

ΜΕΘΟΔΟΣ ΓΕΩΡΑΝΤΑΡ  
GPR  
(Ground Penetrating Radar)

# GPR



- Γεωφυσική μέθοδος η οποία χρησιμοποιεί παλμούς ηλεκτρομαγνητικής (H/M) ακτινοβολίας για να απεικονίσει το υπέδαφος
- Είναι μη καταστρεπτικό (επιφανειακή συλλογή δεδομένων) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε γεωτρήσεις
- Εφαρμόζεται για να «δούμε» στα επιφανειακά στρώματα ( $\sim < 20\text{m}$ )
- Είναι μια σχετικά πρόσφατη μέθοδος

# Εφαρμογές GPR

- Οδοποιία – Γέφυρες – Τούνελ – Κτίρια
- Θαμμένα δίκτυα – Διάκενα
- Γεωλογικές – Περιβαλλοντικές μελέτες
- Αρχαιολογικές μελέτες
- Μελέτες σε παγετώνες
- Ανίχνευση ναρκών



# «ΝΑΙ» στο GPR όταν θέλουμε να...

- ...διακρίνουμε το σχήμα και θέση στόχων σε διαφορετικά βάθη
- ...μελετήσουμε στόχους οι οποίοι έχουν κάποια αντίθεση στις ηλεκτρικές τους ιδιότητες (π.χ. περιέχουν νερό, αποτελούνται από διαφορετικά υλικά κτλ.)
- ...εντοπίσουμε μικρούς στόχους (cm – 10s cm), χρησιμοποιώντας υψηλή συχνότητα αλλά «βλέποντας» μόνο έως τα πρώτα λίγα μέτρα του υπεδάφους
- ... διεισδύσουμε βαθύτερα στο υπέδαφος (10s m), αλλά χρησιμοποιώντας χαμηλότερη συχνότητα και «βλέποντας» μεγαλύτερους στόχους (1m ή περισσότερο)
- ...δουλέψουμε σε περιβάλλοντα τόσο ξηρά όσο και υγρά (Προσοχή! Όχι σε θαλασσινό νερό)

# «ΟΧΙ» στο GPR όταν θέλουμε να...

- ...δουλέψουμε σε πλούσιο σε άργιλο περιβάλλον ή θαλασσινό νερό
- ...χαρτογραφήσουμε στόχους σε «διαταραγμένο» έδαφος (π.χ., οργωμένα χωράφια, κατεδαφισμένα κτίρια)
- ...δεισδύσουμε σε μέταλλο (π.χ. ενισχυμένο μεταλλικό πλέγμα)
- ... δεισδύσουμε πάνω από μερικές δεκάδες μέτρα στους περισσότερους γεωλογικούς σχηματισμούς (εκτός από τον πάγο)



# GPR

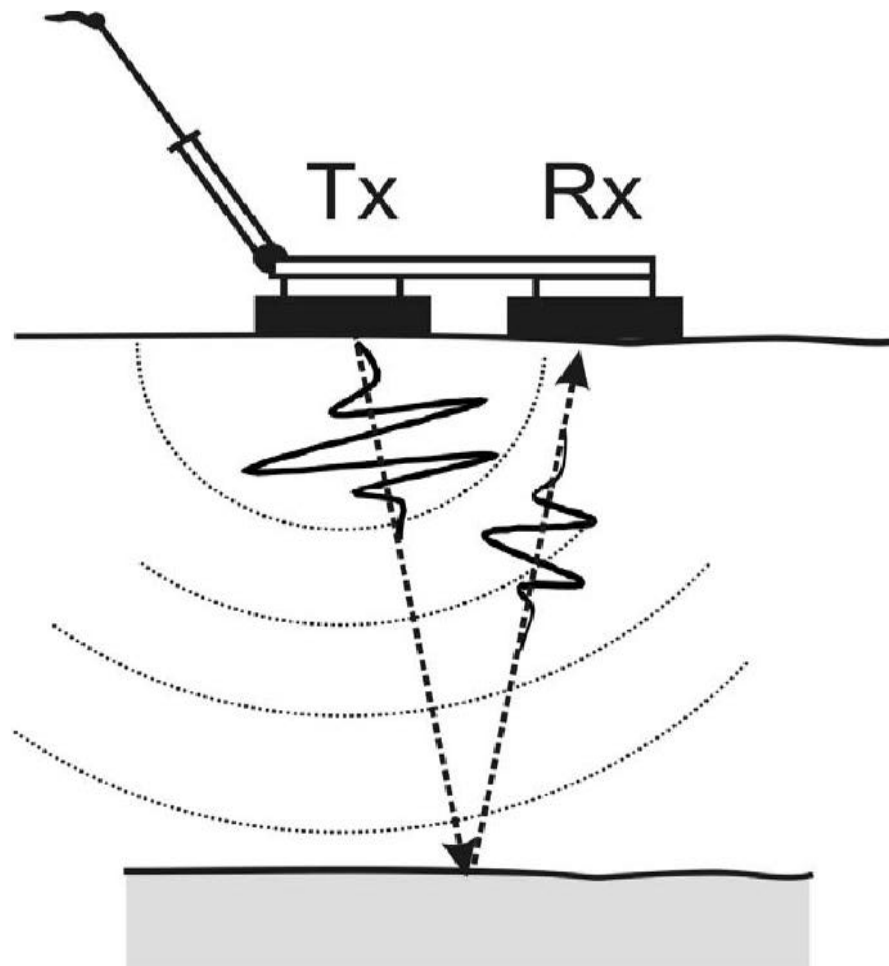


Μονάδα ελέγχου &  
Φορητός υπολογιστής

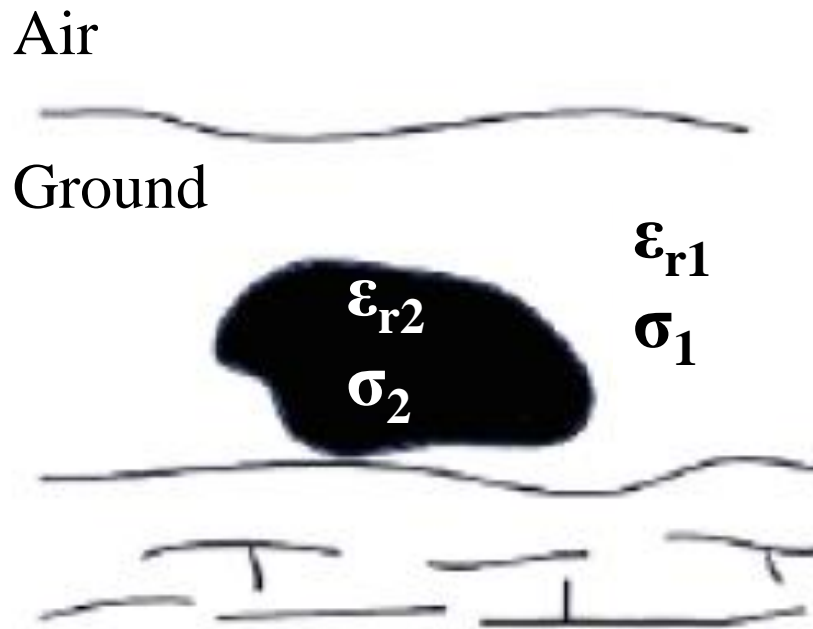
Οδόμετρο

Πομπός &  
δέκτης

# Τι κάνει το GPR?



# Τι κάνει το GPR?



$$v = \frac{c}{\sqrt{\tilde{\mu}_r \tilde{\epsilon}_r}}$$

όπου,  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s



$$v = \frac{c}{\sqrt{\tilde{\epsilon}_r}}$$



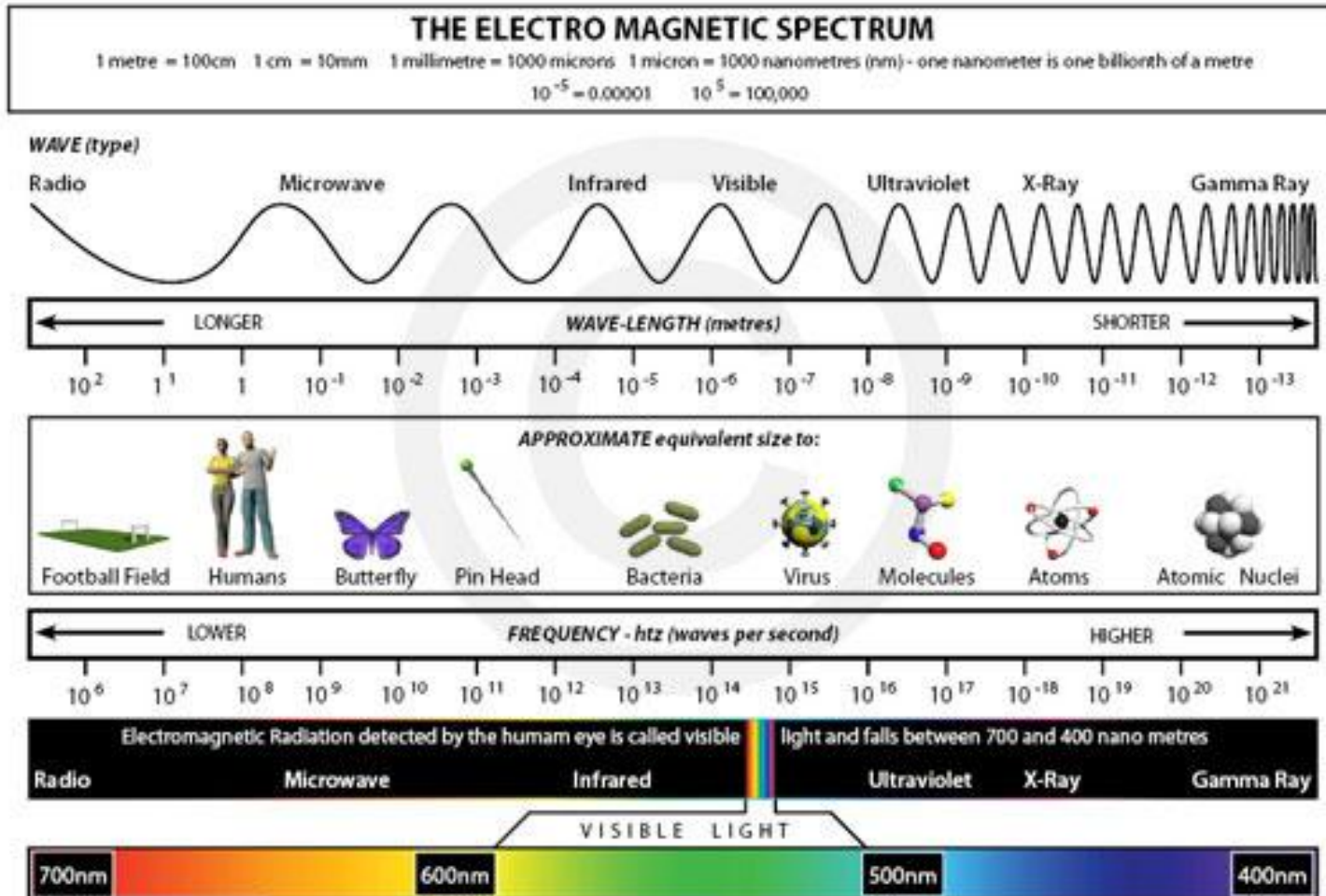
# Η/Μ ιδιότητες υλικών

- Η ύπαρξη νερού επηρεάζει τις τιμές της διηλεκτρικής σταθεράς

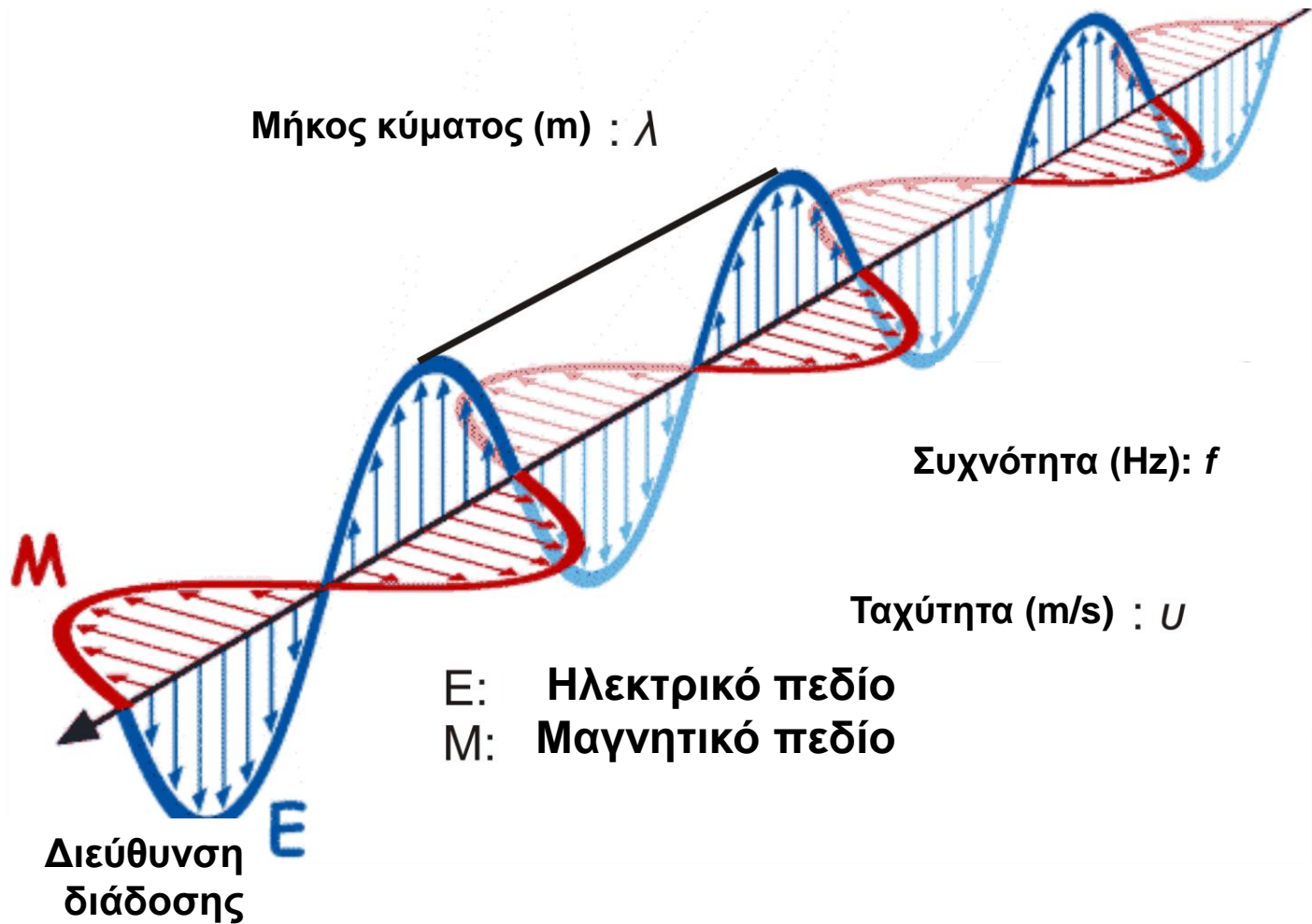
- Το GPR δεν 'δουλεύει' σε περιβάλλοντα με υψηλές τιμές αγωγιμότητας

ΥΛΙΚΟ	$\epsilon_r$	$\sigma$ (mS/m)
Αέρας	1	0
Αποσταγμένο Νερό	80	0.01
Γλυκό Νερό	80	0.5
Αλμυρό Νερό	80	$3 \times 10^3$
Ξηρή Άμμος	3-5	0.01
Κορεσμένη Άμμος	20-30	0.1-1
Ασβεστόλιθος	4-8	0.5-2
Σχιστή Άργιλος	5-15	1-100
Ιλύς	5-30	1-100
Άργιλος	5-40	2-1000
Γρανίτης	4-6	0.01-1
Αλάτι	5-6	0.01-1
Πάγος	3-4	0.01

# Η/Μ κύμα

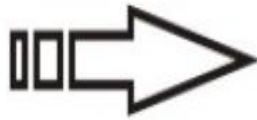


# Η/Μ κύμα



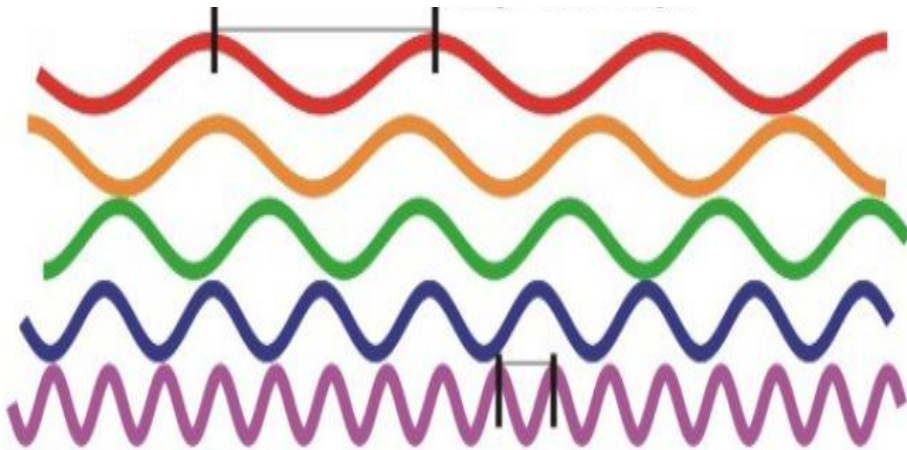
# Η/Μ κύμα

Διάδοση Η/Μ κύματος



Χαμηλή συχνότητα

Μεγάλο μήκος κύματος



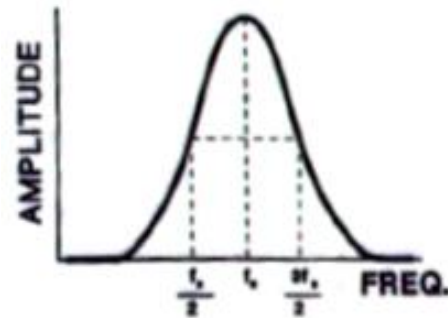
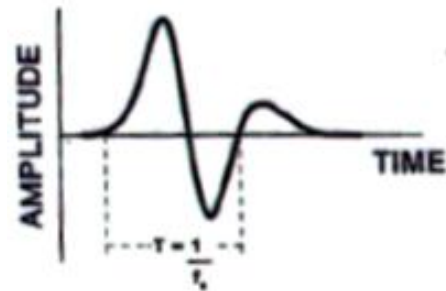
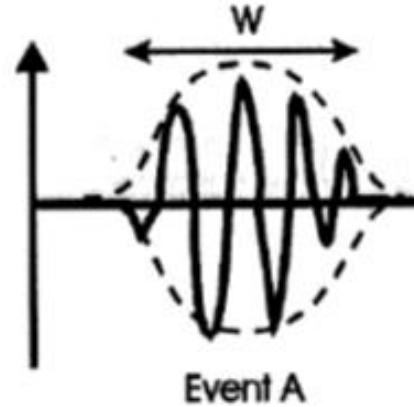
Υψηλή συχνότητα

Μικρό μήκος κύματος

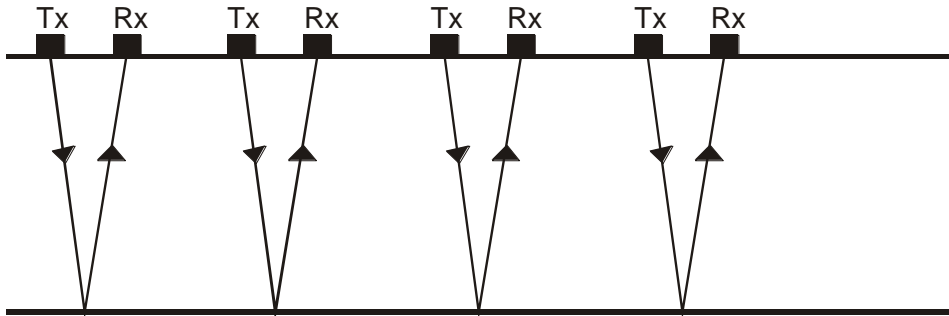
- Η συχνότητα επηρεάζει το μήκος κύματος
- Η ταχύτητα του μέσου διάδοσης επηρεάζει το μήκος κύματος
- Το μήκος κύματος επηρεάζει τη διακριτική ικανότητα
- Το βάθος διείσδυσης επηρεάζεται από την κεντρική συχνότητα του GPR

# Η/Μ παλμός

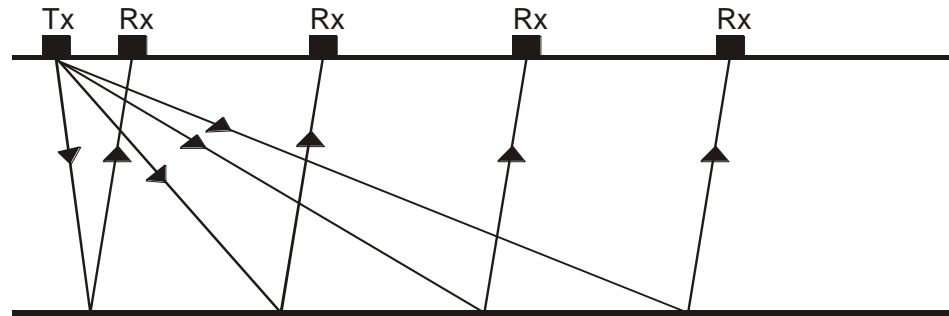
- Παλμός
- Φάσμα συχνοτήτων
- Κεντρική συχνότητα



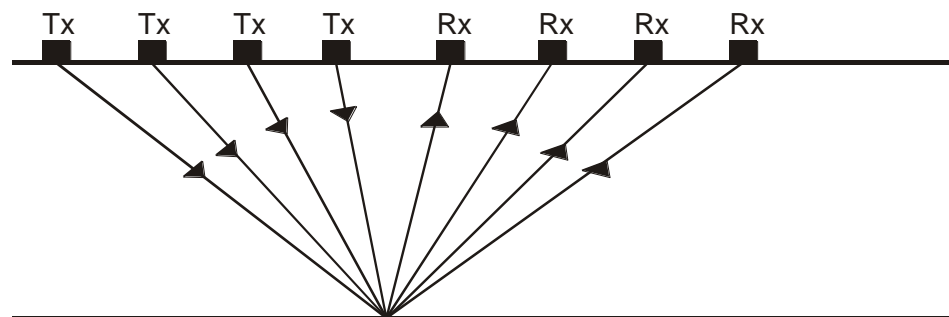
# Διατάξεις μέτρησης



Απλή διάταξη ανάκλασης

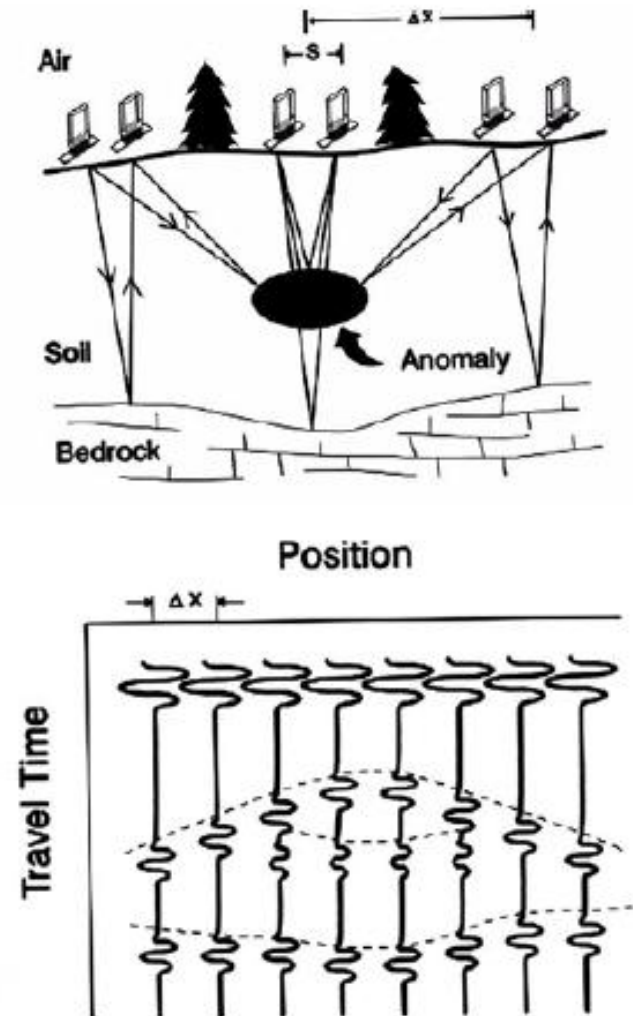


Διάταξη κοινού βάθους ανάκλασης (CDP) ή διάταξη ευρείας γωνίας ανάκλασης (WARR)



Διάταξη μέσου σημείου Ανάκλασης (CMP)

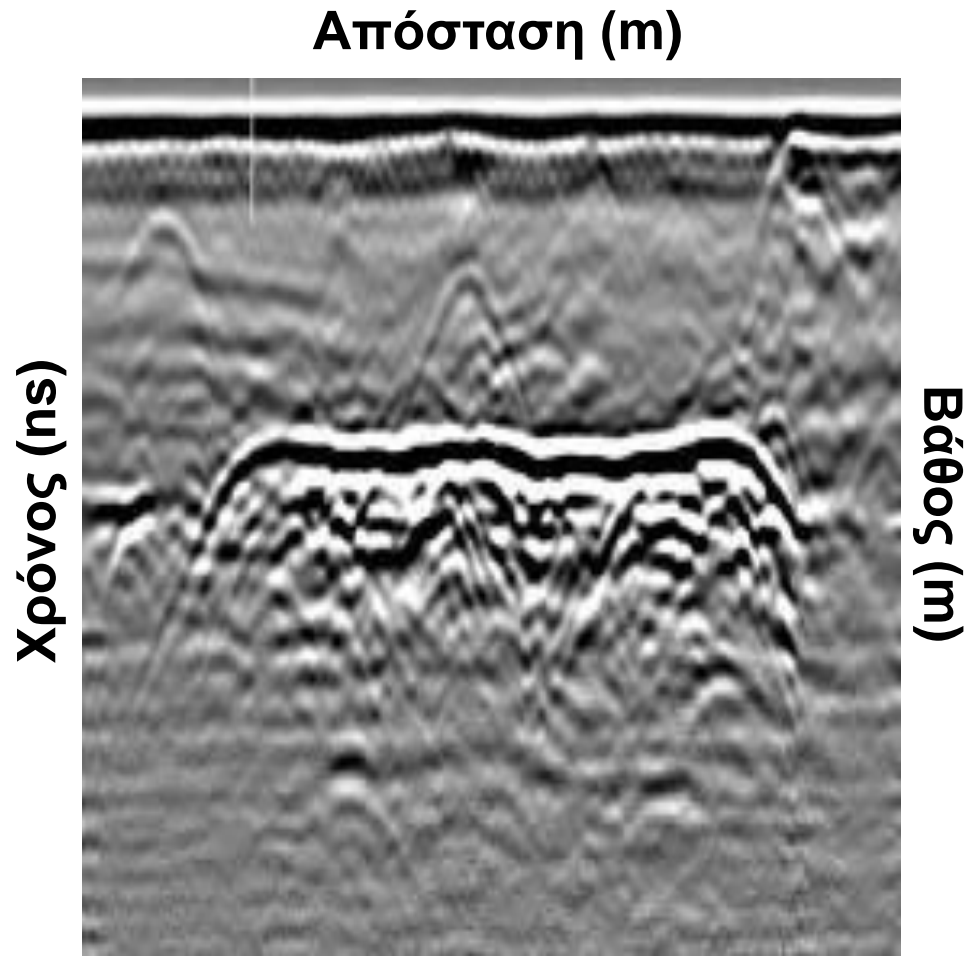
# Διάταξη ανάκλασης



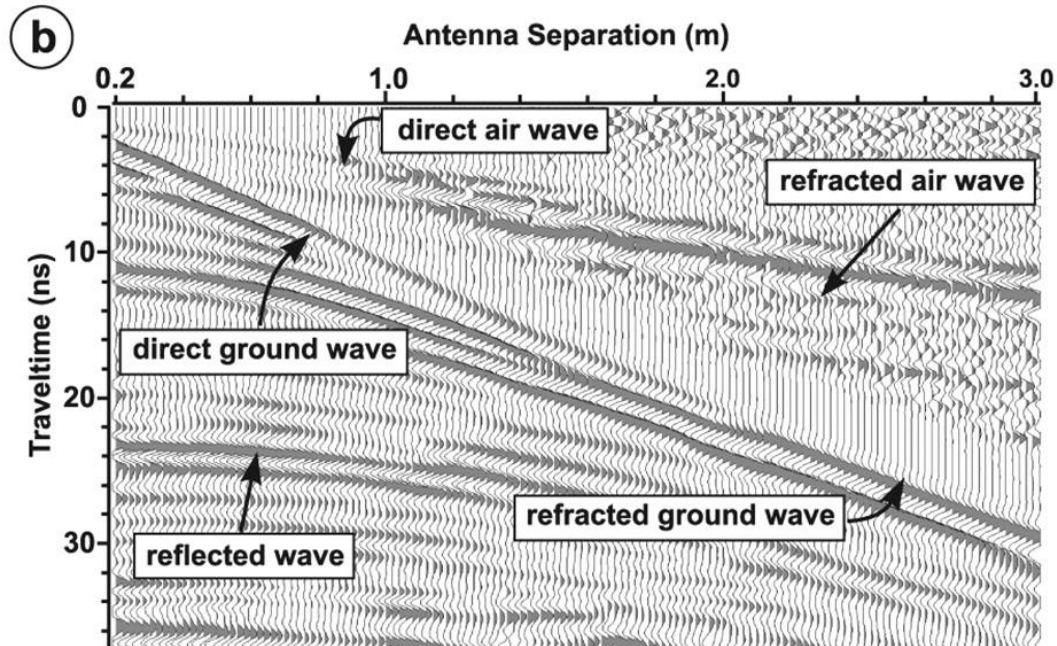
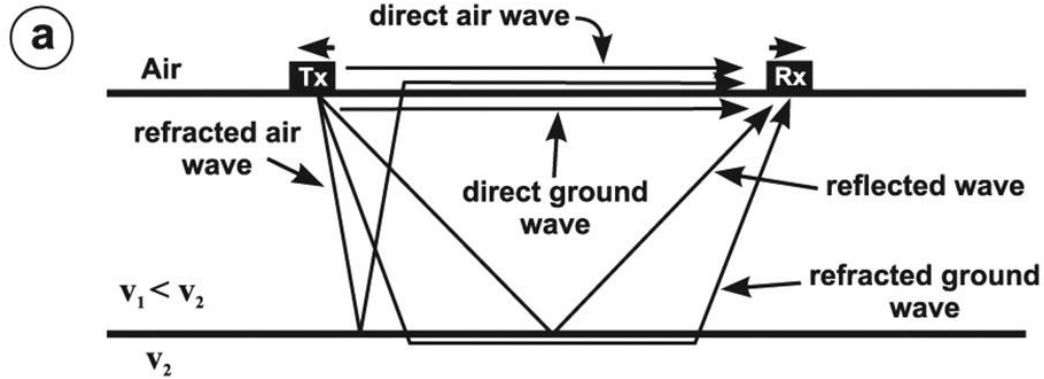


# Διάταξη ανάκλασης

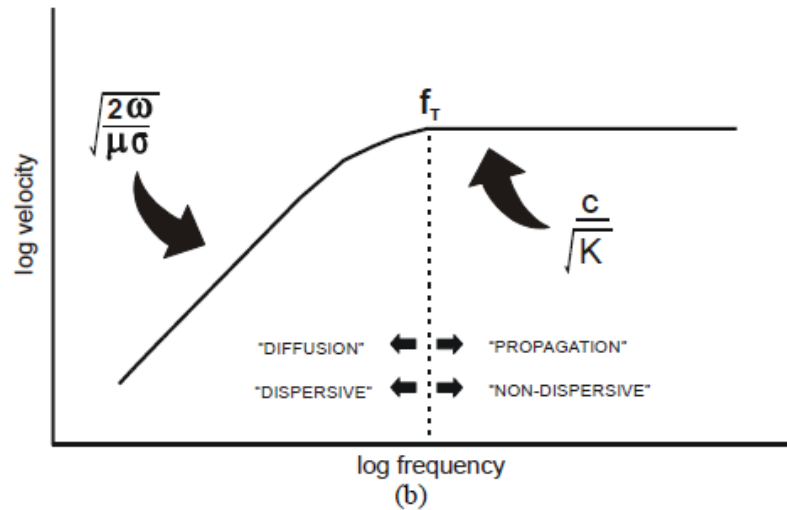
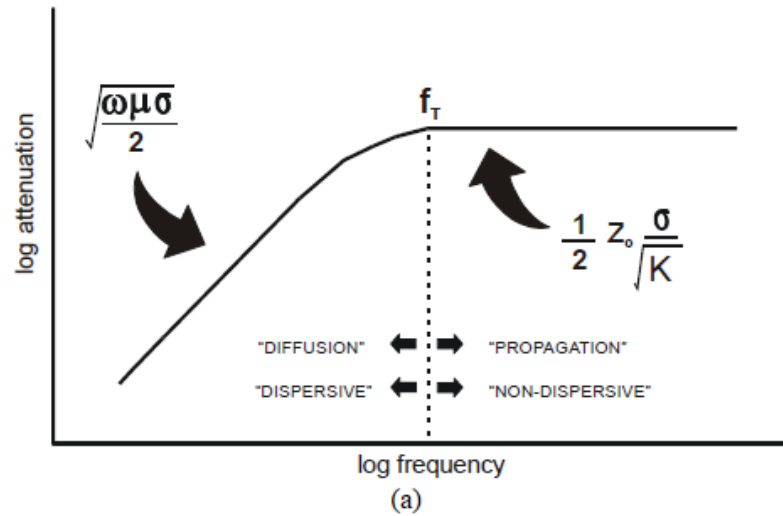
- Μετακινώντας πομπό και δέκτη ή μόνο το δέκτη ανά τακτά διαστήματα κατά μήκος μιας όδευσης, σχηματίζεται μια τομή GPR
- Τομή GPR: Απόσταση στον x-άξονα και διπλός χρόνος διαδρομής στον y-άξονα
- Εάν η ταχύτητα του Η/Μ παλμού στο υπέδαφος είναι γνωστή, το βάθος του στόχου μπορεί να υπολογιστεί



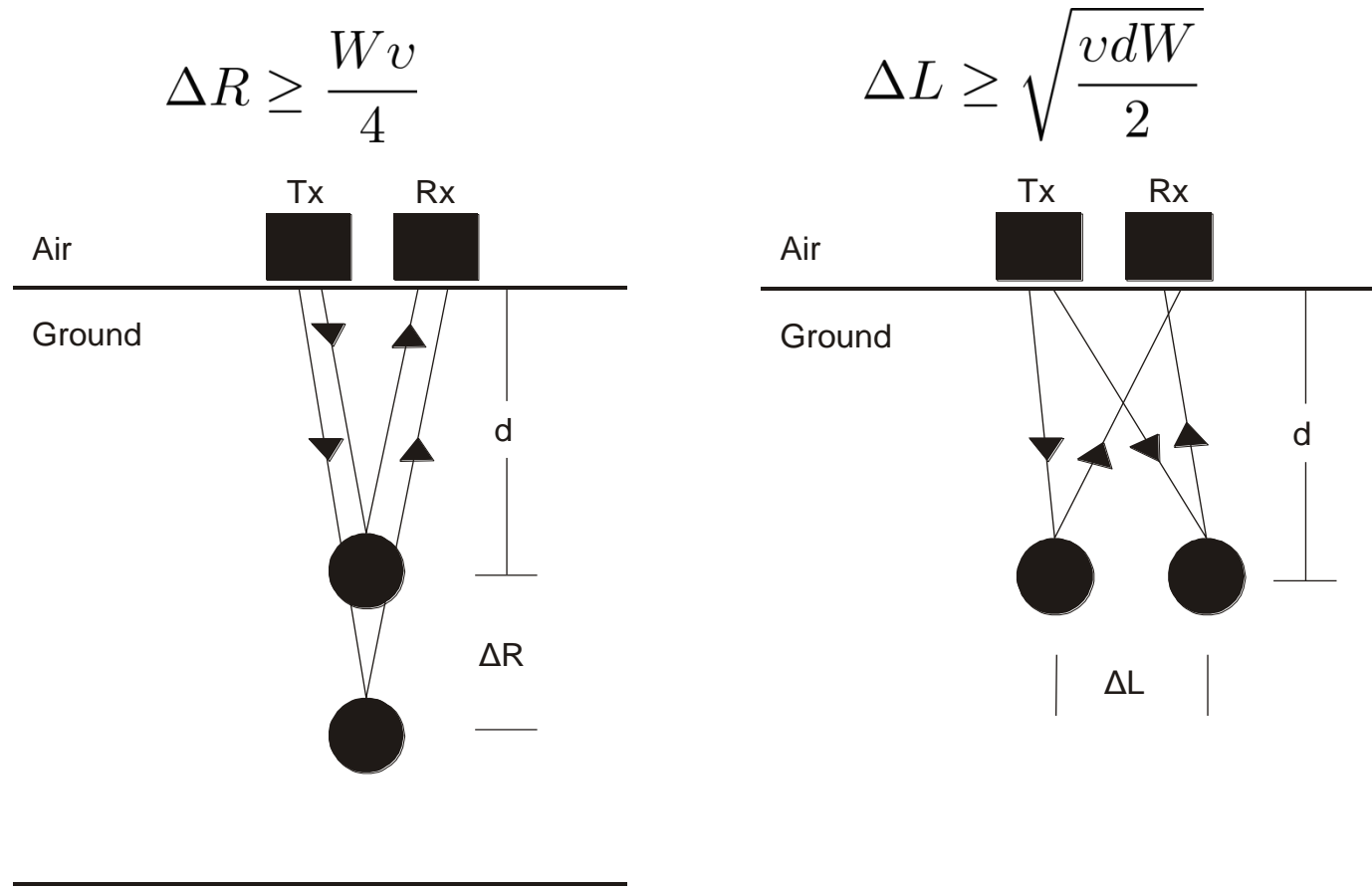
# Διάταξη CMP



# Ταχύτητα & Απόσβεση

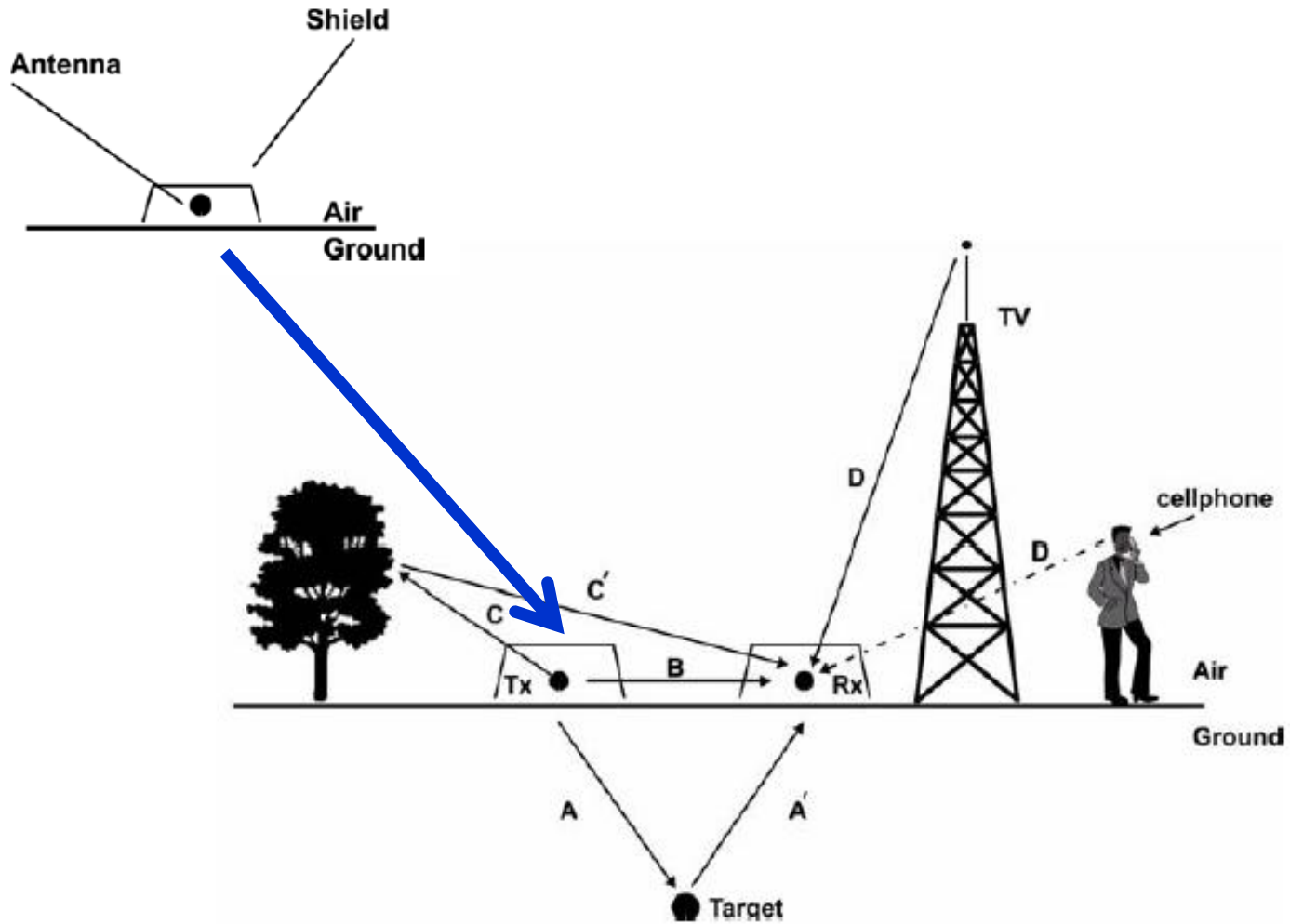


# Διακριτική ικανότητα

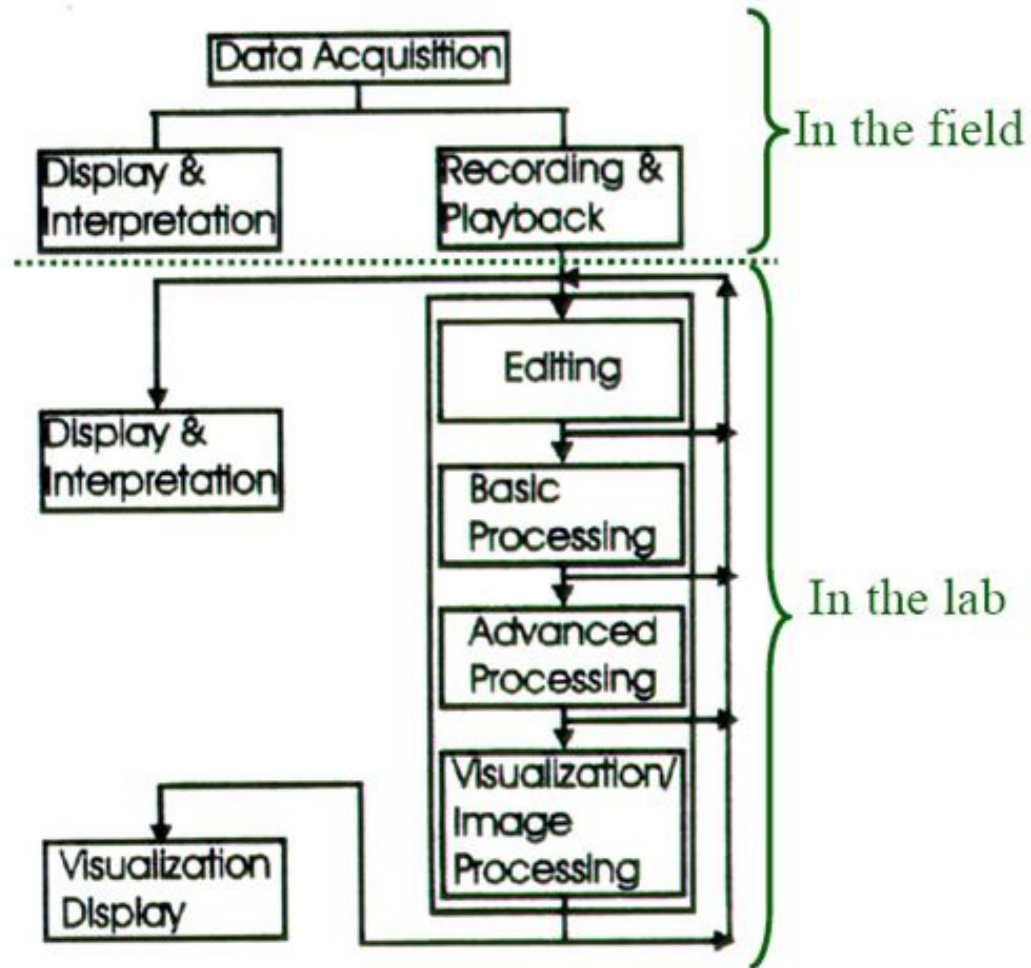


$d$ : Κάθετη απόσταση από τις κεραίες  
 $W$ : Διάρκεια Η/Μ παλμού  
 $v$ : Ταχύτητα Η/Μ παλμού

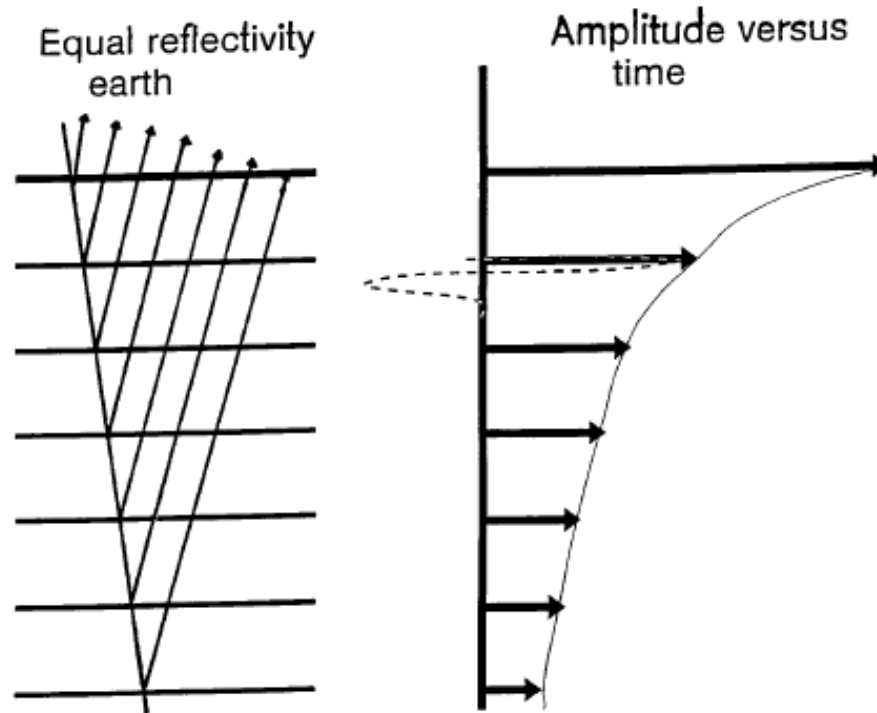
# GPR κεραίες



# Επεξεργασία δεδομένων

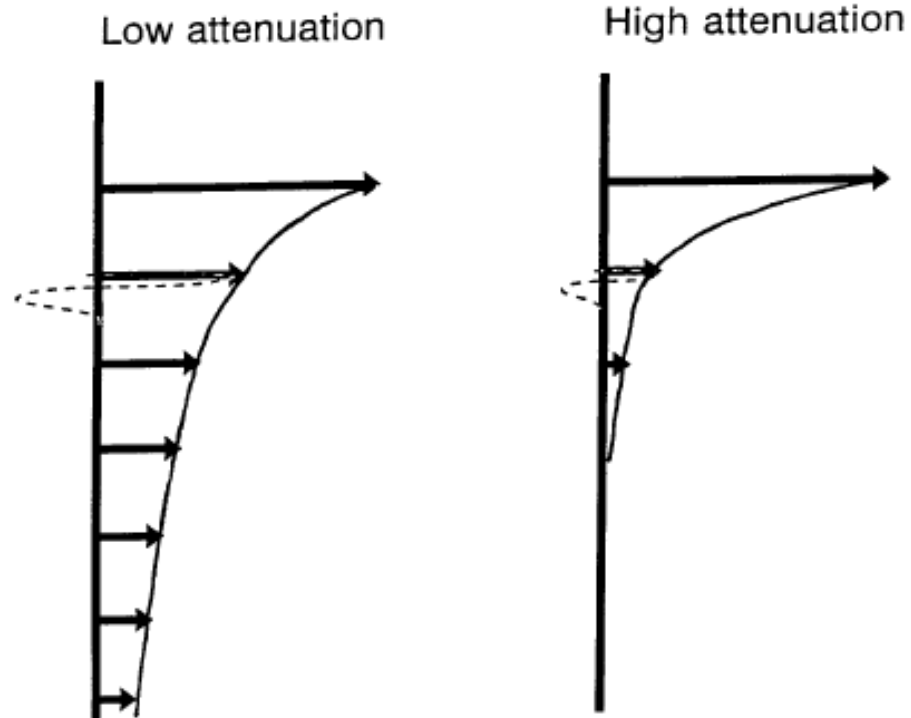


# Πλάτος vs Χρόνος



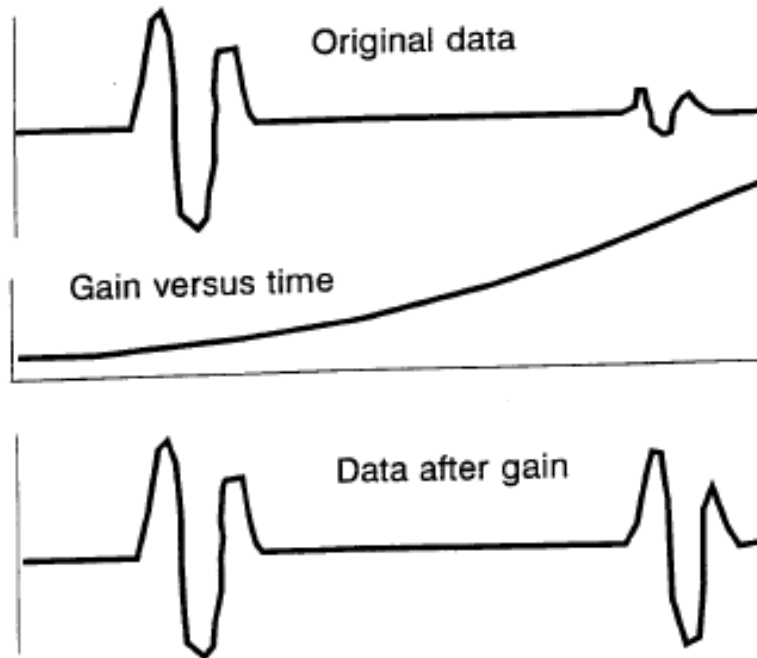


# Πλάτος vs Χρόνος

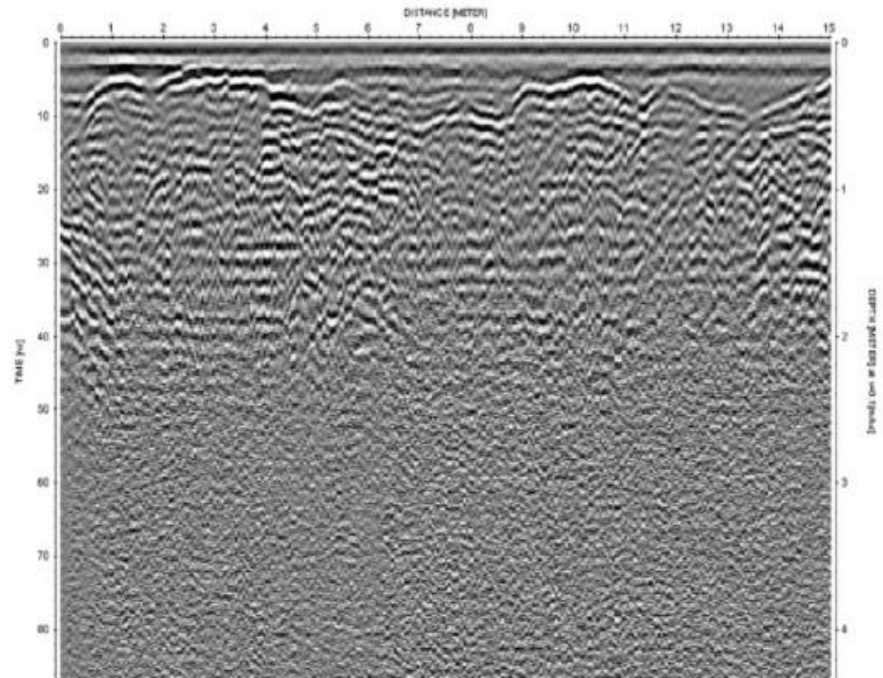
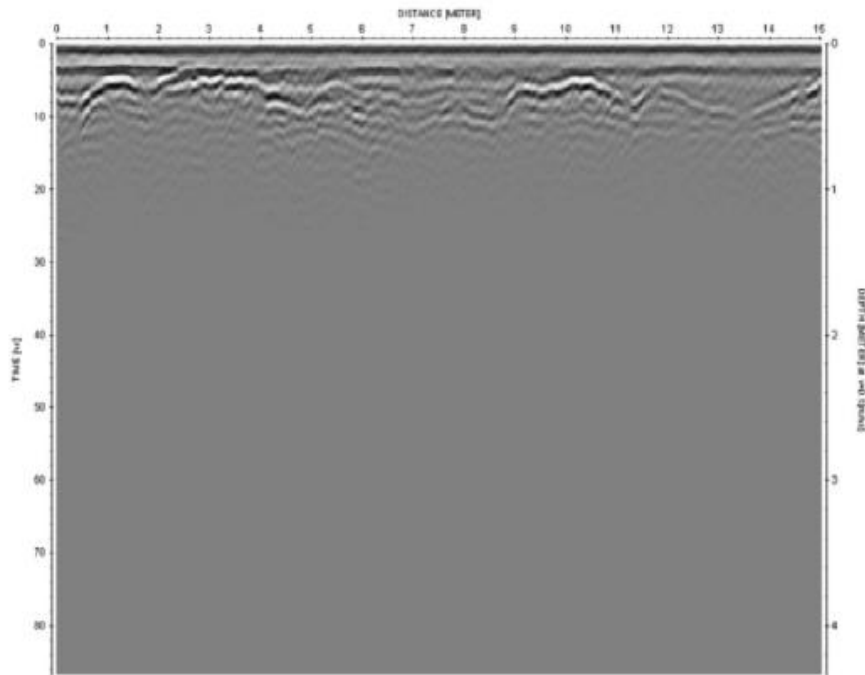


# Ενίσχυση δεδομένων

Concept of time varying gain

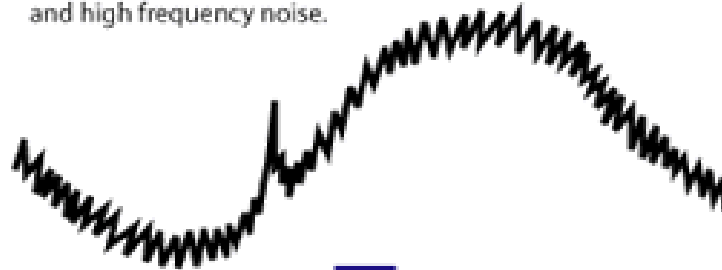


# Ενίσχυση δεδομένων



# Φιλτράρισμα δεδομένων

Unfiltered signal with low frequency variation and high frequency noise.



High pass filter employed to remove low frequency variation.



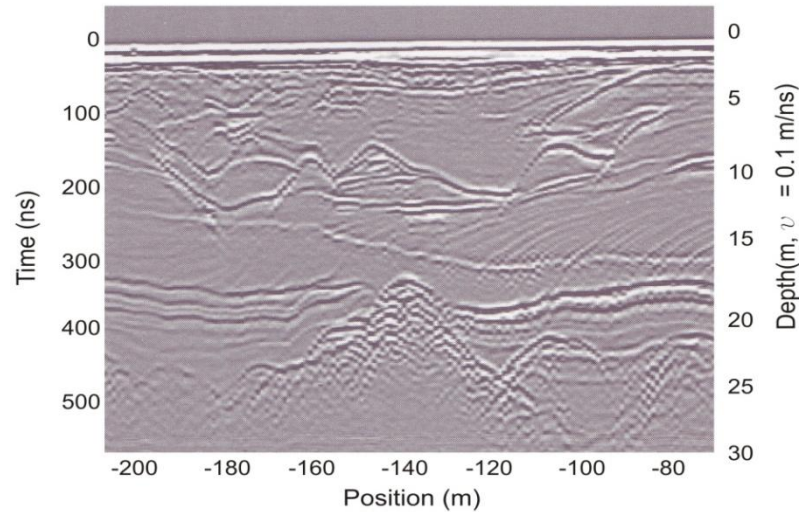
Low pass filter employed to remove high frequency noise.



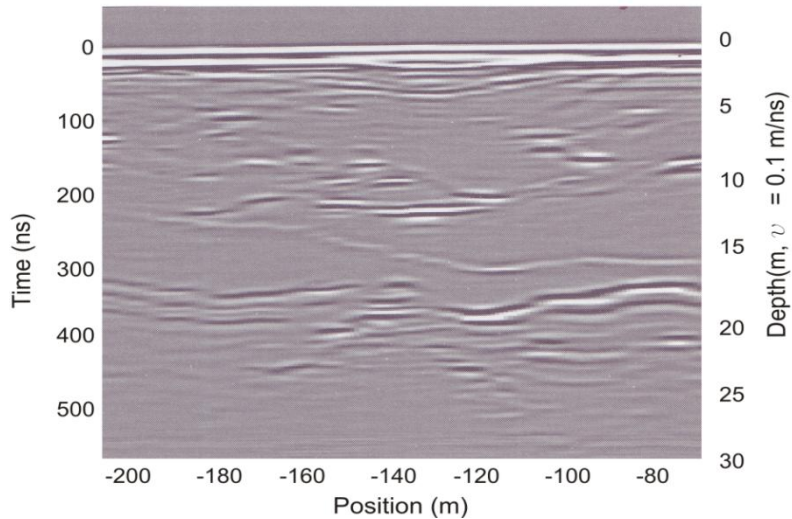
Filtered signal

# Φιλτράρισμα δεδομένων

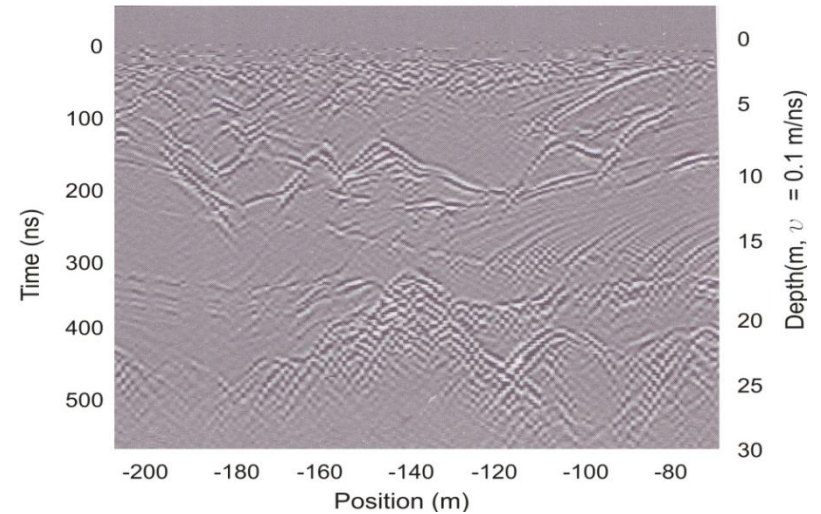
Αρχικά δεδομένα



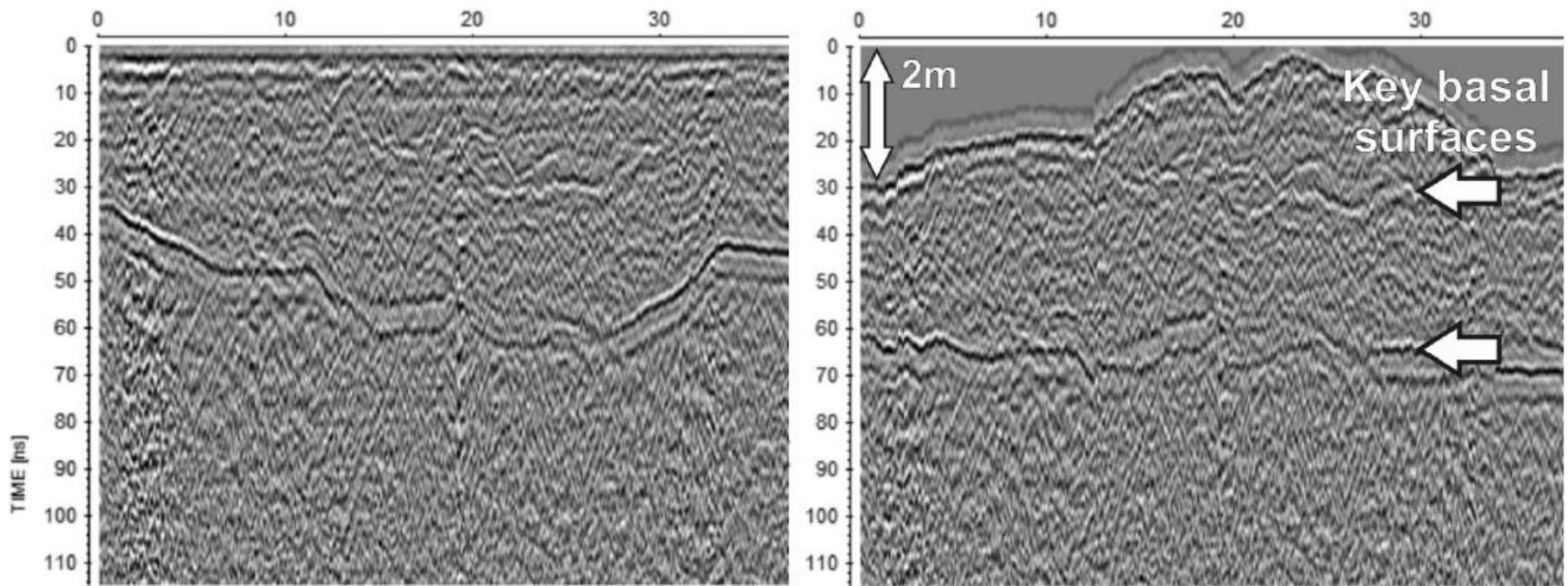
Low-pass φίλτρο



High-pass φίλτρο



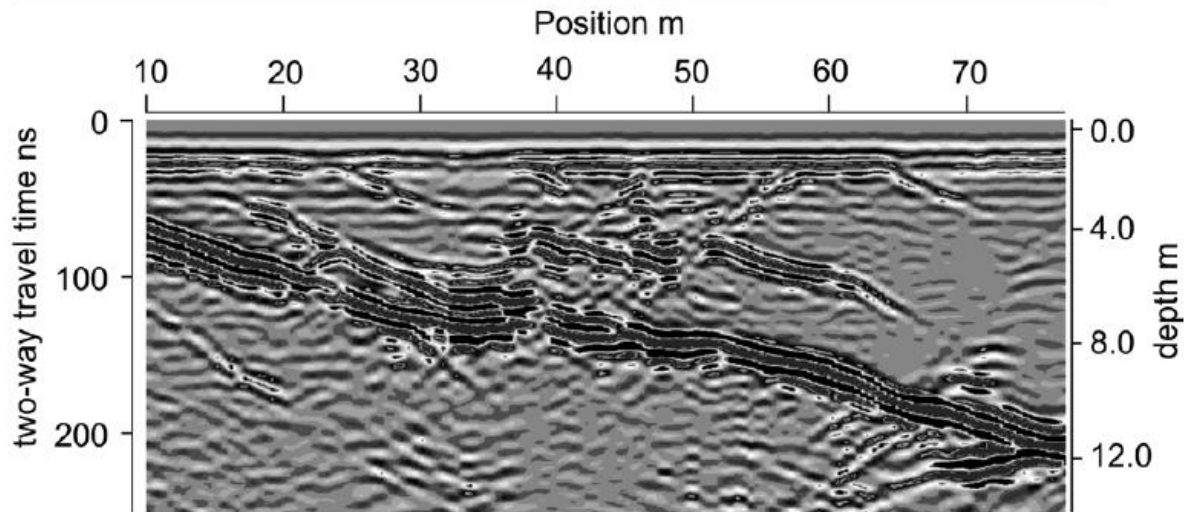
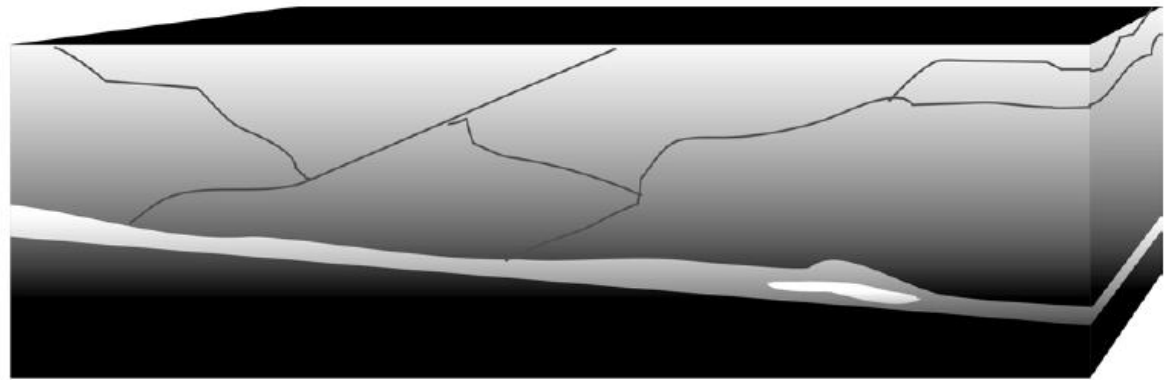
# Τοπογραφική διόρθωση





# GPR δεδομένα

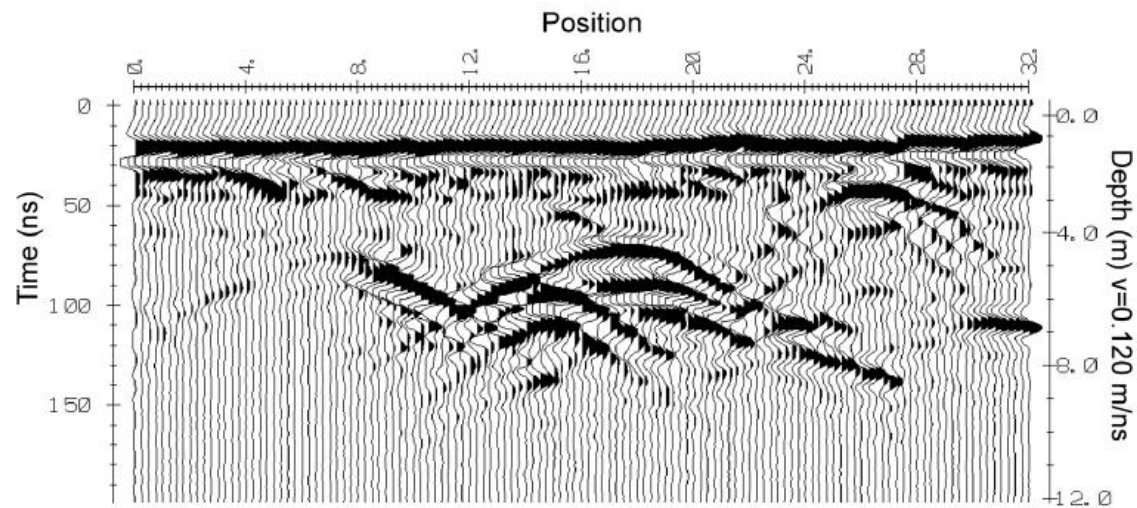
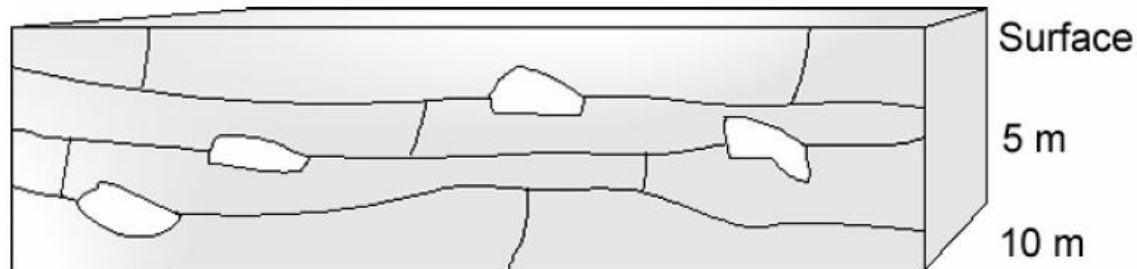
## Ρωγματώσεις σε γρανίτη





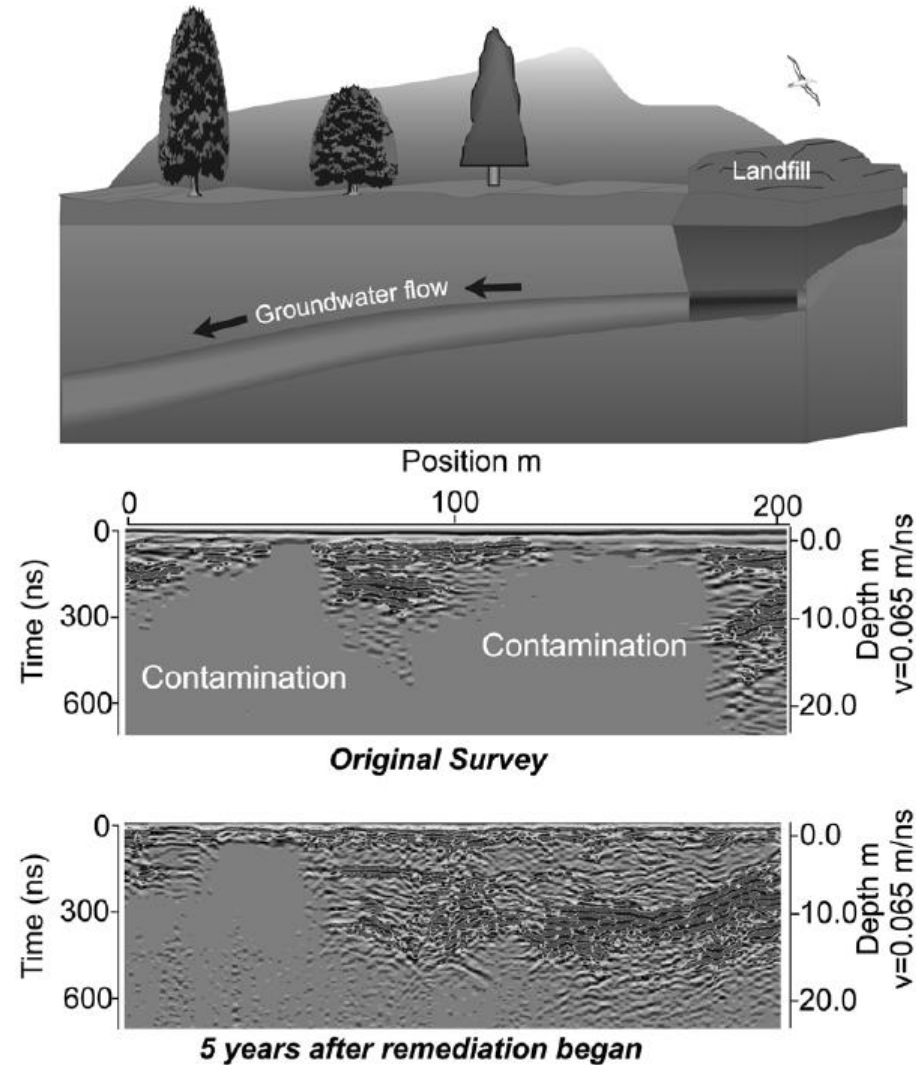
# GPR δεδομένα

Διάκενα σε ασβεστόλιθο



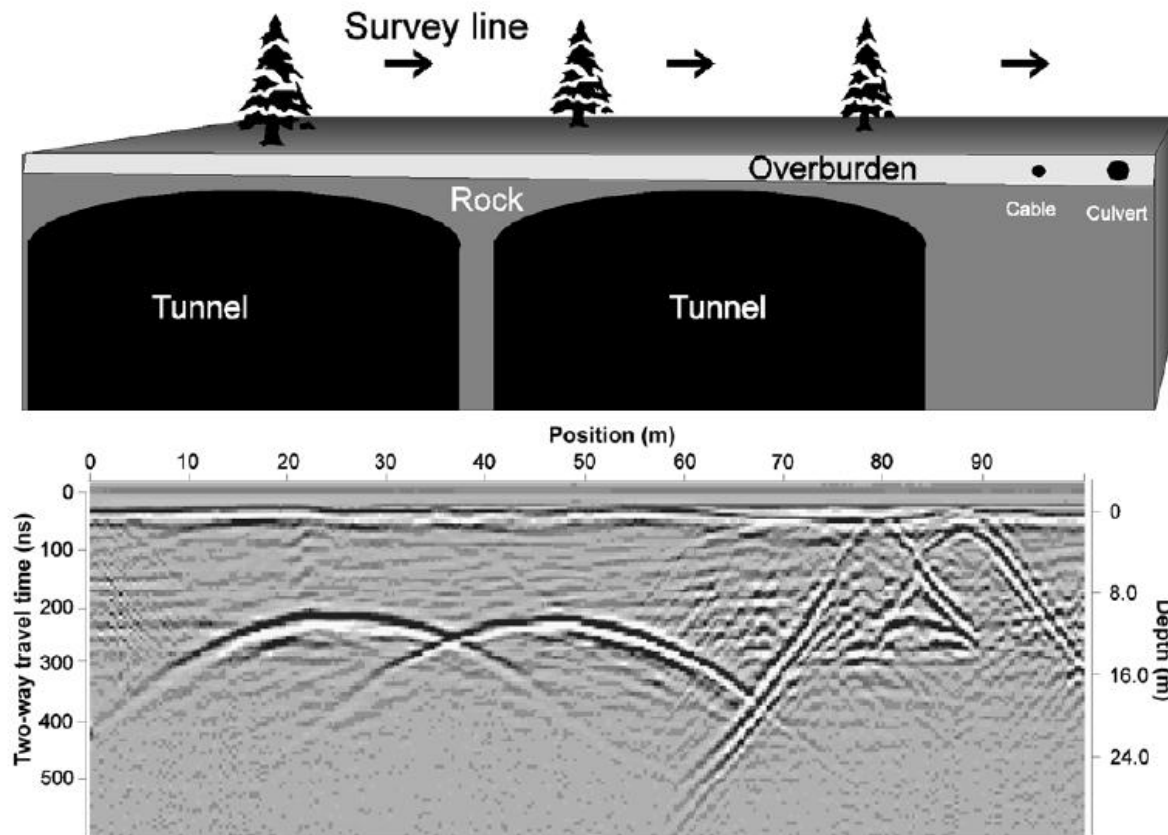
# GPR δεδομένα

## Εξάπλωση μολυσματικών ουσιών



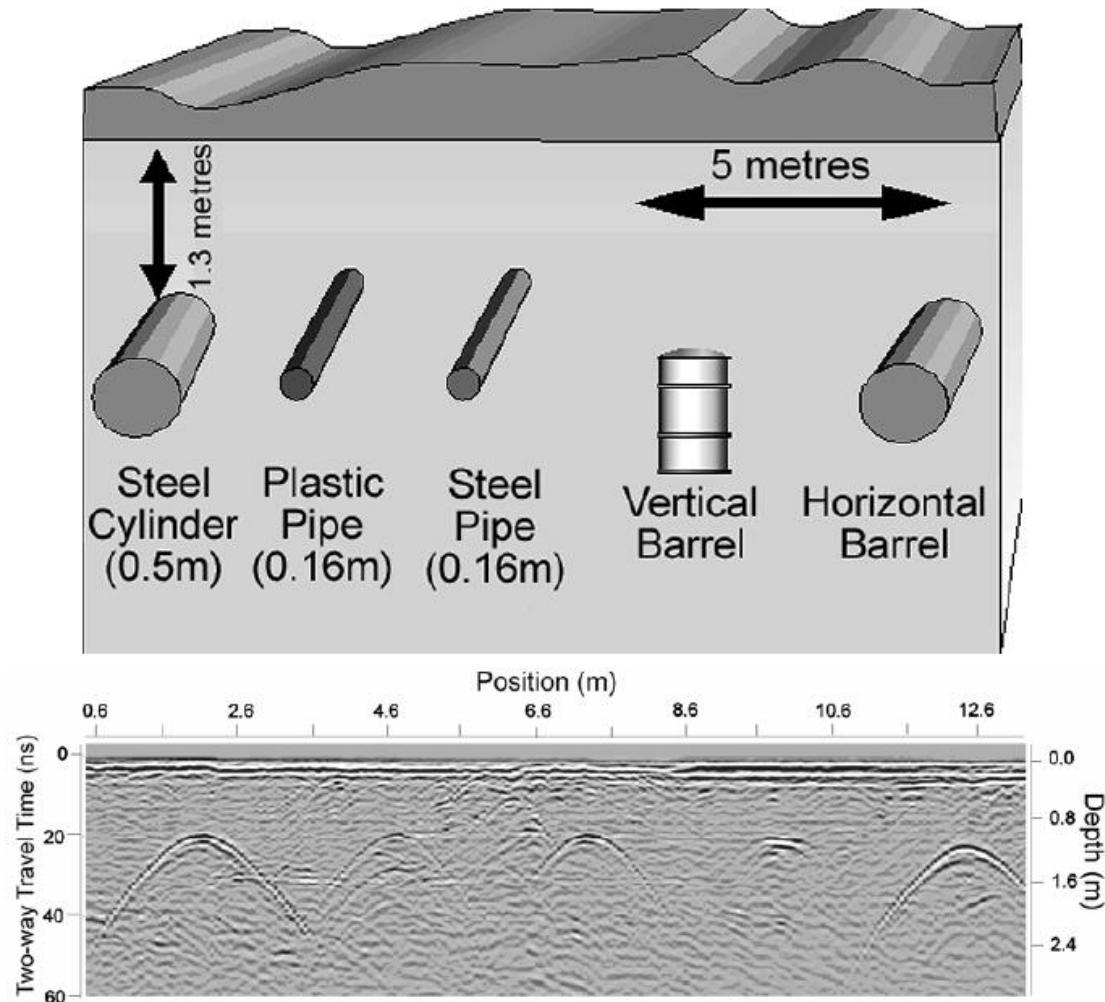
# GPR δεδομένα

## Χαρτογράφηση υπόγειων δομών



# GPR δεδομένα

## Χαρτογράφηση υπόγειων δομών



# GPR δεδομένα

## Παραλιακή θίνα (250 MHz & 100 MHz)

