



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ & ΓΕΩΔΥΝΑΜΙΚΗΣ
ΜΑΘΗΜΑ: ΓΕΩΛΟΓΙΑ και ΣΕΙΣΜΟΙ

Εργαστήριο 7ο

Ανάλυση Μορφοτεκτονικών Δεικτών

Εισηγητής:
Δρ. Μπαθρέλλος Γιώργος
Καθηγητής

Δείκτης μήκους - κλίσης Ρέματος S_L

(Stream length-gradient index)

$$S_L = (\Delta H / \Delta L) * L$$

όπου:

$\Delta H / \Delta L$: κλίση του ρέματος

L : συνολικό μήκος του ρέματος από το σημείο της μέτρησης προς τα ανάντη.

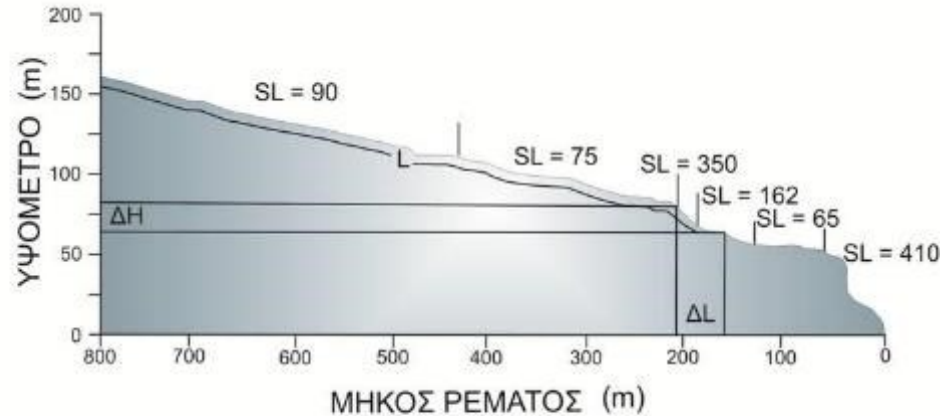
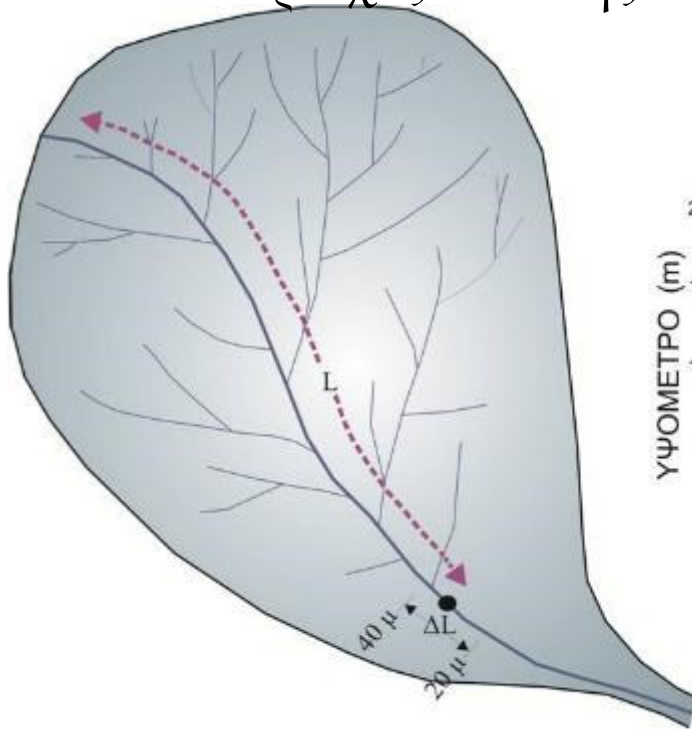
Ο **δείκτης SL** σχετίζεται με τη μεταφορική ικανότητα του ποταμού που είναι διαθέσιμη σε ένα **συγκεκριμένο τμήμα** του.

Είναι ευαίσθητος σε μεταβολές της κλίσης της κοίτης και άρα σε μεταβολές μεταξύ της τεκτονικής και της λιθολογίας.

Δείκτης μήκους - κλίσης Ρέματος S_L

(Stream length-gradient index)

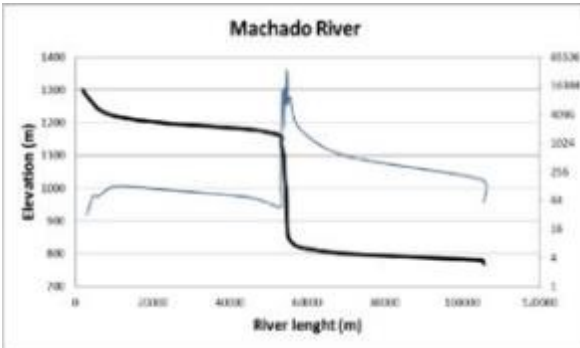
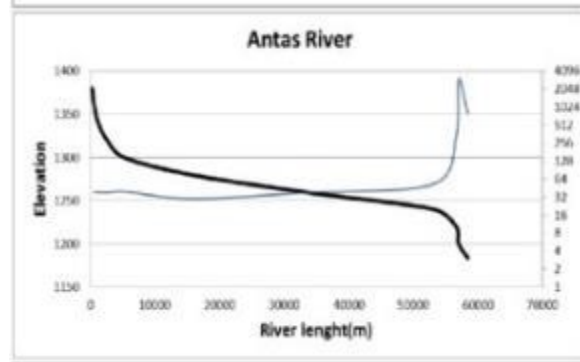
Η υψηλή διακύμανση των τιμών του δείκτη κατά μήκος ενός ρέματος αναδεικνύει περιοχές έντονης τεκτονικής δραστηριότητας.



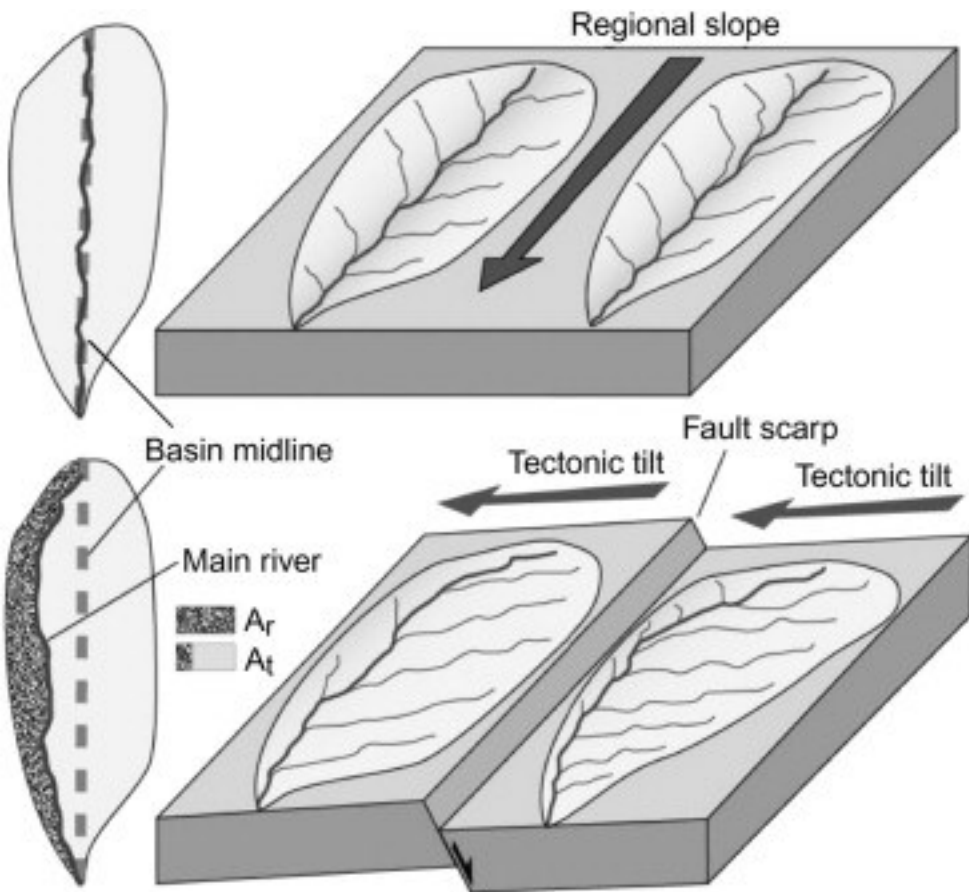
Δείκτης μήκους - κλίσης Ρέματος S_L

(Stream length-gradient index)

Η υψηλή διακύμανση των τιμών του δείκτη κατά μήκος ενός ρέματος αναδεικνύει περιοχές έντονης τεκτονικής δραστηριότητας.



Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF (Asymmetry factor)



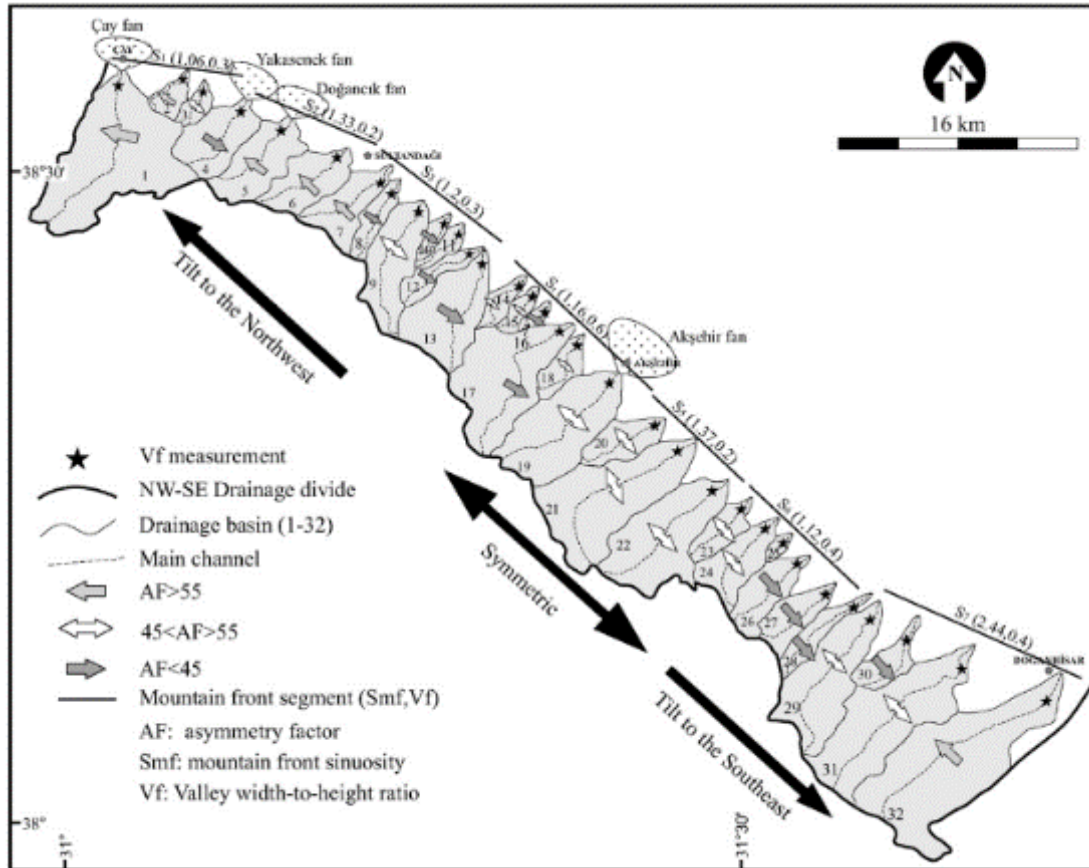
$$AF = 100(A_r/A_t)$$

όπου

A_r : εμβαδόν του τμήματος της λεκάνης που βρίσκεται στα δεξιά (κοιτώντας προς τα κατάντη) του κύριου ποταμού

A_t : συνολικό εμβαδόν της λεκάνης απορροής

Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF (Asymmetry factor)



Εκφράζει την τεκτονική περιστροφή ή κλίση μιας λεκάνης απορροής

Σε μια ασύμμετρη λεκάνη οι κλάδοι μικρότερης τάξης του δικτύου απορροής εκατέρωθεν του κύριου ποταμού είναι ανισομεγέθεις.

Δείκτης Υψομετρικού Ολοκληρώματος Hi

(Hypsometric integral)

$$Hi = [H_{mean} - h_{min}] / [H_{max} - h_{min}]$$

όπου:

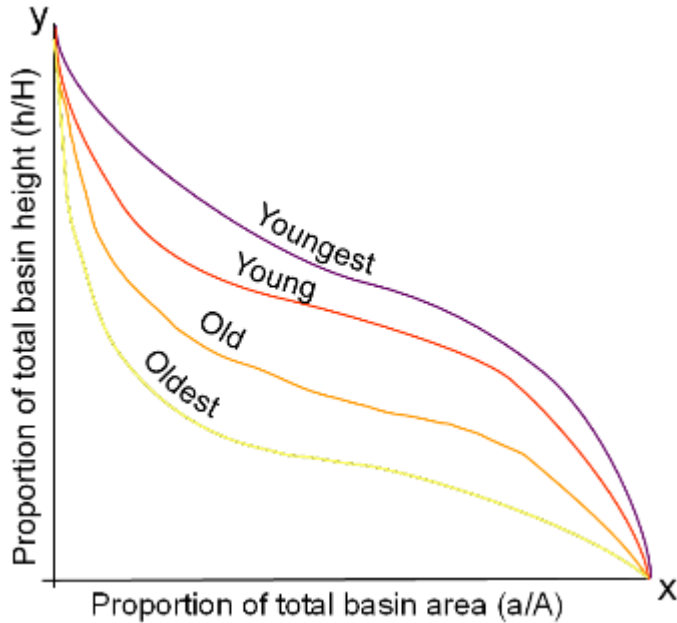
H_{mean} : μέσο υψόμετρο, h_{min} : ελάχιστο υψόμετρο, H_{max} : μέγιστο υψόμετρο

Εκφράζει την κατανομή των υψόμετρων σε μια περιοχή



Δείκτης Υψομετρικού Ολοκληρώματος H_i

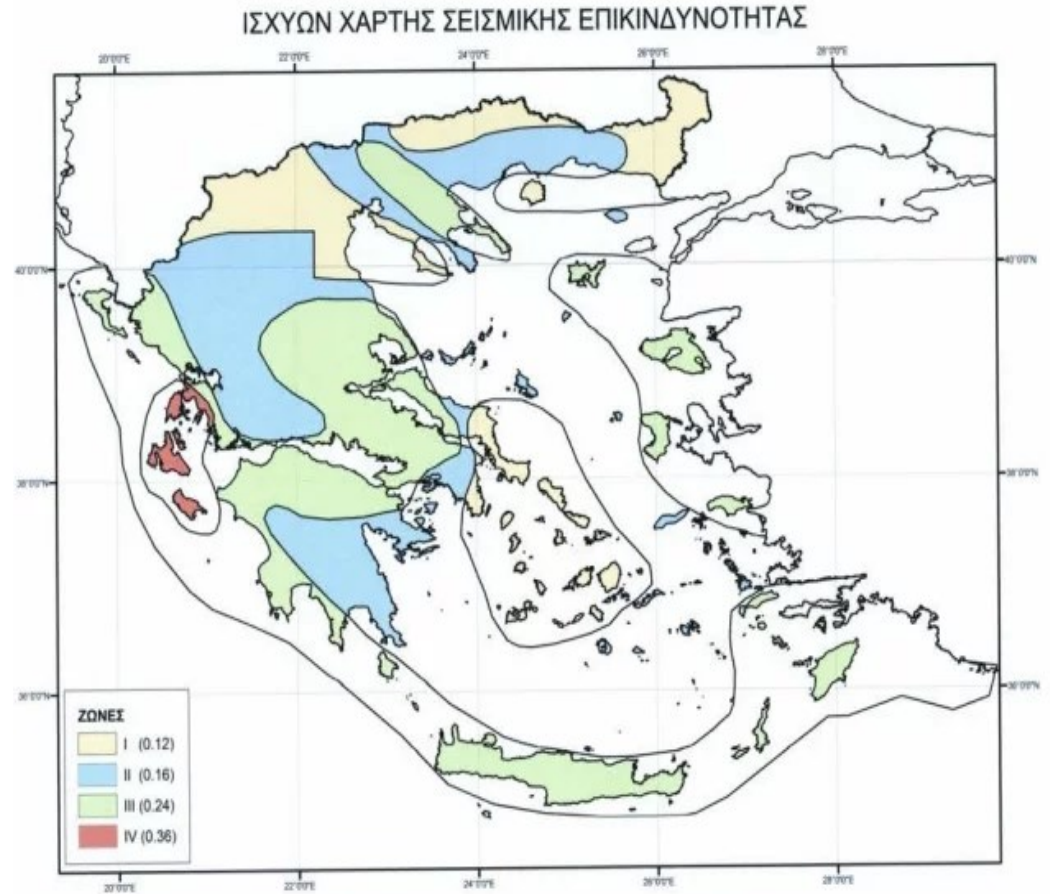
(Hypsometric integral)



Υψηλές τιμές του
υψομετρικού ολοκληρώματος σχετίζονται
με έντονη τοπογραφία σε σχέση με τη
μέση τιμή υψομέτρου της περιοχής,
ενώ χαμηλές τιμές με περισσότερο
ομαλές περιοχές

*Εμπειρικές σχέσεις
ως παράμετροι υπολογισμού
της Σεισμικής Επικινδυνότητας*

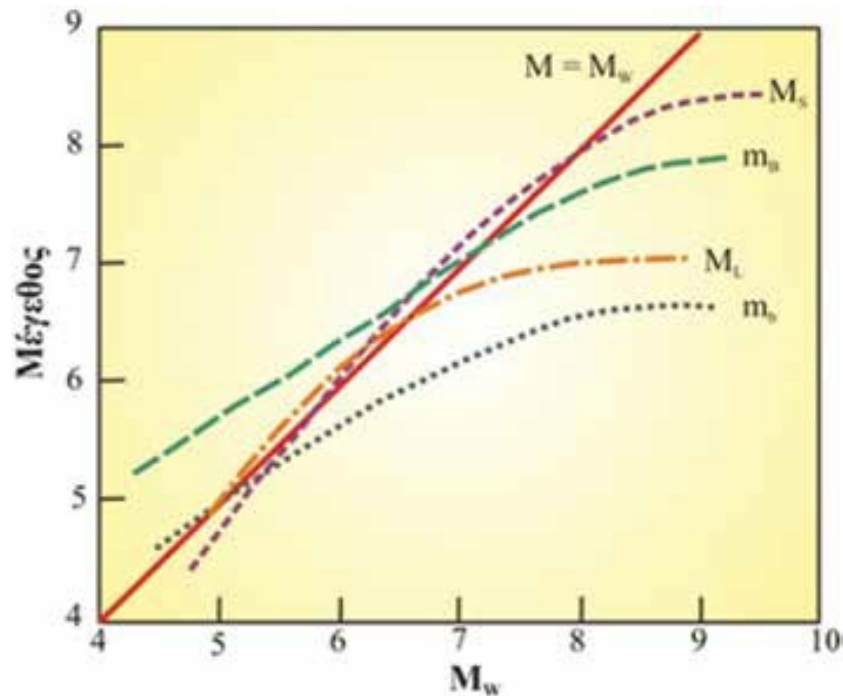
Ζώνες Σεισμικής Επικινδυνότητας



Σχήμα 1. Ισχύων Χάρτης Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας της Ελλάδας

Κλίμακες Μέτρησης Σεισμικών Μεγεθών

1. Τοπικό μέγεθος (Richter, M_L),
2. Επιφανειακό μέγεθος (M_s),
3. Μέγεθος κυμάτων χώρου (m_b μικρής και m_B μεγάλης περιόδου)
4. Μέγεθος σεισμικής ροπής (M_w ή M)



Σχέση Επανεμφάνισης Σεισμών

Η σχέση αυτή έχει γίνει γνωστή από τους Gutenberg – Richter (1944) & είναι η μαθηματική έκφραση της κατανομής των μεγεθών σε σχέση με το χρόνο :

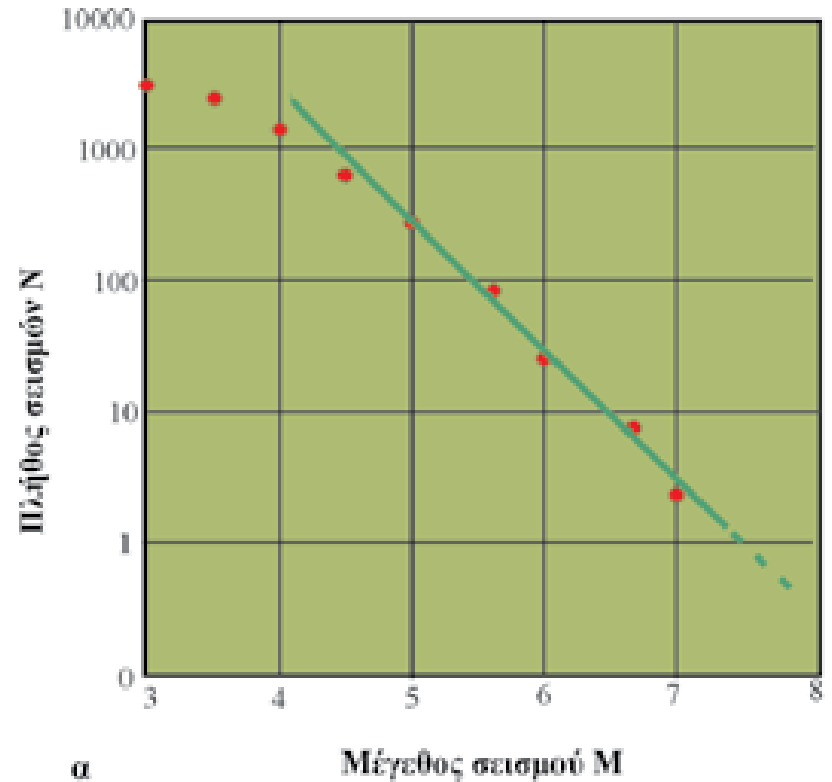
$$\text{Log}N = a - bM$$

όπου

N: ο αριθμός των σεισμών στη μονάδα του χρόνου

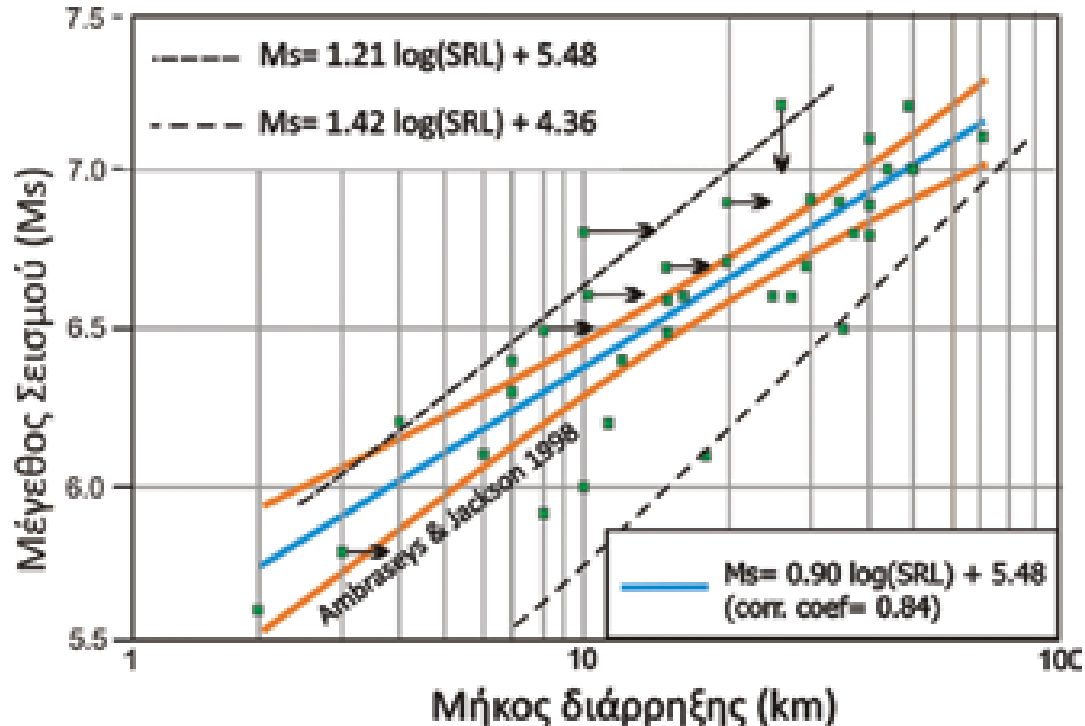
M: το μέγεθος των σεισμών (ή μεγαλύτερο)

a & b: σταθερές



Σχέση Μεγέθους - Μήκους

Συνήθως οι σεισμοί, που είναι πιο κοινοί σε όλες αυτές τις σχέσεις αφορούν μεγέθη (M_s) που κυμαίνονται από 6-7 και των αντίστοιχων συν-σεισμικών διαρρήξεων (L), που αυτοί προκαλούν



$$M_s = 0.90 \log L + 5.48$$

Pavlidis & Caputo (2004)

Σχέση Μετατόπισης - Μήκους

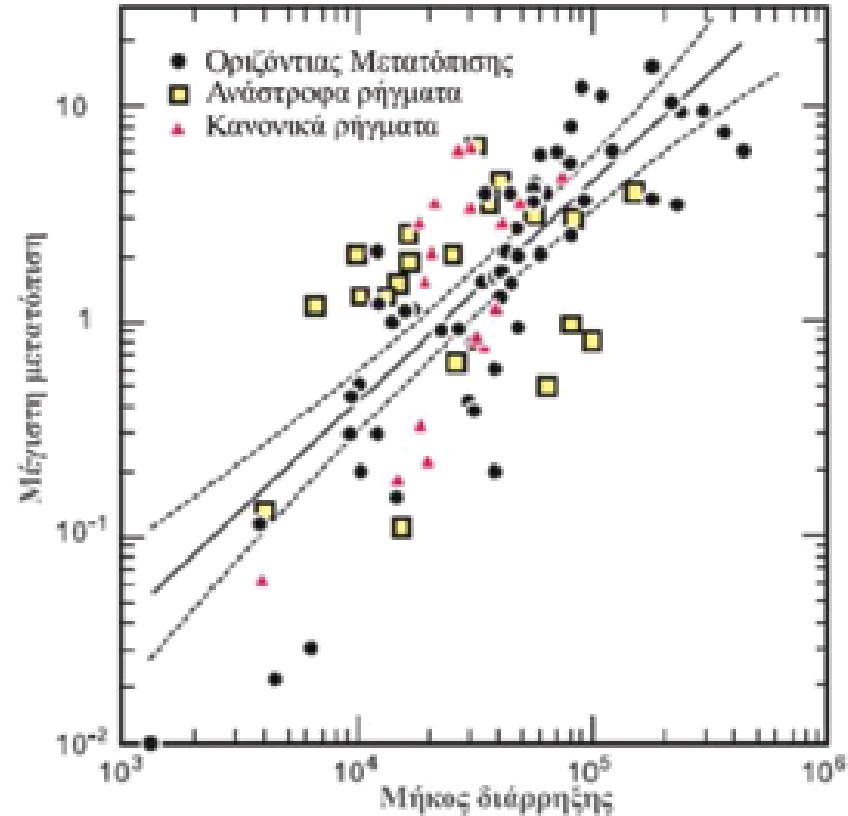
Η μαθηματική σχέση που περιγράφει τη σύνδεση μεταξύ αυτών των παραμέτρων διατυπώθηκε από τους Wells & Coppersmith (1994) και είναι της μορφής:

$$\text{Log}L = 1.43 + 0.56 \log D$$

όπου

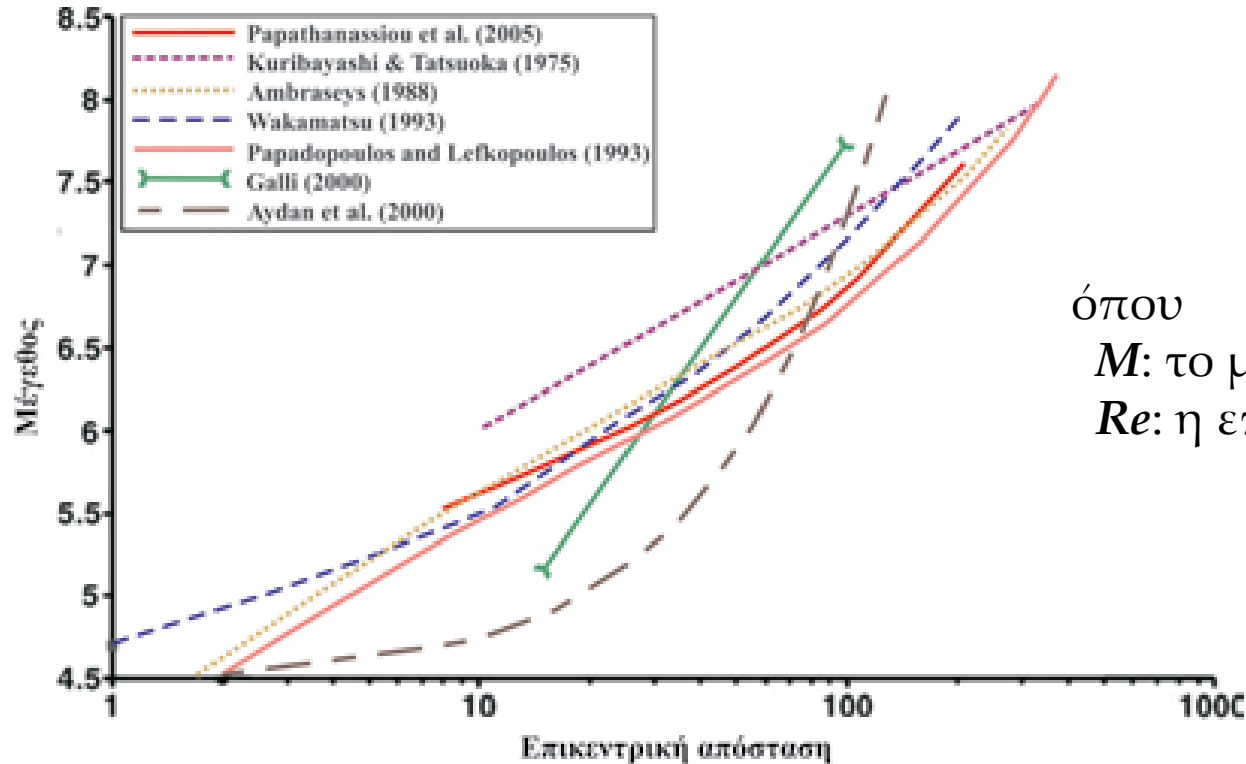
D : η μετατόπιση

L : το μήκος της διάρρηξης



Σχέση Μεγέθους – Επικεντρικής Απόστασης

Η *επικεντρική απόσταση* Re αποτελεί βασική έννοια των σχέσεων μεγέθους - απόστασης καθώς αυτή αντιπροσωπεύει την απόσταση της θέσης εκδήλωσης της εδαφικής αστοχίας από τη σεισμική πηγή



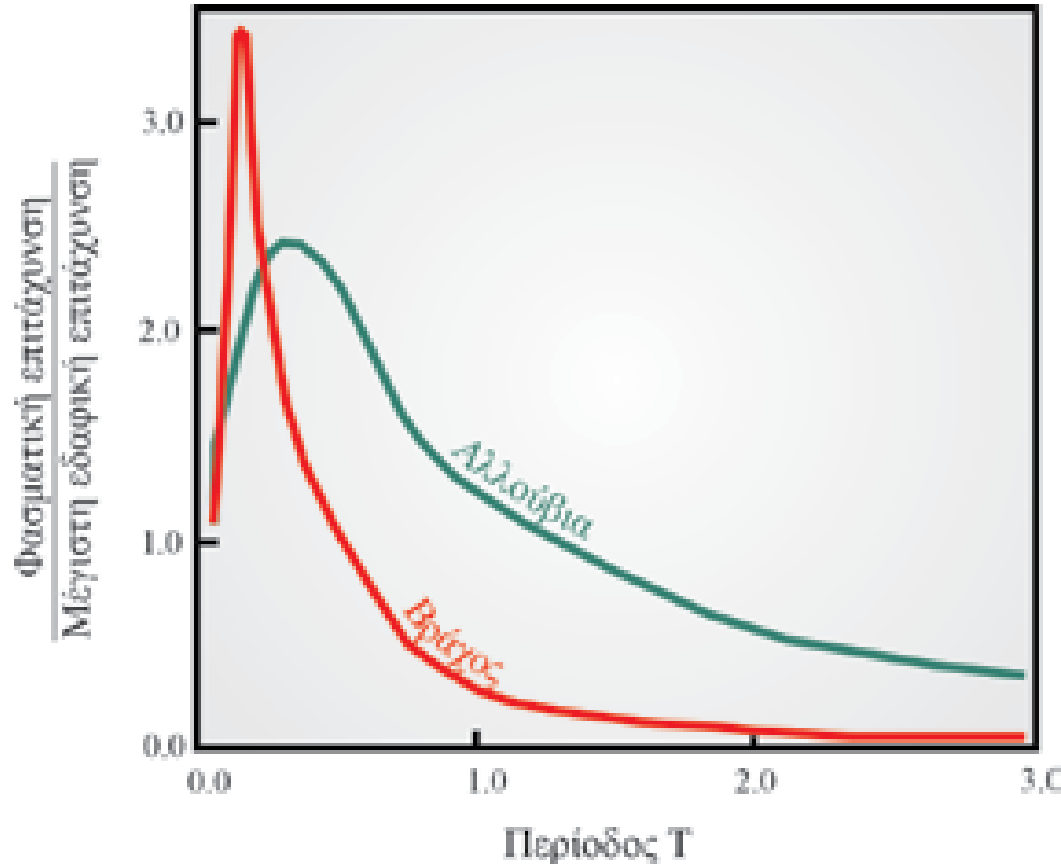
$$Re = \alpha M - B$$

όπου

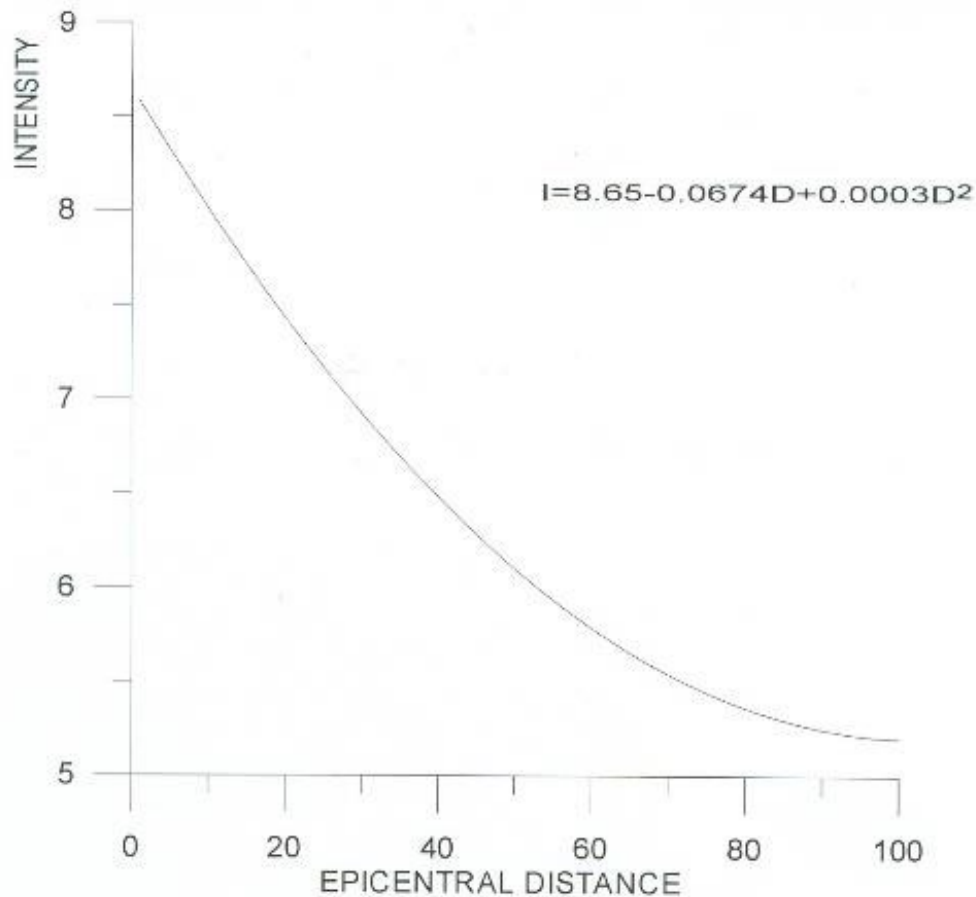
M : το μέγεθος του σεισμού

Re : η επικεντρική απόσταση

Φάσματα Απόκρισης



Τα φάσματα απόκρισης προκύπτουν από τη **μετατροπή** της σχέσης μετατόπισης – χρόνου (όπως προκύπτει από την καταγραφή ενός σειсмоγράμματος) σε σχέση μετατόπισης – συχνότητας. Αυτή η σχέση μετατόπισης - συχνότητας ονομάζεται **φάσμα** της σεισμικής κίνησης.



Μεταξύ της *σεισμικής έντασης* και της *επικεντρικής απόστασης* για επιφανειακούς σεισμούς υπάρχει η μαθηματική σχέση

$$I = 6.59 + 1.18M - 4.5 \log(\Delta + 17)$$

όπου

I: η σεισμική ένταση,

M: το μέγεθος του σεισμού και

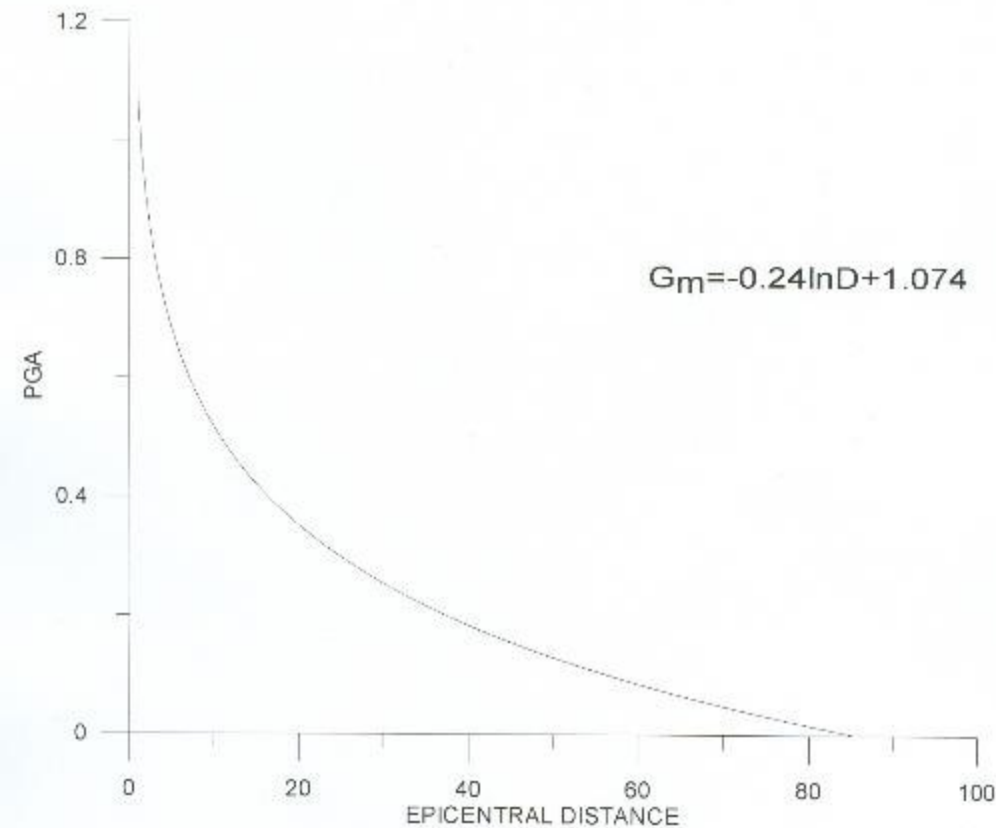
Δ: η απόσταση από το
επίκεντρο του σεισμού.

Η εξασθένηση της μέγιστης εδαφικής επιτάχυνσης σε σχέση με την επικεντρική απόσταση δίνεται από τη σχέση

$$\log \gamma_m = 1.77 + 0.49M - 1.65 \log(\Delta + 15)$$

όπου

γ_m : η μέγιστη εδαφική επιτάχυνση.



Ένα παράδειγμα:

Η πιθανότητα να συμβεί σεισμός μεγέθους >6.6 σε 50 χρόνια σε μια περιοχή δίνεται από τη σχέση:

$$P_t = 1 - \exp(-10^{a-bM}t)$$

όπου:

P_t : η πιθανότητα που ψάχνουμε,

a, b : σταθερές που δίνονται από πίνακα ανάλογα με την περιοχή και για τις οποίες είναι έστω $a = 3.84$ και $b = 0.87$,

M : το μέγεθος του σεισμού και

t : είναι ο χρόνος,

$\exp(x) = e^x$ & $e \cong 2.7182818....$ ο αριθμός Euler

οπότε $P_t = 46.5\%$.

Ένα ακόμα παράδειγμα:

Το πιθανότερο μέγιστο μέγεθος M^* το οποίο αναμένεται στην ίδια περιοχή σε 50 χρόνια είναι:

$$M^* = (a + \log t) / b$$

$$\text{οπότε } M^* = 6.36$$