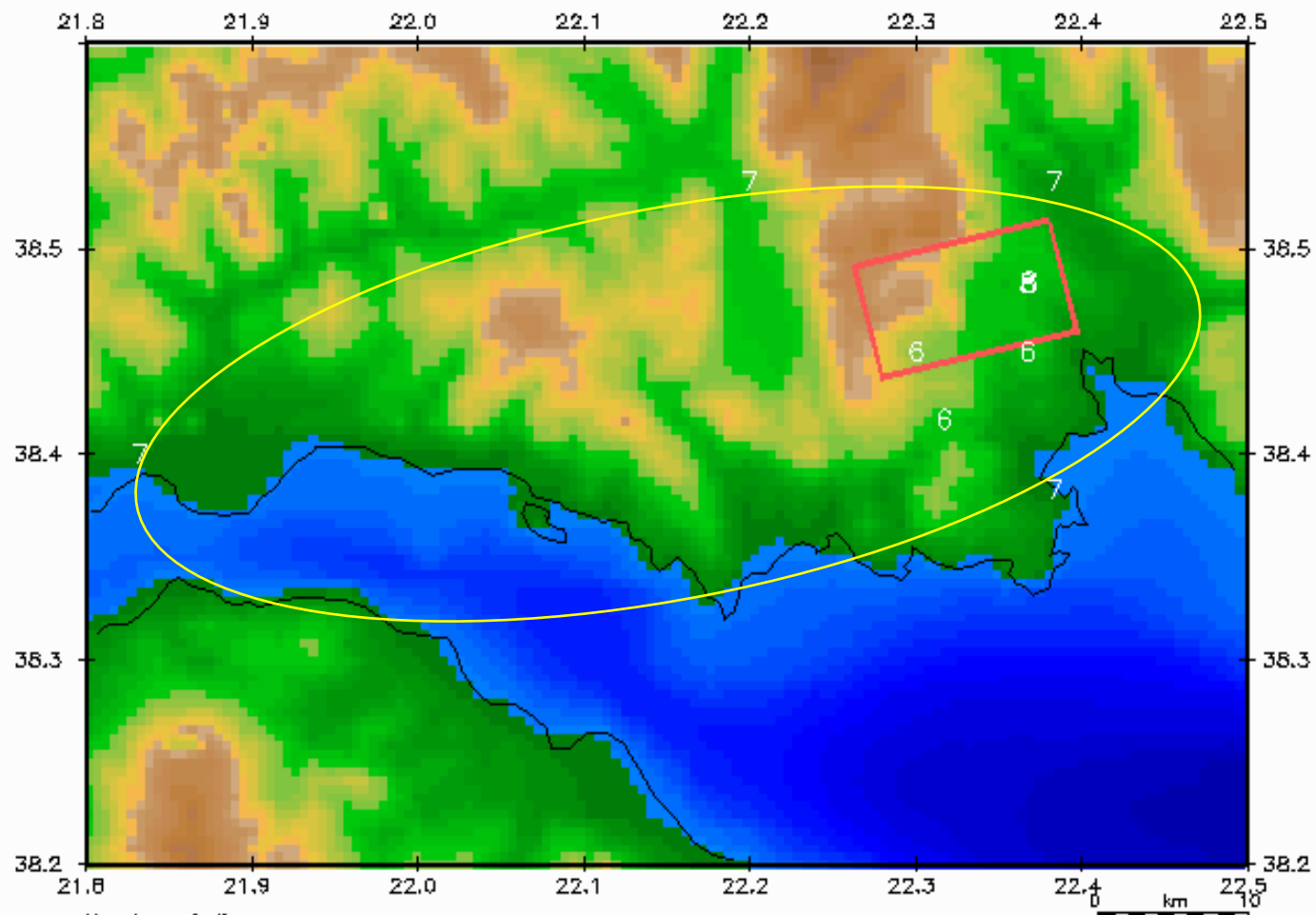
- ▶ Υπολογισμός του κυκλικού μέσου των αζιμουθίων
- ▶ Το αζιμούθιο κυμαίνεται $0^\circ - 180^\circ$
- ▶ Εξαρτάται από την ομοιομορφία κατανομής δεδομένων

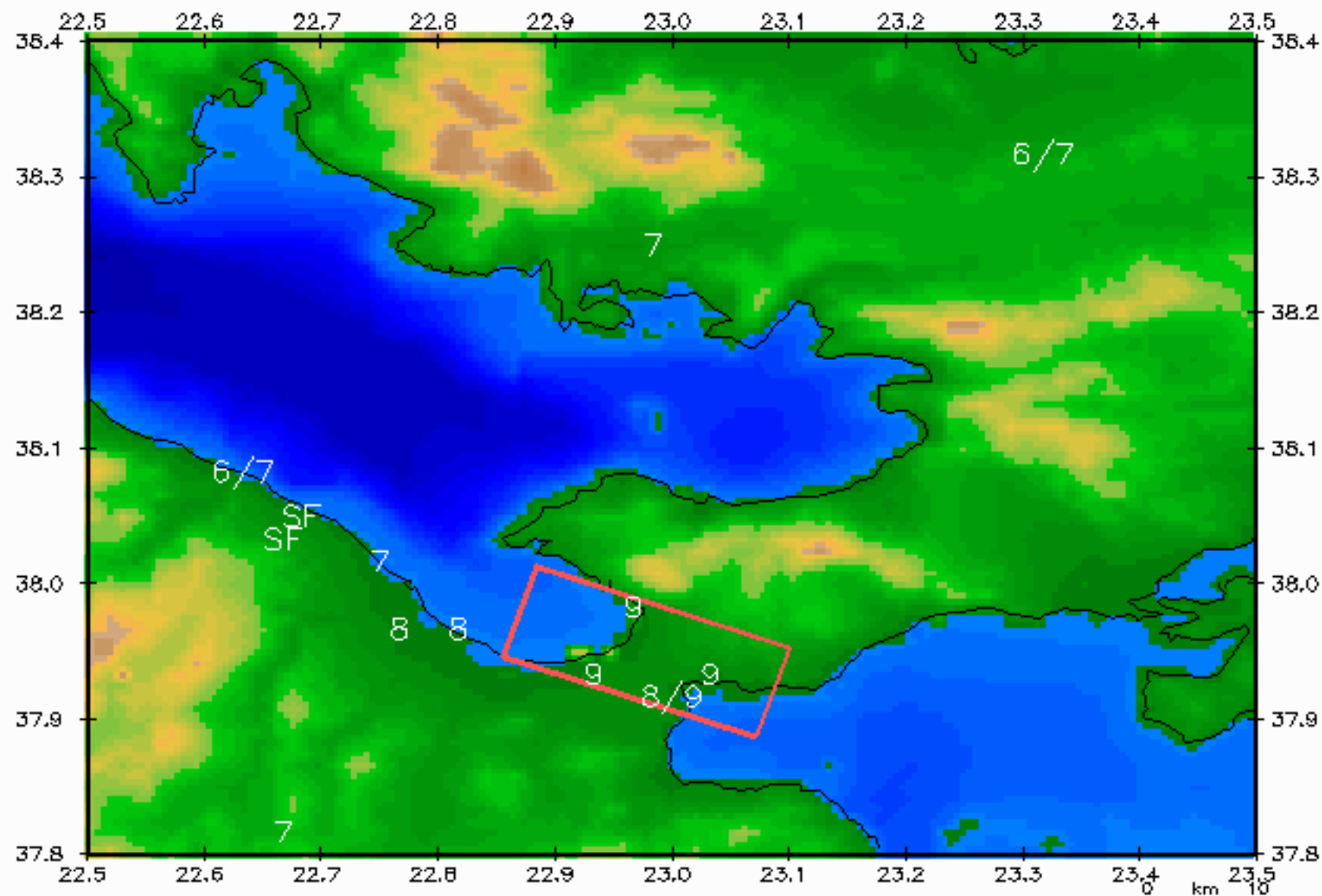


(also
hypocenter)

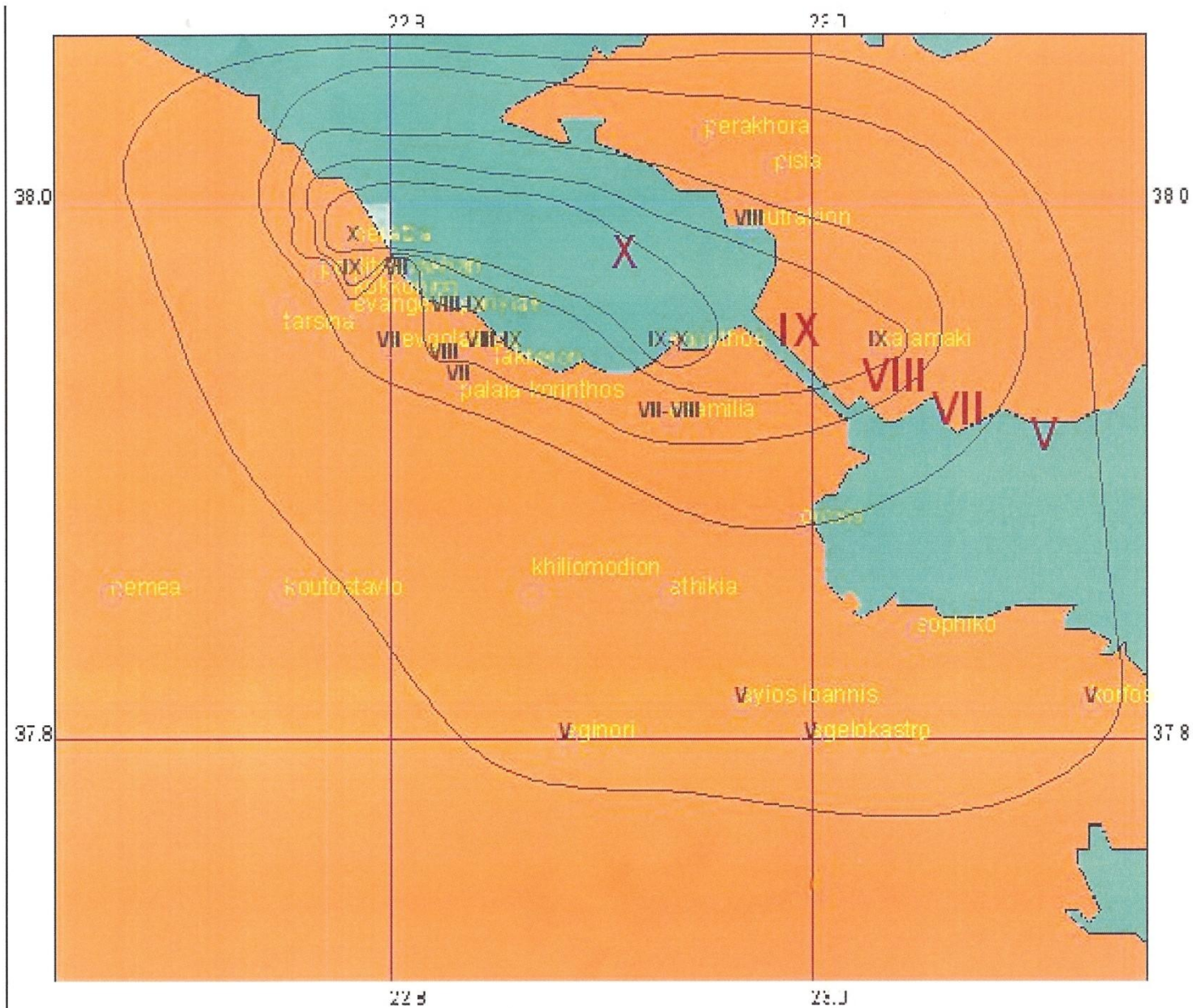
Συνοπτικά-περιορισμοί

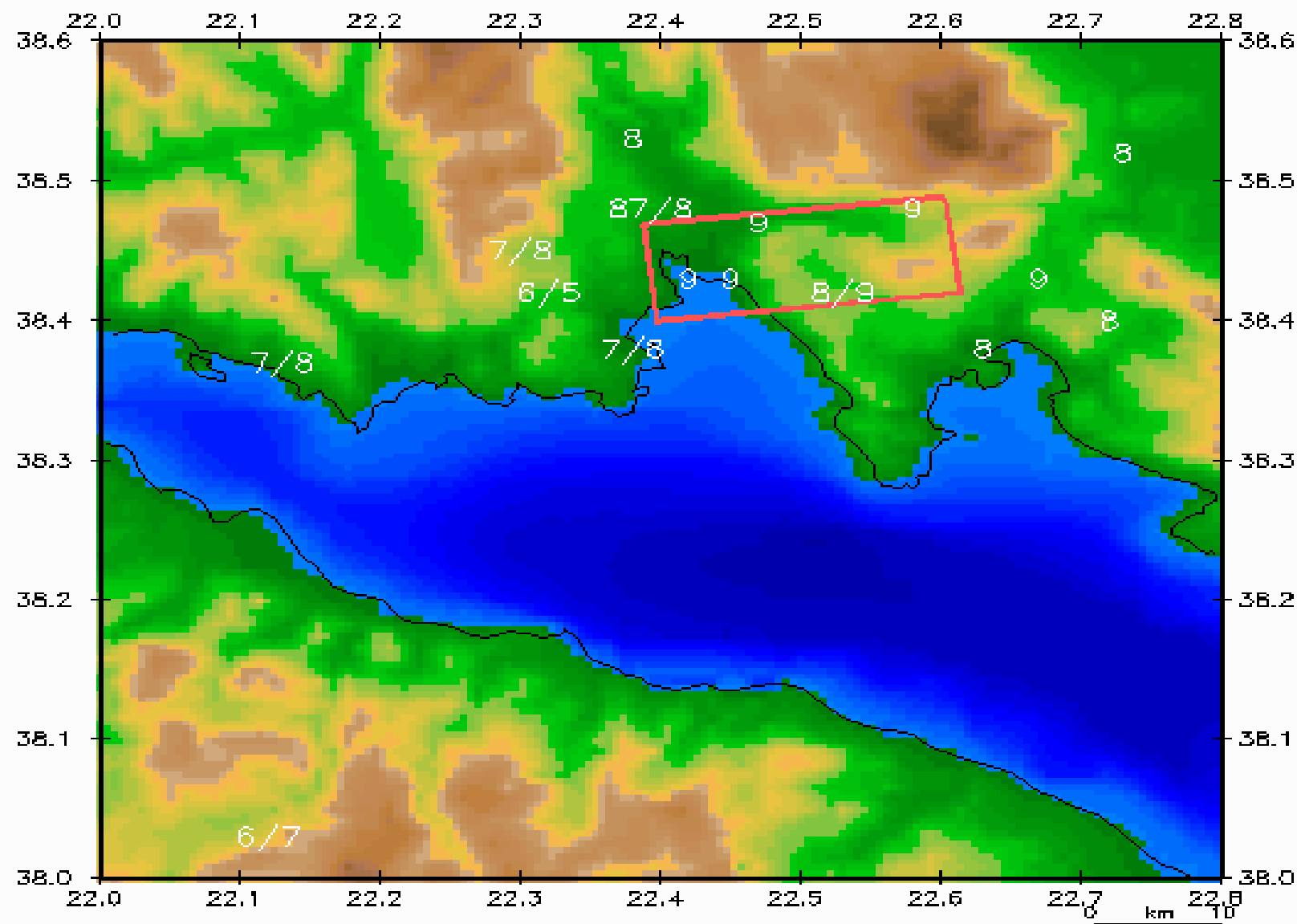
- ▶ Η σεισμογόνος πηγή αντιστοιχεί σε διαστάσεις σεισμογόνου ρήγματος
- ▶ Το υποψήφιο σεισμογόνο ρήγμα δίνει τις αρχικές διαστάσεις της πηγής (Wells & Coppersmith)
- ▶ Θεωρείται ότι ενεργοποιήθηκε όλο (μέγιστο μέγεθος)
- ▶ Η μέγιστη ένταση θεωρείται ότι είναι η μέγιστη πιθανή
- ▶ Ο παράγοντας έδαφος μπορεί να υπερεκτιμήσει το μέγεθος
- ▶ Ανεξάρτητη μέθοδος με σεισμοτεκτονικά αποτελέσματα



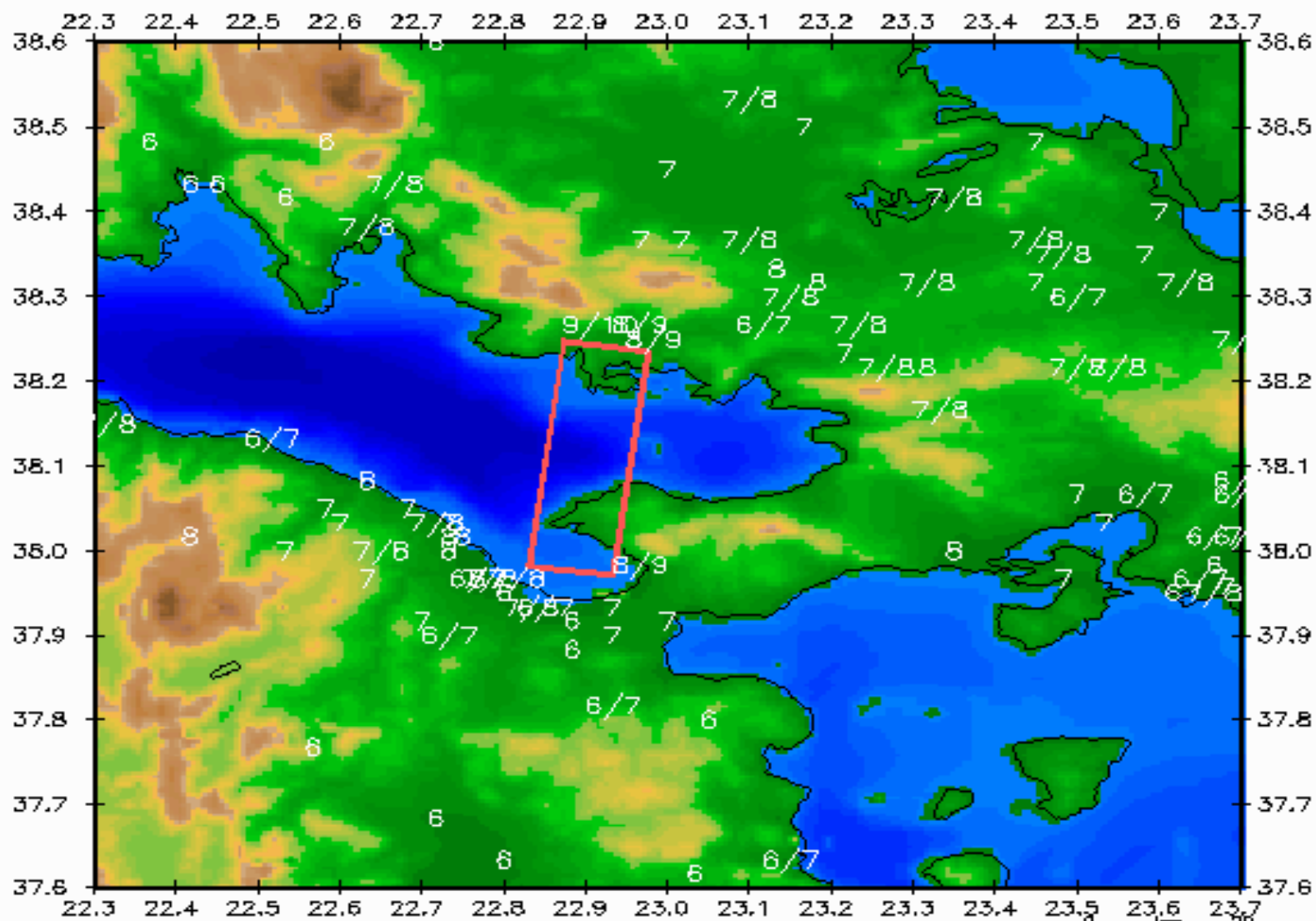


Mercator projection
1928 April 22 CORINTH

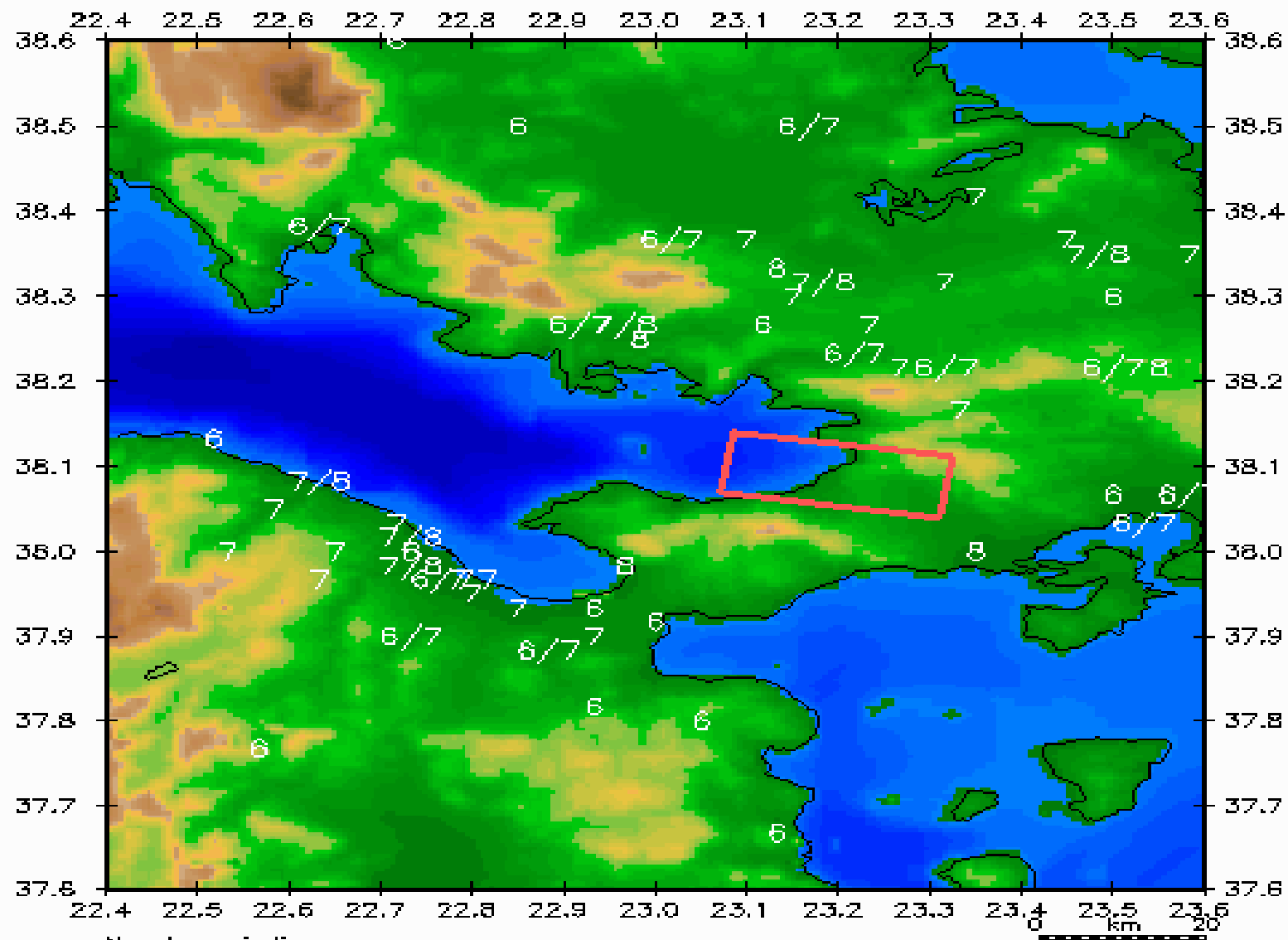


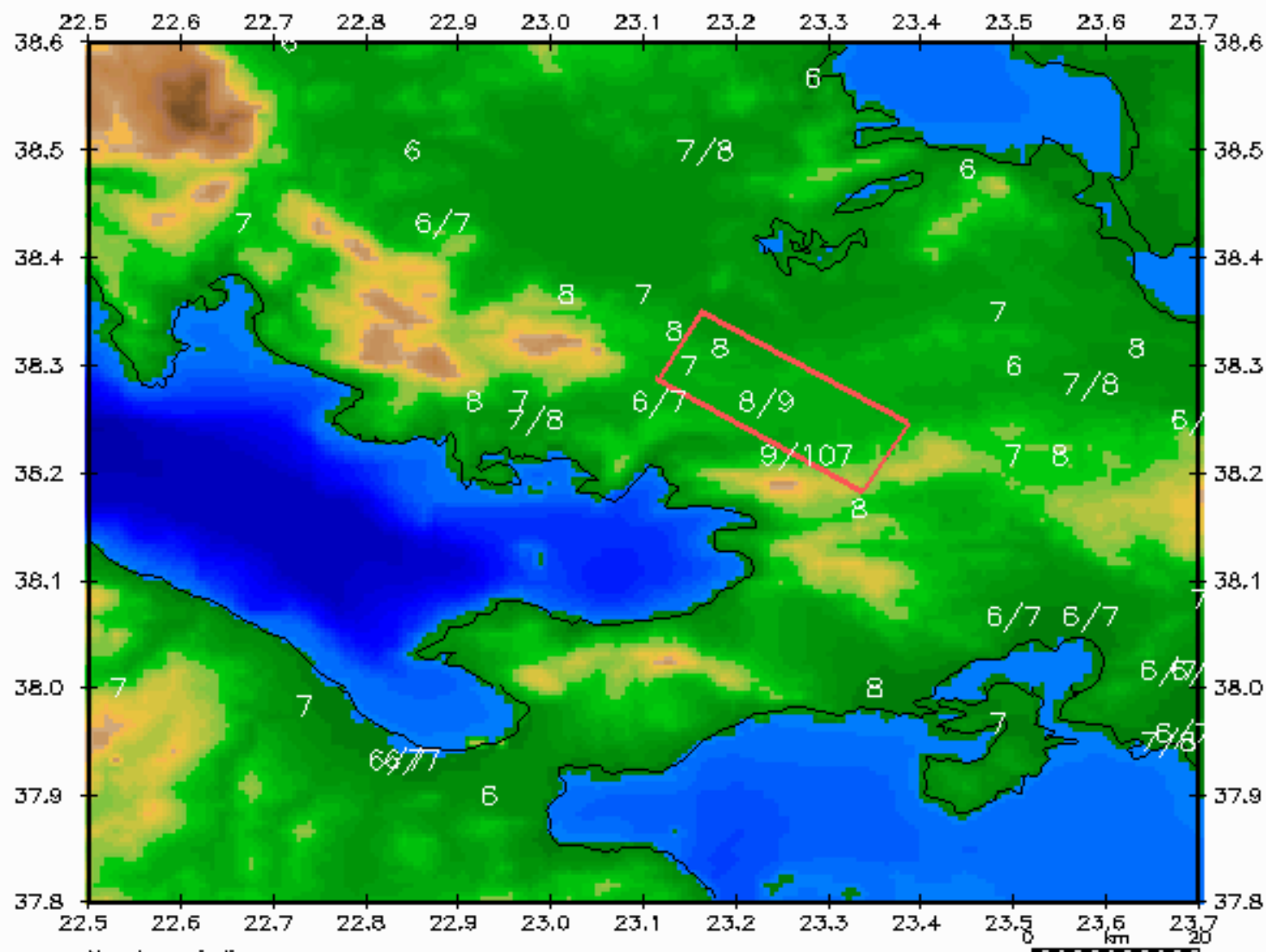


Mercator projection
1870 August 1 PHOKIS

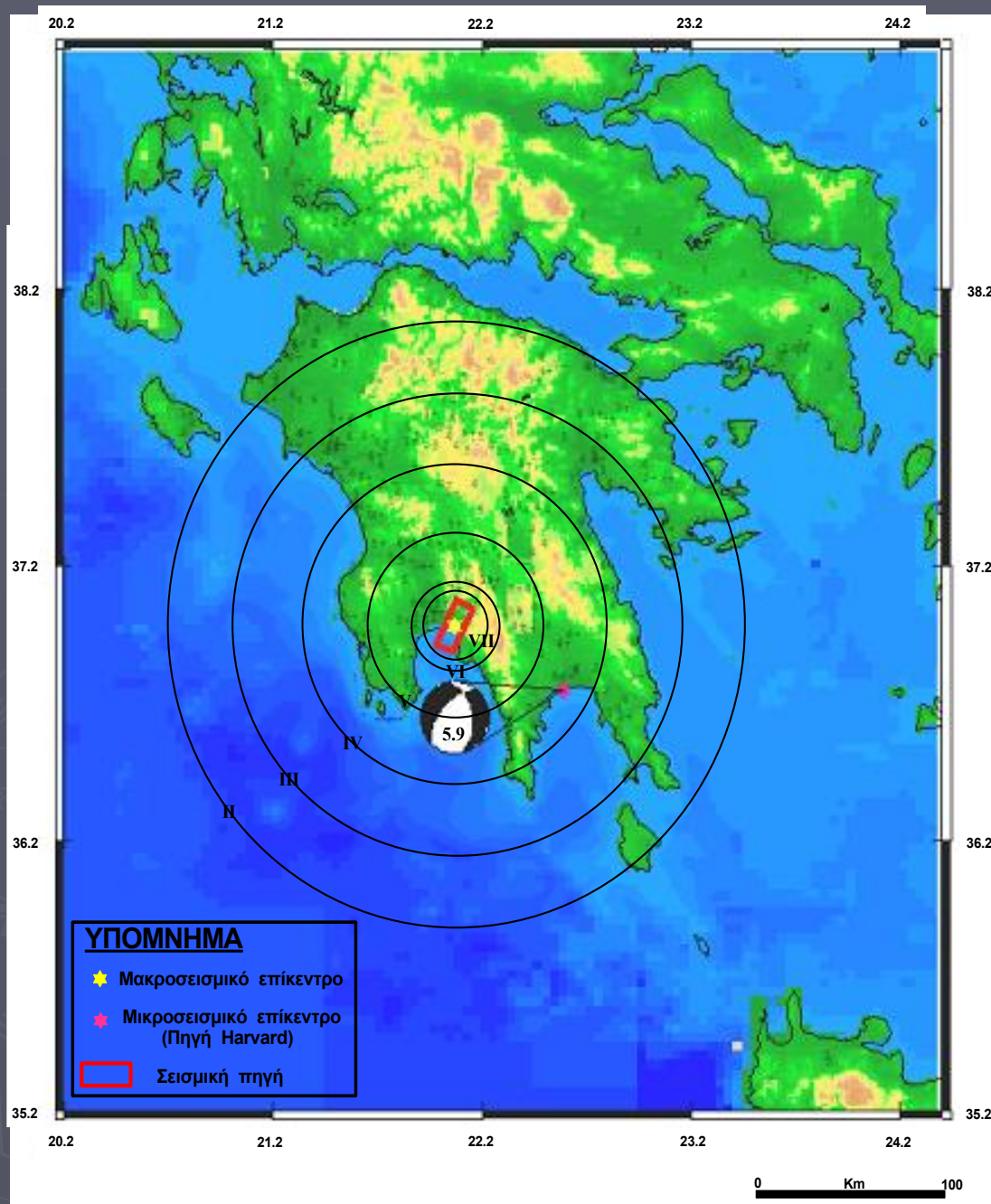


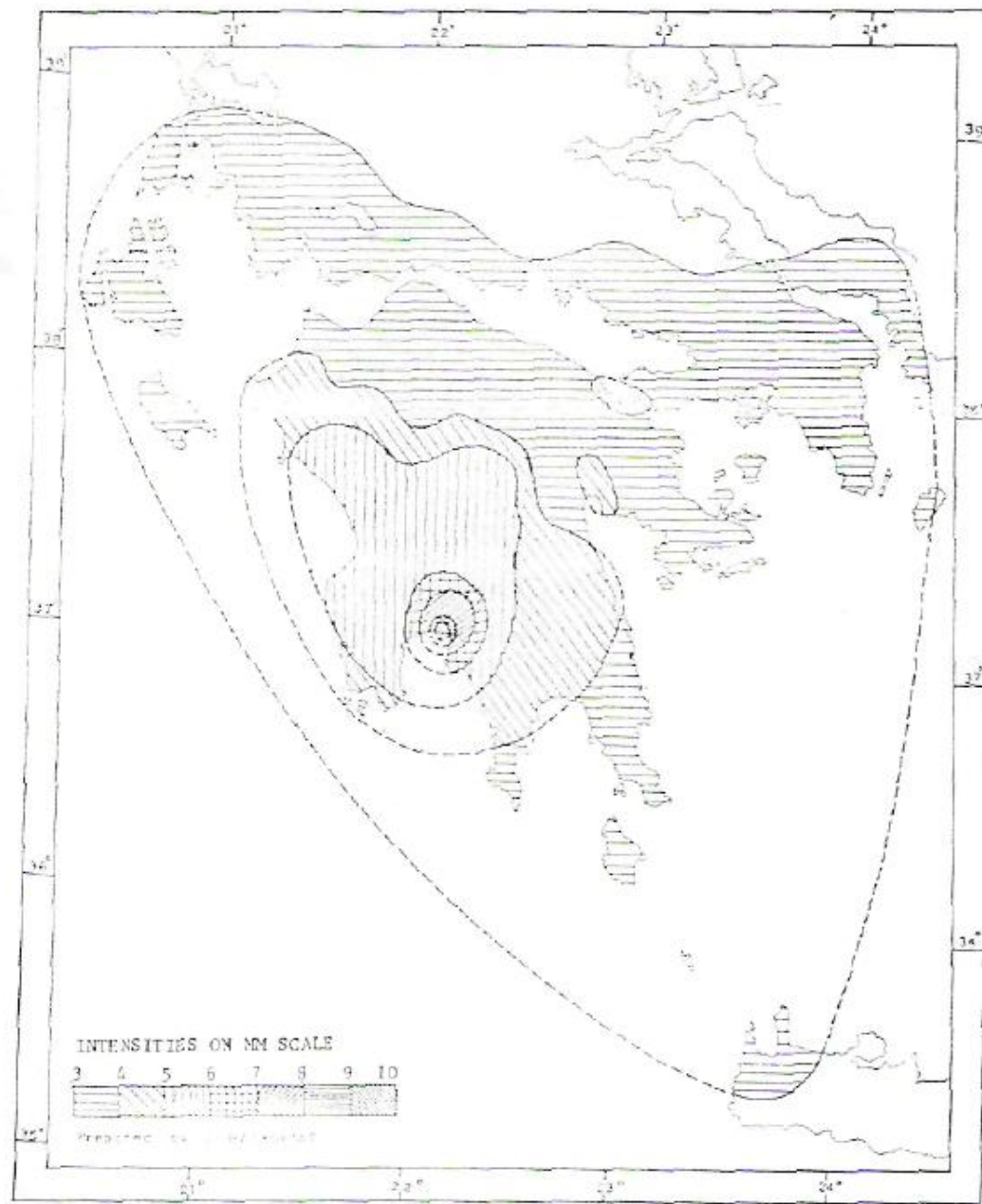
Mercator projection
1981 February 24 ALKYONIDES





Mercator projection
1981 March 4 ALKYONIDES

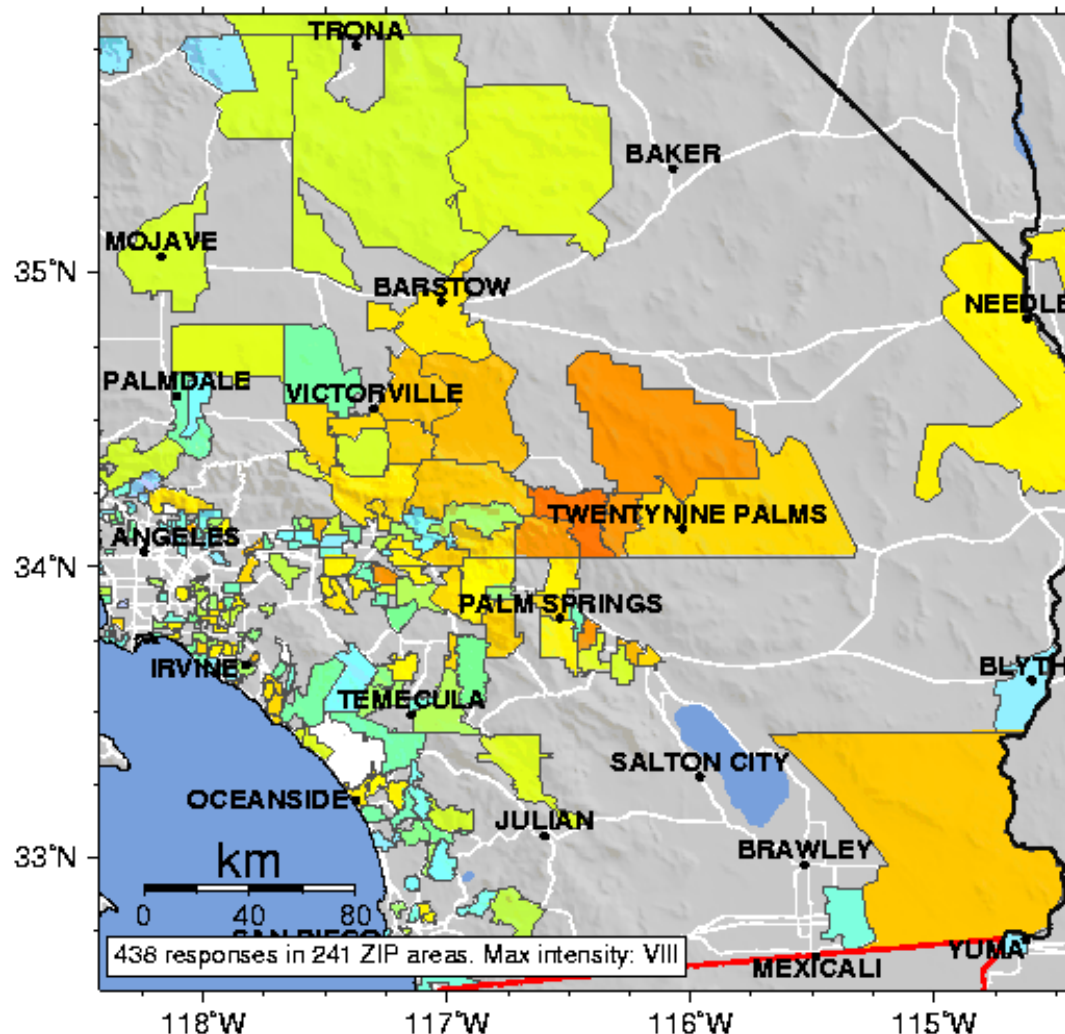




Landers 1992 earthquake: Felt intensity by zip code

Community Internet Intensity Map for Landers (JUN 28 1992)

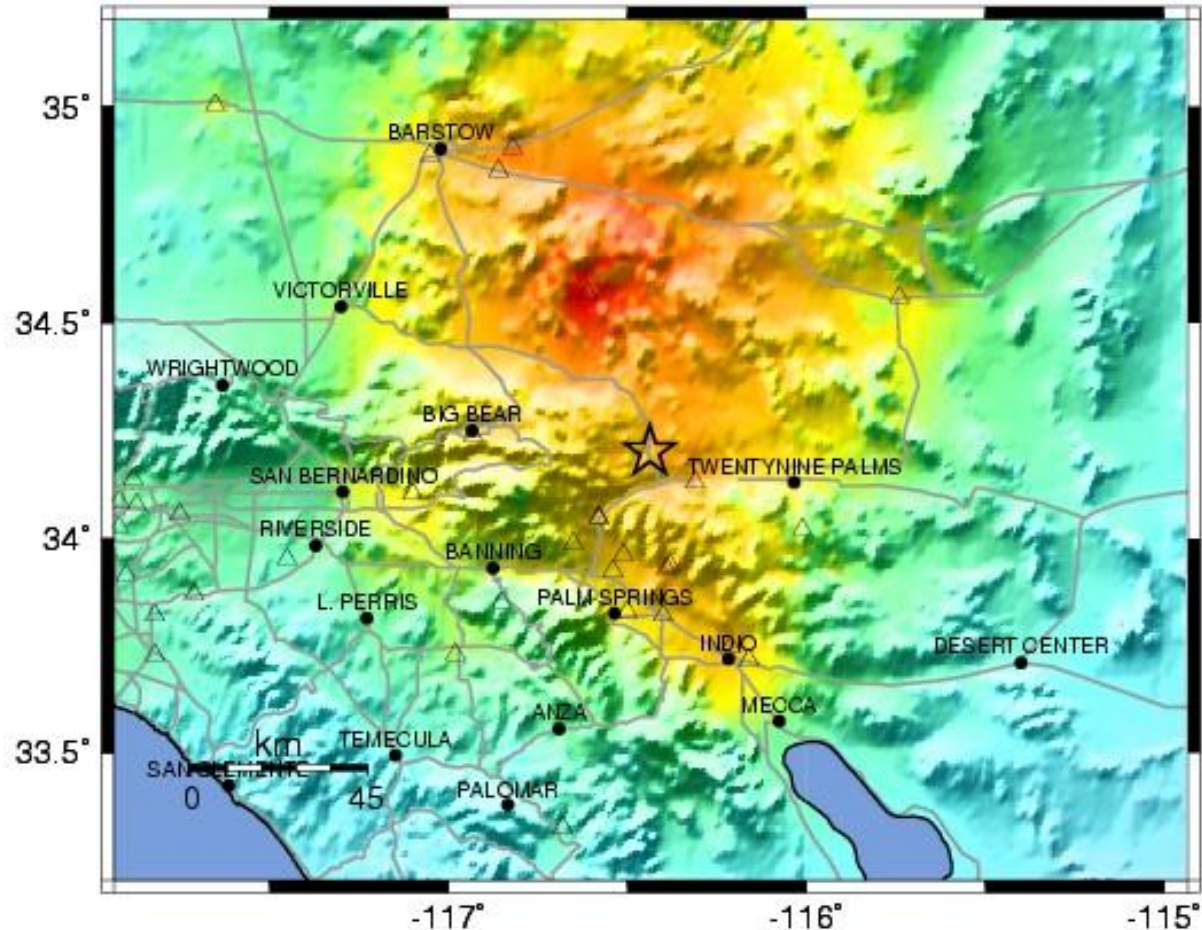
04:57:34 PDT Mag=7.3 Latitude=N34.20 Longitude=W116.44



INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+
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

Landers 1992 earthquake; Instrumental intensity

TriNet Rapid Instrumental Intensity Map for Landers Earthquake
Sun Jun 28, 1992 04:57:34 AM PDT M 7.3 N34.20 W116.44 Depth: 1.0km ID:Landers



PROCESSED: Mon Jul 29, 2002 06:07:33 PM PDT,

PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC (%g)	<.17	.17-1.4	1.4-3.9	3.9-9.2	9.2-18	18-34	34-65	65-124	>124
PEAK VEL (cm/s)	<0.1	0.1-1.1	1.1-3.4	3.4-8.1	8.1-16	16-31	31-60	60-116	>116
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

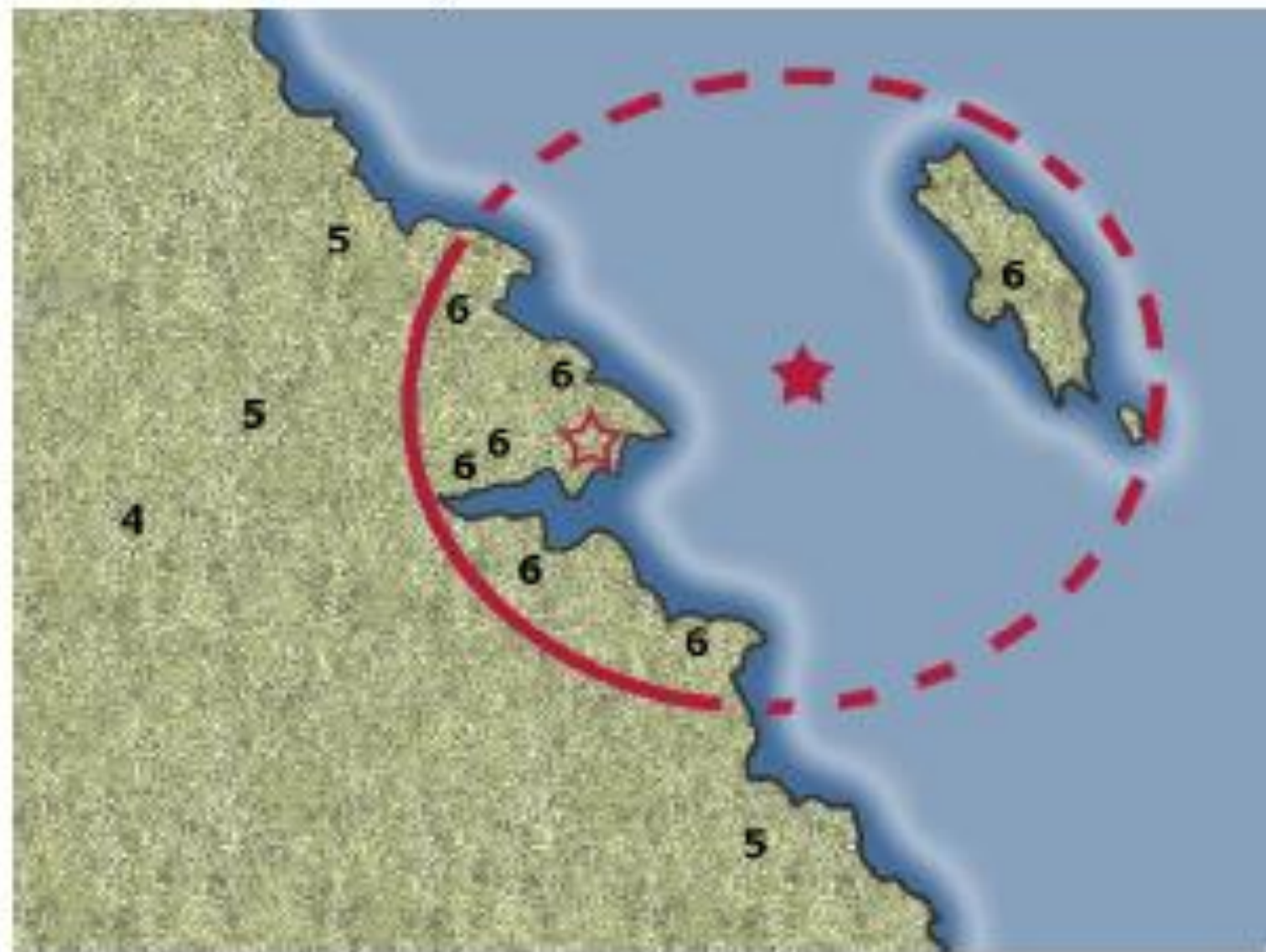


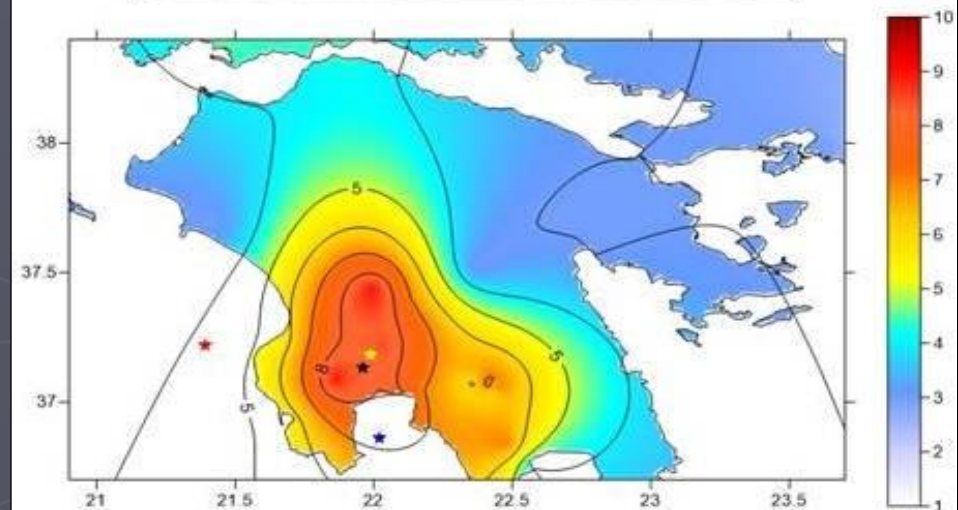


Figure 13 - Isosismal map of the earthquake of 15 August 1926

Earthquake Case Studies

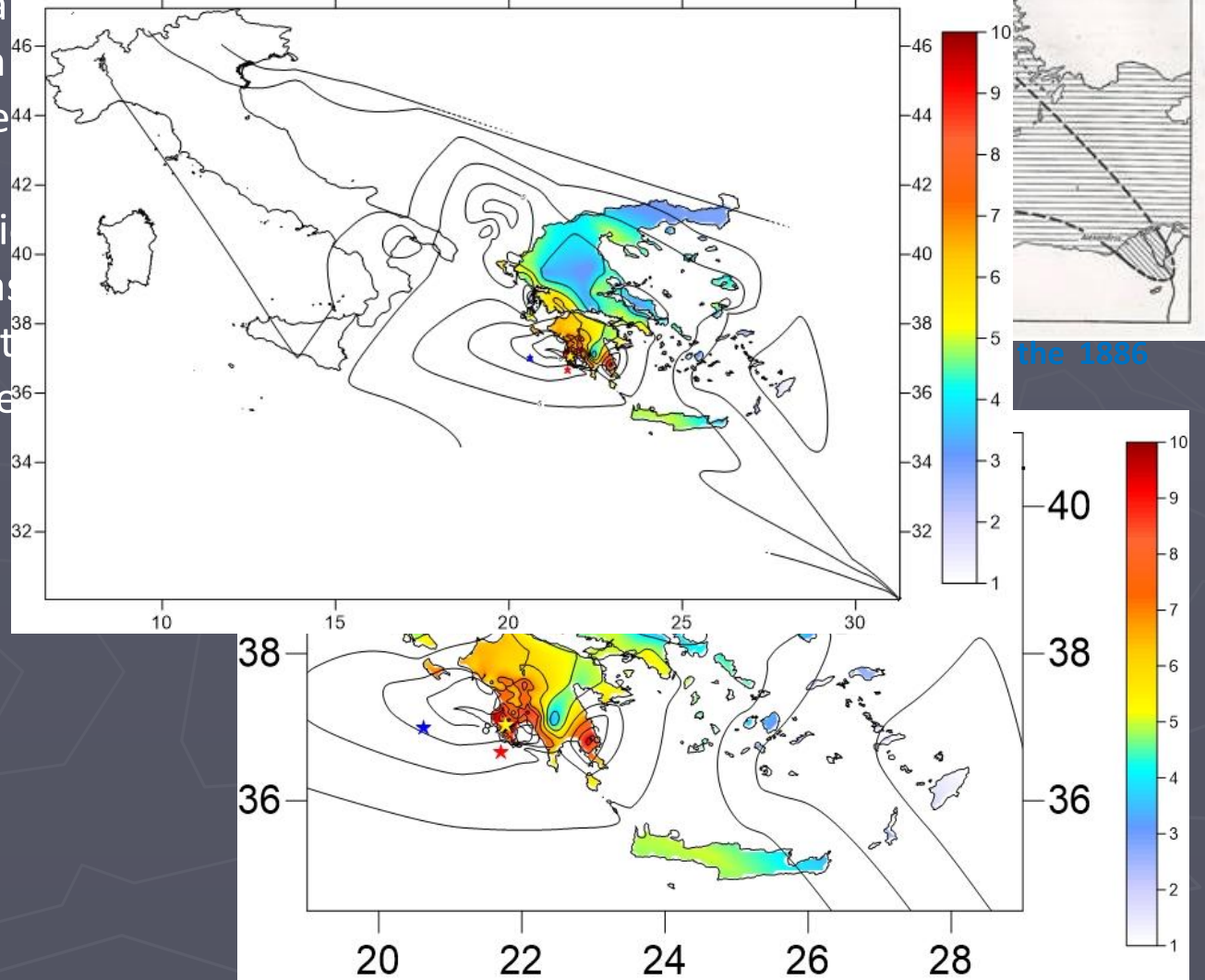
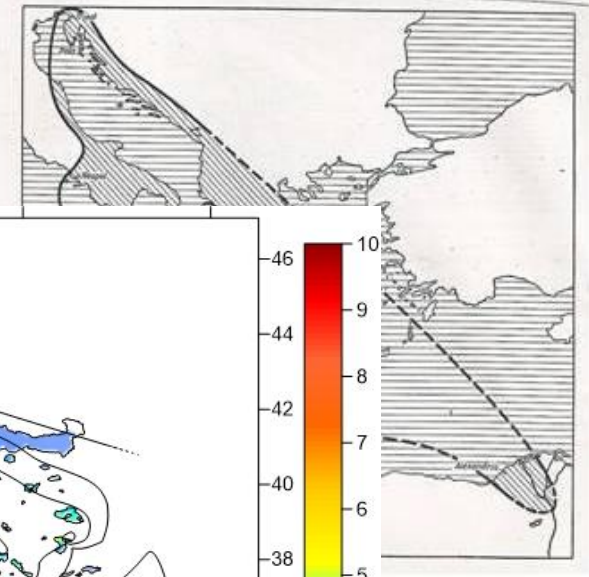
1885 March 28, Messini

- This earthquake caused local damage, mainly in the region of Kalamata, while it was felt as far as Athens, Mesolongi and Zakynthos.
- The procedure described in the previous section led to 40 MDPs.
- Maximum intensity $I_{max}=9$ was assessed for the localities Loi and Ano Karye.



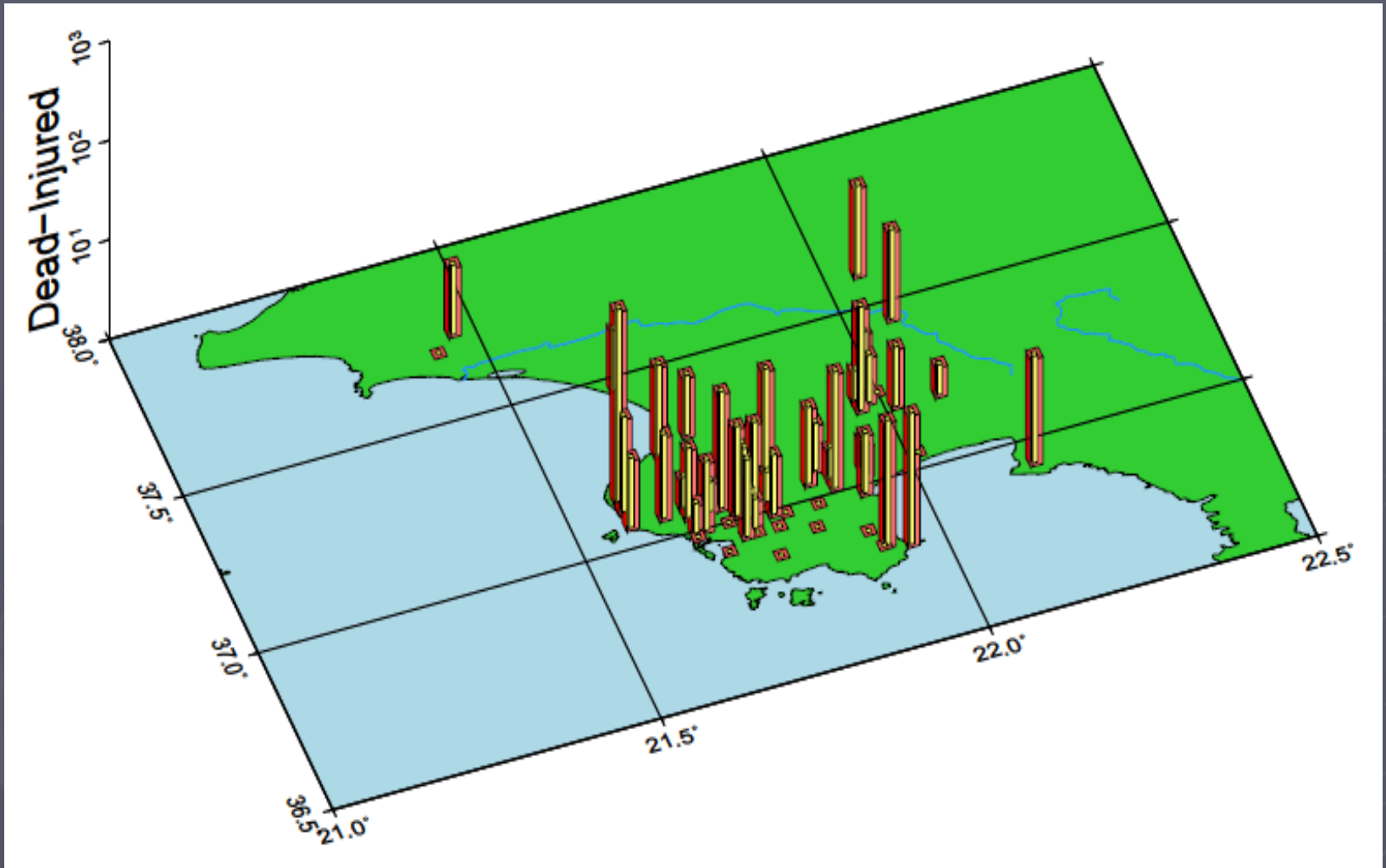
1886 August 27, Filiatra

- This large earthquake caused severe damage in wide area of western Peloponnese.
- It was felt as far as Chişinău and Smyrna to the east, Alexandria to the south, Northern Italy to the west, and Albania to the north. I_{max}



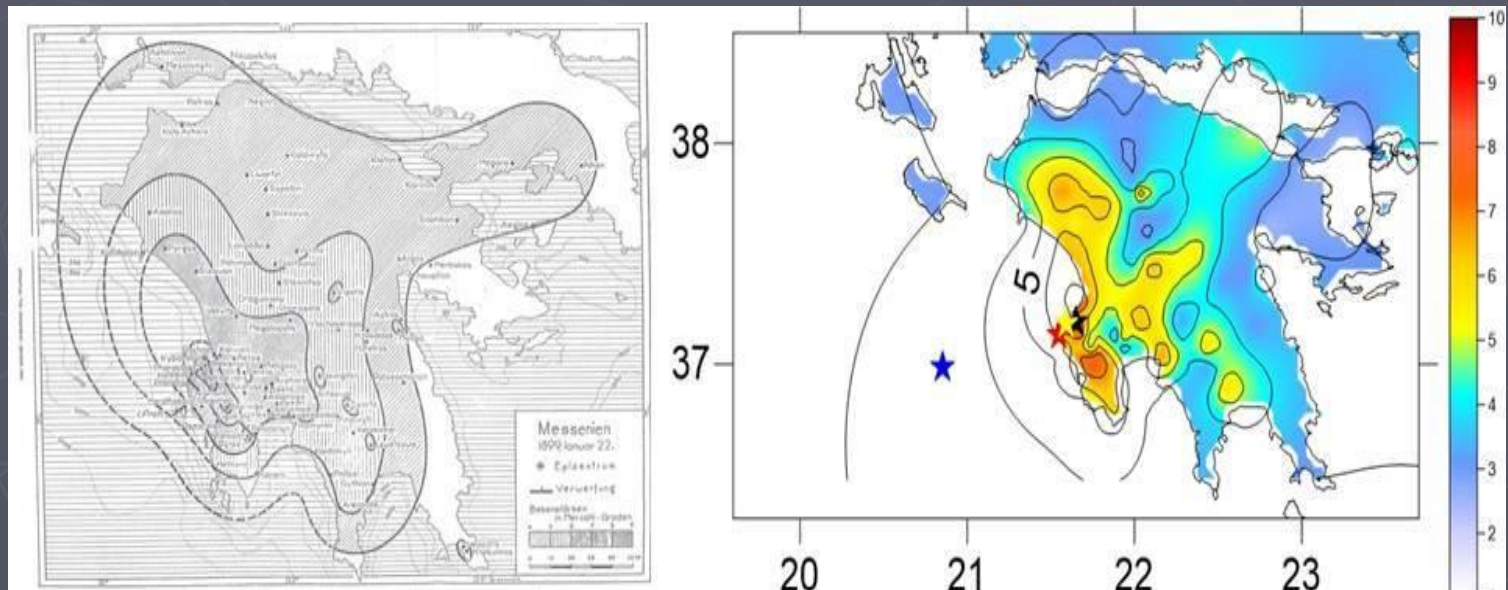
1886 August 27, Filiatra

- A total of 6000 houses were



1899 January 22, Kyparissia

- This earthquake occurred in Messinia, SW Peloponnese and caused damage at several places.
- In total 245 houses were destroyed and 275 became ruins.
- A sea wave (tsunami) was observed in Marathopolis and in Zante, where its height reached 0.40m.
- The earthquake was felt all over Peloponnese and as far as Albania (Argyrokastro) and Sicily (Mineo and Catania). I_{max}



Περιορισμοί

- ▶ Σεισμοί στη θάλασσα
- ▶ Έλλειψη ικανού αριθμού δεδομένων μέγιστης έντασης
- ▶ Έλλειψη ικανού αριθμού δεδομένων υπολοίπων εντάσεων
- ▶ Συσσωρευτικά αποτελέσματα προ- κυρίως και μετασεισμών
- ▶ Το M εξαρτάται από I_{MAX} και $I=f(\Delta)$

Πλεονεκτήματα

- ▶ Ανεξάρτητες μέθοδοι υπολογισμού της κάθε παραμέτρου
- ▶ Βήματα που βασίζονται στα προηγούμενα αποτελέσματα
- ▶ Το M εξαρτάται από I_{MAX} και $I=f(\Delta)$

Μικρός αριθμός I Σύνθεση μεθόδων

► Επίκεντρο:

1. Θέση μέγιστης έντασης
2. Πλέον πιθανό επίκεντρο από σεισμοτεκτονικά δεδομένα

► Εξασθένιση I:

1. Κυκλική
2. Πλέον πιθανή ισόσειστη από ενόργανα δεδομένα
3. Πλέον πιθανή έλλειψη

► Μέγεθος:

Ανεξάρτητα M που αντιστοιχούν στον κύκλο ή την ισόσειστη ή την έλλειψη