

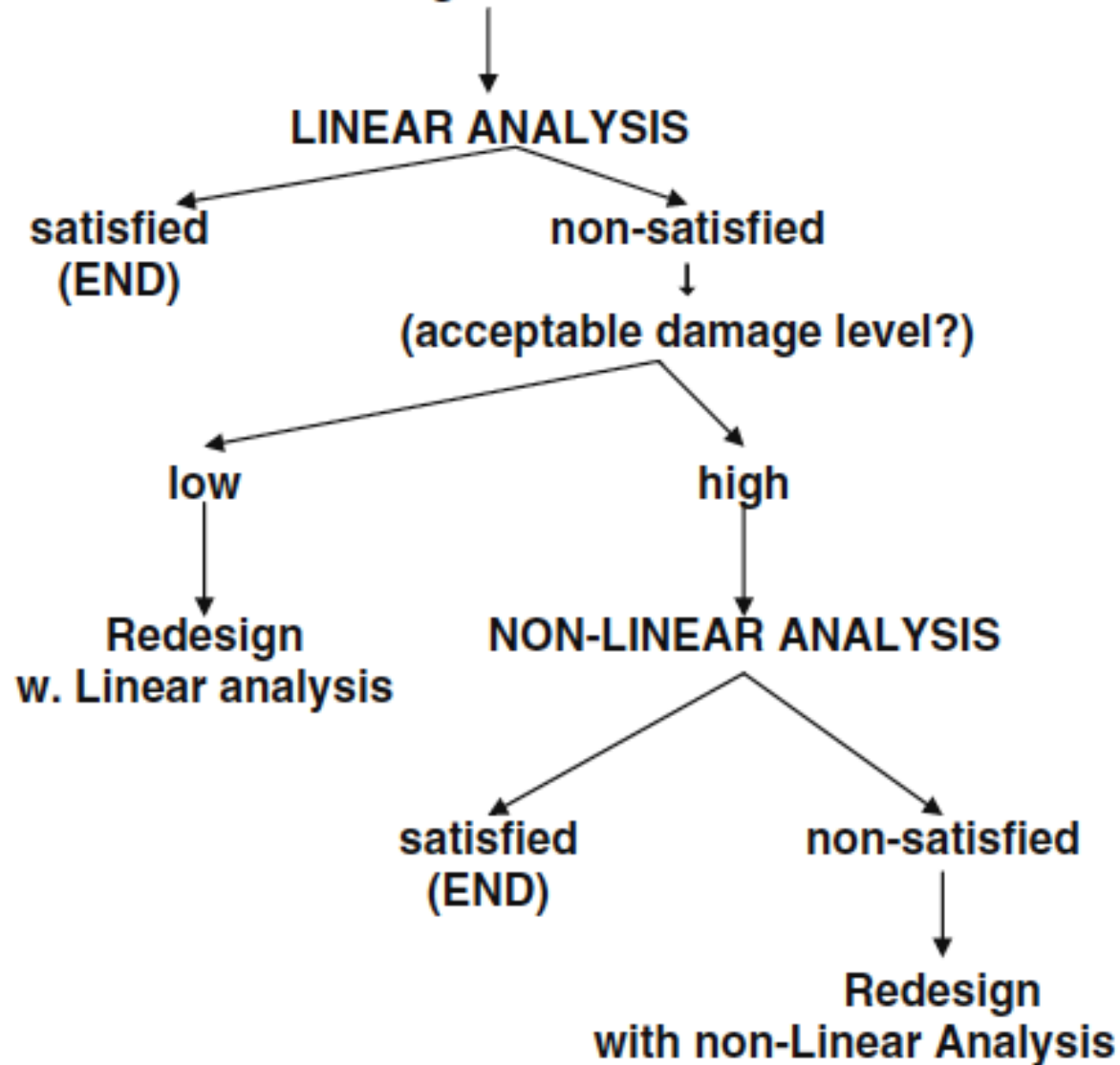
# «Μνημεία και Σεισμικές Δράσεις Σχεδιασμού»

Θεοδουλίδης Νικόλαος  
Δρ. Σεισμολόγος – Δντής Ερευνών ΙΤΣΑΚ-ΟΑΣΠ



ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ για τη «Σεισμική Επάρκεια Μνημείων»

- A reasonable value of seismic actions is first selected.
- Assessment and Redesign:



Σεισμός → Καθοριστική Δράση επί Μνημείου

Ικανοποιητική Συμπεριφορά → Αποδεκτός Βαθμός Βλάβης

Δεν έχει θεσπισθεί Αντισεισμικός Κανονισμός Επεμβάσεων

## **ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ**

- **Ποιά η χρονική περίοδος προσδιορισμού της αναμενόμενης σεισμικής δράσης;**
- **Ποιά η κατάλληλη σεισμική δράση σχεδιασμού για την επέμβαση στο μνημείο;**

# **Εκτίμηση Σεισμικών Δράσεων Σχεδιασμού**

## **Πιθανολογική Μέθοδος**

- Αντισεισμικός Κανονισμός
- Ειδική Μελέτη

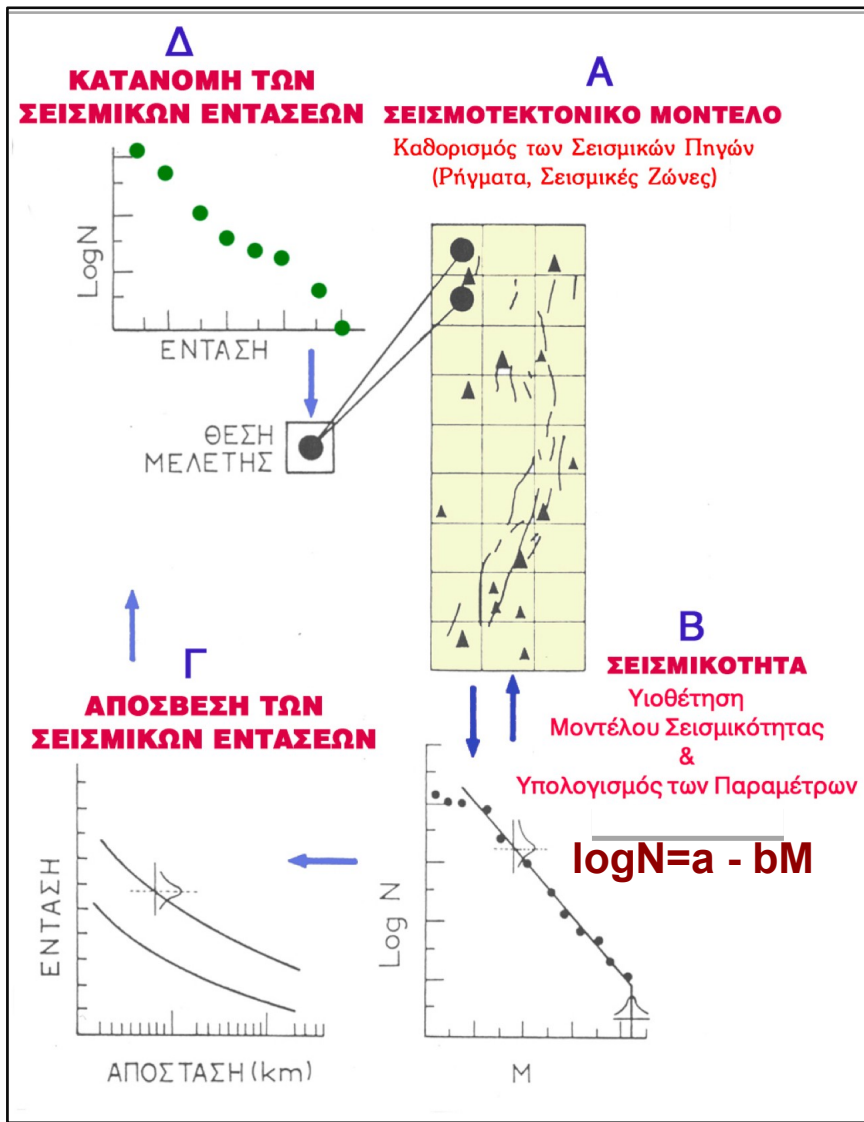
## **Αιτιοκρατική & Στοχαστική Μέθοδος**

- Ειδική Μελέτη

## **Δεδομένα Ισχυρής Σεισμικής Δόνησης**

- Δίκτυο Επιταχυνσιογράφων
- Βάσεις Δεδομένων



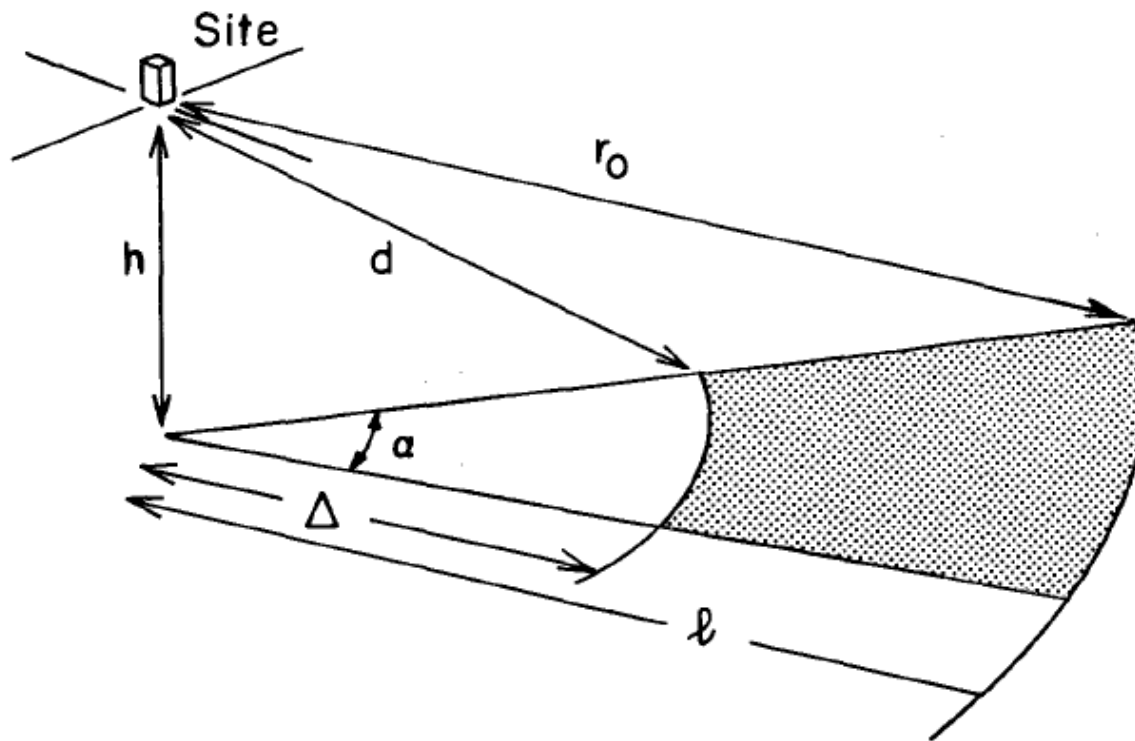


$$Y_t = \frac{\ln N_o t}{\beta} - \frac{\ln[-\ln(1 - P_t)]}{\beta}$$

$Y_t$ : παράμετρος σεισμικής επικ/τας

$P_t$ : πιθανότητα υπέρβασης σε t έτη

$N_o, \beta$ : σταθερές υπολογισμένες από τη σχέση κατανομής σεισμικής έντασης

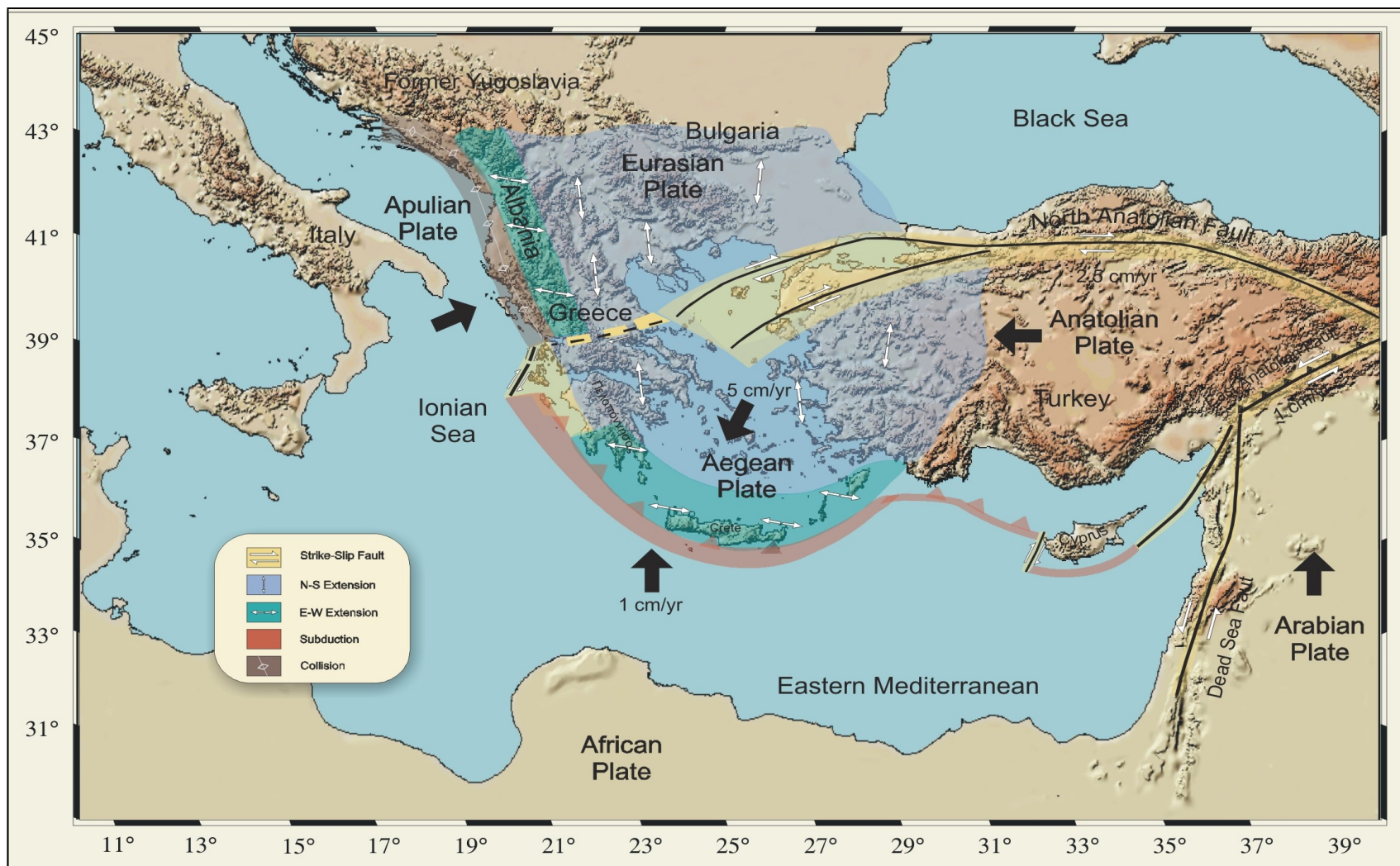


$$P(Y > y) = \int \int_{R M} P(Y > y/m, r) f_R f_M \, dm dr$$

P: πιθανότητα

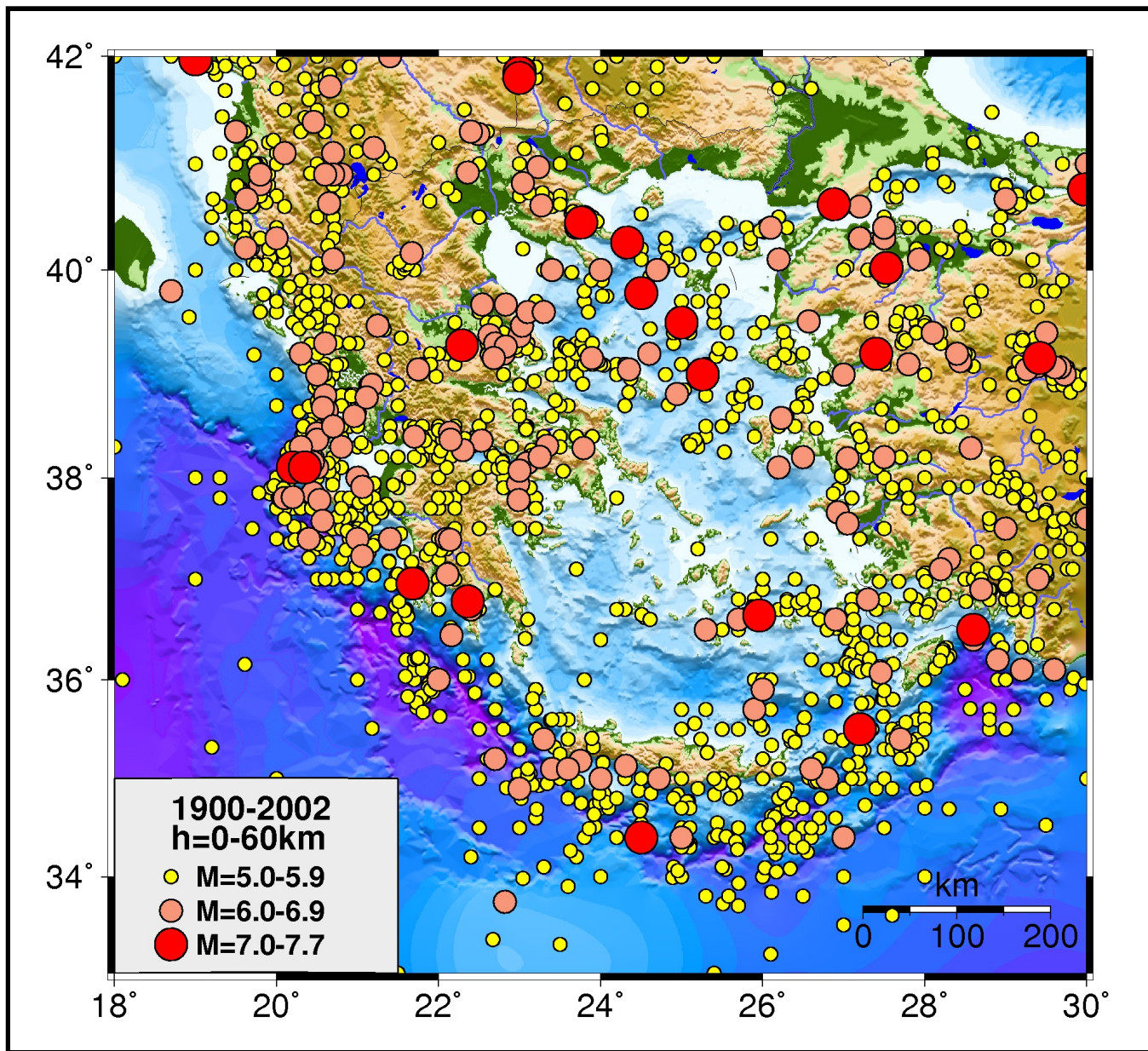
Y: ένταση εδαφικής κίνησης

y: το επίπεδο έντασης εδαφικής κίνησης  
που εκτιμάται η πιθανότητα υπέρβασης

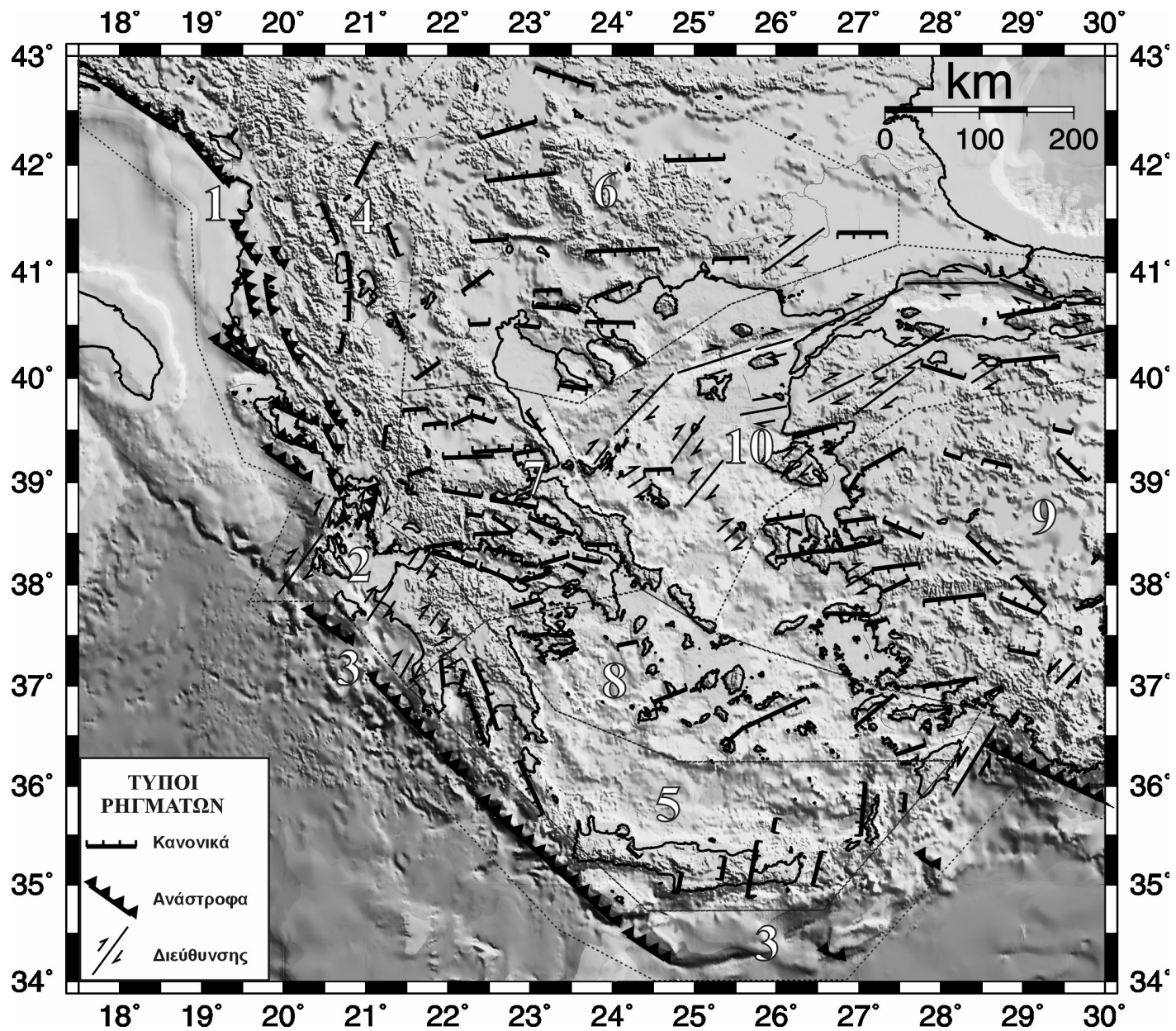


(Παπαζάχος και Παπαζάχου, 2003)



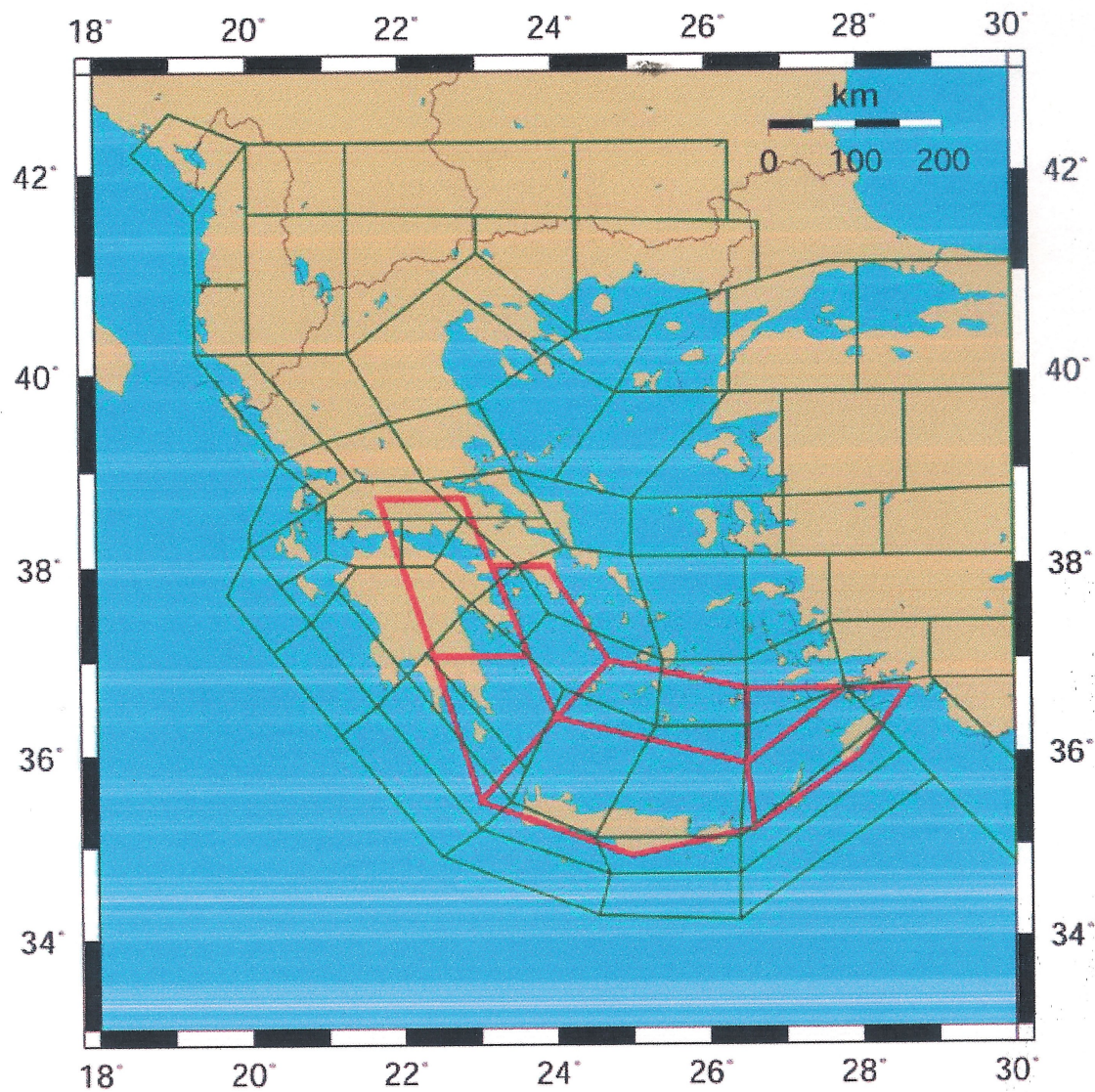


Επίκεντρα επιφανειακών σεισμών (Παπαζάχος και συν. 2001)

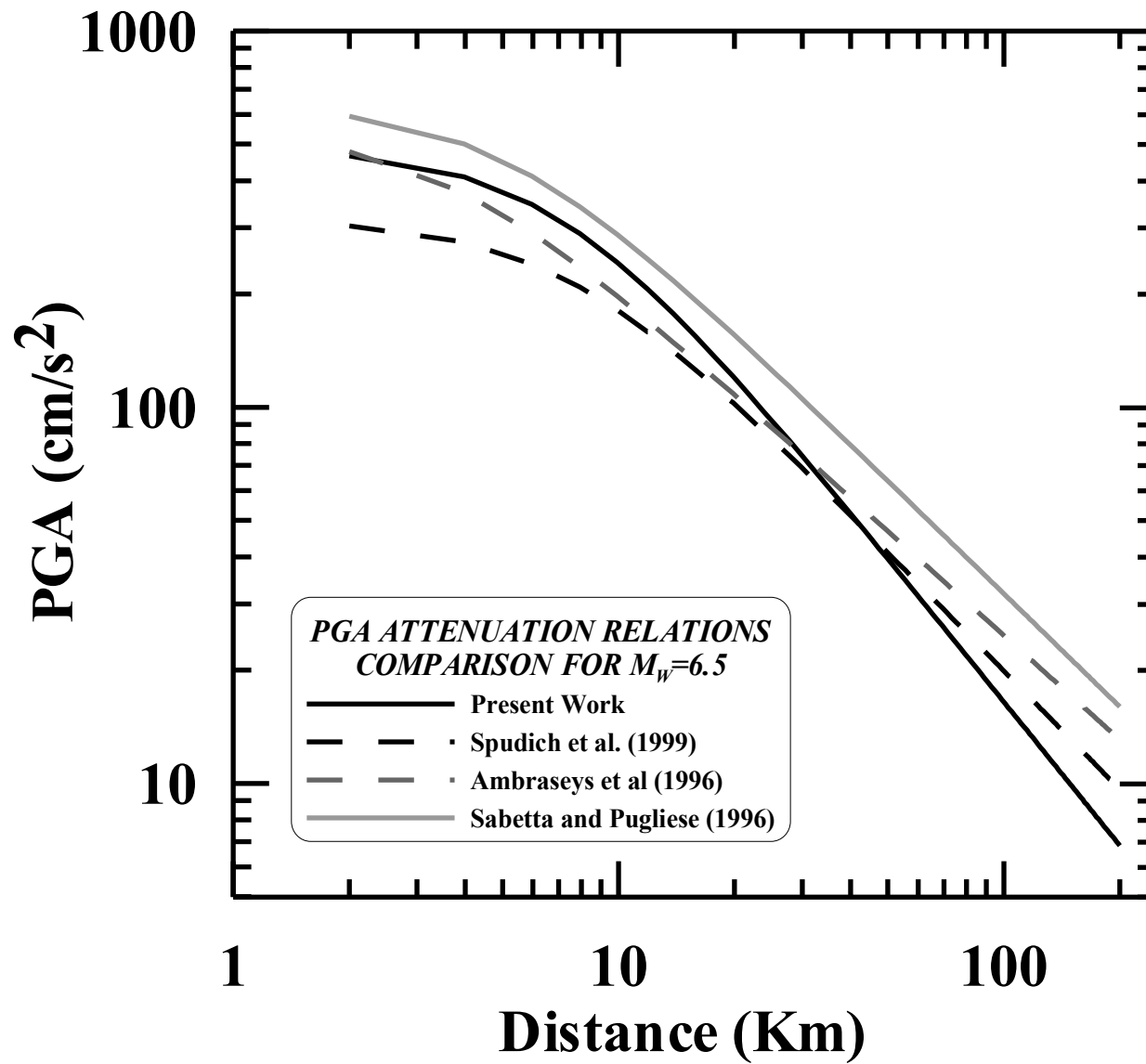


Ρήγματα επιφανειακών σεισμών με  $M \geq 6.0$  για το διάστημα 480π.Χ.-2000 (Παπαζάχος & συν. 2001)

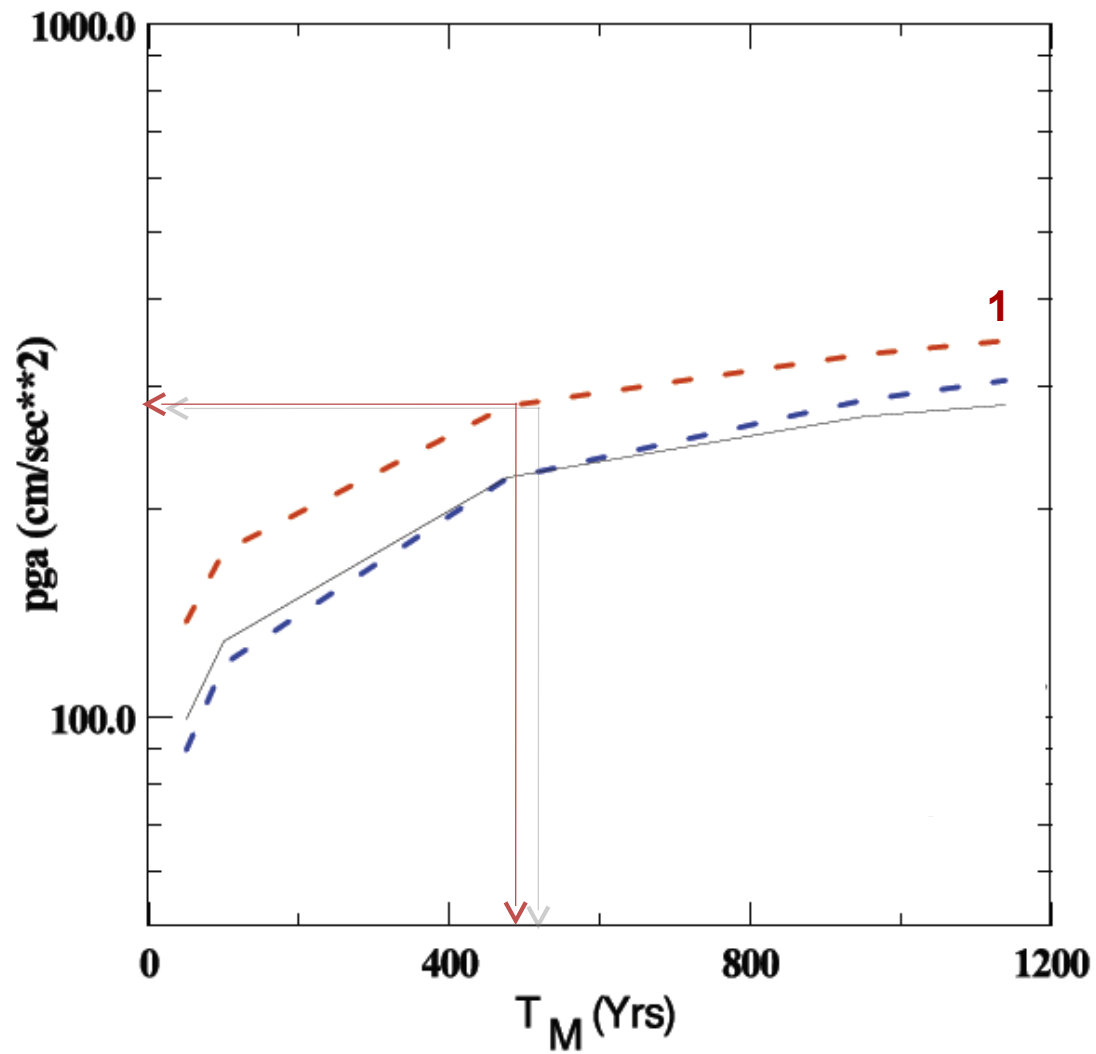




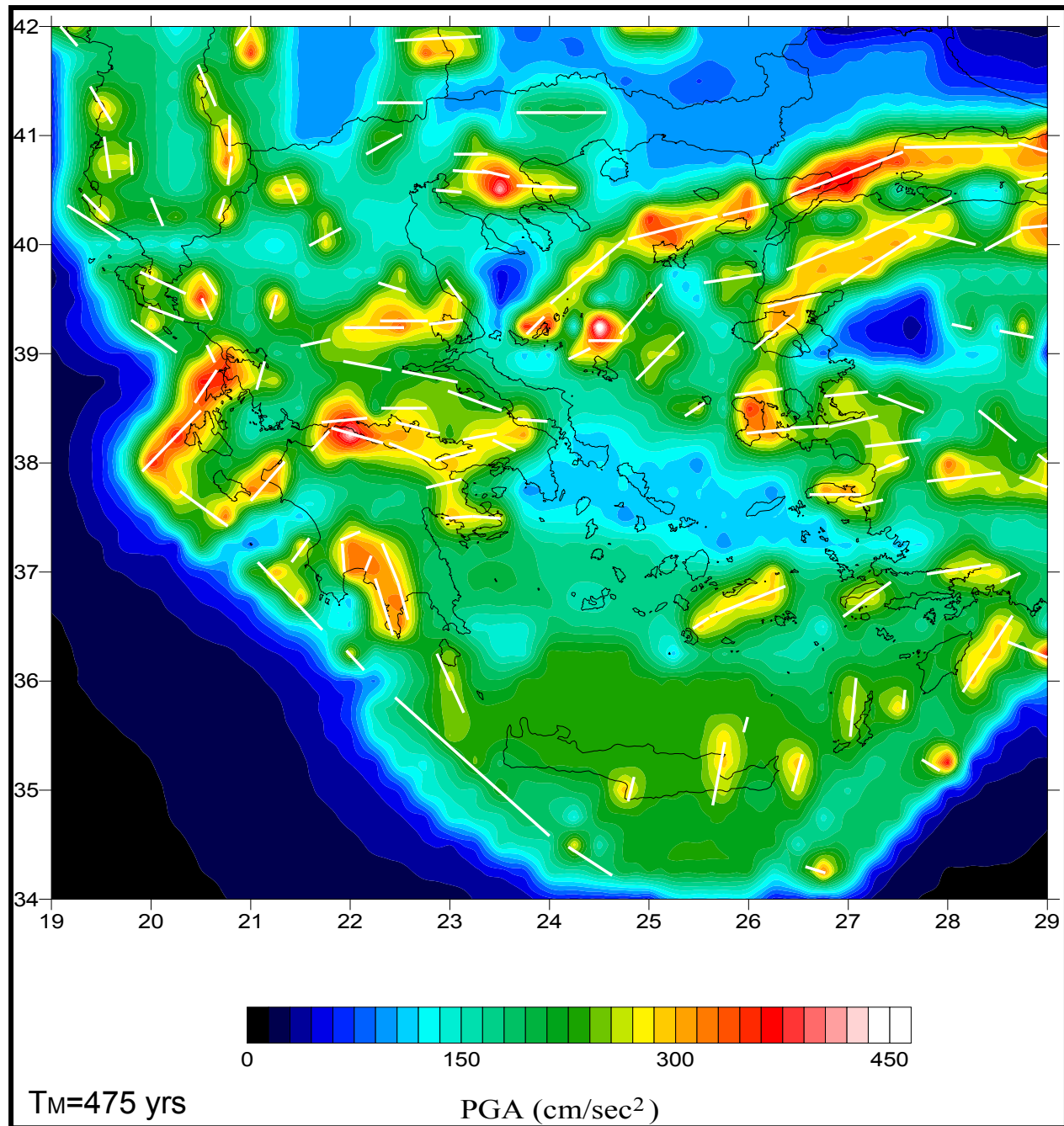
Σχήμα 4. Σεισμικές πηγές των επιφανειακών (μαύρες γραμμές) και ενδιάμεσου βάρους (κόκκινες) σεισμών (Papaioannou and Papazachos, 2000).



# Μέση Περίοδος Επανάληψης Ισχυρής Δόνησης

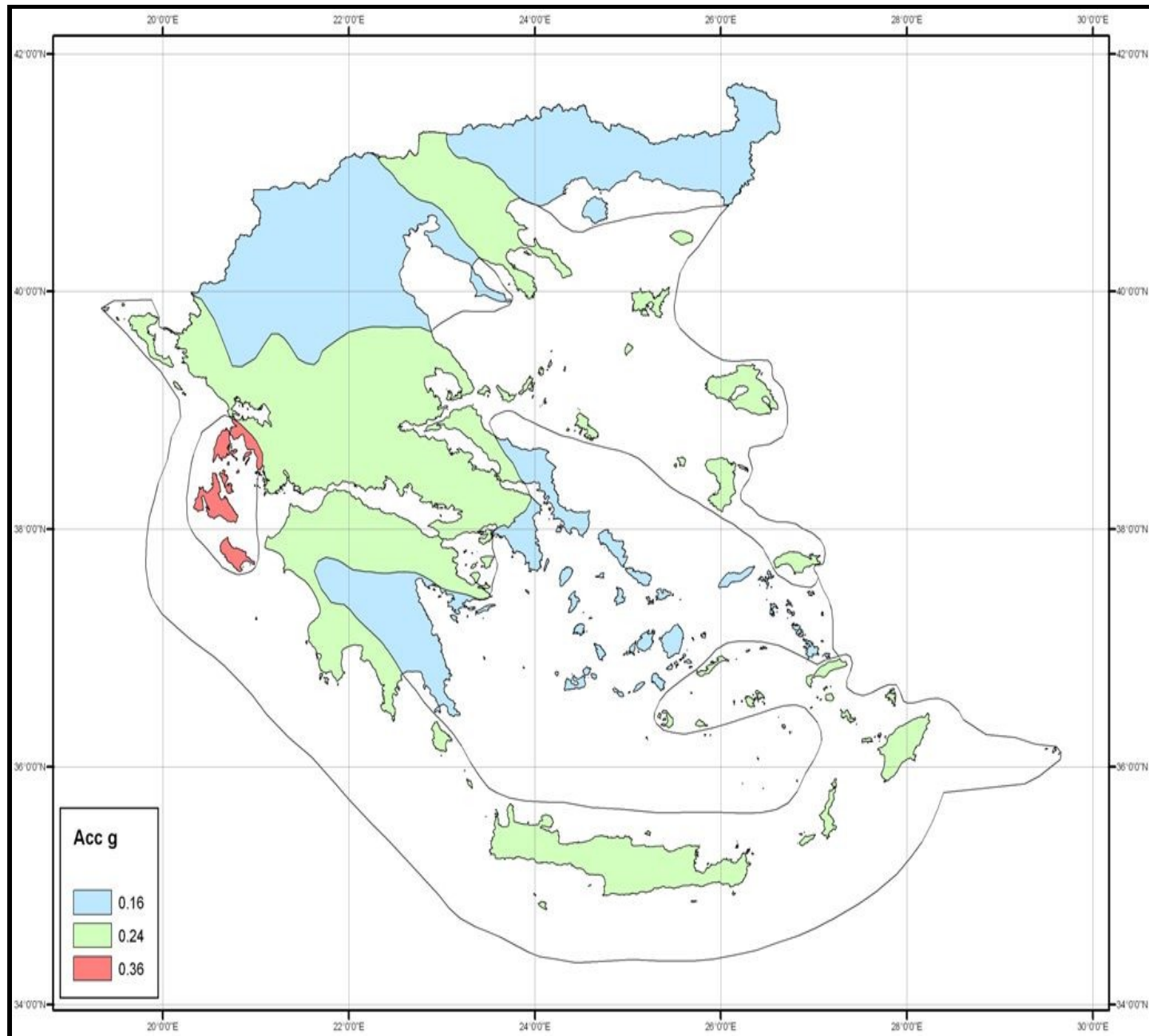




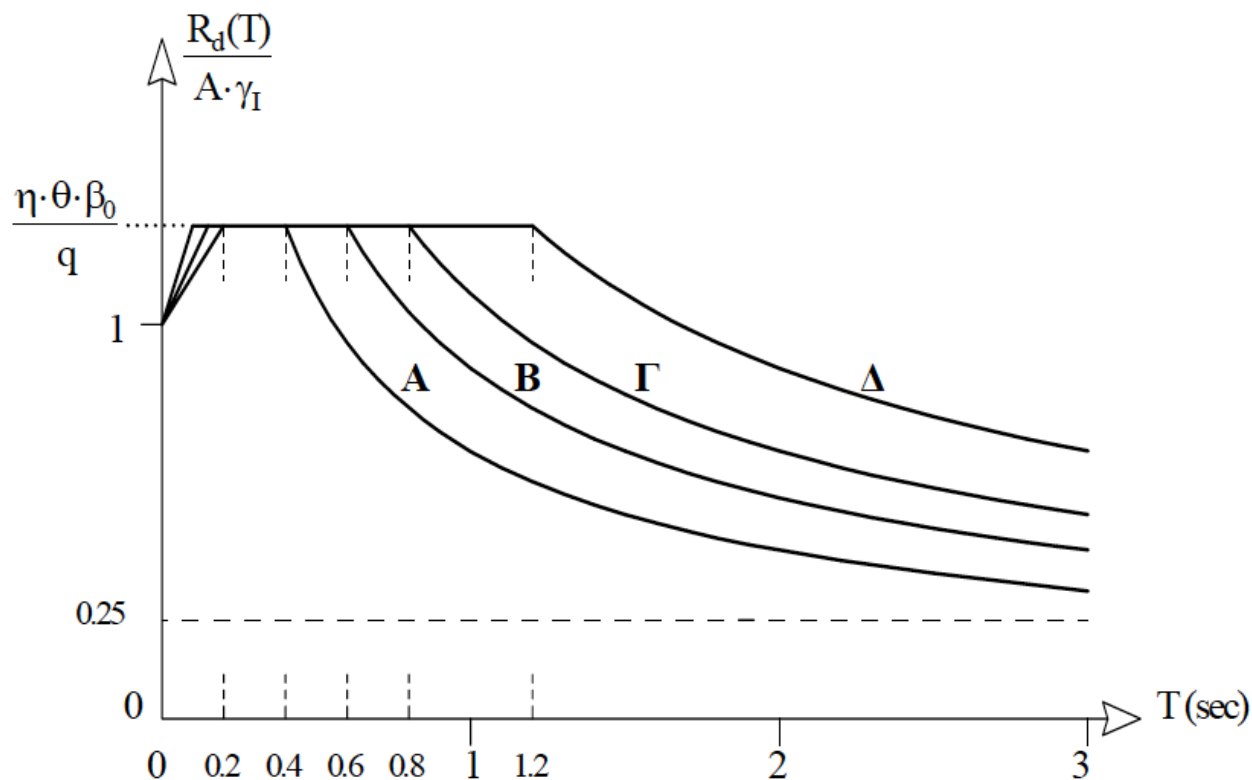


(Παπαζάχος και συν. 2001)

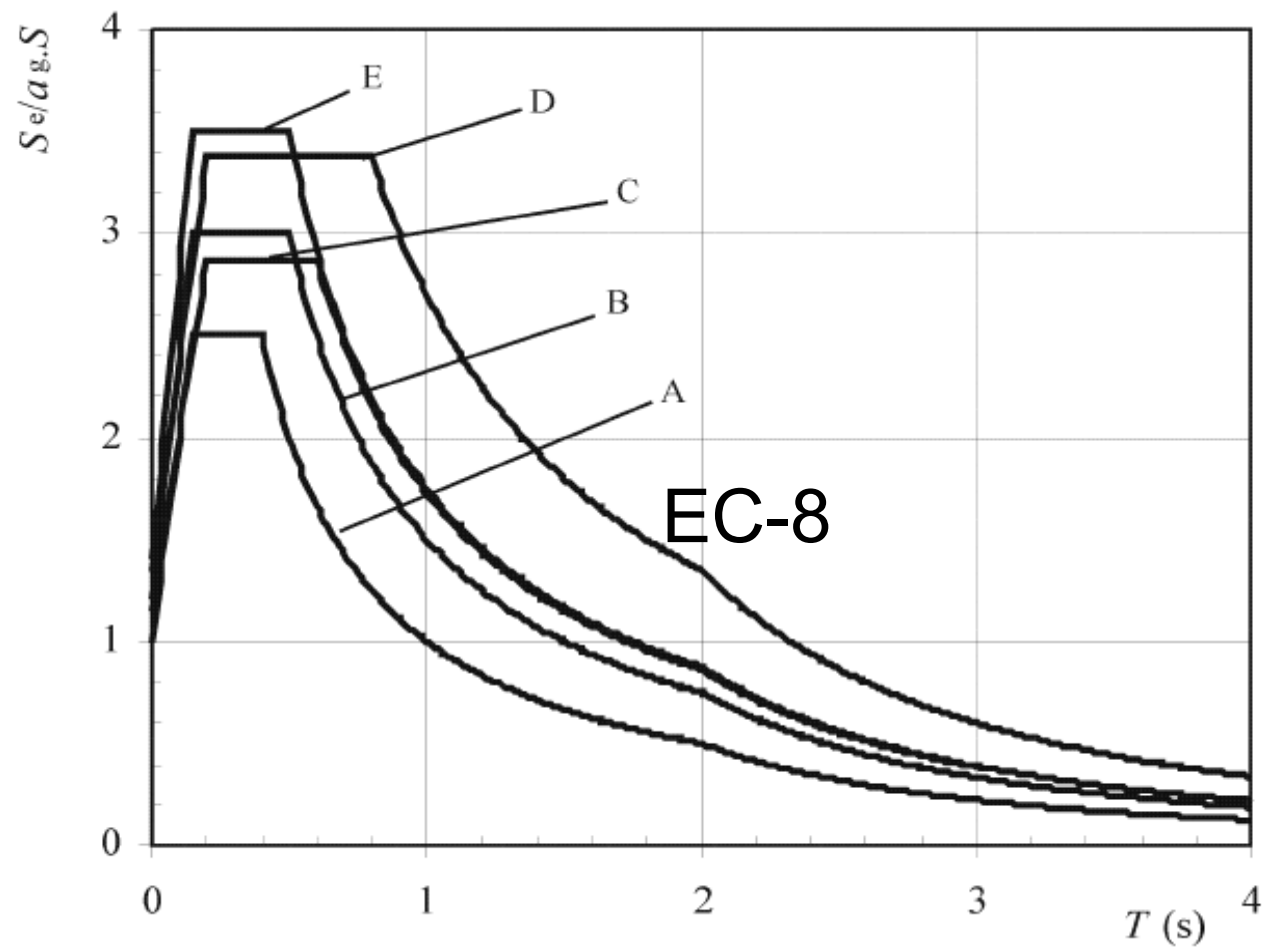
(EAK, 2000)



## ΦΑΣΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (Οριζόντιες συνιστώσες)



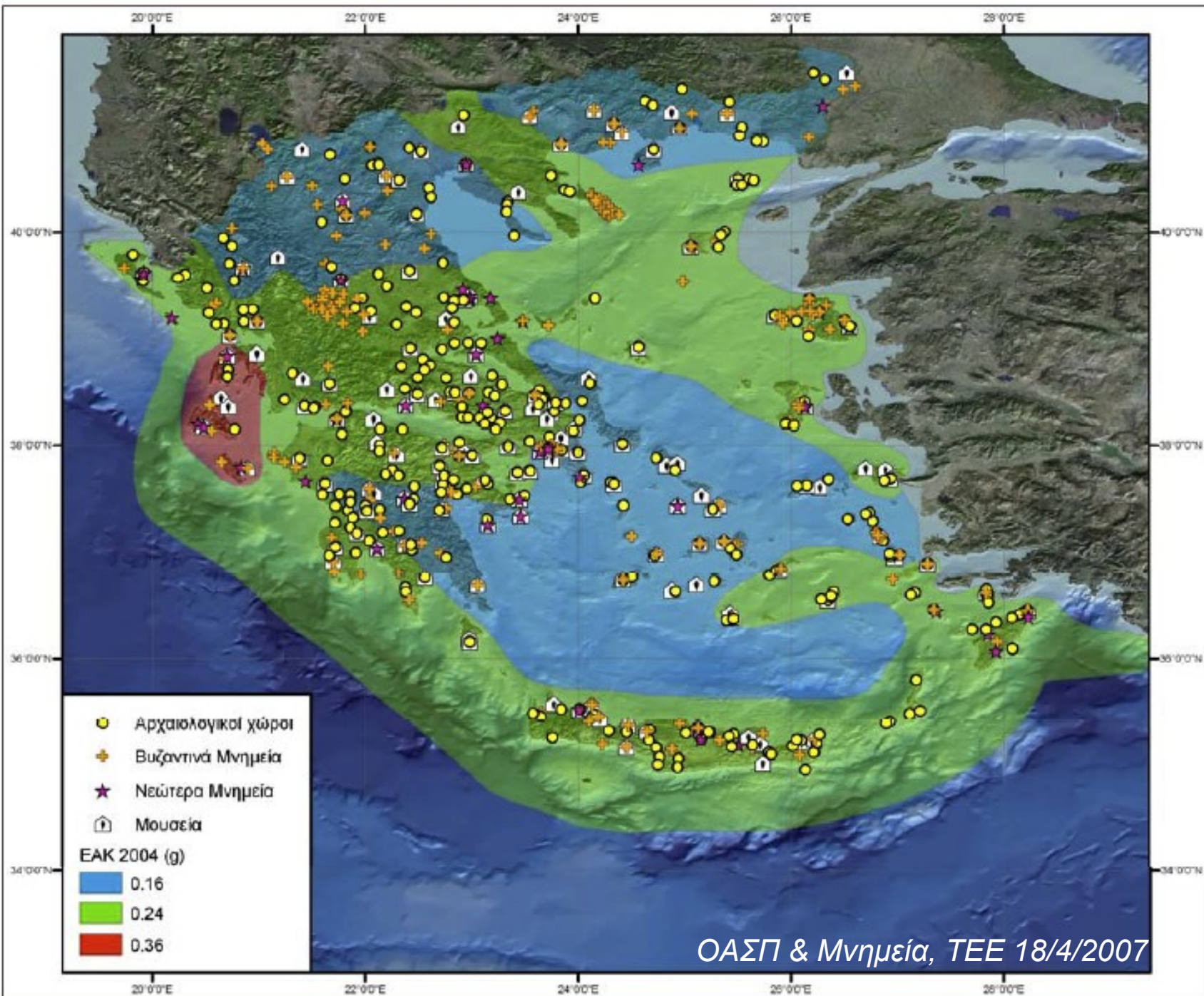
Φάσμα Σχεδιασμού:  $\frac{R_d(T)}{A \cdot \gamma_I}$  [Σχεδίαση για  $\frac{\eta \cdot \theta \cdot \beta_0}{q} = 2.5/2.0$ ]



**Table 3.2: Values of the parameters describing the recommended Type 1 elastic response spectrum**

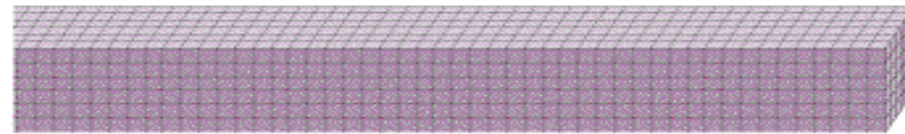
Ground type	$S$	$T_B$ (s)	$T_C$ (s)	$T_D$ (s)
A	1,0	0,15	0,4	2,0
B	1,2	0,15	0,5	2,0
C	1,15	0,20	0,6	2,0
D	1,35	0,20	0,8	2,0
E	1,4	0,15	0,5	2,0



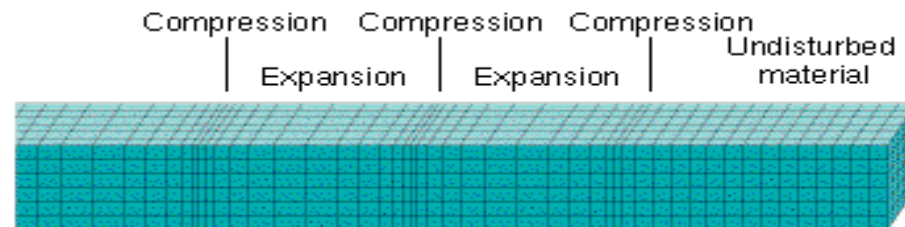


ΟΑΣΠ & Μνημεία, ΤΕΕ 18/4/2007

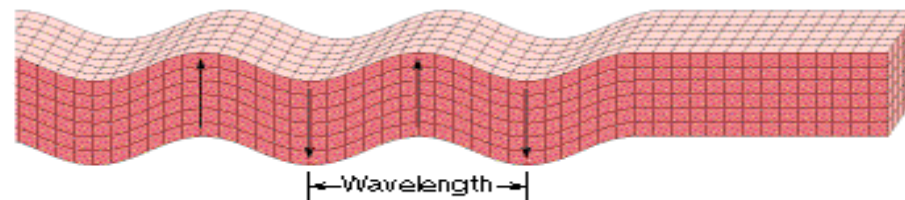
# Seismic Waves



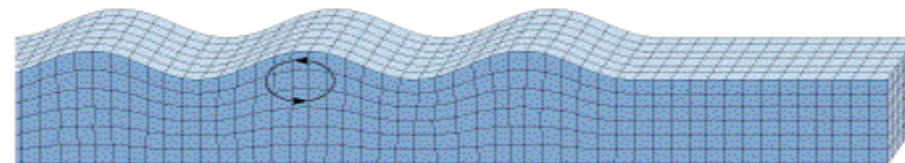
(a) Undisturbed material



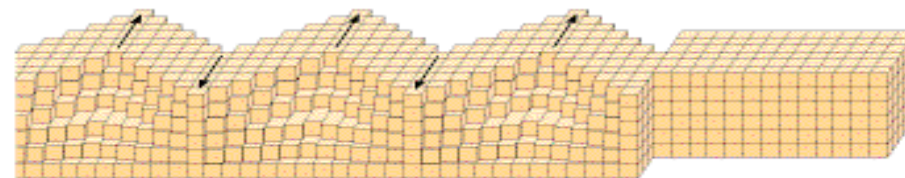
(b) Primary wave



(c) Secondary wave



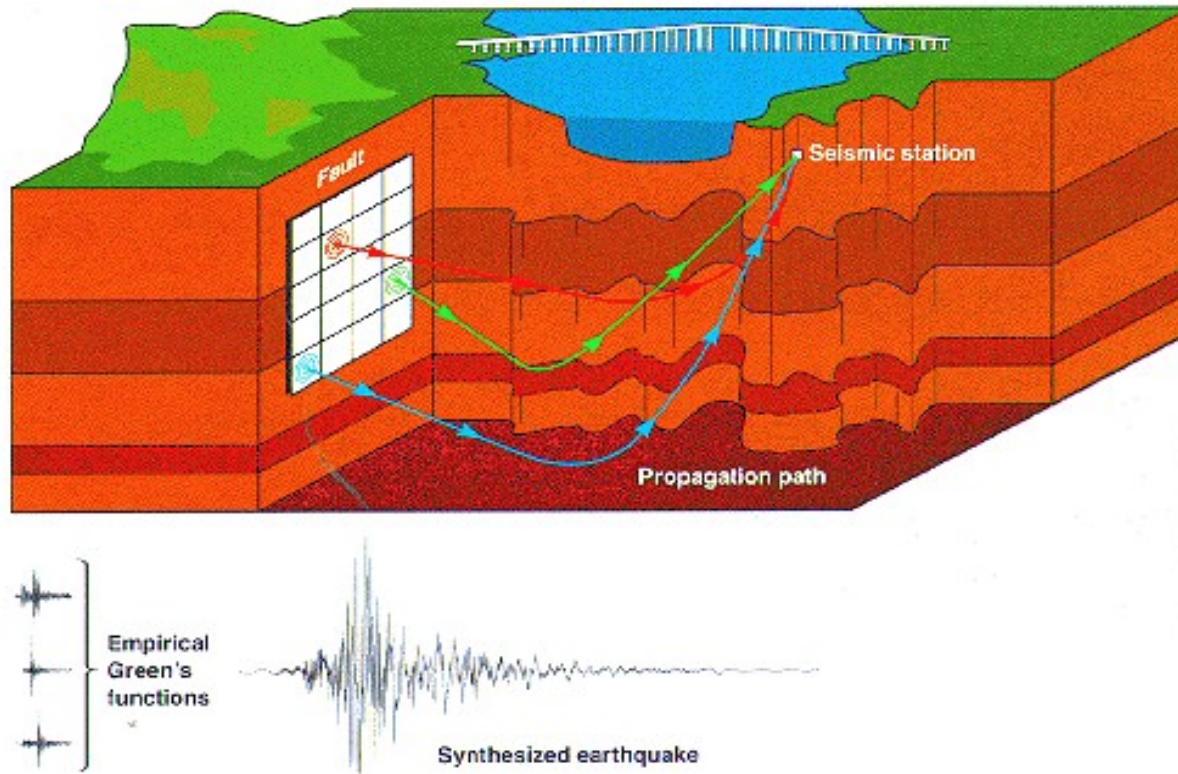
(d) Rayleigh wave



(e) Love wave



# ΜΕΘΟΔΟΣ Εμπειρικών Συναρτήσεων Green [EGF]



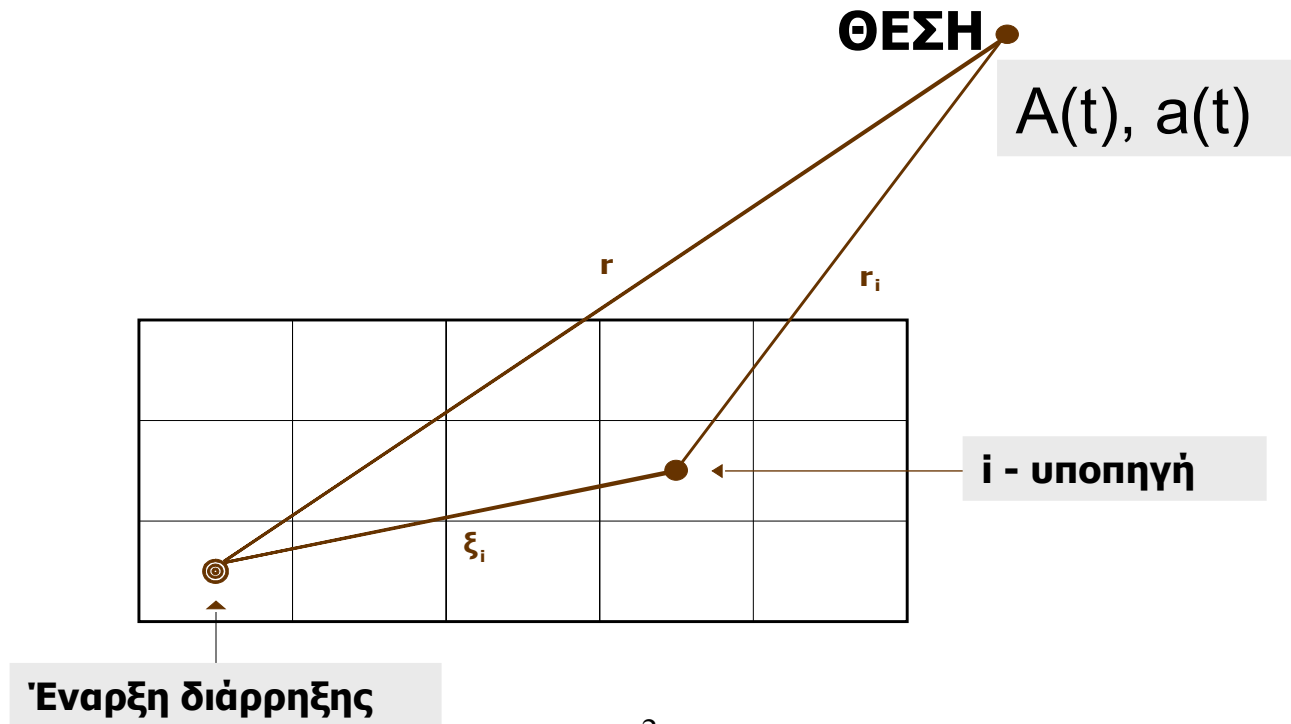
## Similarity Law - I

$$\frac{L}{L_e} = \frac{W}{W_e} = \frac{D}{D_e} = \frac{\tau}{\tau_e} = \left( \frac{M_0}{CM_{0e}} \right)^{1/3} = N$$

## Similarity Law – II

$$\frac{U_0}{U_{0e}} = \frac{M_0}{M_{0e}} = CN^3 \quad \frac{A_0}{A_{0e}} = CN$$

# Διατύπωση της μεθόδου EGF



$$A(t) = \sum_{i=1}^{N^2} \frac{r}{r_i} F(t - t_i) * Ca(t)$$

$$F(t) = \delta(t) + \frac{1}{n'} \sum_{j=1}^{(N-1)n'} \delta\left[t - \frac{(j-1)T}{(N-1)n'}\right]$$

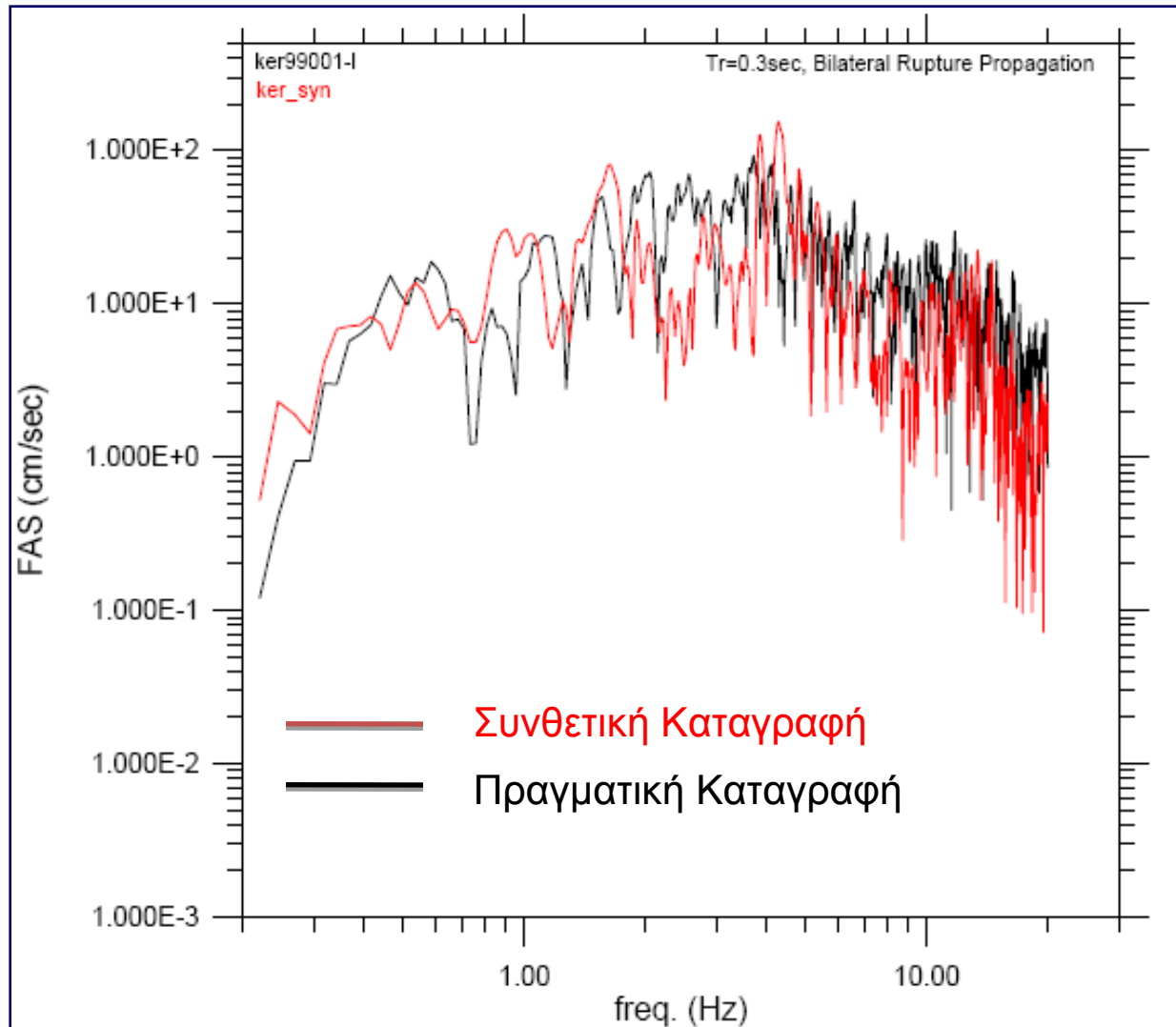
$$t_i = \frac{r_i}{V_c} + \frac{\xi_i}{V_r} + e_i$$





# Μέθοδος EGF

## Κερατσίνι, Σεισμός Αθήνας, 13/9/1999 (M5.9)



# Περιγραφή της Στοχαστικής Μεθόδου

$$A(\omega) = 2\omega^2 \cdot S(\omega) \cdot P(\omega) \cdot e^{-\omega R/2Q\beta}$$

## Σεισμική Πηγή

- Διαστάσεις πηγής
- Έναρξη διάρρηξης
- Κατανομή ολίσθησης
- Σεισμική ροπή
- Ακτινοβολία υψηλής συχνότητας

Rupture  
Initiation

Fault Plane  
 $S(\omega)$

Slip Patches

Surface Geology

$$e^{-\omega R/2Q\beta}$$

## Δρόμος Διάδοσης

- Σχέσεις απόσβεσης
- Γεωμετρική εξασθένιση

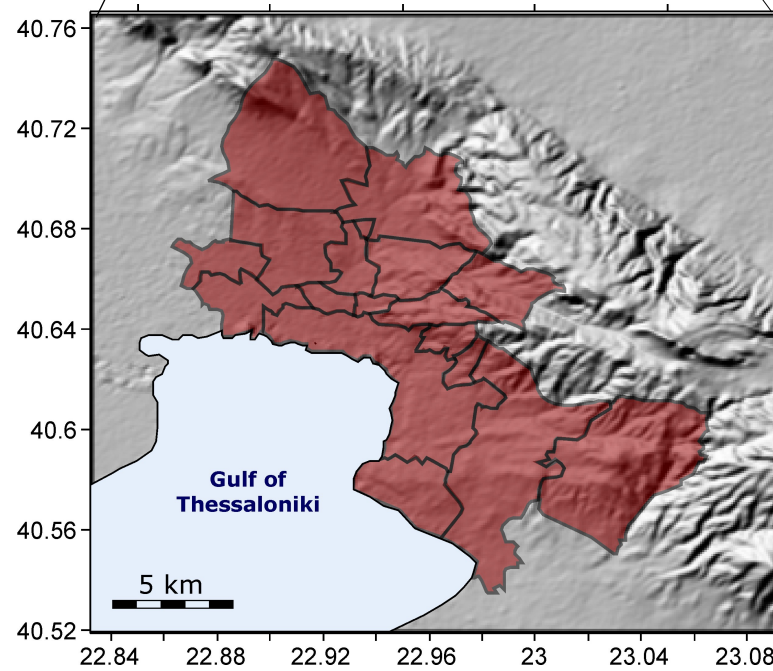
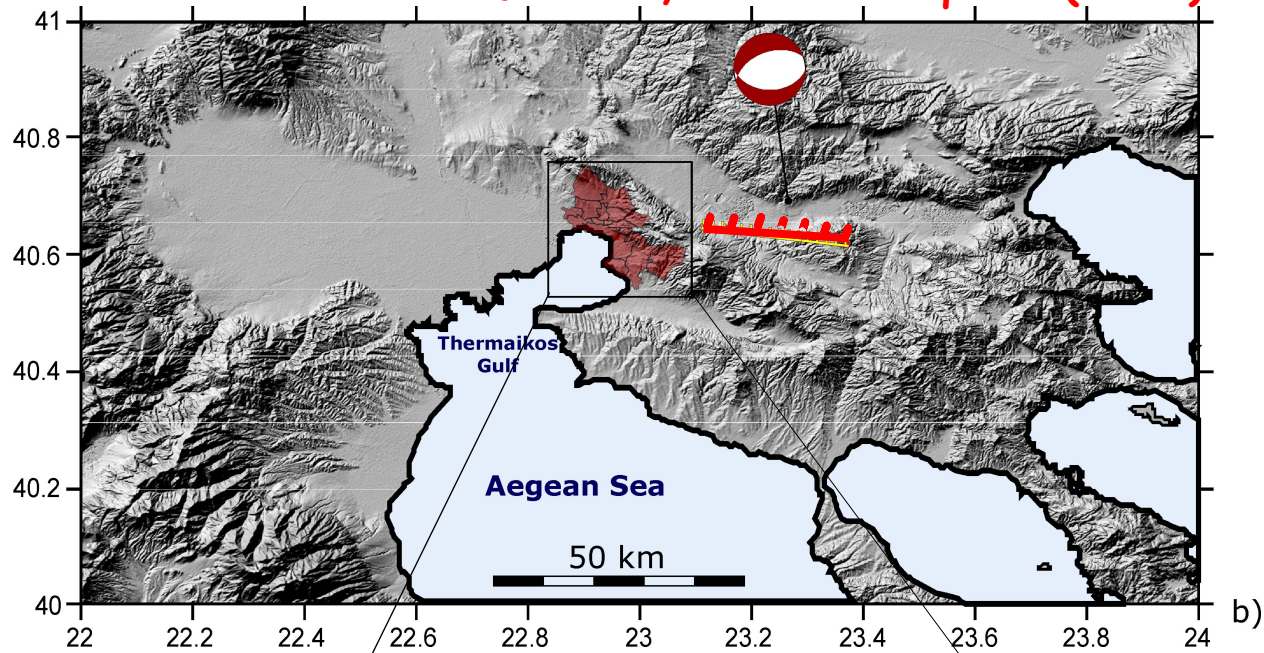
## Επίδραση Θέσης

- Συνάρτηση ενίσχυσης
- Παράγοντας μείωσης,  $\kappa$

$$P(\omega) = [1 + (\omega/\omega_m)^8]^{-1/2}$$

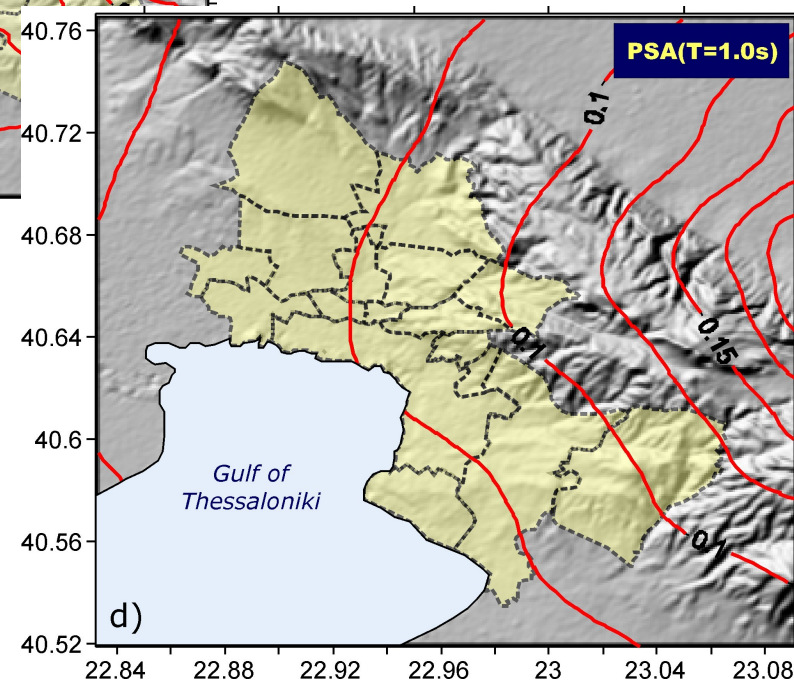
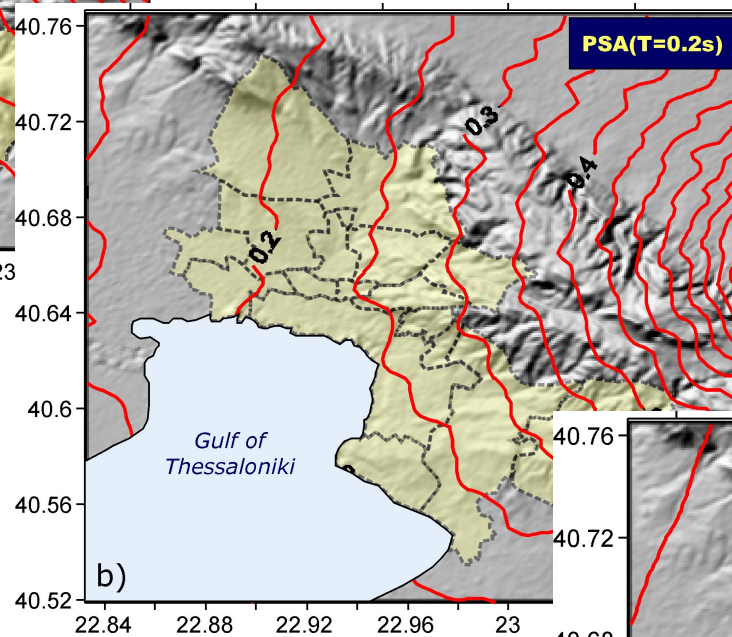
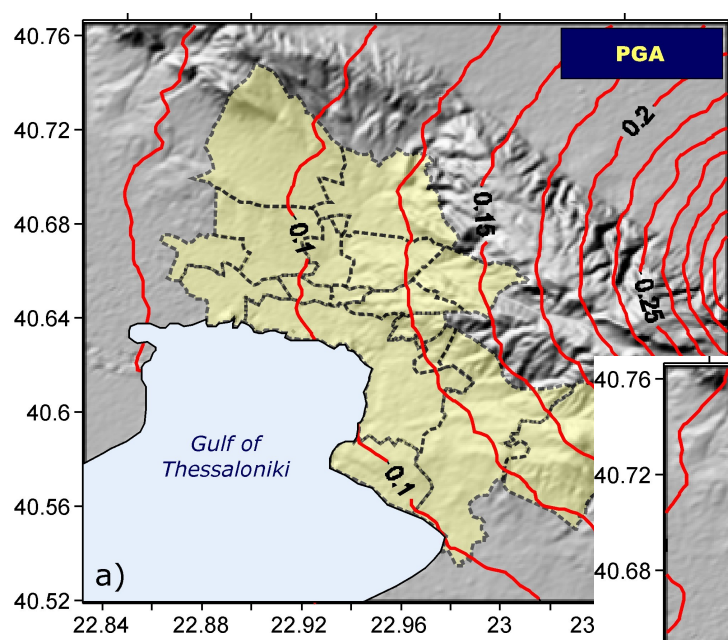
$$P(f) = \exp(-\pi\kappa f)$$

# June 20, 1978 earthquake (M6.5)



(Theodoulidis et al. 2008)

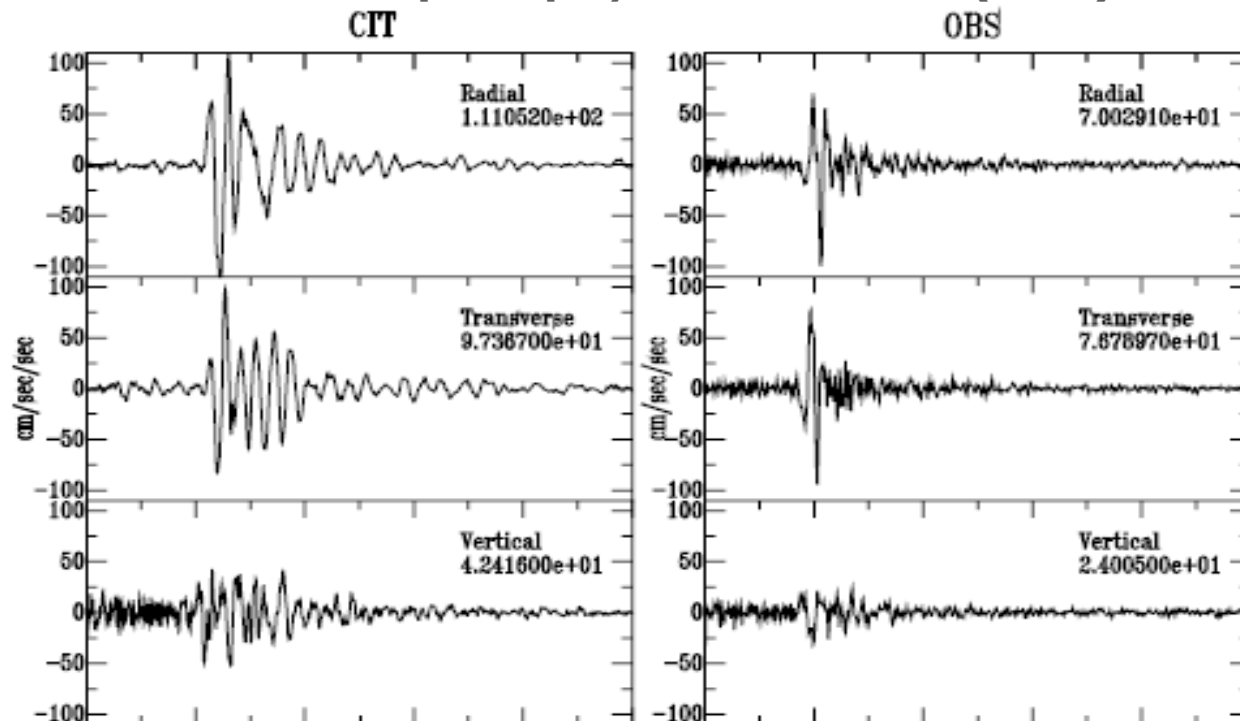




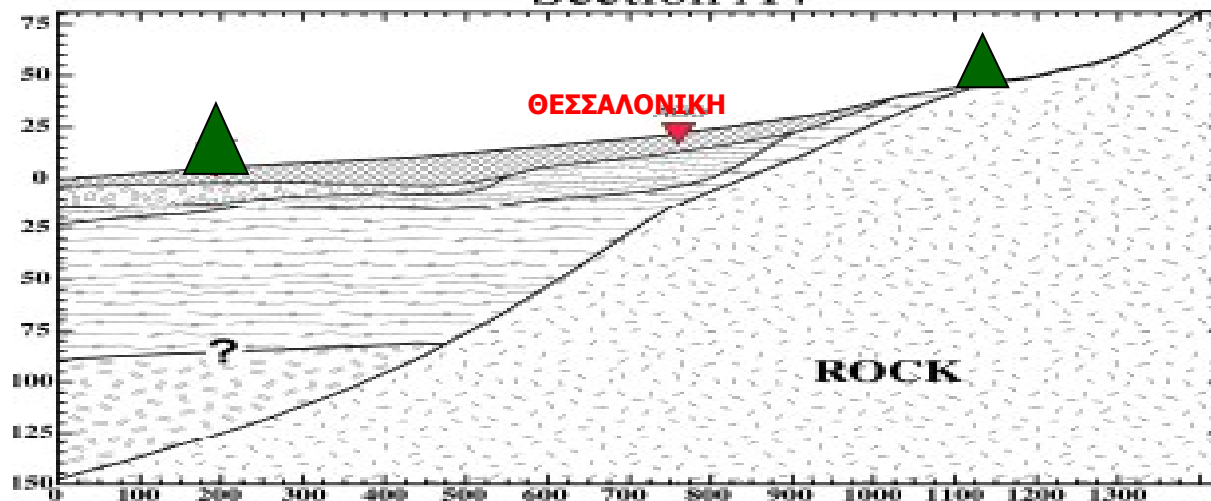
(Theodoulidis et al. 2008)

# Ενίσχυση της εδαφικής κίνησης

Θεσσαλονίκη Σεισμός 4 Ιουλίου 1978 (M5.1)



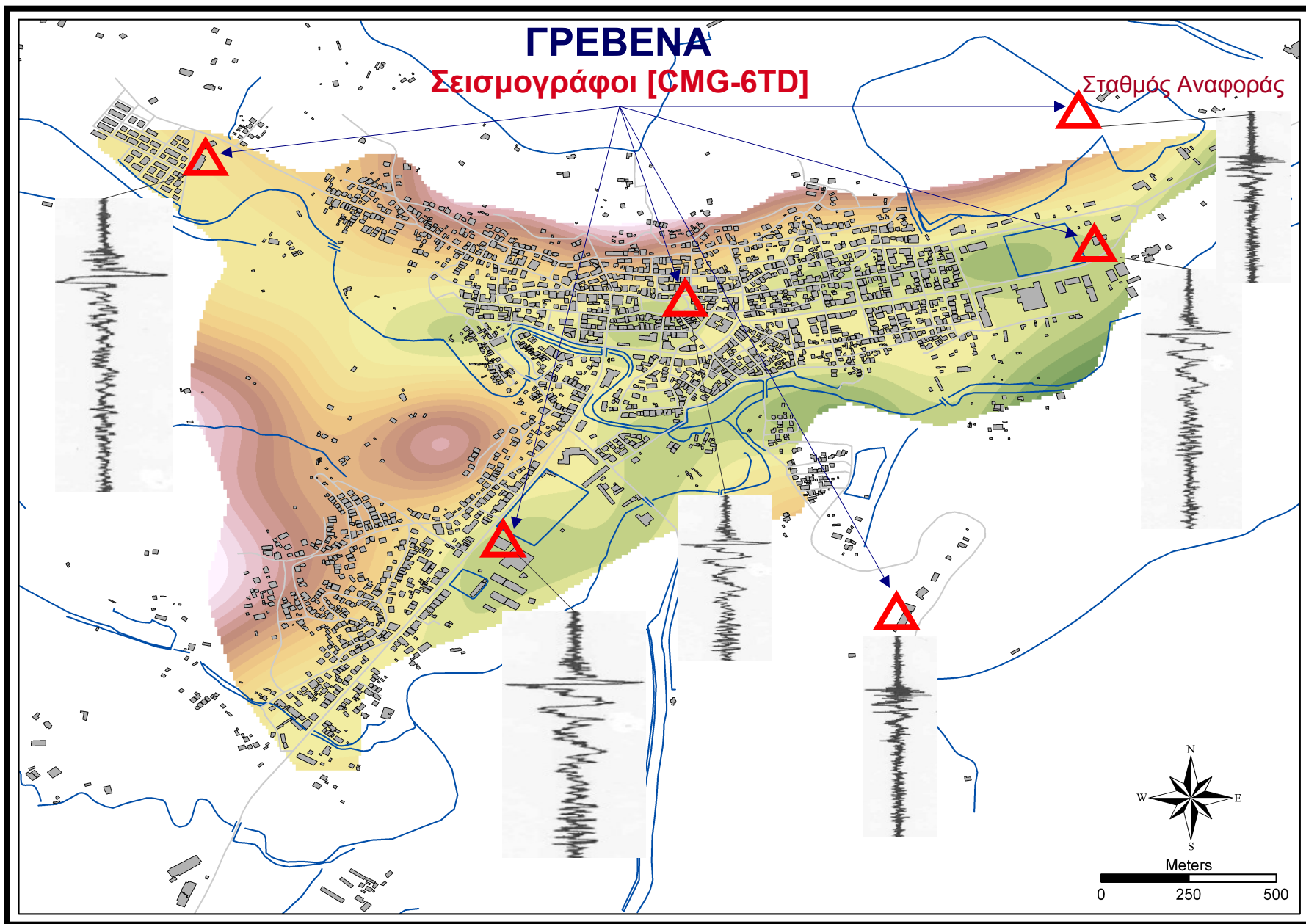
Section A4



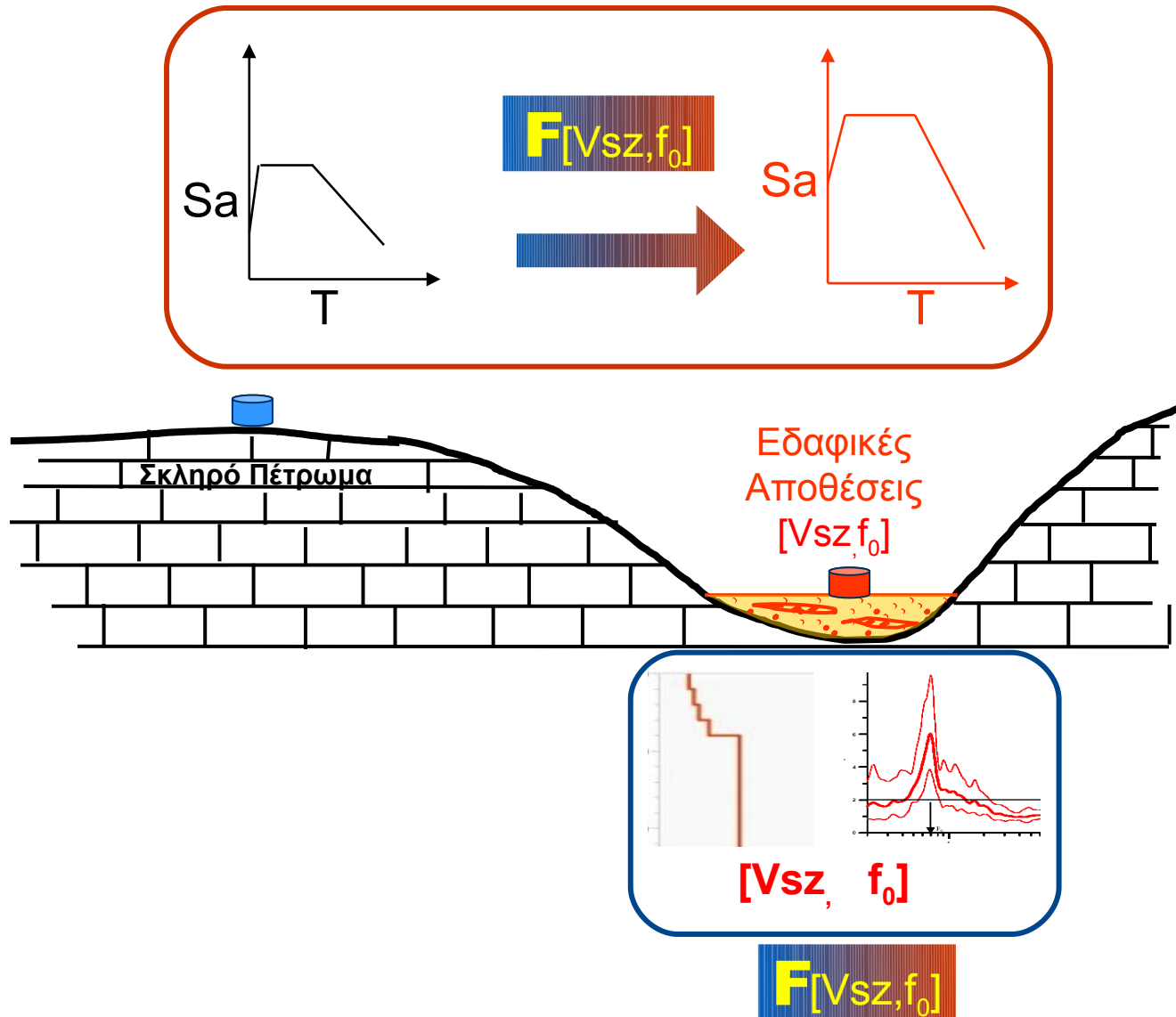
# ΓΡΕΒΕΝΑ

## Σεισμογράφοι [CMG-6TD]

Σταθμός Αναφοράς

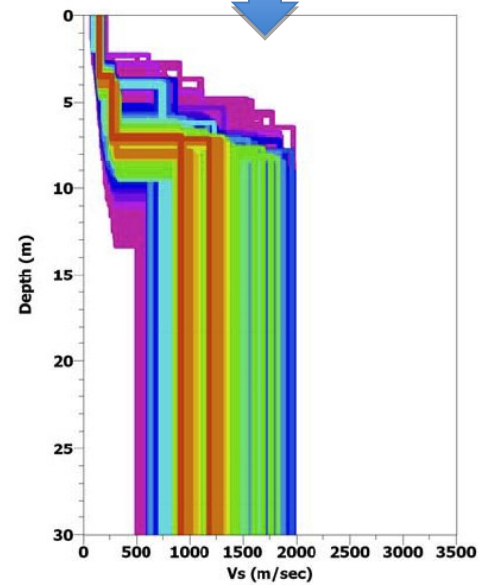
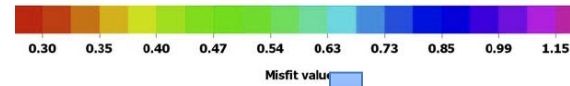
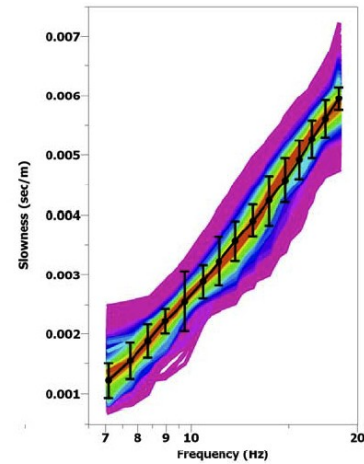
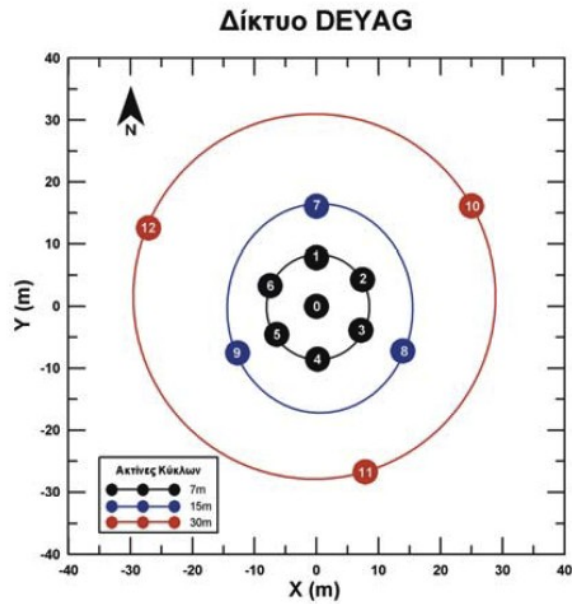


# Αναλυτικές Συναρτήσεις Ενίσχυσης

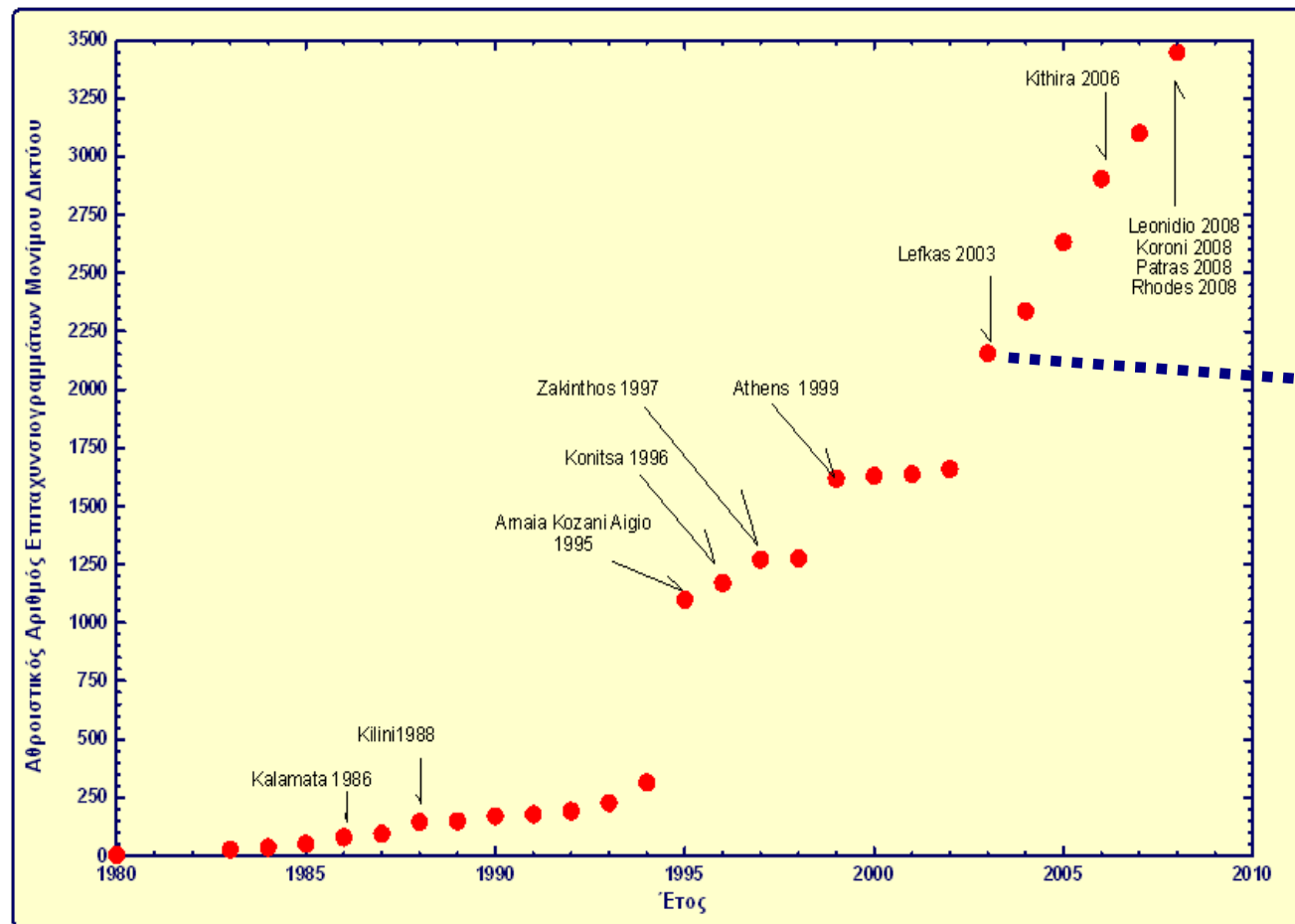




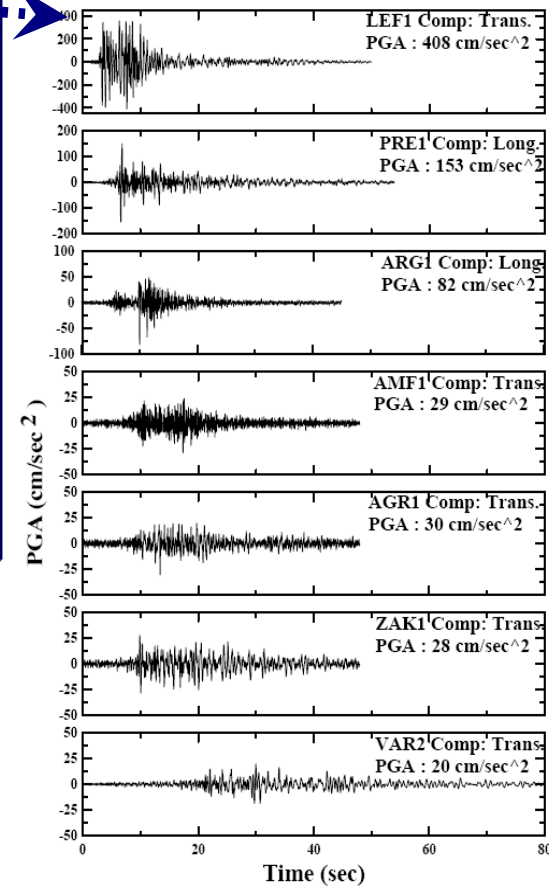
# ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΙΔΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΜΙΚΡΟΘΟΡΥΒΟΥ



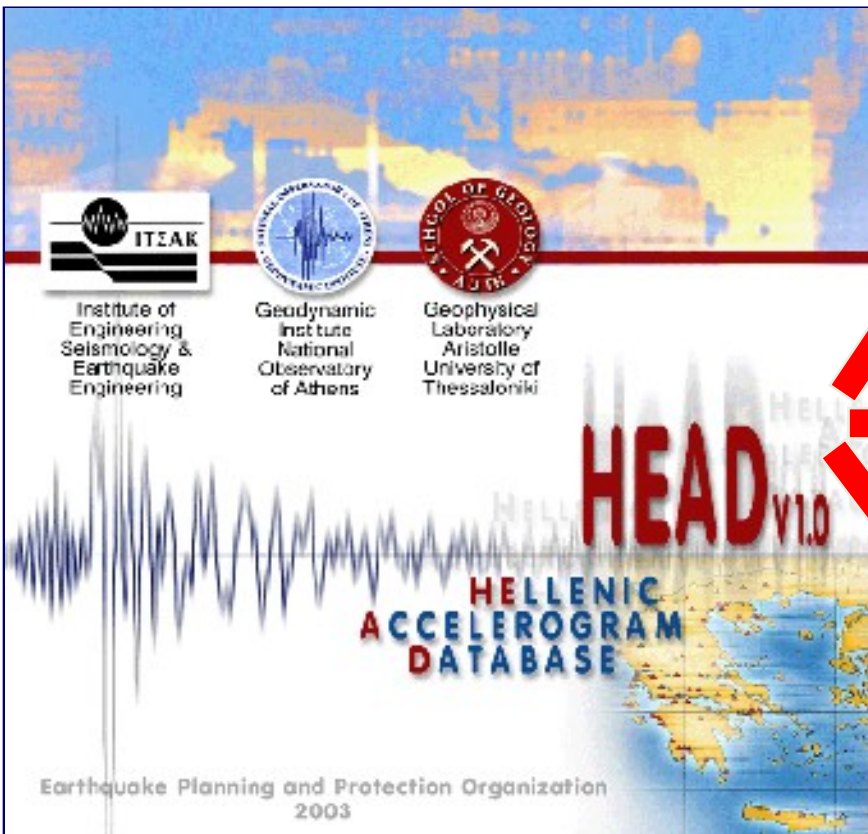
# Δεδομένα Ισχυρής Σεισμικής Δόνησης



## Σεισμός Λευκάδας 2003



# Συμβολή Δεδομένων του ΕΔΕ

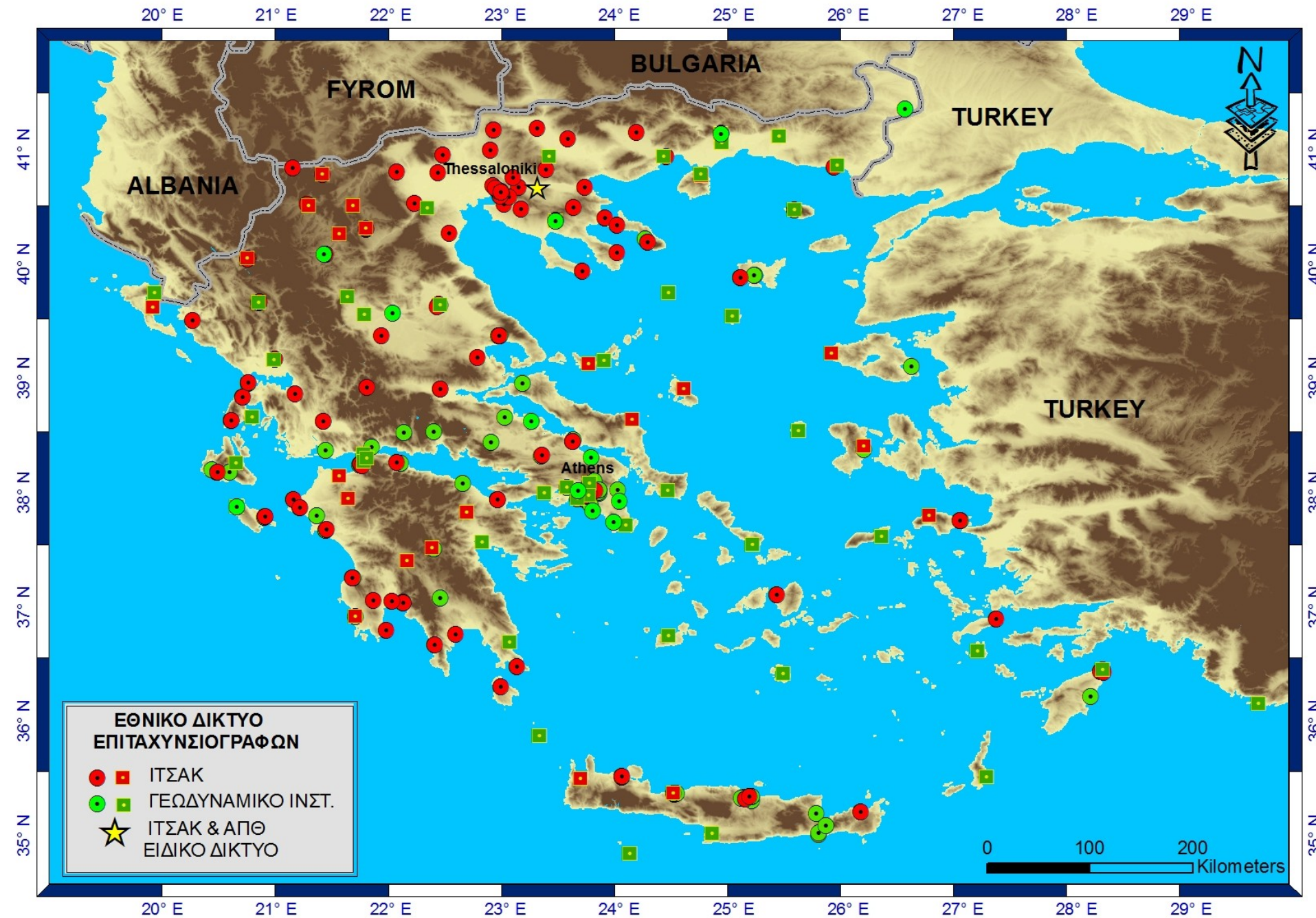


Έρευνα Τεχν. Σεισμολογίας  
& Αντισεισμικής Μηχ/κής

Αντισεισμικός Κανονισμός  
& Μικροζωνικές μελέτες

Τεχνικός κόσμος χώρας  
[Μηχ/κοί, Γεωλόγοι κ.α.]

# 2011 Οκτώβριος: ΙΤΣΑΚ + ΓΙ ~300 επιταχυνσιογράφοι 'ελεύθερου πεδίου'





**2010:** Αναβάθμιση από ΙΤΣΑΚ & Γεωδυναμικό Ινστ. του  
ΕΔΕ με **~200** ψηφιακούς επιταχυνσιογράφους νέας  
γενιάς (24 bits, web accessed) **ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΟΑΣΠ [2008]**



# ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΝΕΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΤΟΥ ΕΔΕ

## ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Αριθμός ορόφων / υπογείων

Επιφάνεια Κάτοψης

Ολική Δομημένη Επιφάνεια

Έτος Κατασκευής

Διαθέσιμη μελέτη

Έχει Επισκευαστεί / Ενισχυθεί το κτίριο

Έχει χαρακτηριστεί Διατηρητέο

Σπουδαιότητα κτιρίου κατά Ε.Α.Κ.-2000

Πρόσθετες Χρήσιμες Πληροφορίες

Στοιχεία ελεγκτού μηχανικού

Ημερομηνία ελέγχου



Κτίριο Αποκεντρωμένης Διοίκησης Ηλείου – Δυτικής Μακεδονίας στα Ιωάννινα



# 2Δ & 3Δ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΤΑΘΜΩΝ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΙΟΓΡΑΦΩΝ ΤΟΥ ΕΔΕ

## ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

4 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ  
ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ  
ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΣΕ ΒΑΘΟΣ ΕΝΤΟΣ  
ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ

Λιμάνι - TPOR  
(0μ & -80μ)

ΕΕΘΓΣΜ ΑΠΘ-ΤΑΥΤ  
(0μ & -40μ)

Σεισμ. ΣΤ. ΑΠΘ-TSST  
(0μ & -30μ)

Νομαρχία-TPRE  
(0μ & -58μ)



(ΠΕΠ Κ. Μακεδονίας 2000-2006)

Image © 2011 DigitalGlobe  
Image © 2011 GeoEye

© 2011 TeleAtlas

40°37'01.39" B 22°56'33.38" E ανύψ 0 μ

<http://www.itsak.gr/db/data>

<http://monographs.itsak.gr/>

<http://itaca.mi.ingv.it/ItacaNet/>



<http://monographs.itsak.gr/>

Firefox File Edit View History Bookmarks Tools Window Help

ITSAK

http://monographs.itsak.gr/

Getting Started Latest Headlines

ITSAK

ITSAK SITE INFORMATION ON ACCELEROMETER STATIONS OF THE GREATER EUROPEAN REGION

Additional Layers

- Geological layer
- Geophysical layer

Stations

- SWITZERLAND (3)
- TURKEY (5)
- FRANCE (1)
- GREECE (166)
- ABS1
- AGR1
- AI01
- AI02
- ALM1
- ALX1
- AMK
- AML1
- ANS1
- AOL1
- ARE1
- ARG1
- ARN1
- ART1
- ART2
- AST1
- ATH2
- ATH3
- ATH4
- BUT1
- CHA6
- CHA9
- CHN1
- COR1
- DRA1
- E01
- E02
- E03
- EDE1
- FLO1
- FLO2
- FRM1
- FRS1
- GIA1
- GOU1
- GRA1

Map

Calculate distance Go to coordinates

OGFH

Montbonnot –Grenoble (38)

[General Site Information](#)

[Geographical Data](#)

[Site Description - Housing](#)

[Earthquake Recordings](#)

[Morphological Data](#)

[Geognostic Investigation](#)

[Geotechnical Laboratory Analyses](#)

[Geophysical Data](#)

[Noise Recordings](#)

[Site Response](#)

[Site Transfer Function](#)

[Dispersion Curve Information](#)

[Contact](#)

Εικόνες από ©2011 TerraMetrics, ©2011 Δεδομένα χάρτη Basasoft, Google, Maps GISrael, ORION-ME, Tele Atlas, Geocentre Consulting - Όλα τα δικαιώματα διατηρούνται



ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ & ΜΕΤΑΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΤΑΘΜΩΝ ΕΔΕ

<http://monographs.itsak.gr/>

