

Χημεία Εδάφους



Δερματάς Δ.
2023 -2024

Περιεχόμενα

1. Χαρακτηριστικά & Σχηματισμός εδάφους
2. Φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους
3. Ρύπανση εδάφους – Πηγές
4. Ρύποι – Αλληλεπίδραση με το έδαφος
5. Δράσεις για την προστασία του εδάφους

Μέρος Α'
Χημεία Εδάφους
Soil Chemistry



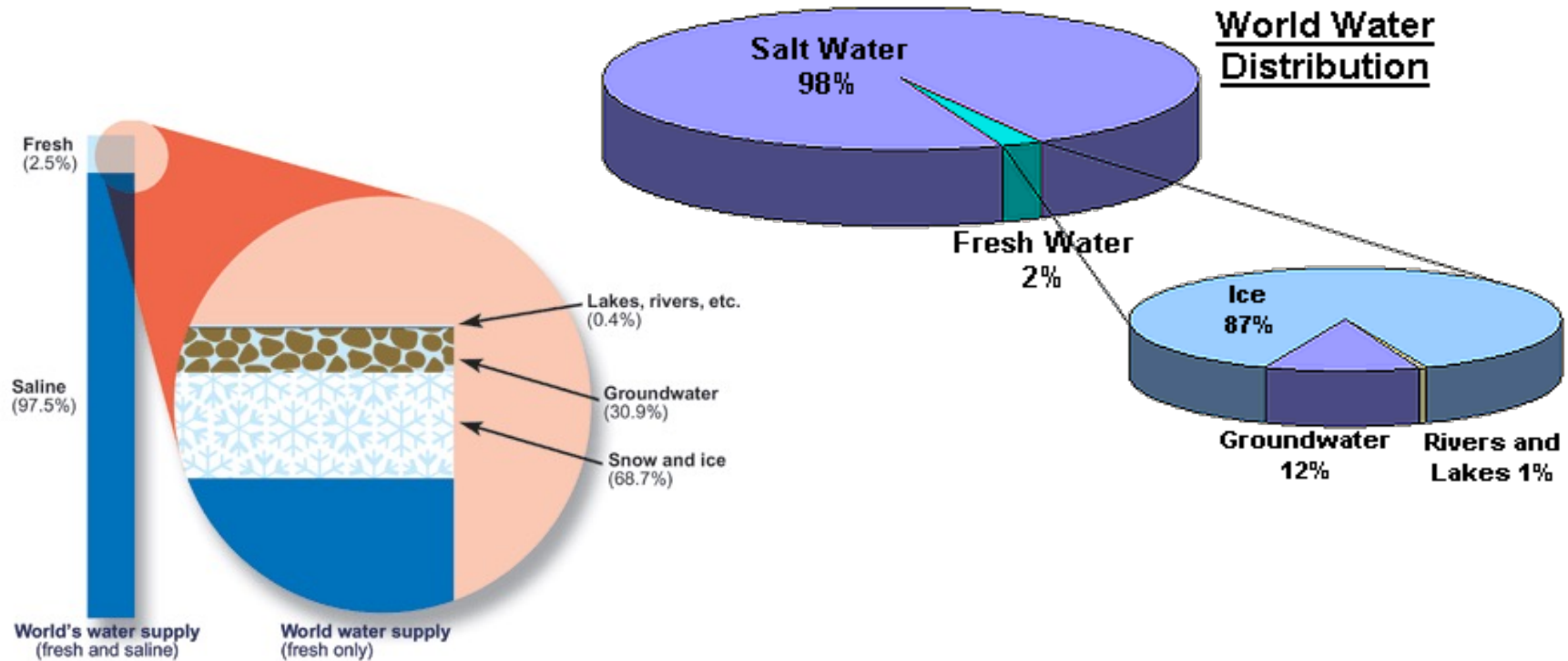
Έδαφος



- Το έδαφος αποτελεί ένα ουσιώδες, σύνθετο, πολυλειτουργικό και ζωντανό οικοσύστημα καίριας περιβαλλοντικής και κοινωνικοοικονομικής σημασίας.
- Παρέχει υπηρεσίες ζωτικής σημασίας για την ανθρώπινη ύπαρξη και την επιβίωση των οικοσυστημάτων.
- Το έδαφος στηρίζει την παραγωγή του **90 % των τροφίμων που καταναλώνουμε** (τροφίμων, ζωοτροφών, ινών και καυσίμων) και παρέχει πρώτες ύλες για δραστηριότητες φυτοκομίας μέχρι και δομικά έργα.
- Τα υγιή εδάφη αποτελούν την πηγή του φιλοξενούν πάνω από το **25 % της βιοποικιλότητας** στον κόσμο και αποτελούν τη μεγαλύτερη χερσαία δεξαμενή άνθρακα στον πλανήτη. Εντούτοις, το **70 % των εδαφών στην ΕΕ δεν βρίσκονται σε καλή κατάσταση.**

Παγκόσμια αποθέματα γλυκού νερού

- Το έδαφος είναι ρυθμιστικός παράγοντας και τελικός αποδέκτης όλων των μορφών ρύπανσης.
- Μέσω υδατοδιάλυσης οι ρύποι συγκεντρώνονται στο υπόγειο νερό.

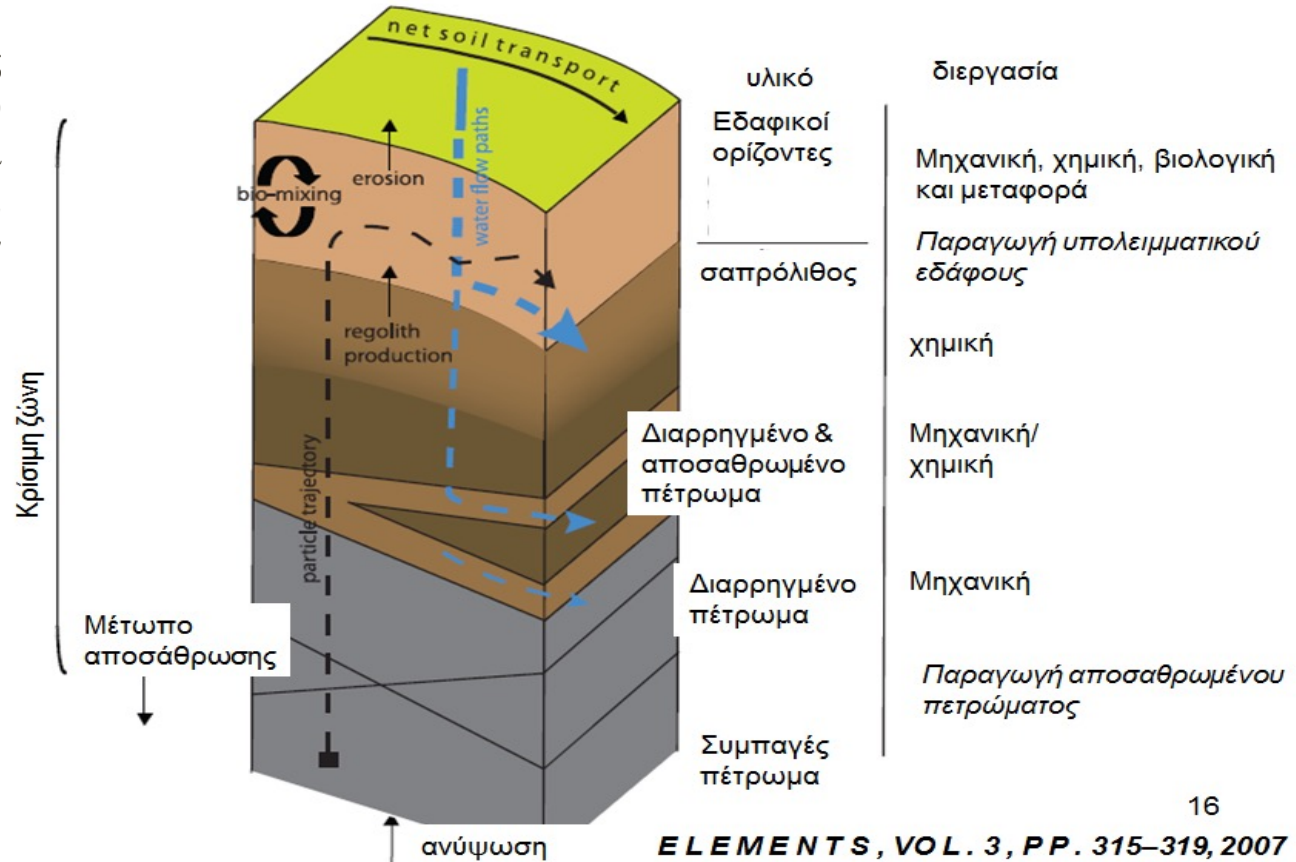


Σχηματισμός εδάφους

Σύνθετη διαδικασία (αιώνες ως εκατομμύρια χρόνια) διάβρωσης και μεσολάβησης βιολογικών, γεωλογικών και υδρολογικών φαινομένων:



- Αποσάθρωση μητρικού πετρώματος
- Προσθήκη και μερική αποσύνθεση οργανικής ύλης
- Σχηματισμός δομικών μονάδων (στερεές ενώσεις)



Παράγοντες σχηματισμού των διαφόρων τύπων Εδάφους

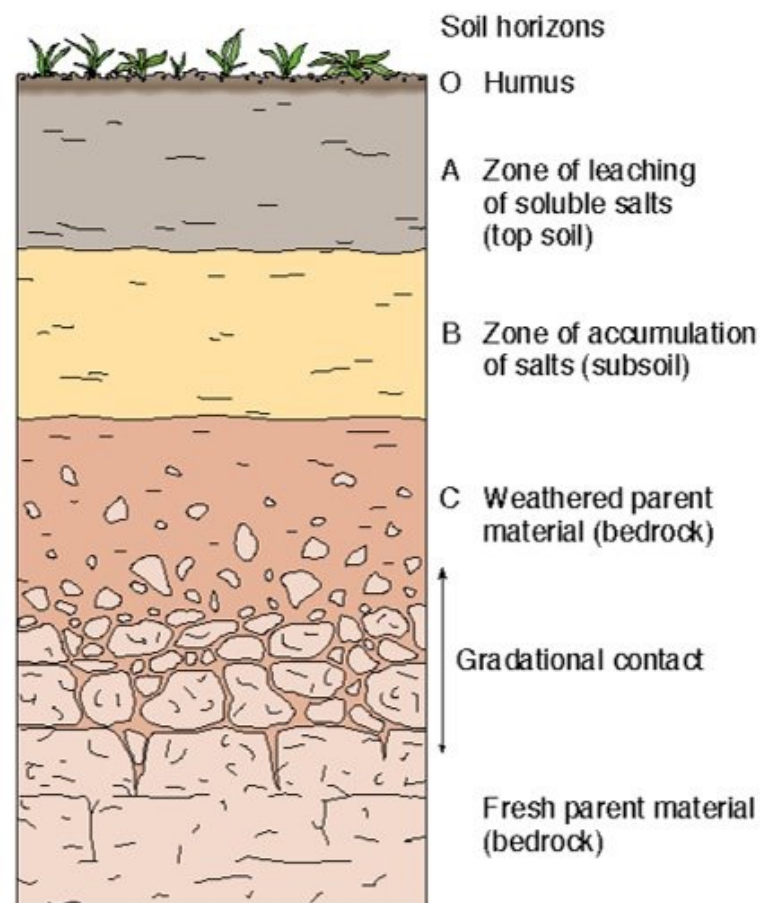
Βασικό ρόλο στην δημιουργία και σχηματισμό των διαφορετικών τύπων εδάφους παίζουν:

1. **Κλιματολογικές συνθήκες** (μέσος όρος των μετεωρολογικών συνθηκών που επικρατούν) κυρίως υγρασία και θερμοκρασία.
2. **Μητρικό υλικό** (γεωλογικό υπόβαθρο), π.χ. εδάφη πλούσια σε ασβέστιο χρειάζονται περισσότερο χρόνο σχηματισμού.
3. **Μικροοργανισμοί** (μύκητες, βακτήρια που αποσυνθέτουν την οργανική ύλη και επηρεάζουν την γονιμότητα και τον αερισμό του εδάφους).
4. **Τοπογραφικό ανάγλυφο** (επιφανειακή μορφολογία), καθορίζει την κίνηση του νερού και την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας).
5. **Χρόνος** (όλοι οι παράγοντες δρουν συνεργατικά με την πάροδο του χρόνου).

Σύσταση εδάφους

- Έχει κατακόρυφη διαστρωμάτωση (ορίζοντες εδάφους) η οποία έχει δημιουργηθεί από τη συνεχή επίδραση των ζωντανών οργανισμών και του νερού που διηθείται.
- Ο-ορίζοντας (Οργανικό Στρώμα) → 0-5 cm
- Α-ορίζοντας (Ανόργανο Στρώμα) → 0-50 cm
- Β-ορίζοντας (Στρώμα Απόθεσης) → 50-110cm
- C-ορίζοντας (Διαβρωμένο μητρικό υλικό) → 110-140cm
- Μητρικό πέτρωμα (Bedrock)

Ανόργανη ύλη	→	45-48%
Οργανική ύλη	→	2-5%
Νερό	→	25%
Αέρας	→	25%



Χαρακτηριστικά εδάφους

1. **Υφή:** επηρεάζεται από την κοκκομετρία

- **$d > 2$ mm χονδρόκοκκο**
- **$d < 2$ mm λεπτόκοκκο**
 - Άμμος (0,05-2 mm),
 - Ίλύς (0,002-0,05 mm)
 - Άργιλος (<0,002mm)



Χαρακτηριστικά εδάφους

2. Χρώμα:

- υψηλή περιεκτικότητα σε σίδηρο: χρώμα βαθύ πορτοκαλί – καφέ έως κιτρινωπό – καφέ.
- υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ύλη: σκούρα καφέ ή μαύρα.



Έδαφος με υψηλή περιεκτικότητα σε σίδηρο

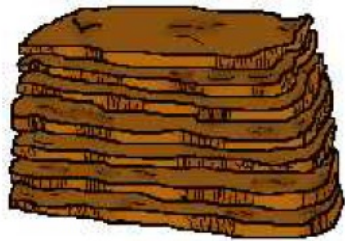


Έδαφος με υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ύλη

Χαρακτηριστικά εδάφους

3. **Δομή:** διάταξη των σωματιδίων του εδάφους σε μικρές συστάδες, που ονομάζονται κροκίδες ή συσσωματώματα (peds ή floccs).

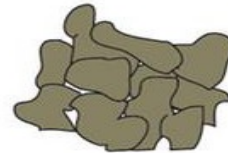
Π.χ. κοκκώδη, με τη μορφή στήλης (αργιλικά) ή απλοί κόκκοι (άμμος παραλίας).



Granular (high permeability)



Aggregated (high permeability)



Blocky (moderate permeability)



Columnar/prismatic (moderate permeability)



Platy (low permeability)



Massive (low permeability)

Χαρακτηριστικά εδάφους

4. **pH**: Μέσο προσδιορισμού της οξύτητας ή της αλκαλικότητας του εδάφους.

- Κυμαίνεται από $\text{pH} = 4 - 10$
- Επηρεάζει την ανάπτυξη των φυτών και τον ρυθμό των διεργασιών που πραγματοποιούνται στο έδαφος.

Εάν το pH είναι <6 , τότε το έδαφος είναι όξινο έδαφος, όταν το pH κυμαίνεται $6-8.5$ είναι ένα κανονικό έδαφος και για > 8.5 τότε είναι αλκαλικό έδαφος.

Στην Ελλάδα τα εδάφη είναι κυρίως αλκαλικά λόγω παρουσίας ασβεστολιθικών πετρωμάτων.

Χαρακτηριστικά εδάφους

5. Η οργανική ύλη διακρίνεται σε:

- **νεκρή** (υπολείμματα ριζών, φύλλων, οργανισμών κτλ.)
- **ζωντανή** (μικροοργανισμοί)

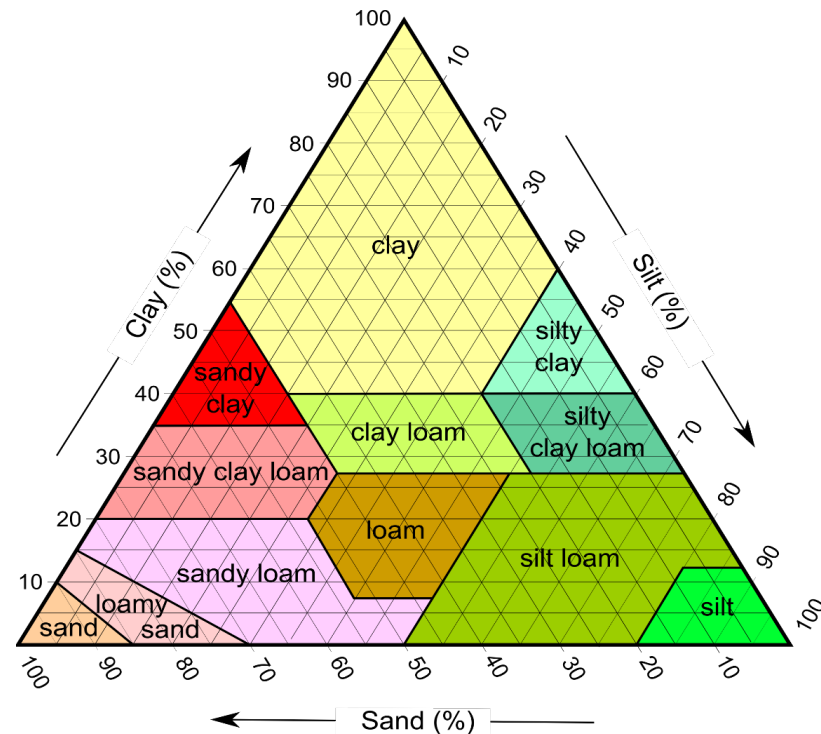
6. **Γονιμότητα:** Απαραίτητα 18 στοιχεία για την ανάπτυξη των φυτών:

- C, H, O (από αέρα και νερό)
- N, P, K, Ca, Mg, S (μακροθρεπτικά > 0,1% στον φυτικό ιστό)
- Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo, Cl, Co, Ni (μικροθρεπτικά < 0,01% στον φυτικό ιστό)
- Μεταφορά θρεπτικών συστατικών

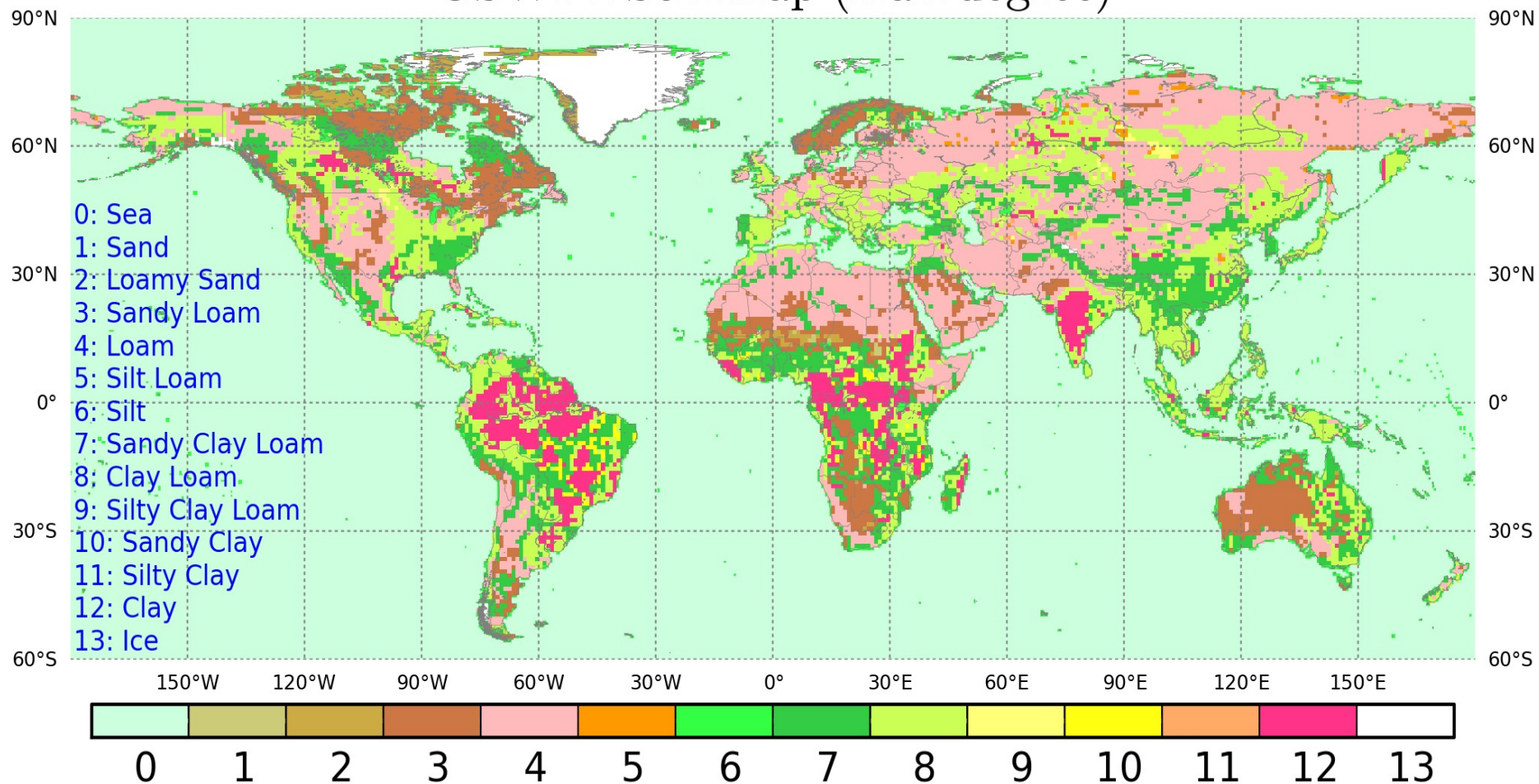
Κατηγορίες – κλάσεις εδαφών

Με βάση τη μηχανική τους σύσταση, τα εδάφη διακρίνονται σε **12 κλάσεις**. Ανάλογα με τα ποσοστά των κλασμάτων αυτών, μπορούμε να προσδιορίσουμε την κλάση του κάθε εδάφους με την βοήθεια του τριγώνου μηχανικής σύστασης.

1. Άμμος (Sand)
2. Πηλώδης άμμος (Loamy sand)
3. Αμμώδης πηλός (Sandy loam)
4. Πηλός (Loam)
5. Ιλυώδης πηλός (Silty loam)
6. Ιλύς (Silt)
7. Αμμώδης αργιλλοπηλός (Sandy clay loam)
8. Αργιλλοπηλός (Clay loam)
9. Ιλυώδης αργιλλοπηλός (Silty clay loam)
10. Αμμώδης άργιλλος (Sandy clay)
11. Ιλυώδης άργιλλος (Silty clay)
12. Άργιλλος (Clay)



GSWP2 Soil Map (Half degree)



Ιδιότητες Εδάφους

Φυσικές Ιδιότητες

- Πυκνότητα, Ειδικό βάρος & Φαινόμενο βάρος (ξηρού εδάφους, εδάφους υπό άνωση, κορεσμένου εδάφους)
- Πορώδες (porosity), ενεργό πορώδες (effective porosity)
- Εδαφική υγρασία (soil moisture)
- Υδραυλική αγωγιμότητα, Διαπερατότητα (permeability) – Διηθητικότητα
- Αντοχή – Φέρουσα ικανότητα (bearing capacity)
- Κοκκομετρική διαβάθμιση - Ειδική επιφάνεια
- Θερμοκρασία

Χημικές Ιδιότητες

- pH & οξύτητα
- Περιεκτικότητα οργανικής ύλης
- Περιεκτικότητα σε: άζωτο, φώσφορος, κάλιο, ασβέστιο, μαγνήσιο
- Ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους
- Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων

Πυκνότητα & Φαινόμενη πυκνότητα (ρ)

Density & bulk density

Φαινόμενη πυκνότητα ρ (bulk density): Ο λόγος της ολικής μάζας του εδάφους δια τον συνολικό όγκο.

Ξηρή πυκνότητα ρ_d (dry density): Η ξηρή πυκνότητα εδάφους είναι ο λόγος της συνολικής ξηρής μάζας του εδάφους προς τον συνολικό όγκο του εδάφους.

Υγρή πυκνότητα ρ_t (wet density): Είναι ο λόγος της μάζας του εδάφους συν του υγρού που υπάρχει δια τον συνολικό όγκο.

Πυκνότητα νερού $\rho_w = 1.000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

$$\rho_d = \frac{M_s}{V_{total}}$$

M_s : μάζα εδάφους
 V_{total} : ολικός όγκος του εδάφους

$$\rho_t = \frac{M_t}{V_{total}}$$

M_t : μάζα εδάφους με και υγρών
 V_{total} : ολικός όγκος του εδάφους

Φαινόμενο βάρος εδάφους (γ)

Unit weight

- Το φαινόμενο βάρος (γ) εδαφικού δείγματος ορίζεται ως το βάρος της μονάδας του όγκου της στερεάς μάζας μαζί με το περιεχόμενο των κενών. Είναι ο λόγος του ειδικού βάρους του εδάφους (G_s ή G), προς τον όγκο του εδάφους V .

$$\gamma_{\text{bulk}} = \frac{G}{V} = \rho \times g \quad (\text{gr/cm}^3)$$

- Κυμαίνεται ανάλογα το βαθμό του κορεσμού από φαινόμενο βάρος ξηρού εδάφους, ακόρεστου (< 100%) και κορεσμένου εδάφους (100%).
- Όταν το εδαφικό δείγμα βρίσκεται υπό συνθήκες άνωσης τότε αναφερόμαστε στο φαινόμενο βάρος υπό άνωση γ' .

$$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

$$\gamma_{\text{sat}} = \frac{\gamma_w (G+e)}{1+e}$$

$$\gamma_{\text{dry}} = \frac{\gamma_w G}{1+e}$$

Ειδικό βάρος εδάφους (G η G_s)

Specific gravity

- Το ειδικό βάρος χαρακτηρίζεται το βάρος του εδάφους ή ο λόγος του βάρους ενός σώματος προς τον όγκο αυτού σε θερμοκρασίας 4°C. Πολύ συχνά γίνεται σύγχυση μεταξύ του ειδικού βάρους και της πυκνότητας του εδάφους.
- Το ειδικό βάρος μας δείχνει πόσο βαρύτερο ή ελαφρύτερο είναι το υλικό, από την ίδια ποσότητα νερού.

$$G_s = \frac{\text{πυκνότητα εδαφους}}{\text{πυκνότητα νερού}} = \frac{\rho}{\rho_w} \quad \text{ή} \quad G_s = \frac{\text{ειδικό βάρος εδαφους}}{\text{ειδικό βάρος νερού}} = \frac{\gamma}{\gamma_w}$$

Περιεκτικότητα σε νερό (W or W/C):

$$W = \frac{\text{βάρος νερού}}{\text{ξηρό βάρος εδάφους}} \times 100\% = \frac{W_w}{W_{dry}} \times 100\%$$

Βαθμός κορεσμού (S) (σε ποσοστό %)

$$S = \frac{\text{συνολικός όγκος κορεσμένων κενών}}{\text{συνολικός όγκος κενών}} = \frac{V_w}{V_v}$$

Υλικό	Ειδικό βάρος
Άμμος	2.65 – 2.7
Διοξείδιο του πυριτίου	2.67
Άργιλος	2.75 – 2.85
Τσιμέντο	3.1
Έδαφος σελήνης	3.1
Οργανικό έδαφος (χουμικά)	1.8 – 1.9

Πορώδες & Ενεργό πορώδες

Porosity & effective porosity

Το **ενεργό πορώδες** (Effective porosity) αναφέρεται στο ποσό των διακένων που επικοινωνούν μεταξύ τους και επιτρέπουν τη ροή του υπόγειου νερού υπό την επίδραση της βαρύτητας ή της υδροστατικής πίεσης. Τα διάκενα που δεν συνεισφέρουν στη ροή αυτή καταλαμβάνονται από νερό συγκράτησης. Στους κοκκώδεις σχηματισμούς το ενεργό πορώδες κυμαίνεται από 0-3% (άργιλος) έως 20% (χαλίκια).

- **Αμμώδη εδάφη:** Μεγάλοι πόροι, μεγάλη φαινόμενη πυκνότητα, μικρό πορώδες, ταχύτερη απομάκρυνση νερού
- **Αργιλικά εδάφη:** Μικροί πόροι, μικρή φαινόμενη πυκνότητα, μεγάλο πορώδες, μικρή ταχύτητα απομάκρυνσης
- **Πηλώδη εδάφη:** Ενδιάμεση κατάσταση των δυο παραπάνω τύπων εδαφών (12% κ.β. αργίλου αρκούν ώστε το έδαφος να συμπεριφέρεται – μηχανικά, υδραυλικά – ως άργιλος).

Ερώτηση: Ένα αργιλώδες έδαφος έχει μεγαλύτερο πορώδες από ένα αμμώδες ή το αντίθετο;

Υδραυλική αγωγιμότητα

- Ένα μέσο έχει υδραυλική αγωγιμότητα (k) ίση με τη μονάδα, όταν μεταβιβάζει στη μονάδα του χρόνου κάθετα στη διεύθυνση της υπόγειας ροής, τη μονάδα του όγκου νερού από μοναδιαία διατομή με υδραυλική κλίση ίση με τη μονάδα και την επικράτηση του κινηματικού ιξώδους. Το κινηματικό ιξώδες σχετίζεται με την εσωτερική τριβή, την αντίσταση δηλ. του υγρού στη ροή.

- **Πολύ υδροπερατοί** $k \geq 10^{-1}$ m/s
- **Υδροπερατοί** $10^{-6} < k < 10^{-1}$ m/s
- **Λίγο υδροπερατοί** $10^{-9} < k < 10^{-6}$ m/s
- **Πρακτικά στεγανοί** $k \leq 10^{-9}$ m/s

Υλικό	k (m/s)
Μεγάλα χαλίκια	$1,7 \cdot 10^{-3}$
Χαλίκια μεσαίου μεγέθους	$3,1 \cdot 10^{-3}$
Χαλίκια μικρού μεγέθους	$5,2 \cdot 10^{-3}$
Χονδρόκοκκη άμμος	$5,2 \cdot 10^{-4}$
Μεσόκοκκη άμμος	$1,4 \cdot 10^{-4}$
Λεπτόκοκκη άμμος	$2,9 \cdot 10^{-5}$
ΐλύς	$9,2 \cdot 10^{-7}$
Άργιλος	$2,3 \cdot 10^{-9}$

Ερώτηση: Οι άργιλοι χαρακτηρίζονται από υψηλό πορώδες και χαμηλή αγωγιμότητα. Σωστό ή Λάθος;

Υδραυλική αγωγιμότητα (Διαπερατότητα)

- Η διαπερατότητα αφορά στην κίνηση του νερού μέσα στην κυρίως μάζα του εδάφους. Όλα τα εδαφικά υλικά είναι διαπερατά, στο βαθμό που οι πόροι τους επικοινωνούν και σχηματίζουν συνεχείς διόδους.
- Εξαρτάται κυρίως από τον αριθμό, την κατανομή και το μέγεθος των πόρων, ωστόσο επηρεάζεται (αυξάνεται) και λόγω υδροστατικής πίεσης όταν η επιφάνεια είναι καλυμμένη από νερό. Δηλ. άλλα υλικά έχουν μεγάλη διαπερατότητα (π.χ. χαλίκια και χονδρόκοκκες άμμοι), ενώ άλλα έχουν πολύ μικρή διαπερατότητα (π.χ. άργιλοι).
- Άλλοι παράγοντες που μπορεί να επηρεάζουν είναι τα γενικά δομικά χαρακτηριστικά του εδάφους και η περιεκτικότητά του σε οργανική ουσία.
- Η γνώση της υδατοδιαπερατότητας είναι απαραίτητη για την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου άρδευσης και για την αντιμετώπιση προβλημάτων αποστράγγισης.

Εδαφική Υγρασία

Ως υγρασία ορίζεται ο λόγος του βάρους του νερού που υπάρχει μέσα στους πόρους (G_w) προς το βάρος των ξηρών κόκκων του εδάφους (G_d)

Ξηρό έδαφος

Υγροσκοπικό νερό

δεν μπορεί να προσληφθεί από τα φυτά. Κατάσταση εδαφικού πορώδους στο «σημείο μάρανσης» (Ξηρό έδαφος)

Ημικορεσμένο (<100%)

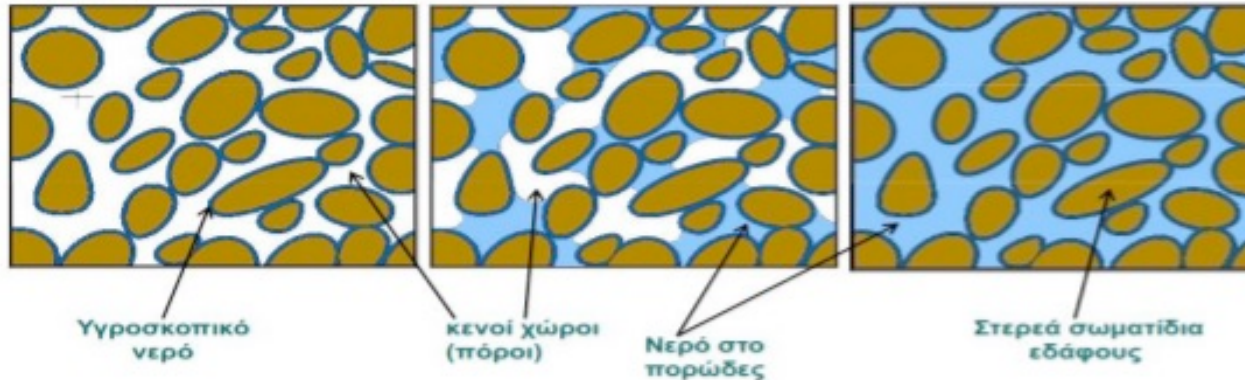
Υδατοικανότητα

Κατάσταση εδαφικού πορώδους με ευνοϊκή υγρασία για τα φυτά. (Λίγο μετά την άρδευση)

Κορεσμένο 100%

Κορεσμός

Το εδαφικό πορώδες είναι γεμάτο από νερό. (Δεν υπάρχει αέρας στο πορώδες)



Ερώτηση: Αν αρδεύσουμε ένα αμμώδες, ένα πηλώδες και ένα αργιλώδες έδαφος με την ίδια ποσότητα νερού, ποιο από τα τρία εδάφη θα στεγνώσει πρώτο και γιατί;

Διηθητικότητα

- Με τον όρο διήθηση εννοούμε τον ρυθμό με τον οποίο διεισδύει το νερό στο έδαφος.

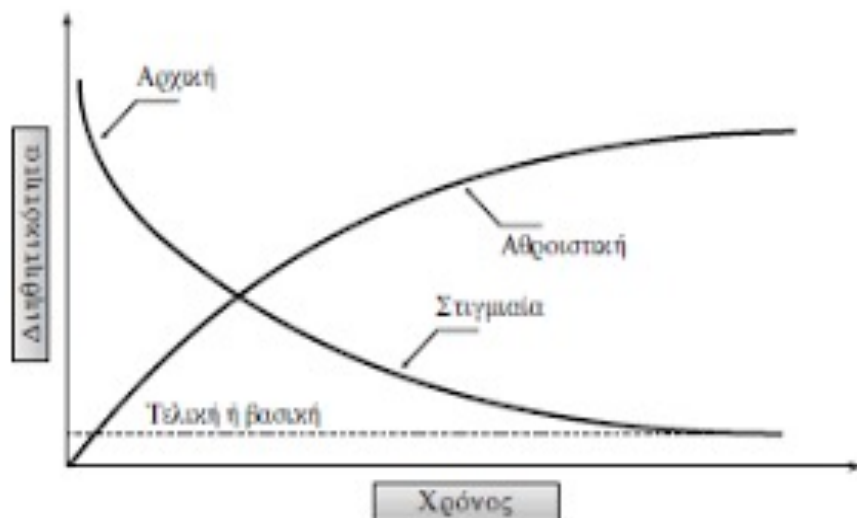
- Η διηθητικότητα εξαρτάται κυρίως από τη **μηχανική σύσταση** του εδάφους και τη **δομή** του, το **ύψος της στάθμης του νερού** που συσσωρεύεται στην επιφάνεια (λόγω της υδροστατικής πίεσης) και την μηχανική σύσταση, την ομοιογένεια σε βάθος και την αρχική υγρασία του εδάφους.

- **Αρχική διηθητικότητα:** η ταχύτητα διήθησης στην αρχή του φαινομένου.

- **Τελική ή βασική διηθητικότητα:** η σταθερή τιμή που παίρνει μετά την παρέλευση αρκετού χρόνου.

- **Στιγμιαία διηθητικότητα:** η ταχύτητα διήθησης οποιαδήποτε στιγμή.

- **Αθροιστική διηθητικότητα:** η ποσότητα του νερού που διηθείται στο έδαφος από την αρχή του φαινομένου μέχρι κάποιο χρόνο.



Οργανική Ύλη

- Οργανική ύλη είναι το προϊόν της αποσύνθεσης των ζωτικών και φυτικών υπολειμμάτων που καταλήγουν στο έδαφος. Εάν το έδαφος είναι φτωχό σε οργανική ουσία, τότε ενισχύει τη διαδικασία της διάβρωσης του εδάφους → ερημοποίηση (μηδενική οργανική ύλη).
- Υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ύλη στο έδαφος → το έδαφος είναι κατάλληλο για γεωργική χρήση.
- Υψηλότερης περιεκτικότητας σε οργανική ύλη στο έδαφος → χαμηλότερο pH εδάφους.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΥΛΗΣ

1. Βασική πηγή ενέργειας – αυξημένη γονιμότητα εδάφους
2. Αύξηση συνεκτικότητας των αμμωδών εδαφών και μείωση της πλαστικότητας και συνεκτικότητας των αργιλωδών εδαφών.
3. Βελτίωση δομής με τη δημιουργία σταθερών συσσωμάτων
4. Προστασία εδάφους από την διάβρωση
5. Αύξηση συγκράτησης της υγρασίας

Μέρος Β'
Ρύπανση Εδάφους
Soil Pollution



Ρύπανση Εδάφους – Πηγές

Soil pollution – Sources

Η **ανθρωπογενής ρύπανση** του εδάφους (και κατά συνέπεια του υπόγειου νερού) συντελείται λόγω παρουσίας σε αυτό:

- Υγρών και στερεών απόβλητα
- Αγροχημικών (λιπάσματα, φυτοφάρμακα, κλπ)
- Αστικών λυμάτων (ΧΥΤΑ/ΧΑΔΑ)
- Διαρροές πετρελαίου (NAPL, DNAPL)
- Απόβλητα ορυχείων και λατομείων

Οι φυσικές διεργασίες που συντελούνται λόγω **φυσικής (ή γηγενούς) ρύπανσης** εδάφους είναι οι εξής:

- Διάβρωση
- Μείωση οργανικής ύλης
- Μείωση βιοποικιλότητας
- Πλημμύρες και κατολισθήσεις

Ρύπανση vs Μόλυνση

Ρύπανση (pollution)

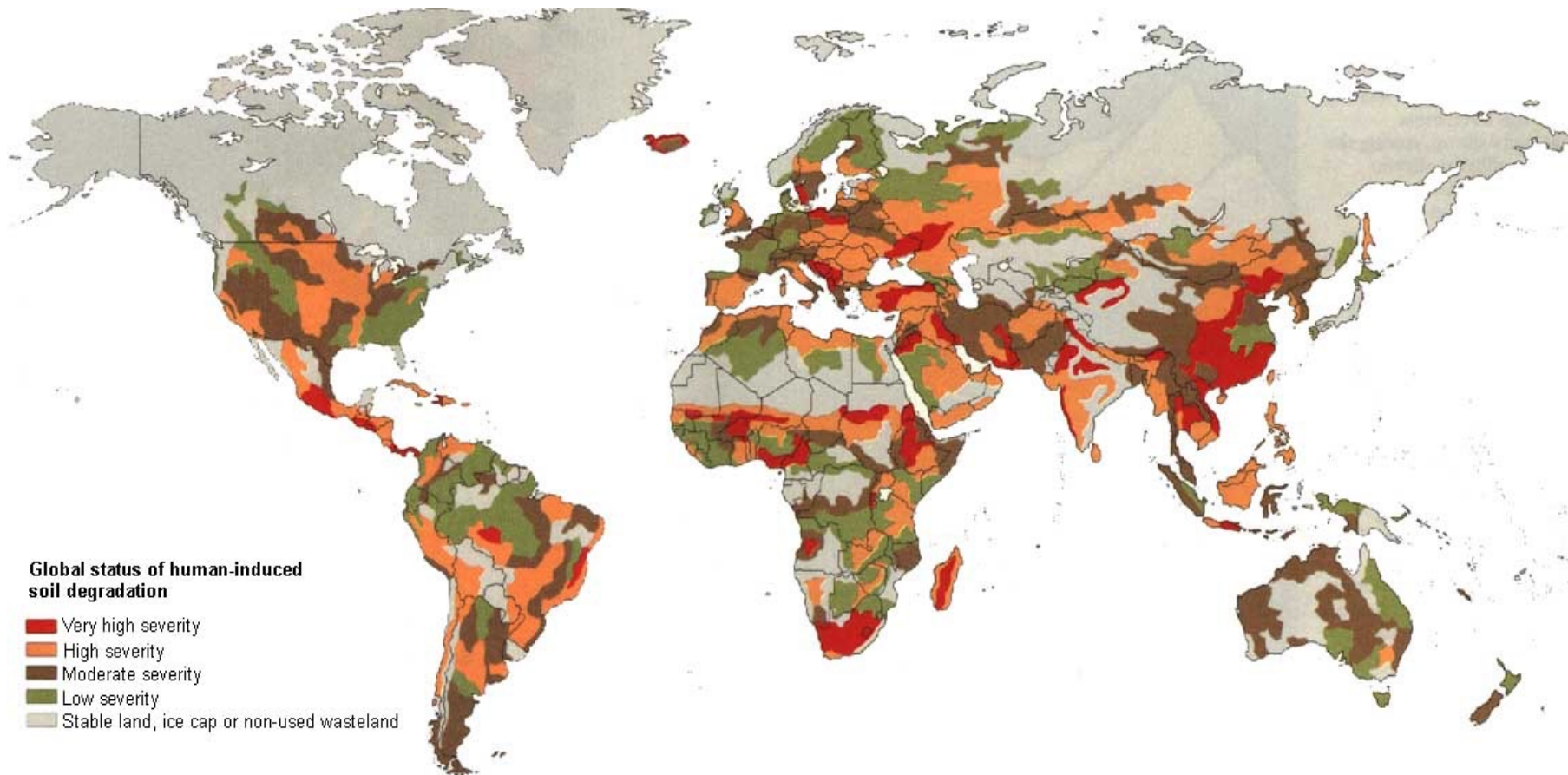
Θεωρείται οποιαδήποτε υποβάθμιση της φυσικής ποιότητας του νερού. Σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60 της ΕΕ, ρύπανση ορίζεται η άμεση ή έμμεση εισαγωγή, στον αέρα, το νερό ή το έδαφος, ουσιών ή θερμότητας που μπορούν να είναι επιζήμια για την υγεία του ανθρώπου ή την ποιότητα των υδατικών οικοσυστημάτων ή των χερσαίων οικοσυστημάτων που εξαρτώνται άμεσα από υδατικά οικοσυστήματα ή επηρεάζουν δυσμενώς ή παρεμβαίνουν σε λειτουργίες αναψυχής ή σε λοιπές νόμιμες χρήσεις του περιβάλλοντος.

Μόλυνση (contamination)

Περιορίζεται στη ρύπανση εκείνη που αποτελεί κίνδυνο για την υγεία του ανθρώπου. Η μόλυνση έχει μικροβιακό χαρακτήρα και συνδέεται με την παρουσία **παθογόνων μικροοργανισμών**, ως αποτέλεσμα ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

Υποβάθμιση εδάφους

Soil Degradation



Ρύποι εδάφους

Soil Contaminants

Ρυπαντής ή ρύπος ή ρυπαντική ουσία είναι κάθε ουσία διαλυτή υδρόφιλη π.χ. ανόργανα άλατα ή αδιάλυτη υδρόφοβη, π.χ. υδρογονάνθρακες, PCBs, διαλύτες κ.λπ., η οποία όταν εισάγεται στο περιβάλλον από ανθρώπινες δραστηριότητες, προκαλεί δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι πιο συνηθισμένοι ρυπαντές, που με διάφορους τρόπους καταλήγουν στα νερά είναι:

- 1) Βαρέα μέταλλα (As, Cr, Hg, Pd, Cd κ.ά.)
- 2) Ανόργανες ενώσεις (NO_3^- , PO_4^{3-} κ.ά.)
- 3) Οργανικές ενώσεις (φαινόλες, χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες, PCBs, απορρυπαντικά, φυτοφάρμακα, προϊόντα πετρελαίου κ.ά.).
- 4) Ραδιενεργές ουσίες
- 5) Παθογόνοι μικροοργανισμοί (βακτήρια και ιοί)

Φυσικοχημικές ιδιότητες ρύπων

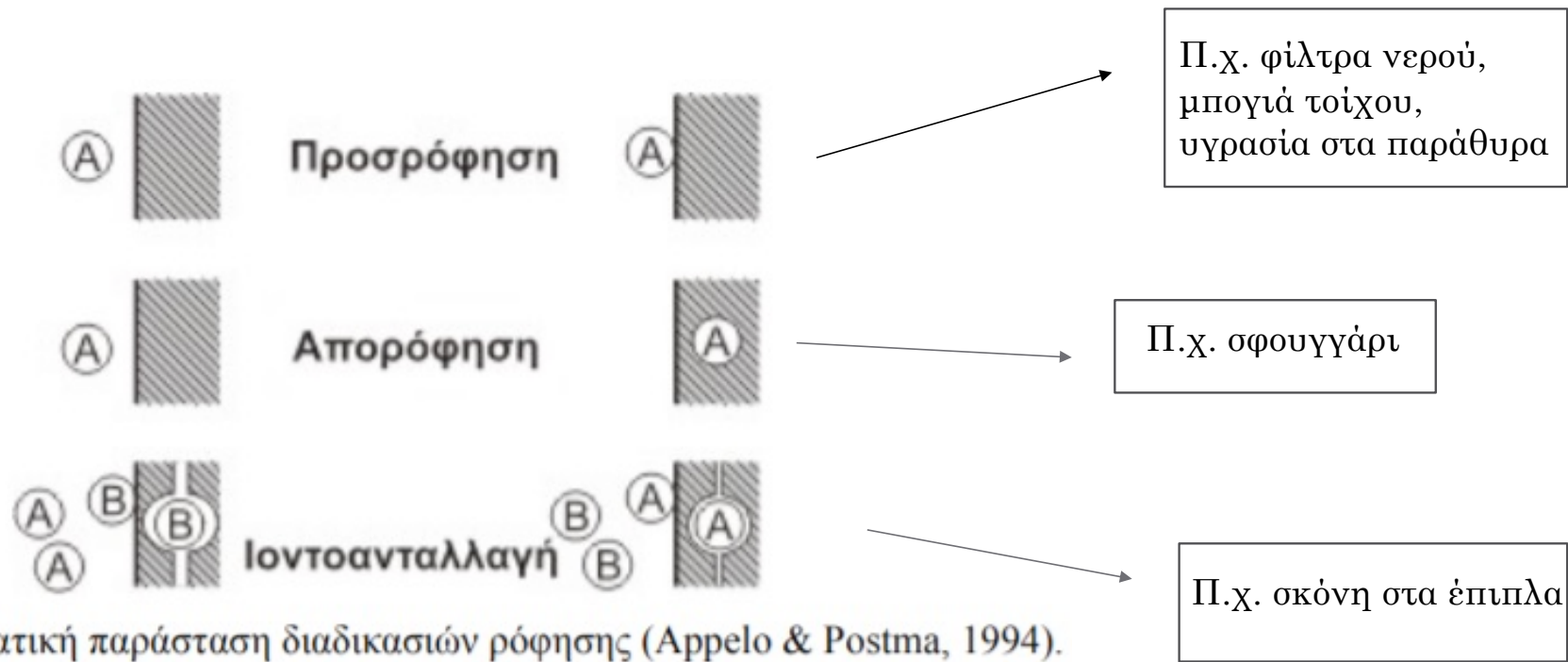
- **Διαλυτότητα** (τα ευδιάλυτα μεταφέρονται πιο εύκολα στο έδαφος και το υπόγειο νερό)
- **Πτητικότητα** (η ικανότητα να μεταφέρονται από την επιφάνεια του υγρού σε αέρια φάση)
- **Προσροφητικότητα** (η προσρόφηση του ρύπου από σωματίδια του εδάφους)
- **Βαθμός αποσύνθεσης** (ο χρόνος για να αποσυντεθεί η ρυπογόνος ουσία σε άλλες ενώσεις)
- **Συντελεστής κατανομής** (ο τρόπος κατανομής του ρύπου μεταξύ δυο μέσων π.χ, στερεό-υγρό)
- **Πίεση ατμών** (Νόμος Raoult)
- **Δείκτης βιοσυγκέντρωσης** (η ποσότητα του ρύπου που συσσωρεύεται σε υδρόβιους οργανισμούς)
- **Τοξικότητα** (η πρόκληση δυσμενών επιπτώσεων στα οικοσυστήματα όταν αυτά εκτεθούν σε ποσότητα ρύπου/ων)

Αλληλεπίδραση ρύπων με το έδαφος

Η φυσική διαδικασία απορρύπανσης είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης των ρυπαντών με το έδαφος και περιλαμβάνει τους εξής μηχανισμούς:

1. **Προσρόφηση (adsorption):** είναι η διαδικασία κατά την οποία μια χημική ουσία προσκολλάται (δεσμεύεται) στην επιφάνεια των στερεών σωμάτων (π.χ. αργιλικά ορυκτά).
2. **Απορρόφηση (absorption):** είναι η διαδικασία εκείνη κατά την οποία η χημική ουσία περνάει στο εσωτερικό των στερεών σωμάτων. Η προσρόφηση και η απορρόφηση είναι δύο μορφές της **ρόφησης (sorption)**.
3. **Ιοντοανταλλαγή (ion exchange):** είναι η διαδικασία κατά την οποία ανταλλάσσονται ιόντα μεταξύ των ρυπαντών και του εδαφικού υλικού.

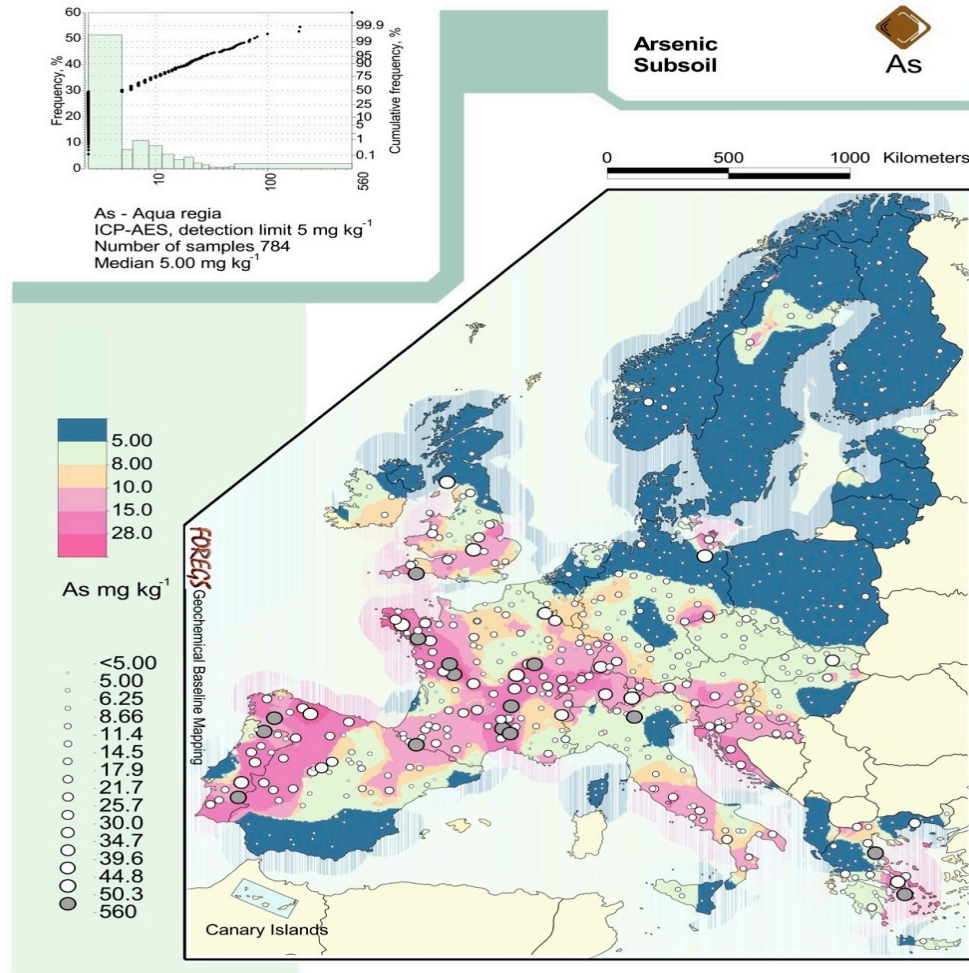
Αλληλεπίδραση ρύπων με το έδαφος



Ρύπανση από βαρέα μέταλλα

- Ορισμένα είναι απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία για τους οργανισμούς
 - Φυτά: Cu, Zn, Fe, Mn (φωτοσύνθεση)
 - Ζώα: Cu, Mn, Ni, Zn (ενζυμικές λειτουργίες)
 - Άνθρωπος: Cr³⁺ (έλεγχος επιπέδων ινσουλίνης) και Cr⁶⁺ (καρκινογόνος δράση)
- Φυσικές (αποσάθρωση πετρωμάτων, As, Cr) ή ανθρωπογενείς (αστικά λύματα, εκπομπές αυτοκινήτων) πηγές ρύπανσης.
- Μέταλλα εισέρχονται στους οργανισμούς → νευρολογικές και αναπτυξιακές διαταραχές, τοξικότητα.

Φυσική ρύπανση (As)



- Υψηλές συγκεντρώσεις As σε υπόγεια νερά για ύδρευση (Καλλικράτεια Χαλκιδικής, Πολύκαστρο, Σίνδος - Χαλάστρα - Αξιός, Ροδόπη, Κορινθία, Εύβοια, νησιά Αιγαίου).
- Φυσική ρύπανση που δε φαίνεται να συνδέεται με ανθρωπογενείς παρεμβάσεις.

Ρύπανση από αστικά στερεά απόβλητα (απορρίμματα)

- Όγκος απορριμμάτων
- Έλλειψη κατάλληλων εγκαταστάσεων
- Παράνομες χωματερές
- Επικίνδυνα απόβλητα (από νοσοκομεία, εργαστήρια)



Σινικό τοίχος, Κίνα

Ρύπανση από πετρελαιοειδή

- Προϊόντα χημικής βιομηχανίας πετρελαίου
 - Προϊόντα διύλισης
 - Λιπαντικά
 - Διαλύτες
- Διαρροή
 - χερσαίες μεταφορές, εργοστάσια, πρατήρια υγρών καυσίμων, ατυχήματα
- Τοξικότητα
 - Ενδοκρινικοί διαταρράκτες
 - Καρκινογένεση



Λουιζιάνα, ΗΠΑ

Ρύπανση από αγροχημικά

Λιπάσματα (π.χ. νιτρικά, φωσφορικά, άλατα καλίου)

- Εμπλουτίζεται το έδαφος με θρεπτικά συστατικά για τα φυτά
- Μειώνεται η οργανική ύλη → αλλοιώνεται η σύσταση εδάφους, μειώνεται η συγκράτηση του νερού
- Αύξηση τοξικότητας νιτρικών → ευτροφισμός (σε λίμνες), blue baby syndrome (άνθρωπος)

Φυτοφάρμακα

- Τοξικές επιπτώσεις σε χερσαίους οργανισμούς (γαιοσκώληκες, μικροοργανισμούς) → υποβάθμιση ποιότητας εδάφους
- Επαγγελματική έκθεση (αγρότες)
- Χαμηλή βιοδιασπασιμότητα

Ποιες είναι οι κύριες δράσεις για το έδαφος?

1) Στρατηγική για το έδαφος 2030

2) Στρατηγική για τα χημικά προϊόντα

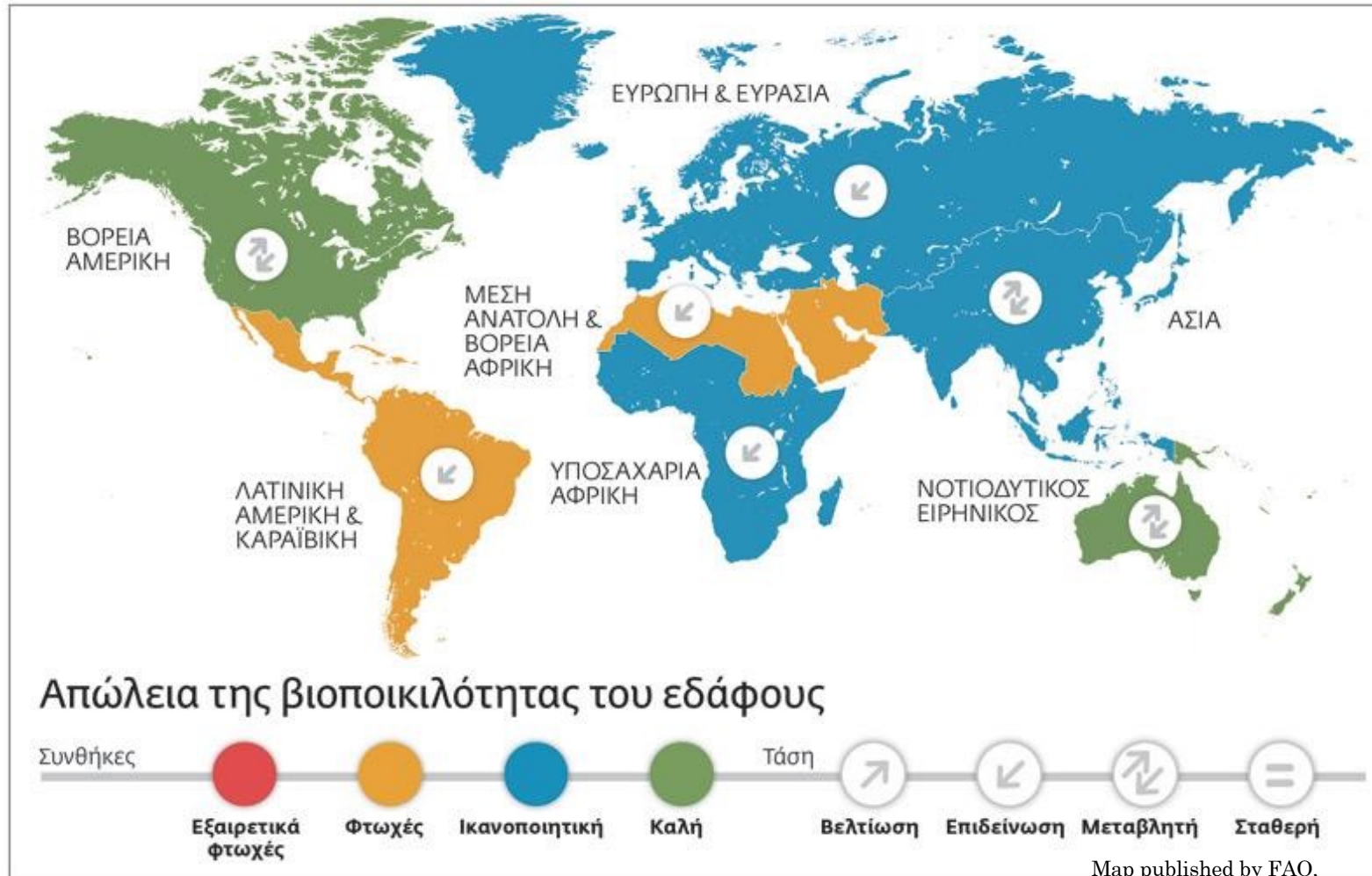
3) Σχέδιο δράσης μηδενικής ρύπανσης

4) Αναθεώρηση οδηγίας για την ορθολογική χρήση χημικών (επανεξέταση οδηγίας για την ιλύ και την αύξηση της συγκέντρωσης microplastics και PFAS)

5) Αναθεώρηση οδηγίας για τις βιομηχανικές εκπομπές

6) Αναθεώρηση οδηγίας για την περιβαλλοντική ευθύνη

Απώλεια βιοποικιλότητας



Map published by FAO,
Παναγοπούλου, EFSYN, 2019

Οι 17 στόχοι βιώσιμης ανάπτυξης



Στρατηγική για το έδαφος 2030



Χρήσιμα link (τελευταία διάλεξη)

- 1) EU Soil Strategy for 2030 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0699>).
- 2) Στρατηγική για τα χημικά προϊόντα (https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/el/ip_20_1839).
- 3) Σχέδιο δράσης μηδενικής ρύπανσης (https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/el/ip_21_2345)
- 4) Αναθεώρηση οδηγίας για την ορθολογική χρήση χημικών (https://ec.europa.eu/food/plants/pesticides/sustainable-use-pesticides_en)
- 5) Οδηγία για τις βιομηχανικές εκπομπές (<https://ec.europa.eu/environment/industry/stationary/ied/legislation.htm>)
- 6) Οδηγία για την περιβαλλοντική ευθύνη (<https://ec.europa.eu/environment/legal/liability/>)

Επιπλέον:

Green New Deal – Πράσινη Συμφωνία (https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_el).

Το European Soil Data Centre (**ESDAC**) είναι το Ευρωπαϊκό θεματικό κέντρο δεδομένων σχετικά με το έδαφος (<https://www.sieusoil.eu/el/european-soil-data-centre-el/>).

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ