

Συμπύκνωση των Εδαφών

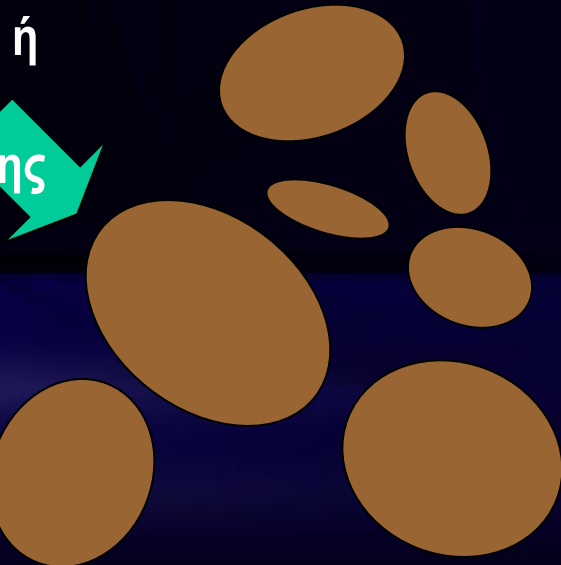
Costas Sachpazis, (M.Sc., Ph.D.)

Διάρκεια = 10 λεπτά

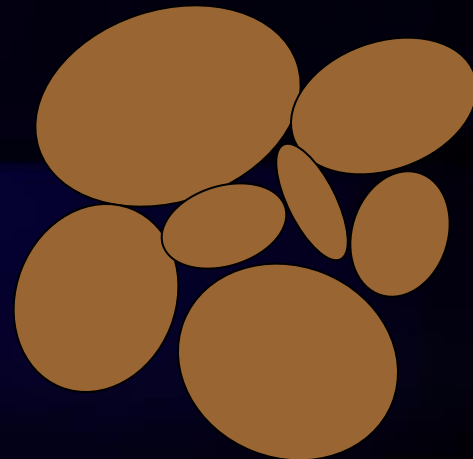
Τι είναι Συμπύκνωση των Εδαφών?

Μια απλή **τεχνική βελτίωσης του εδάφους**, όπου το έδαφος γίνεται πυκνότερο μέσω κάποιας εξωτερικής προσπάθειας ή ενέργειας συμπύκνωσης.

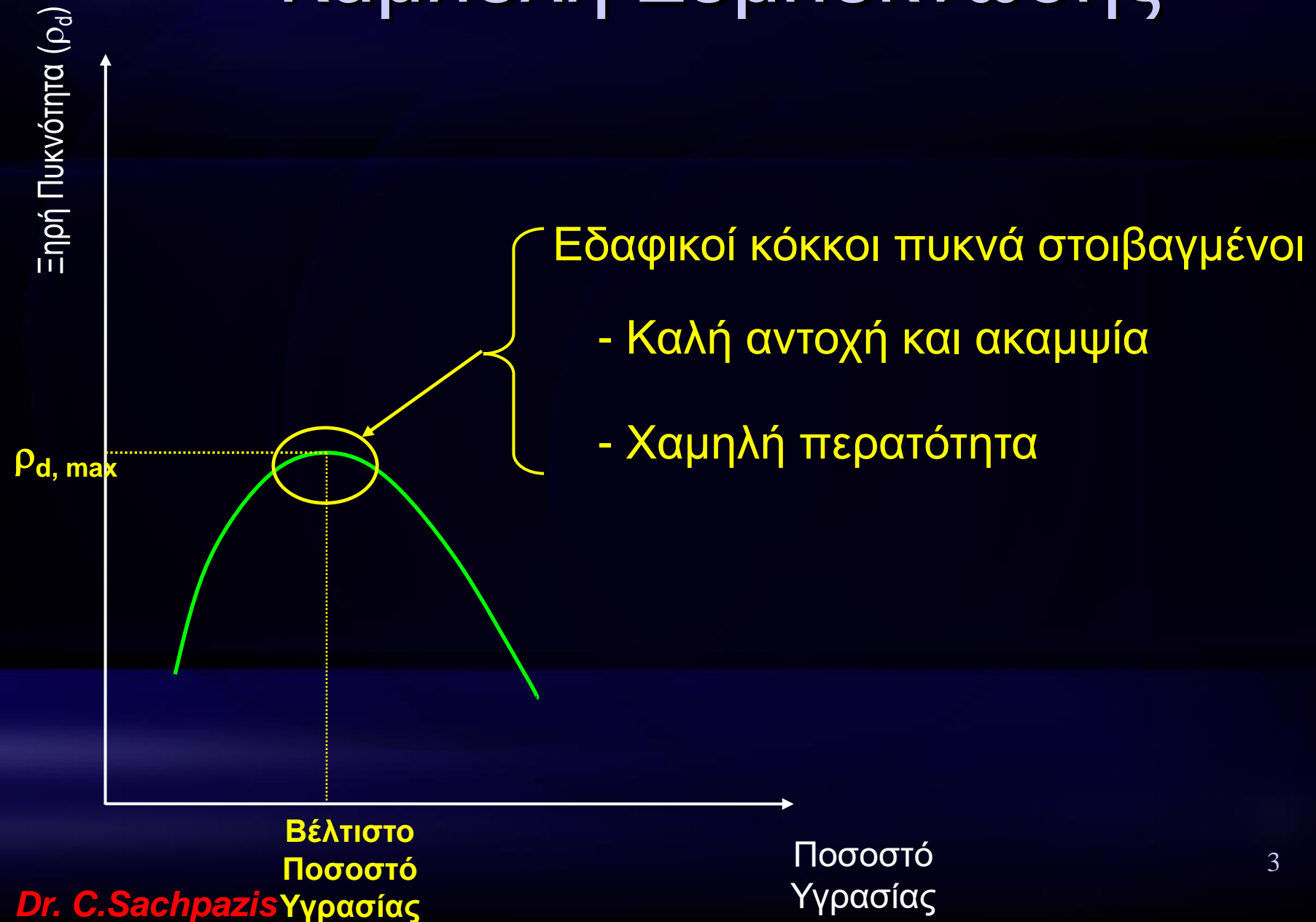
προσπάθεια ή
ενέργεια
συμπύκνωσης



+ νερό =



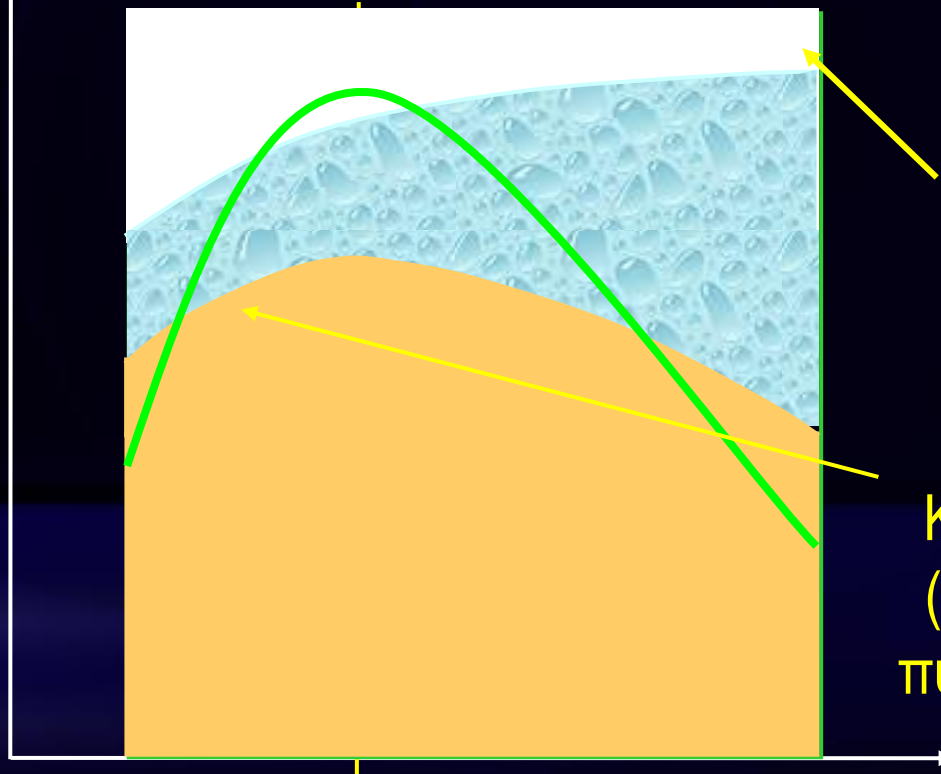
Καμπύλη Συμπύκνωσης



Καμπύλη Συμπύκνωσης

Τι συμβαίνει στις σχετικές ποσότητες των τριών φάσεων με την προσθήκη νερού?

Ξηρή Πυκνότητα (ρ_d)



αέρας

νερό

έδαφος

δύσκολο να αποβάλει
όλο τον αέρα

χαμηλότερος Λόγος
Κενών ή Δείκτης Πόρων
(e), και υψηλότερη ξηρή
πυκνότητα στο βέλτιστο w

Καμπύλη Μηδενικού Αέρα Κενών

- αντιστοιχεί σε κορεσμό 100%

Καμπύλη Μηδενικού Αέρα Κενών (S=100%)

$$\text{Eq} : \rho_d = \frac{G_s \rho_w}{1 + wG_s}$$

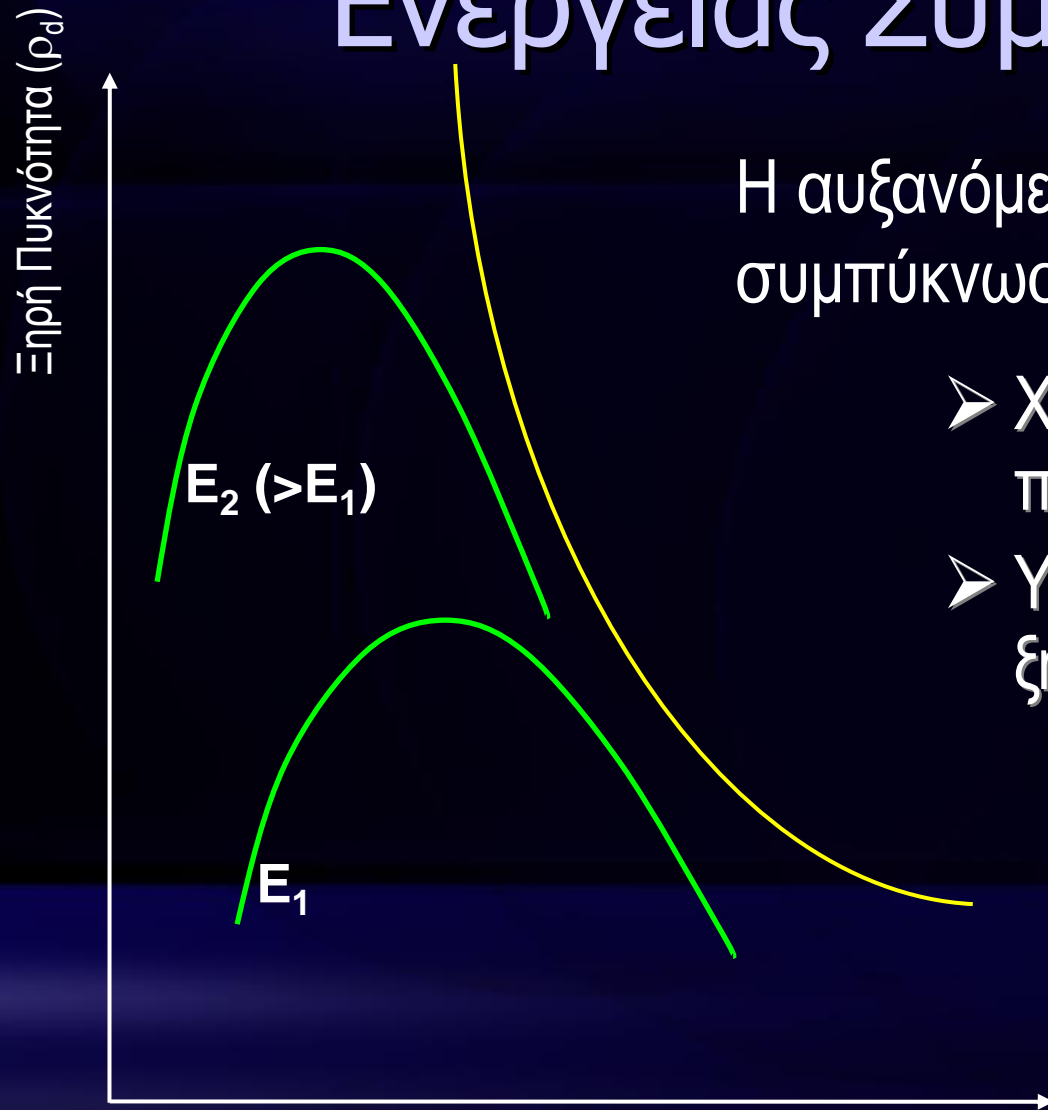
S < 100%

S > 100% (αδύνατον)

Όλα τα σημεία συμπύκνωσης πρέπει να βρίσκονται αριστερά της καμπύλης Μ.Α.Κ.

Ποσοστό Υγρασίας

Επίδραση της Προσπάθειας ή Ενέργειας Συμπύκνωσης

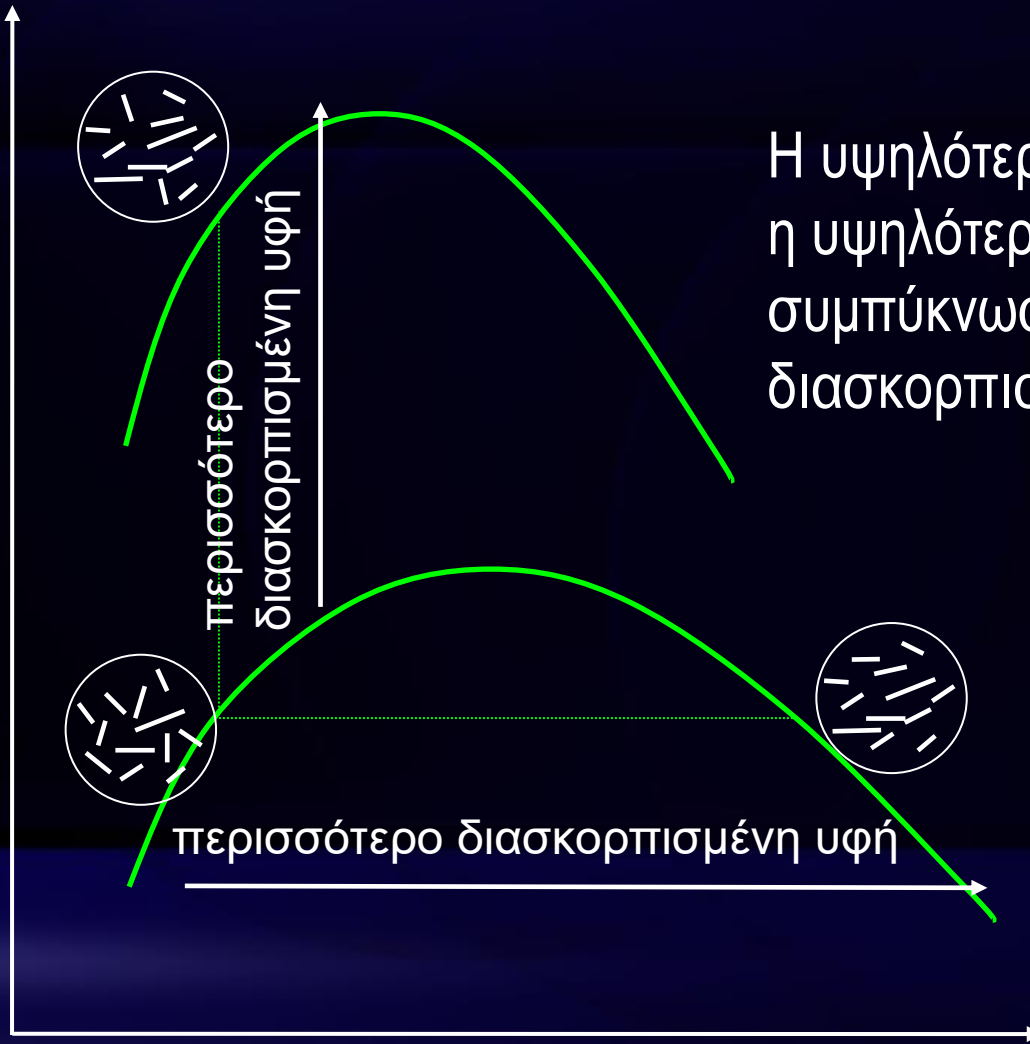


Η αυξανόμενη προσπάθεια ή ενέργεια συμπύκνωσης οδηγεί σε:

- Χαμηλότερη βέλτιστη περιεκτικότητα σε νερό
- Υψηλότερη μέγιστη ξηρή πυκνότητα

Συμπύκνωση και Αργιλική Υφή

Ξηρή Πυκνότητα (ρ_d)



Η υψηλότερη περιεκτικότητα σε νερό ή η υψηλότερη προσπάθεια ή ενέργεια συμπύκνωσης δίνει περισσότερο διασκορπισμένη υφή.

Ποσοστό Υγρασίας

Γραμμή του Βέλτιστου



Καμπύλες
συμπύκνωσης για
διαφορετικές
προσπάθειες ή
ενέργειες
συμπύκνωσης

Γραμμή του
Βέλτιστου

Ποσοστό Υγρασίας

Συμπύκνωση στη Ύπαιθρο

Διαφορετικοί τύποι κυλίνδρων συμπύκνωσης (δεξιόστροφα από δεξιά):

- Κύλινδρος ομαλού τροχού
- Δονητικός Κύλινδρος
- Κύλινδρος πνευματικών-λαστιχοφόρων τροχών
- Κύλινδρος τύπου «κατσικοτόδαρου»



Συμπύκνωση στη Ύπαιθρο

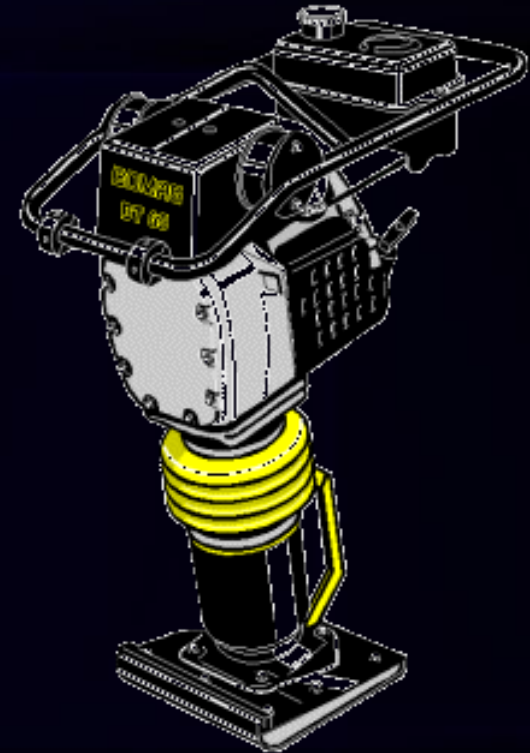
Κύλινδρος ομαλού – λείου τροχού



Συμπυκνώνει αποτελεσματικά μόνο σε πάχος 200-300 mm και επομένως, πρέπει να τοποθετείται το έδαφος σε λεπτές στρώσεις (προσθήκες)

Συμπύκνωση στη Ύπαιθρο

Δονητικός Κύλινδρος



- Για συμπύκνωση πολύ μικρών εκτάσεων
- Αποτελεσματικός για χονδρόκοκκα εδάφη

Συμπύκνωση στη Ύπαιθρο

Κύλινδρος τύπου «κατσικοπόδαρου»



- Παρέχει δράση «ζυμώσης» και «περπατάει έξω» μετά από τη συμπύκνωση
- Πολύ αποτελεσματικός στις αργίλους

Συμπύκνωση στη Ύπαιθρο

Κρουστικός Κύλινδρος



- Παρέχει βαθύτερη (2-3 m) συμπύκνωση. Π.χ., καλός για αεροδρόμια

Έλεγχος Συμπύκνωσης

- μια συστηματική άσκηση όπου ελέγχει σε τακτά χρονικά διαστήματα εάν η συμπύκνωση έγινε σύμφωνα με τις προδιαγραφές.

π.χ., 1 δοκιμή ανά
1000 m³
συμπυκνωμένου
εδάφους

- Ελάχιστη ξηρή πυκνότητα
- Εύρος ποσοστού υγρασίας

Μετρήσεις υπαίθρου (του ρ_d) που επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας:

- κώνο άμμου
- πυρηνικό μετρητή πυκνότητας

Εργαστηριακές Δοκιμές Συμπύκνωσης

- να προσδιορίσει την καμπύλη συμπύκνωσης και να καθορίσει το βέλτιστο ποσοστό υγρασίας και την μέγιστη ξηρή πυκνότητα για **μια συγκεκριμένη προσπάθεια ή ενέργεια συμπύκνωσης.**

Δοκιμή Proctor:

- 3 στρώσεις
- 25 κρούσεις ανά στρώση
- 2.7 kg σφύρα
- 300 mm πτώση

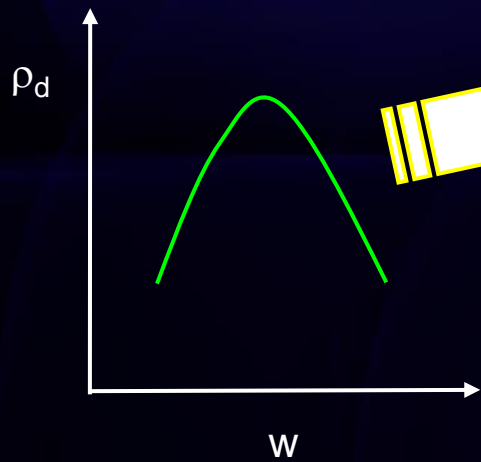


1000 ml φόρμα συμπύκνωσης

Τροποποιημένη Proctor:

- 5 στρώσεις
- 25 κρούσεις ανά στρώση
- 4.9 kg σφύρα
- 450 mm πτώση

Δοκιμή Ελέγχου Συμπύκνωσης



Προδιαγραφές
Συμπύκνωσης

Σύγκρινε!

$$\rho_{d, \text{υπαίθρου}} = ?$$

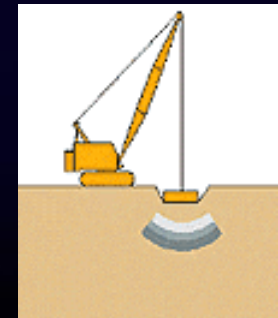
$$W_{\text{υπαίθρου}} = ?$$



Συμπυκνωμένο Έδαφος

Δυναμική Συμπύκνωση

- σφυροκόπημα του εδάφους με ένα μεγάλο βάρος



Κατάλληλη για τα κοκκώδη εδάφη, εδαφικές επιχώσεις και καρστικοποιημένες εκτάσεις με **έγκοιλα κατάρευσης.**

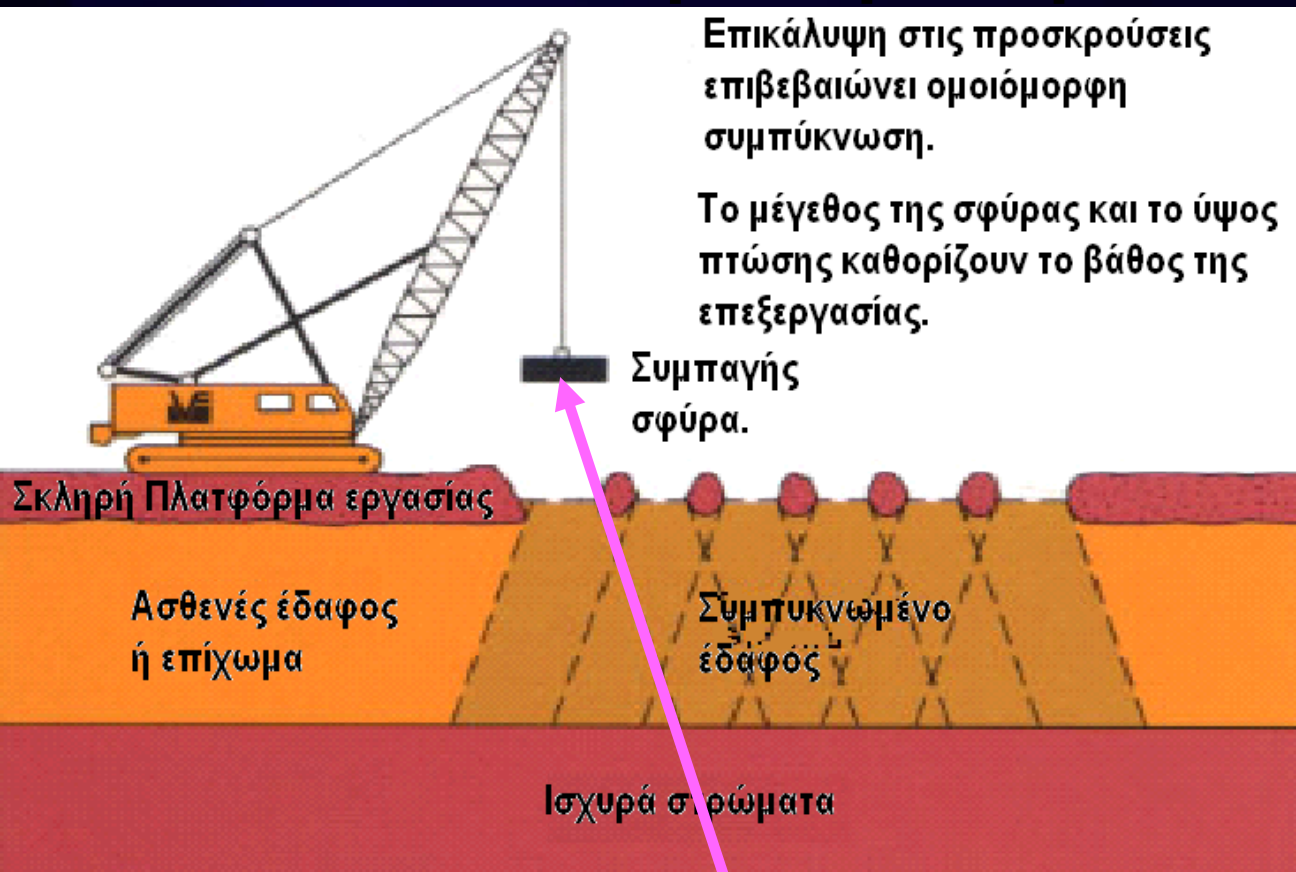
Σφύρα

κοιλότητες διάλυσης
στους ασβεστόλιθους

Κρατήρας που δημιουργείται από πρόσκρουση (στην συνέχεια πληρώνονται με έδαφος)



Δυναμική Συμπύκνωση

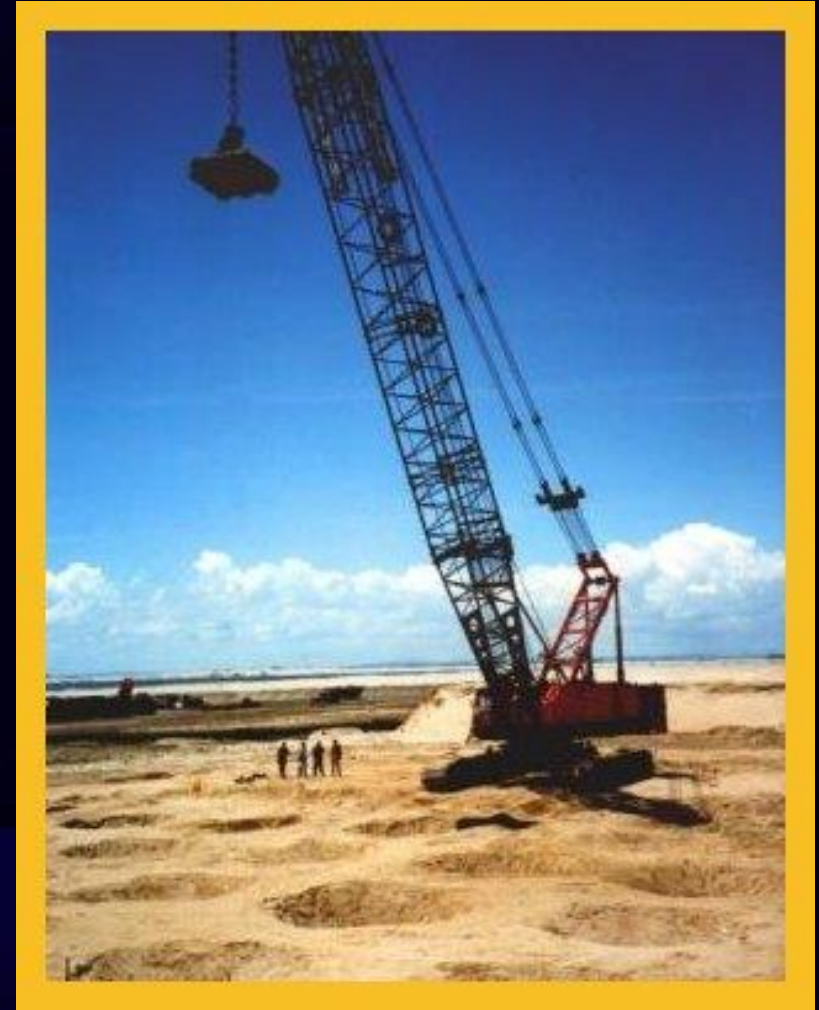


Σφύρα

Μάζα = 5-30 τόνοι

Πτώση = 10-30 m

Δυναμική Συμπύκνωση



Δονητική Διείσδυση (Vibroflotation)

Κατάλληλη για χονδρόκοκκα εδάφη

Εφαρμόζεται με διάφορες μορφές:

- δονητική-συμπύκνωση
- χαλικοπάσσαλοι
- δονητική αντικατάσταση



Δονητική Μονάδα

Μήκος = 2 – 3 m

Διάμετρος = 0.3 – 0.5 m

Μάζα = 2 τόνοι

(διεισδύει στο έδαφος και το δονεί)

©2021

Δονητική Διείσδυση (Vibroflotation)



©2021

Δονητική Διείσδυση (Vibroflotation)



©2021

Δονητική Διείσδυση (Vibroflotation)



©2021

Δονητική Διείσδυση (Vibroflotation)



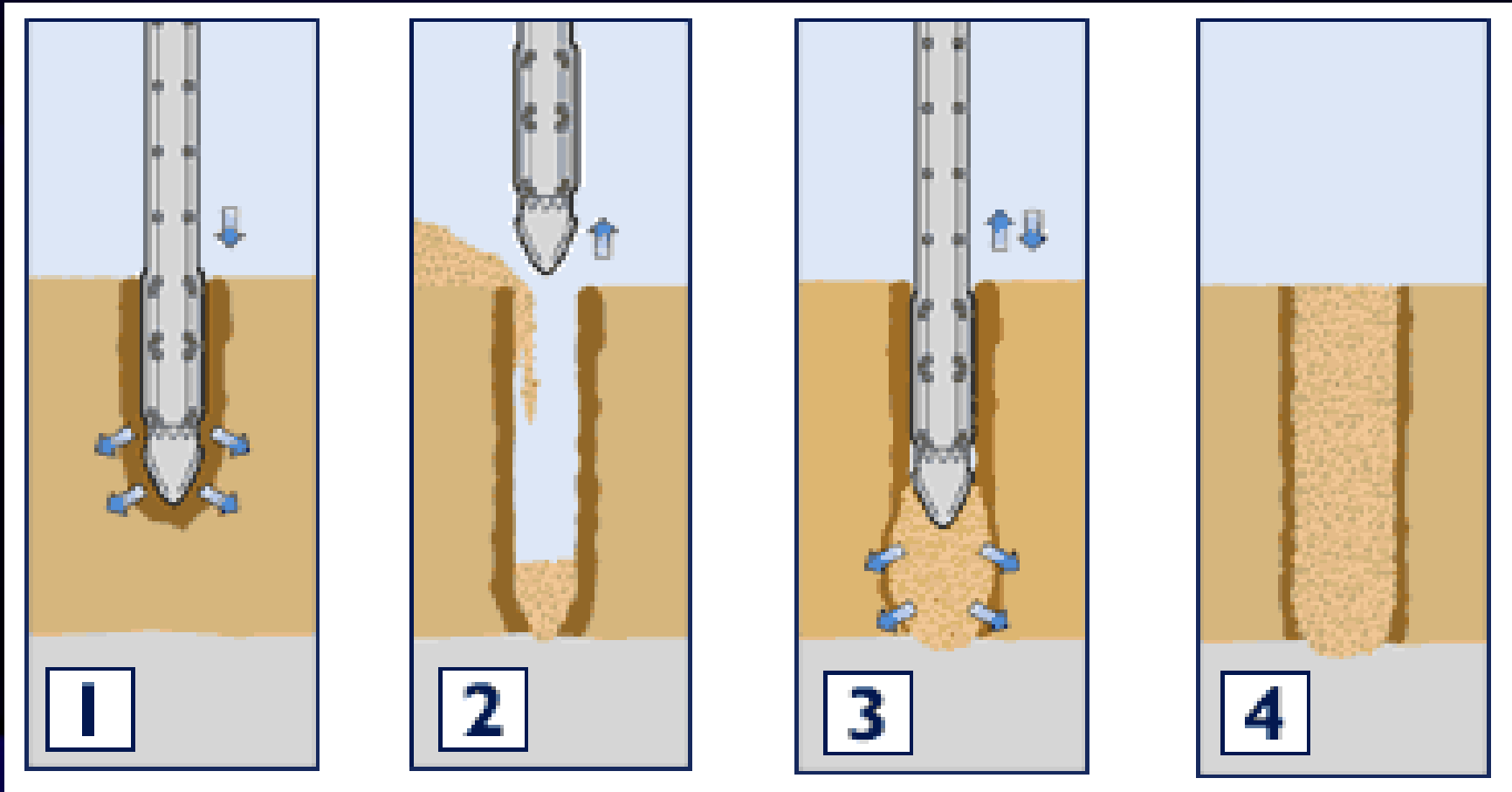
Δονητική Διείσδυση (Vibroflotation)



Δονητική Διείσδυση (Vibroflotation)



Χαλικοπάσσαλοι



Ο δονητής κάνει
μία οπή στο
ασθενές έδαφος

Η οπή
πληρώνεται

..και
συμπυκνώνεται

Πυκνά
συμπυκνωμένη στήλη
χαλικοπάσσαλου

Ανατίναξη

Για συμπύκνωση των
χονδροκόκκων εδαφών



Πυροτεχνήματα?



Συνέπεια της ανατίναξης

Χωματοουργικά Μηχανήματα



Μεγάλοι Εκσκαφείς (βλέπε το μικρό φορτηγάκι στα αριστερά για λόγους σύγκρισης κλίμακας)

Χωματουργικά Μηχανήματα



Γκρέϊντερ για το άπλωμα του εδάφους

Χωματουργικά Μηχανήματα



Εκσκαφέας για το άπλωμα του εδάφους ομοιόμορφα

Χωματουργικά Μηχανήματα



Φορτωτής

Χωματοουργικά Μηχανήματα



Backhoe

Χωματουργικά Μηχανήματα



Υδραυλικός εκσκαφέας τοποθετημένος σε αλυσίδα

Χωματοουργικά Μηχανήματα



Βραχοθραυστική Σφύρα & Βελόνι