



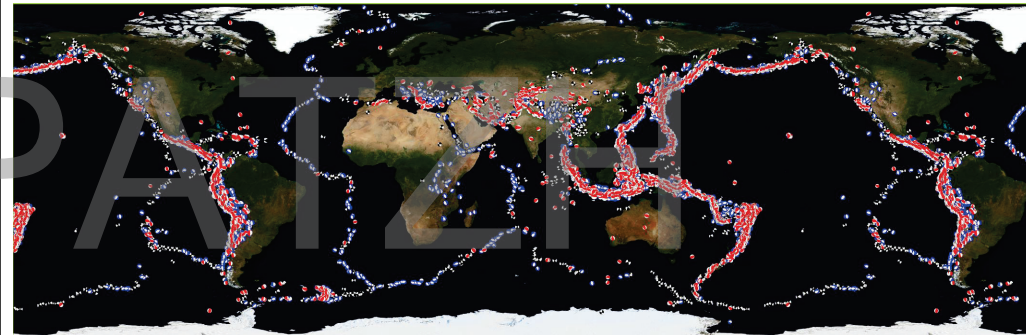
Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των μεγάλων σεισμών στην Ελλάδα

Αναστασία Κυρατζή
καθηγήτρια Σεισμολογίας
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Τομέας Γεωφυσικής

18^ο Φοιτητικό Συνέδριο
Επισκευές Κατασκευών
Πάτρα, 15 Φεβρουαρίου 2012

1

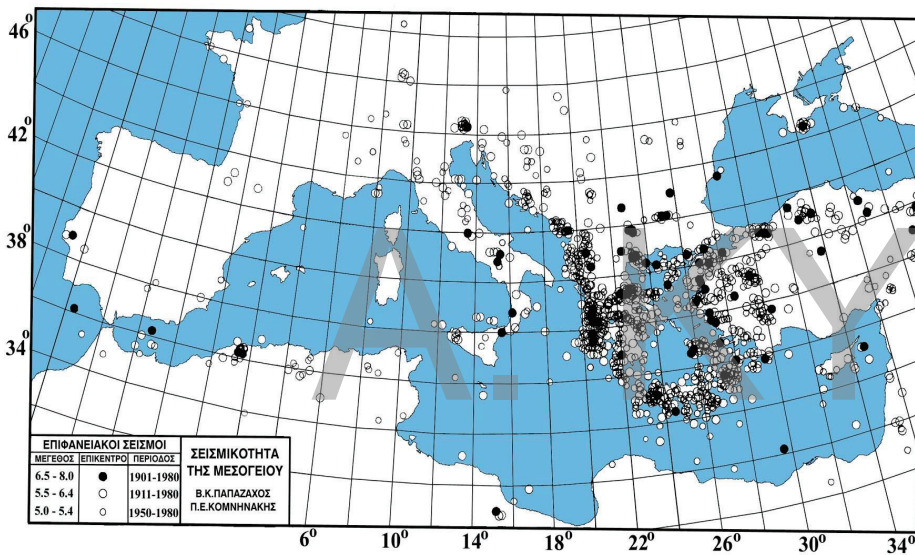
Global Earthquakes - Όρια λιθοσφαιρικών πλακών



Ocean plates -simple plate boundaries

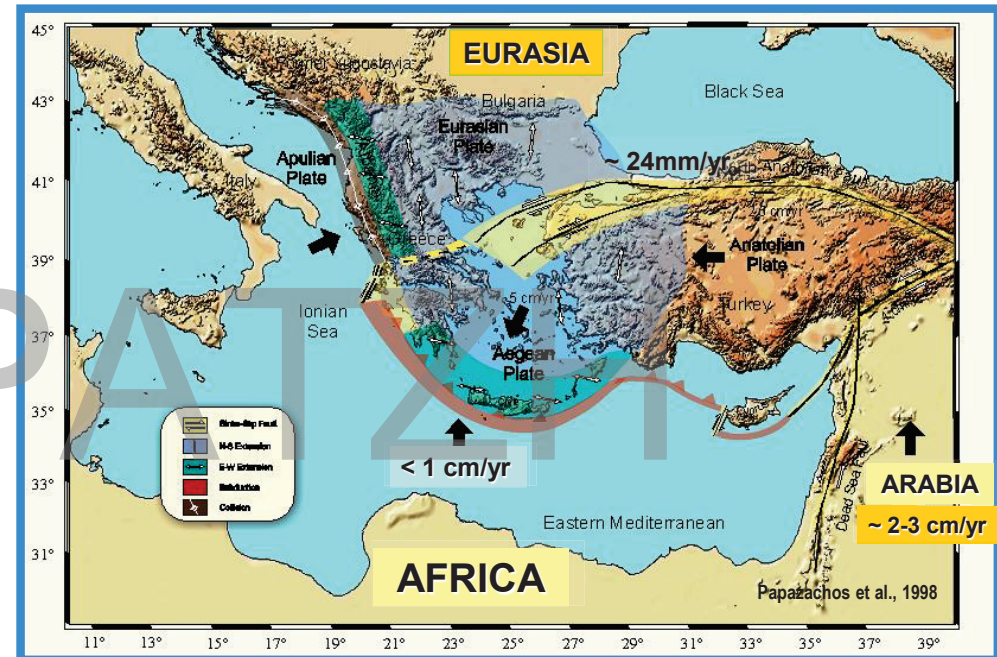
2

Σεισμικότητα Ελληνικού χώρου



Papazachos and Papazachou, 2003

Κινήσεις μεγάλης κλίμακας καθορίζουν την παραμόρφωση



4

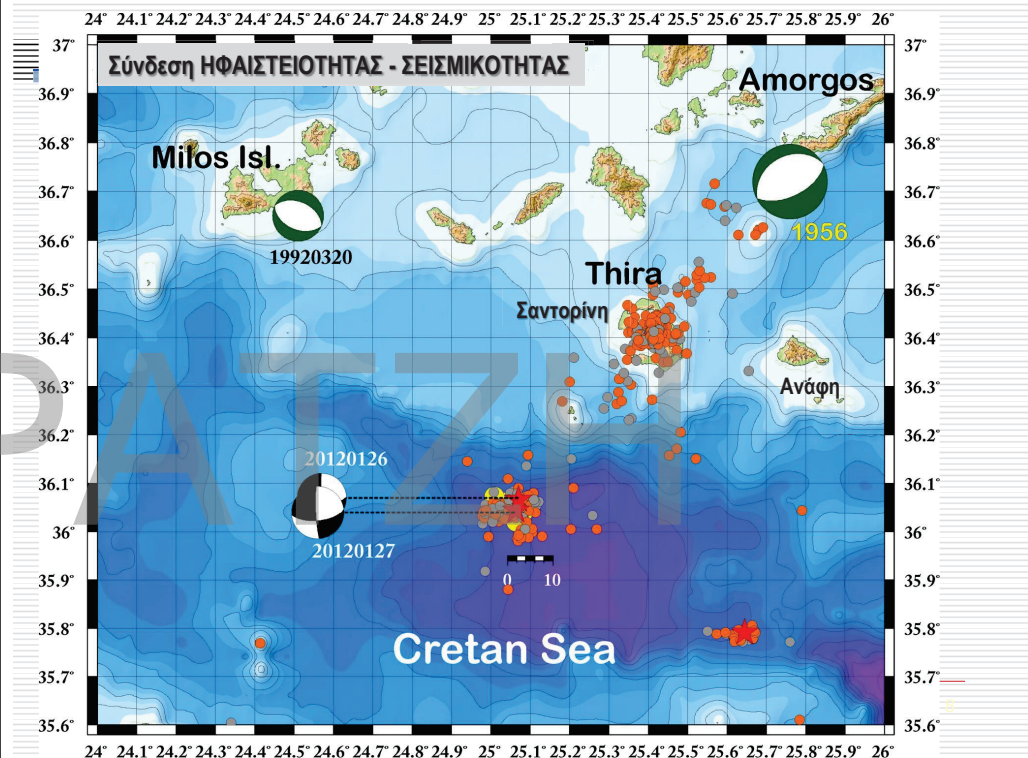
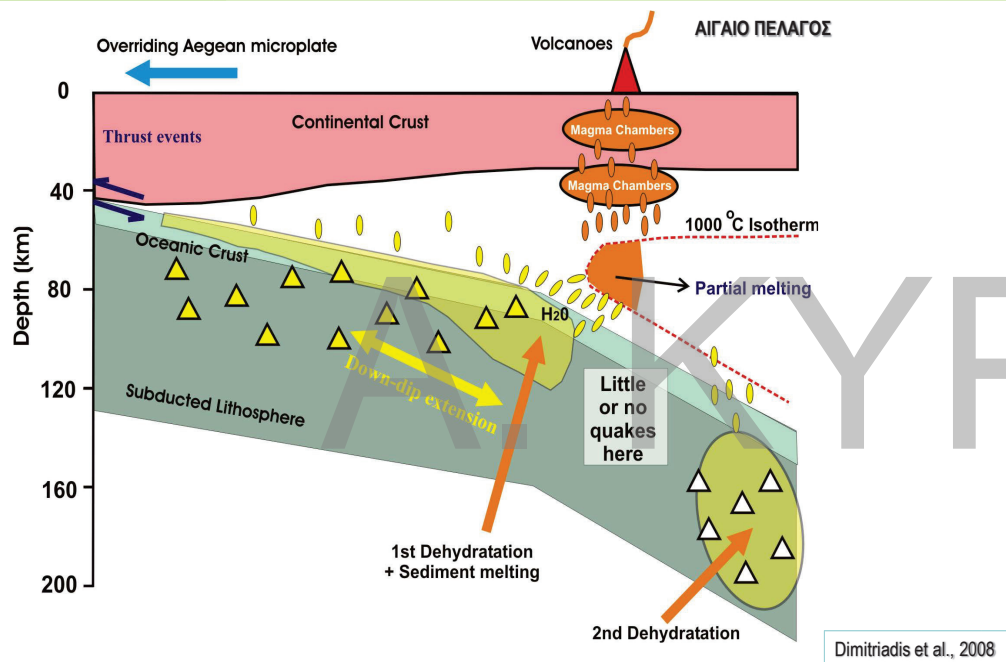


5



6

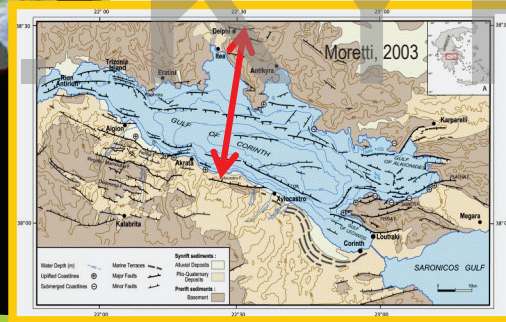
Μοντέλο



Πώς και πόσα ρήγματα παίρνουν την παραμόρφωση



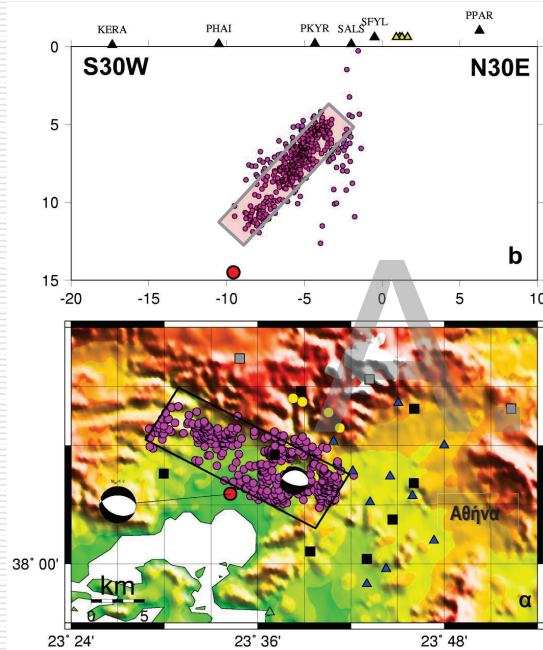
Τα κανονικά ρήγματα της κεντρικής Ελλάδας έχουν παράταξη Α-Δ και είναι έτσι οργανωμένα στο χώρο έτσι ώστε να παίρνουν το μεγαλύτερο ποσοστό της παραμόρφωσης ο μικρότερος αριθμός ρηγμάτων.



9

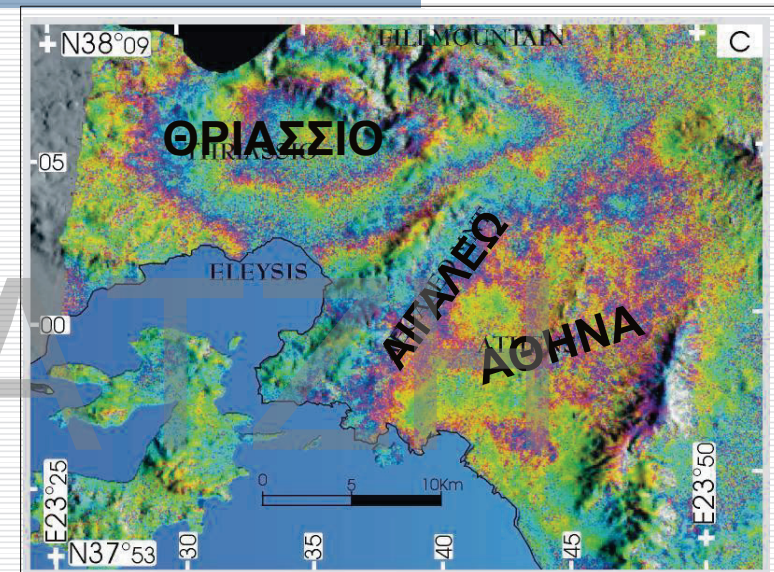
ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΑΚΟΛΟΥΘΙΕΣ

Σεισμός Πάρνηθας 1999: Η έννοια του σεισμογόνου χώρου



Παπαζάχος, 1999

Γεωμετρικά εμπόδια σταματούν τη διάρρηξη



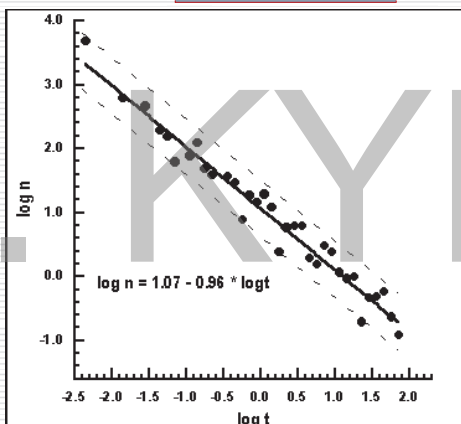
Kontoes et al., 2003

Πώς εξελίσσεται μια σεισμική ακολουθία?

Χρονική εξέλιξη του αριθμού των μετασεισμών

$$n = n_0 t^{-h}$$

Μια ομαλή εξέλιξη

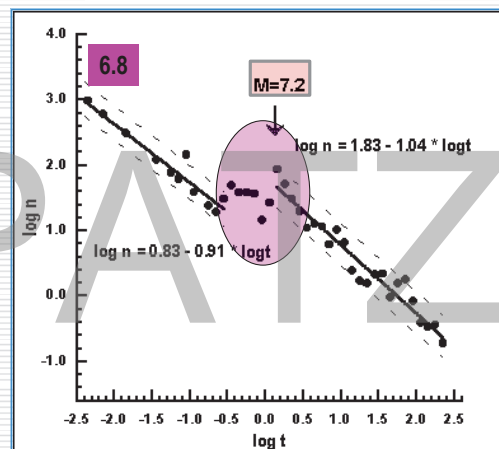


□ Ομαλή Εξέλιξη

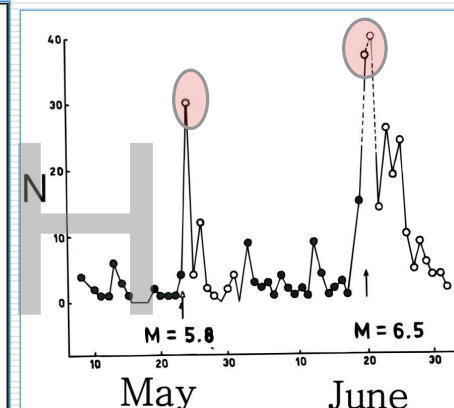
Ο αριθμός, n , των μετασεισμών μιας ομαλά εξελισσόμενης ακολουθίας είναι εκθετική συνάρτηση του χρόνου

Μια ΜΗ ΟΜΑΛΗεξέλιξη

12.08.1953 Κεφαλονιά



1978 Θεσσαλονίκη



Τι μπορεί να κάνει ένα σεισμό πιο καταστροφικό?

□ Επιτάχυνση της εδαφικής κίνησης

□ Διάρκεια της ισχυρής κίνησης

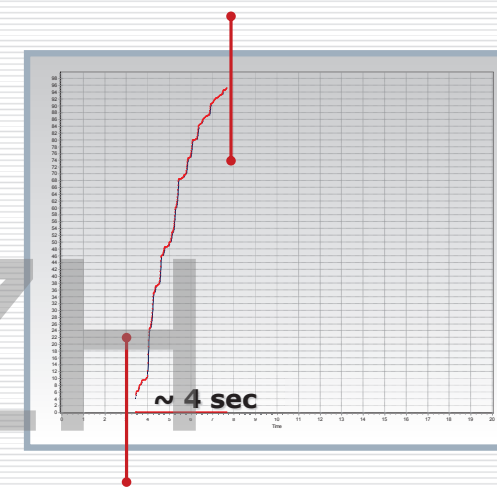
■ Ιδιοπερίοδος των κατασκευών

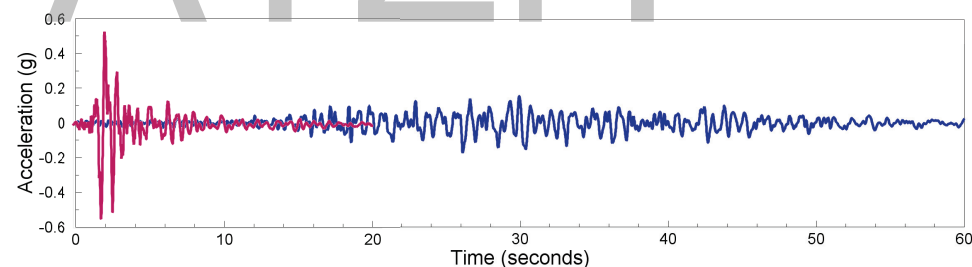
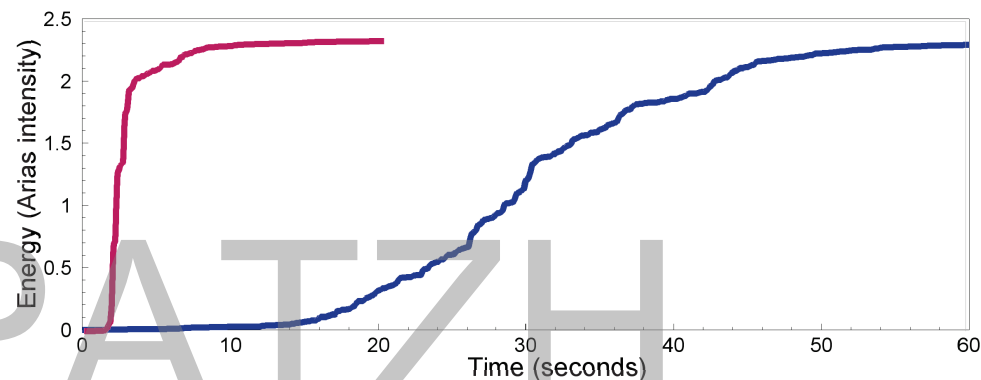
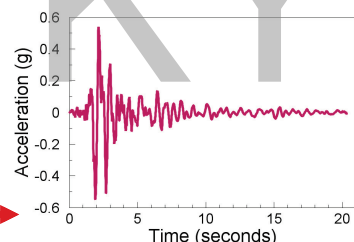
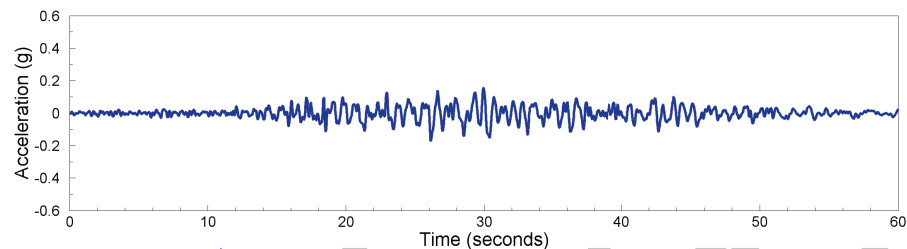
□ Κατευθυντικότητα της διάρρηξης

□ Εδαφικές συνθήκες

Διάρκεια της ισχυρής κίνησης

- Measure the interval between the times when the peak acceleration first and last exceeds some threshold, say 0.05 g
- The amount of time in which 90% of the integral of the acceleration-squared takes place



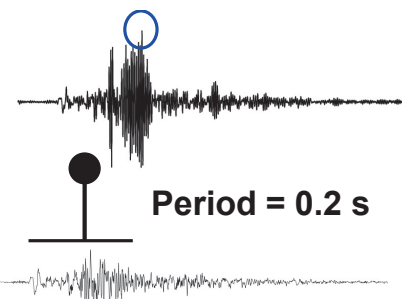


Για σταθερή ΕΝΕΡΓΕΙΑ

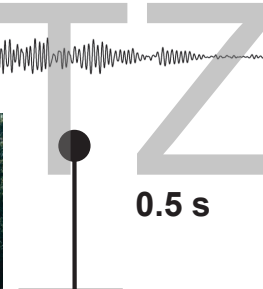
η μικρή διάρκεια είναι πιο καταστροφική

Για σταθερή ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ

η μεγάλη διάρκεια είναι πιο καταστροφική γιατί η ΕΝΕΡΓΕΙΑ είναι μεγαλύτερη

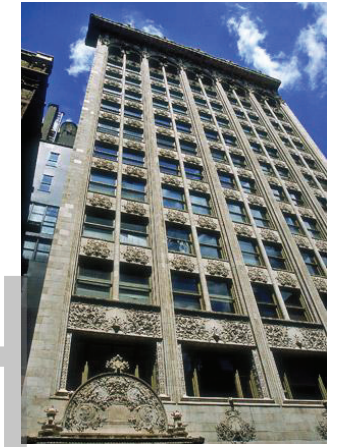
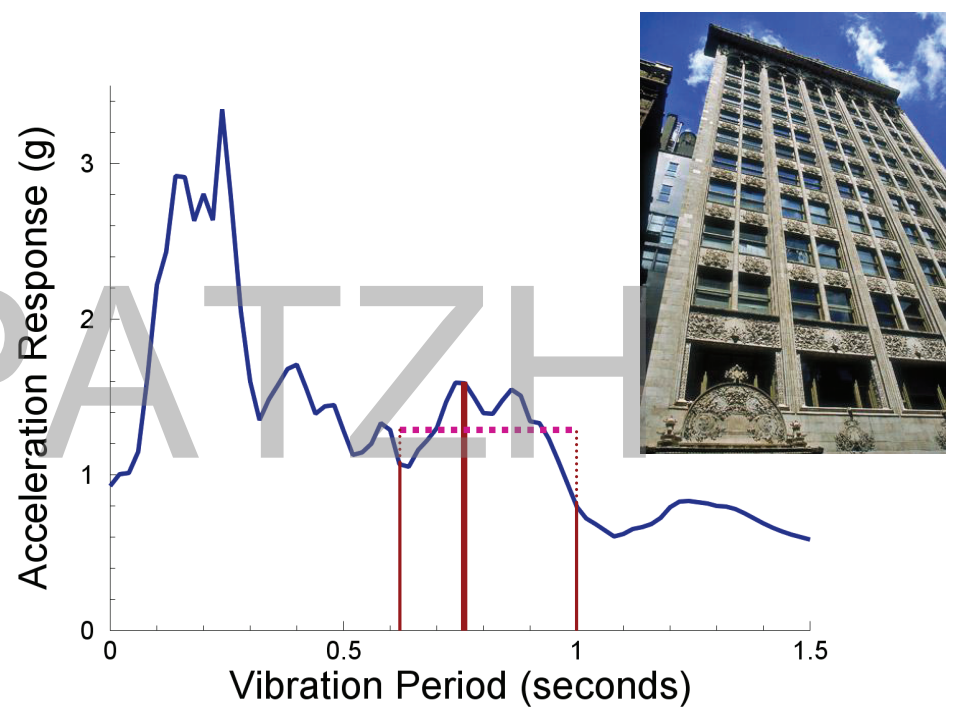
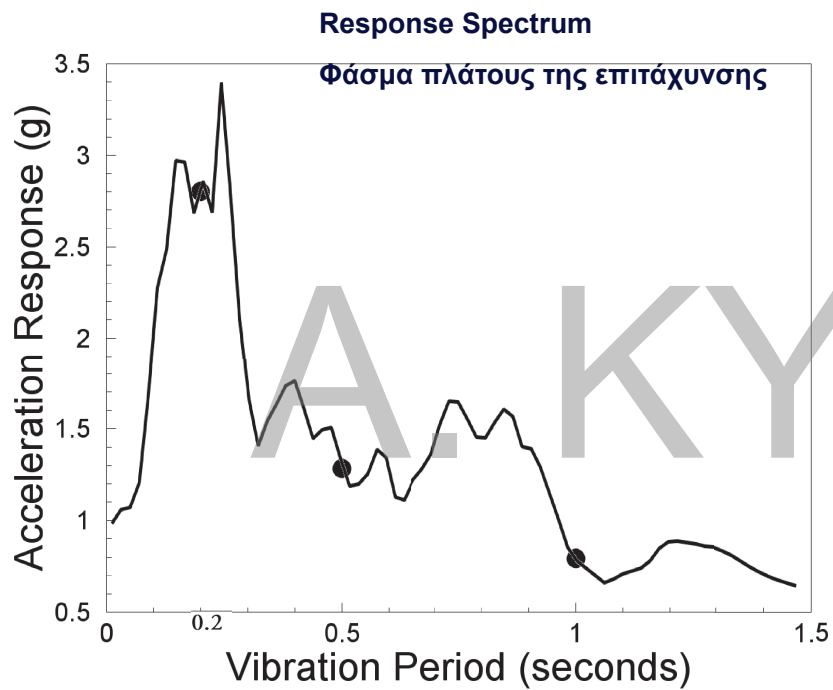


input motion the same in all cases



απόκριση τελευταίου ορόφου

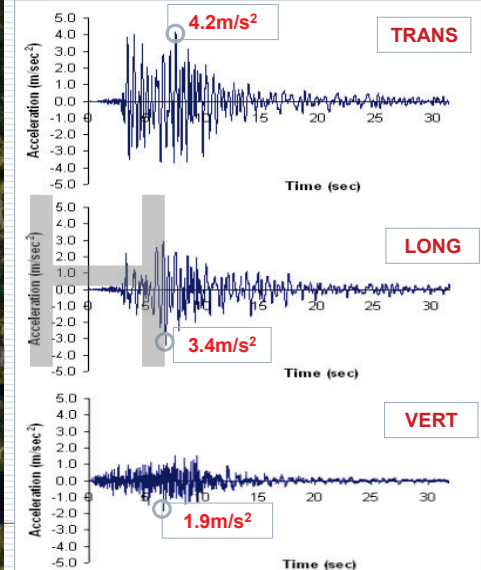
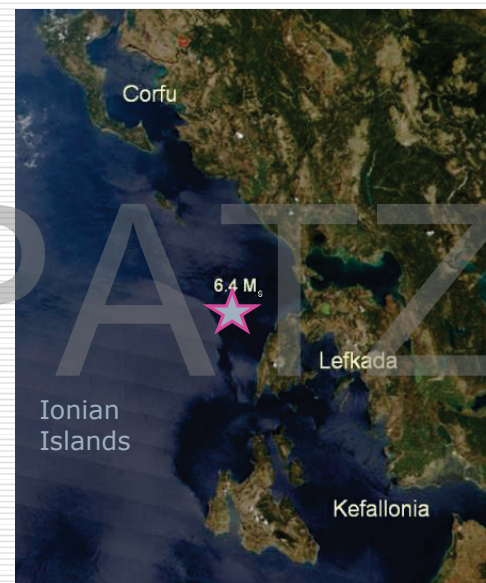




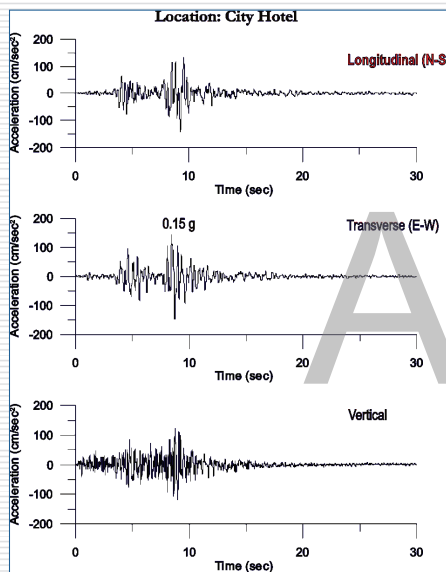
**ΚΑΘΕ ΣΕΙΣΜΟΣ ΔΙΑΛΕΓΕΙ ΠΟΙΕΣ
ΟΙΚΟΔΟΜΕΣ ΘΑ ΒΛΑΨΕΙ**

Example: PGA for Lefkada 2003 earthquake M6.4

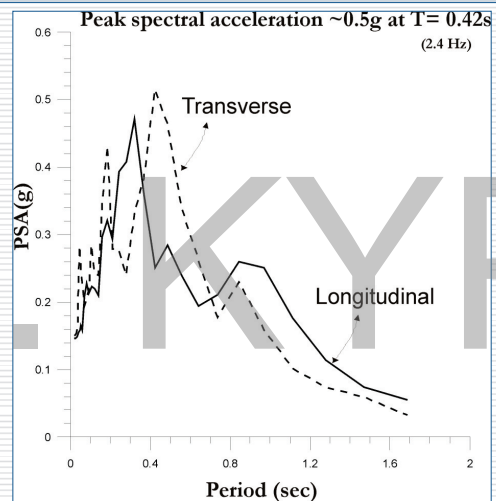
□ Peak Acceleration PGA (g) is measured directly from records



Example: Thessaloniki 1978 eq M6.5



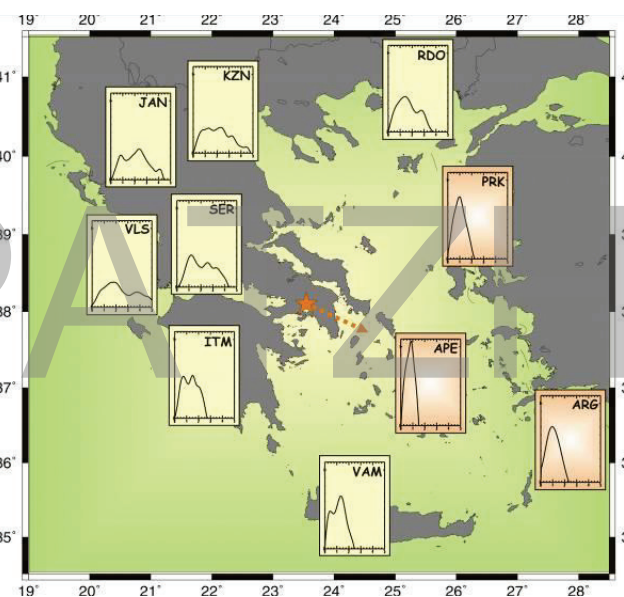
Acceleration response spectra (5% damped)



Roumelioti et al., 2008

25

Κατευθυντικότητα της διάρρηξης: Athens 1999



Λόγω φαινομένου Doppler.

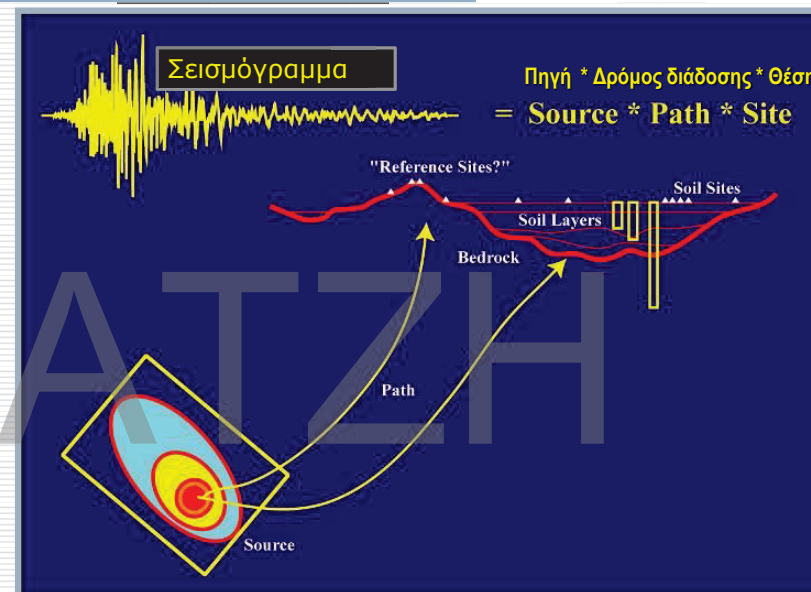
Η χρονική συνάρτηση της πηγής έχει μεγαλύτερο πλάτος και μικρότερη διάρκεια προς την πλευρά της διάρρηξης. Στο παράδειγμα της Αθήνας προς τα ανατολικά.

Roumelioti et al., 2003

26

Προσομοίωση της ισχυρής σεισμικής κίνησης

Θεμελιώδης εξίσωση της Σεισμολογίας



Boore, 2008

28

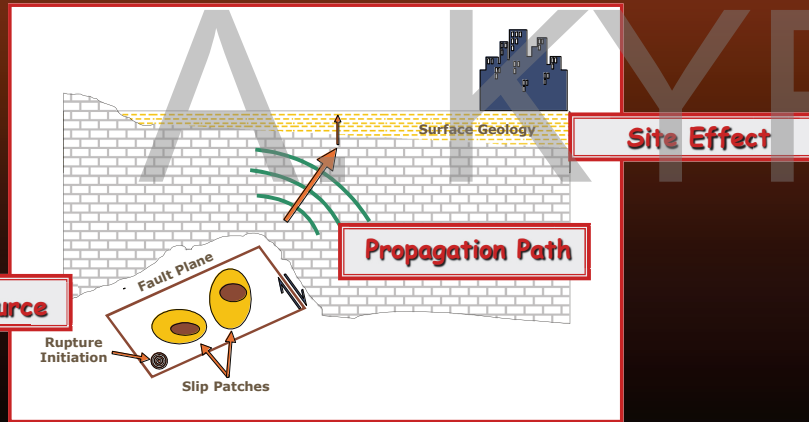
27

Στοχαστική προσομοίωση

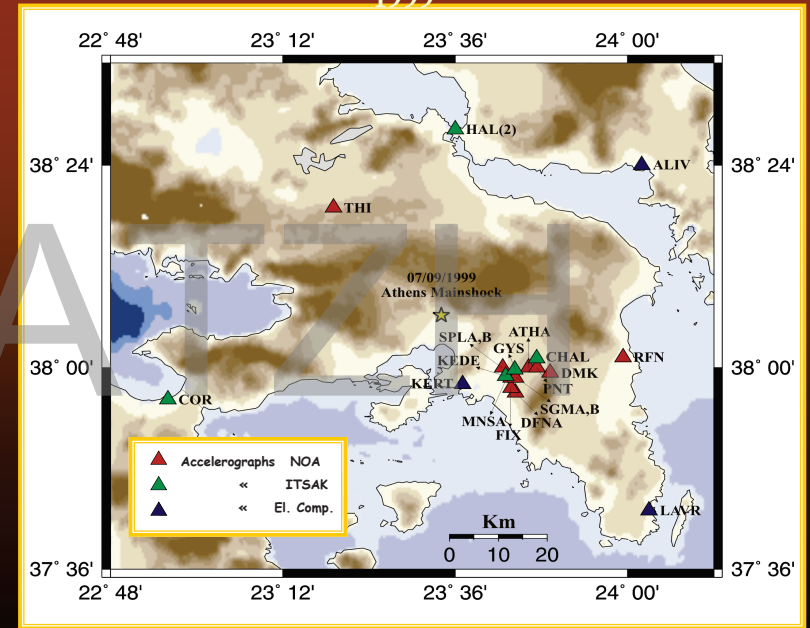
Low-frequency
ground motions behave
deterministically

**Transition
Frequency**
 $f \sim 1$ Hz

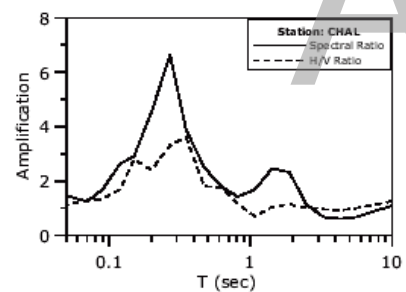
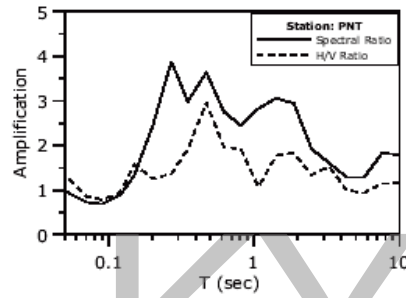
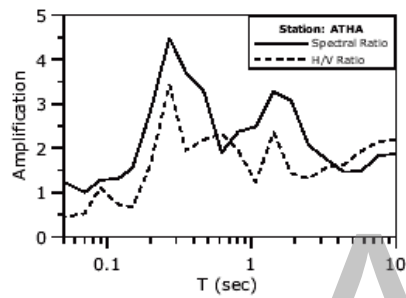
High-frequency
ground motions behave
stochastically



Κατανομή των επιταχυνσιογράφων στο σεισμό της Αθήνας 1999

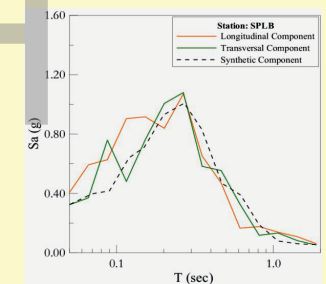
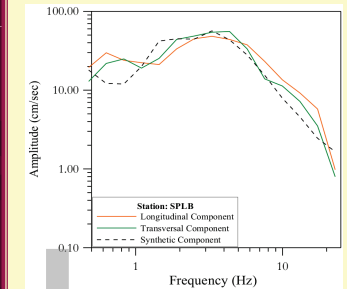
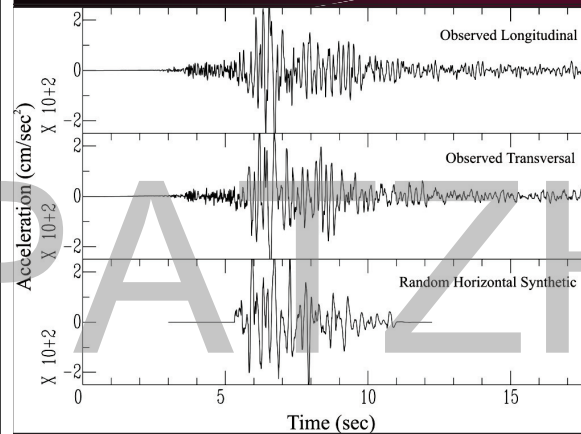


Συνάρτηση ενίσχυσης λόγω εδάφους για κάθε σταθμό

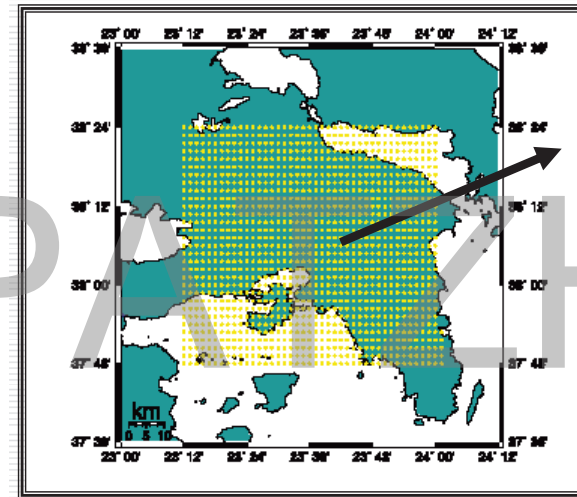


Comparison of amplification functions using SSR and HVSr methods at 3 stations. Reference rock type station DMK. PSV spectra were used with 5% damping.

Στοχαστική προσομοίωση στο σταθμό SPLB [Σεπόλια]

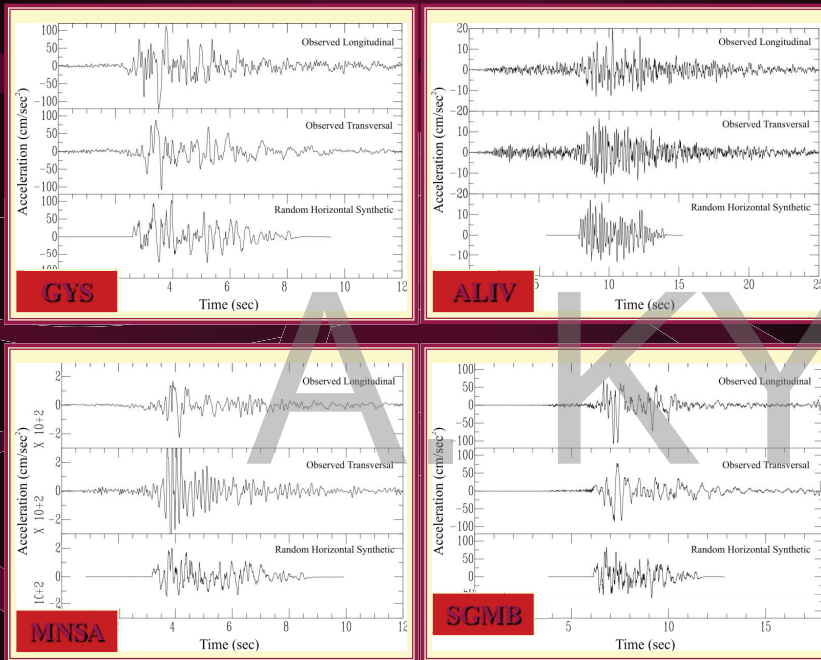


Προσομοιώσεις στους κόμβους πλέγματος



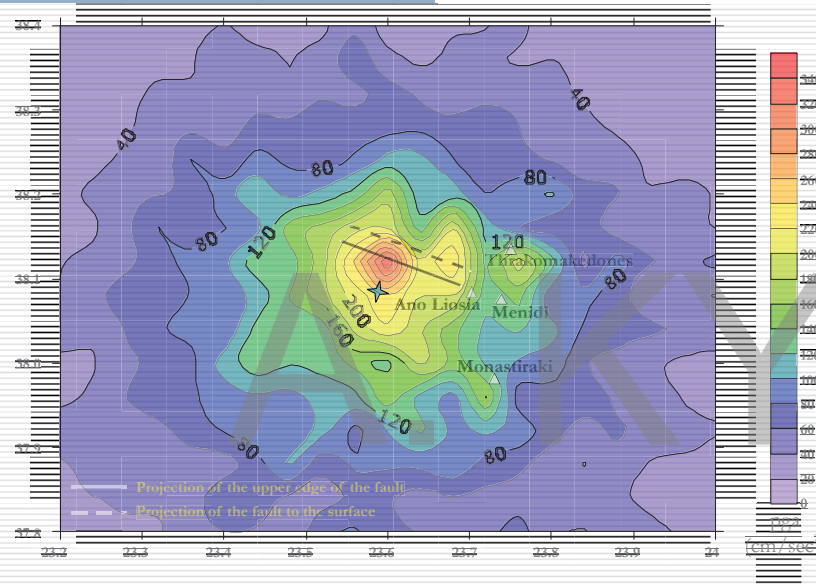
- ☐ Synthetic strong motion records at the 1200 grid points
- ☐ Elastic response spectra (5% damping)
- ☐ From the SA selection of acceleration at various periods ($T=0.1, 0.2, 0.35, 1.0, 2.0$ and 3.0 sec)
- ☐ Synthetic spectral acceleration maps for these periods

34



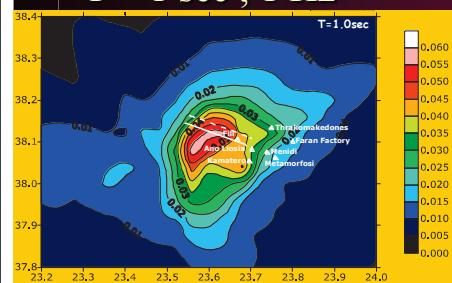
33

Κατανομή των επιταχύνσεων στο σεισμό της Αθήνας

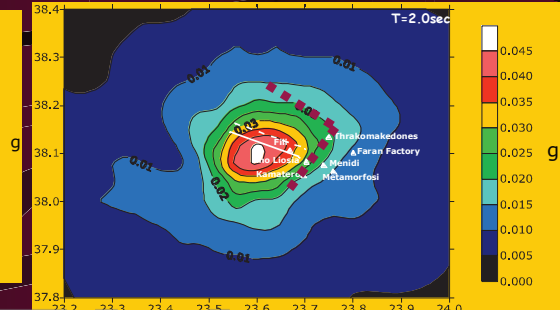


PGA < 0.35g ; Μέγιστες τιμές κατά μήκος του ρήγματος και στην πλειόσειστη περιοχή; 50% increase

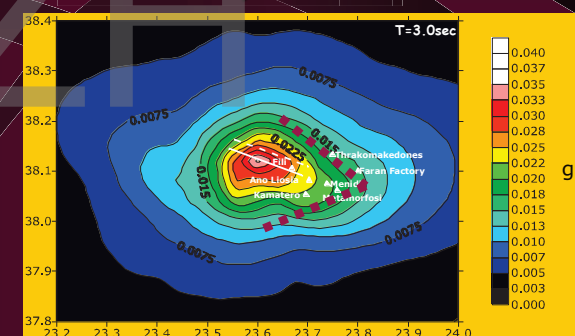
$T = 1$ sec ; 1 Hz



$T = 2$ sec ; 0.5 Hz



$T = 3$ sec ; 0.3 Hz



Directivity at long periods

$T > 2$ sec

Τι μας δίδαξε ο σεισμός της Αθήνας

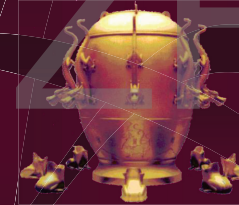
Η επίδραση της εστίας παίζει καθοριστικό ρόλο
ακόμα και σε μεσαίου μεγέθους σεισμούς

Η καταστρεπτικότητα του σεισμού οφειλόταν σε
ατυχή συνδυασμό φαινομένων

- κατευθυντικότητας
- και επίδρασης του εδάφους

σε ένα περιορισμένο εύρος συχνοτήτων που
συνέπιπτε με τις ιδιοσυχνότητες των κατασκευών
που έπαθαν βλάβες (διώροφα, τριώροφα)

Σας ευχαριστώ !



A. KYPATZHI