ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΕΔΑΦΩΝ

ΓΕΝΙΚΑ

- Η διάβρωση ως φυσικό γεωλογικό φαινόμενο αφορά την απόσπαση επιφανειακού εδάφους και την απόθεσή του από τους ανέμους και το νερό σε άλλα σημεία της επιφάνειας της γης και της θάλασσας, που μπορεί να φθάσει μέχρι και την αποκάλυψη του μητρικού υλικού.
- Η διάβρωση επιταχύνεται από συνδυασμό παραγόντων, όπως:
  - Τις απότομες πλαγιές,
  - Το κλίμα (π.χ. μεγάλες περίοδοι ξηρασίας που ακολουθούνται από έντονες βροχοπτώσεις),
  - Την ακατάλληλη χρήση γης,
  - Το είδος της φυτικής εδαφοκάλυψης (π.χ. αραιή βλάστηση) και
  - Τις οικολογικές καταστροφές (π.χ. οι πυρκαγιές των δασών).

- Οι οικονομικές συνέπειες είναι αυτονόητες, αρκεί να αντιληφθεί κάποιος ότι για τη δημιουργία 1,0 εκ. πάχους εδάφους απαιτούνται 300 χρόνια ενώ για την απώλειά του λίγα μόνο λεπτά.

- Επίσης, απώλεια 2,5 εκ. εδάφους από τους σιτοβολώνες των ΗΠΑ θα οδηγούσε σε απώλεια 4.032.000 τον./χρόνο σταριού.

- Ανάλογα με το αίτιο που προκαλεί τη διάβρωση διακρίνονται:
  - **η Ανθρωπογενής διάβρωση και**
  - **η Φυσική ή γεωλογική διάβρωση**

- **Κατά τη διάβρωση (erosion) λοιπόν μεταφέρονται τεμαχίδια εδάφους με την επίδραση του νερού ή του ανέμου.**
  - **Όταν πρόκειται για επίδραση νερού**, έχουμε μεταφορά εδάφους προς χαμηλότερα μέρη του αναγλύφου, ενώ
  - **όταν πρόκειται για επίδραση ανέμου**, η μεταφορά δεν είναι πάντα προβλέψιμη.

ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΝΕΡΟ

- Οι σταγόνες της βροχής πέφτουν με ταχύτητα που φθάνει συνήθως και τα 30 χλμ/ώρα με συνέπεια να μειώνονται οι δυνάμεις συνοχής μεταξύ των εδαφικών τεμαχιδίων.
- Η χαλάρωση αυτή διευκολύνει την εκτίναξη και διασπορά των εδαφικών τεμαχιδίων προς κάθε κατεύθυνση, σε απόσταση αντιστρόφως ανάλογη του μεγέθους τους, με συνέπεια να αποφράζουν τους γειτονικούς πόρους του εδάφους.
- Έτσι μειώνεται η διηθητικότητα του εδάφους, δημιουργείται πλεόνασμα νερού στην επιφάνειά του, το οποίο, ανάλογα με την κλίση του εδάφους, δημιουργεί συνθήκες απορροής και επομένως διάβρωσης του εδάφους.

ΤΡΙΑ ΕΙΔΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΑΠΟ ΤΟ ΝΕΡΟ

- 1. **Επιφανειακή διάβρωση**: το νερό της βροχής στο πέρασμά του παρασύρει μια λεπτή στρώση εδάφους από όλη την επιφάνειά του.

  Είναι μια αργή, αφανής διαδικασία που όμως ευθύνεται για την μεγαλύτερη απώλεια εδάφους με διάβρωση.

  Στις πλαγιές λόφου με μεγάλη κλίση παραμένουν τα χονδρόκοκκα συστατικά ενώ στις πλαγιές με μικρότερη κλίση αυτά απομακρύνονται.

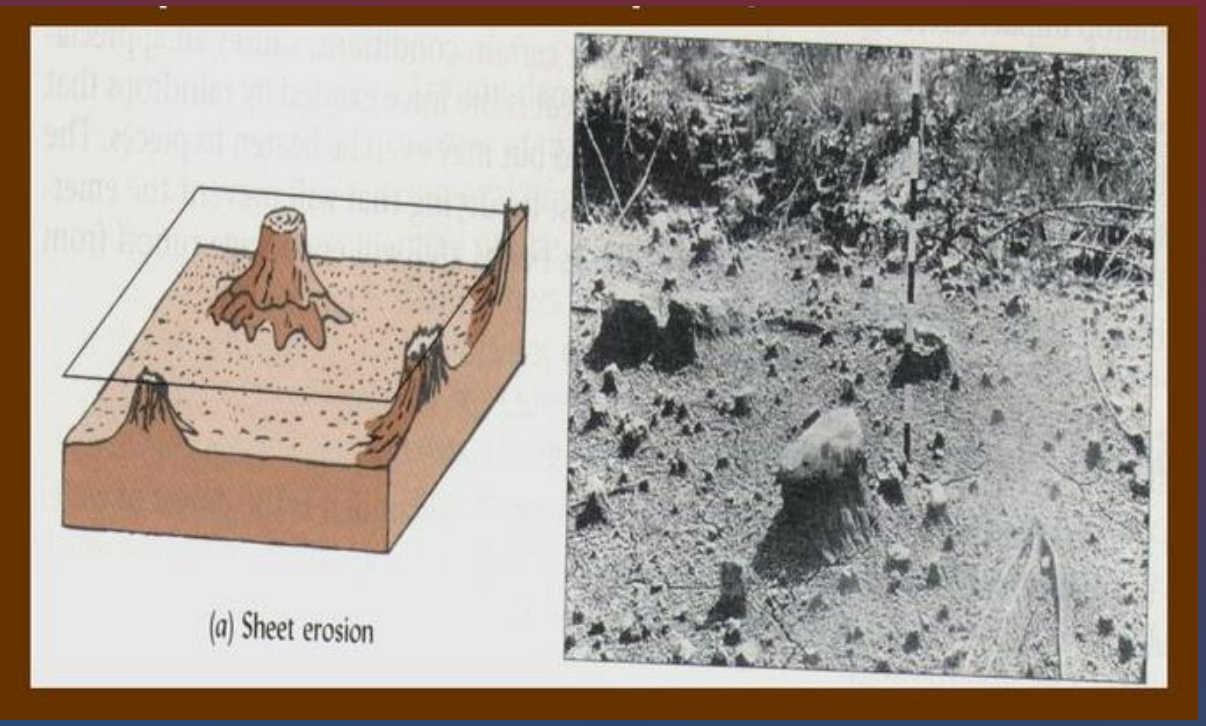
- 2. **Αυλακωτή διάβρωση**: Προϋποθέσεις αυτής της διάβρωσης αποτελούν η μεγάλη κλίση, η υψηλή ένταση βροχής και η ακάλυπτη επιφάνεια εδάφους.

Στα περισσότερα εδάφη το νερό συγκεντρώνεται σε θύλακες, οι οποίοι όταν υπερχειλίζουν, απορρέουν, όχι όμως με τη μορφή λεπτής επιφανειακής στρώσης αλλά τοπικά σε κατευθύνσεις με τη μικρότερη αντίσταση. Στην πορεία αυτών των διαδρομών, αυξάνεται η ποσότητα νερού που απορρέει καθώς και η ταχύτητά του, με αποτέλεσμα την αύξηση της ταχύτητας διάβρωσης αυτών, δημιουργώντας αυλακώσεις.

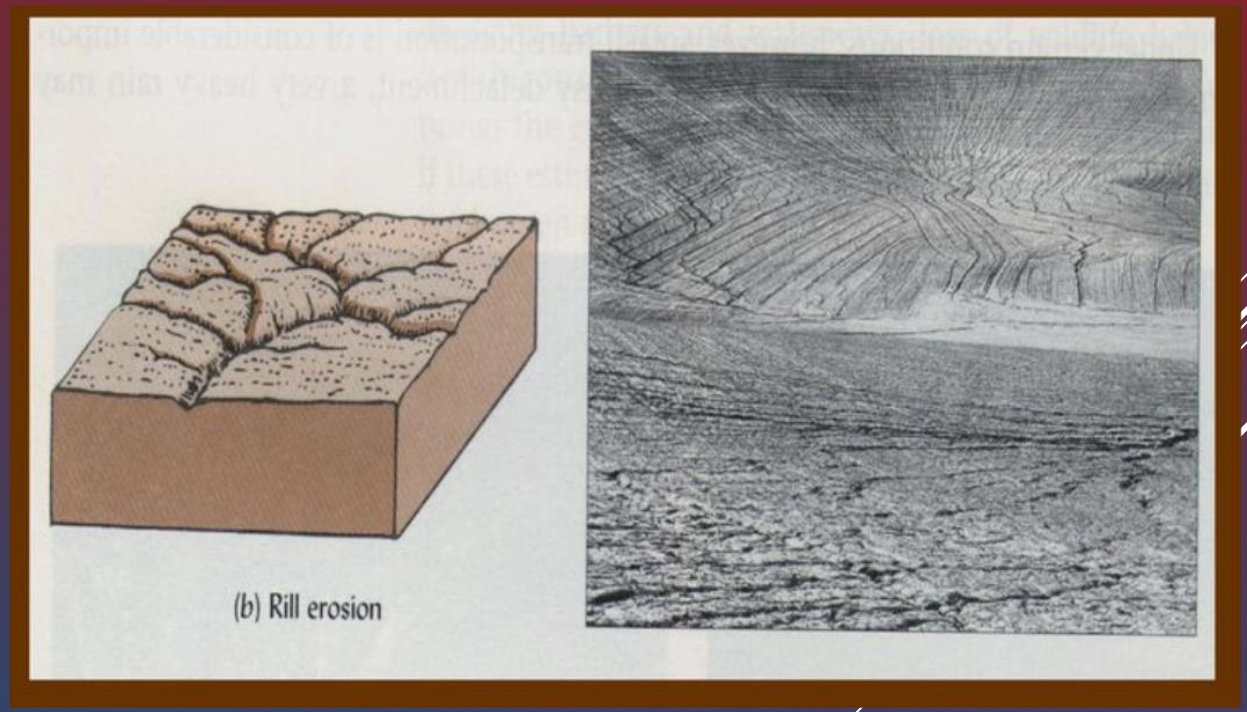
- **Η πορεία της αυλακωτής διάβρωσης ανακόπτεται με τις καλλιεργητικές φροντίδες όπως το όργωμα**, αφού αυτό θα καταστρέψει τις αυλακώσεις.
- Η αυλακωτή διάβρωση μπορεί να φθάνει μέχρι τον αδιαπέρατο ορίζοντα (αν υπάρχει τέτοιος) ή μέχρι τον ανόργανο ορίζοντα C. Όταν η εκβάθυνση δεν έχει να προχωρήσει άλλο, η διάβρωση κατατρώει τα πρανή, έτσι ώστε λίγο-λίγο να οδηγηθούμε στην χαραδρωτική διάβρωση.

- **3. Χαραδρωτική διάβρωση**: Εδώ έχουμε ομοιόμορφη απομάκρυνση εδάφους μέχρι ενός σημαντικού βάθους καθώς οι αυλακώσεις έχουν μεγαλύτερο πλάτος και βάθος από ότι στην αυλακωτή διάβρωση, στην οποία το μέγιστο πλάτος των αυλακώσεων είναι 30 cm και το μέγιστο βάθος 40-45 cm.
- Τα πλάγια τοιχώματα μιας αυλάκωσης είναι κάθετα ενώ μιας χαράδρωσης συνήθως κεκλιμένα.
- Μακρές περίοδοι χαραδρωτικής διάβρωσης οδηγούν στη δημιουργία λαγκαδιών ή φαραγγιών.
- Είναι η πιο προχωρημένη περίπτωση διάβρωσης, όπου το έδαφος έχει χάσει το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγικότητάς του, και το εκεί οικοσύστημα έχει αρχίσει να δέχεται της επιδράσεις της ερημοποίησης.

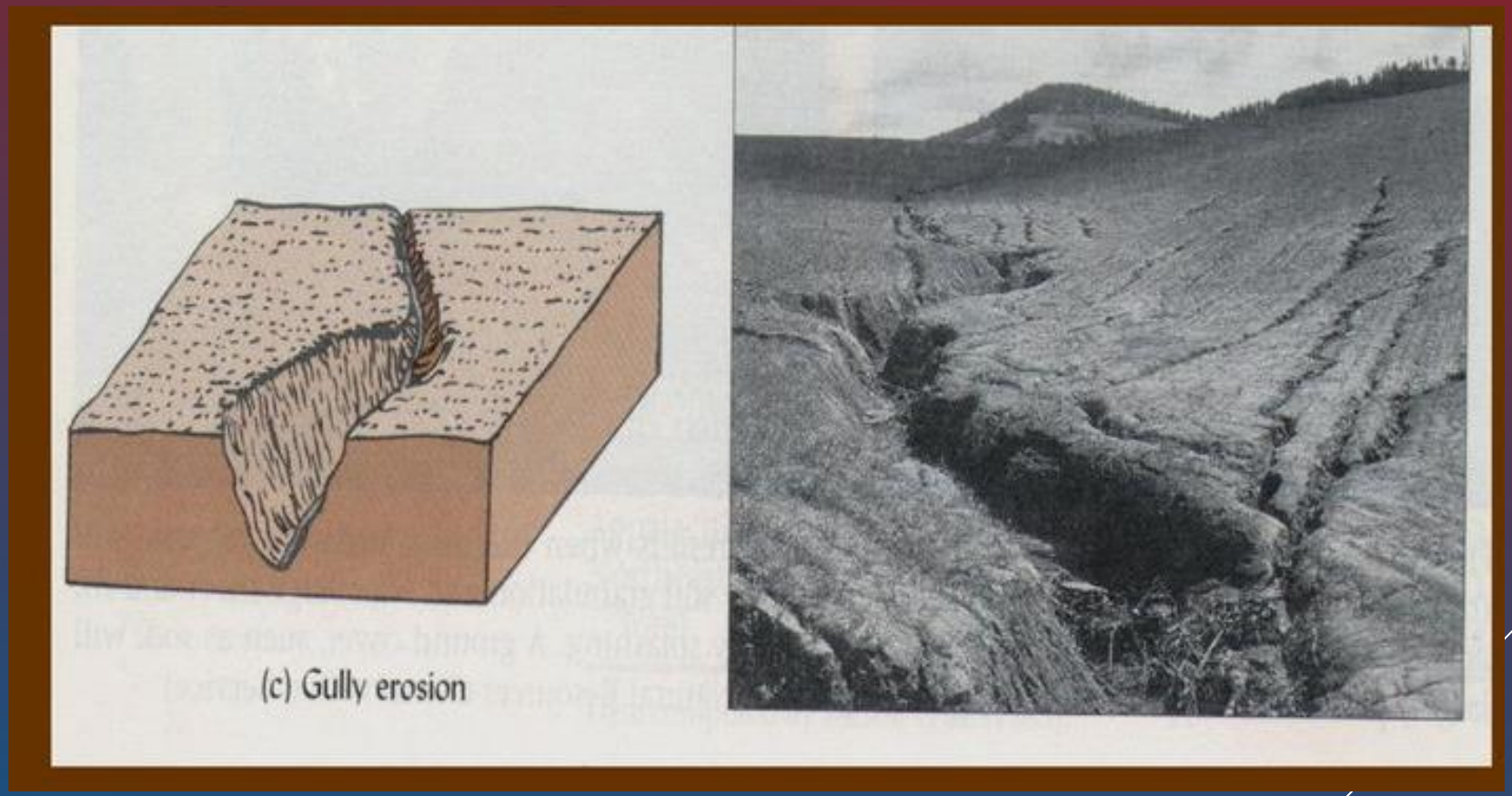
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ



ΑΥΛΑΚΩΤΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ



ΧΑΡΑΔΡΩΤΙΚΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ



Διαβρωσιμότητα εδάφους

- **Διαβρωσιμότητα** εδάφου: συμβολίζεται με K και αναφέρεται στο βαθμό ευπάθειας του εδάφους στους παράγοντες που προκαλούν διάβρωση.
- Επηρεάζεται από την κοκκομετρική σύσταση του εδάφους, τη δομή και την οργανική ουσία.

ΦΥΣΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΟΥ ΕΥΝΟΟΥΝ ΤΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ

- **1. Κλίση εδάφους**: για κλίσεις <10%, ο διπλασιασμός της κλίσης διπλασιάζει και την απώλεια του εδάφους.
  - Όταν το νερό κινείται σε κεκλιμένη επιφάνεια παρασύρει περισσότερο έδαφος από το κατώτερο σημείο της επιφάνειας και λιγότερο από το ανώτερο καθώς με την αύξηση του μήκους διαδρομής αυξάνει και η ποσότητα και η ταχύτητα του νερού και επομένως η διαβρωτική του ικανότητα.
- **2. Κλίμα με βασικό παράγοντα διάβρωσης τις βροχοπτώσεις,** δηλ. την ποσότητα, ένταση, κατανομή και ενέργεια των βροχών. Μεγαλύτερο ρόλο παίζει η ένταση της βροχής παρά το συνολικό ύψος βροχής.
- **3. Βλάστηση:** η βλάστηση προστατεύει το έδαφος από τη διάβρωση λόγω:
  - Μείωσης της κινητικής ενέργειας σταγόνων κατά την καθοδική τους πορεία λόγω παρεμβολής της κόμης των φυτών
  - Μείωσης της ταχύτητας απορροής
  - Προαγωγής συσσωματωμάτων λόγω της παρουσίας της ρίζας, ειδικότερα στα φυτά με θυσανωτό ριζικό σύστημα.
  - Μείωσης εδαφικής υγρασίας λόγω διαπνοής – αύξησης σταθερότητας συσσωματωμάτων καθώς και αύξησης της απορροφητικότητας εδάφους.
  - Δημιουργίας οργανικής ουσίας – σταθερότητα συσσωματωμάτων – διατήρηση διηθητικότητας

- **4. Τύπος εδάφους: βασικά στοιχεία** η κοκκομετρική σύσταση του εδάφους και κυρίως η περιεκτικότητα σε άργιλο, η δομή και η οργανική ουσία καθώς καθορίζουν την διηθητικότητα, τη διαπερατότητα, την υδατοχωρητικότητα και τη σταθερότητα των συσσωματωμάτων.

- **5. Ανθρωπογενείς δραστηριότητες:** αύξηση διάβρωσης με πυρκαγιές, μη ορθολογική καλλιέργεια επικλινών εδαφών, ληστρική εκμετάλλευση εδάφους.

- **Γενικά η διάβρωση του εδάφους υποβαθμίζει την παραγωγικότητά του και οδηγεί σε ερημοποίηση**, ακολουθώντας τα εξής στάδια:
- 1. Αραίωση της φυτοκάλυψης του εδάφους.
- 2. Μείωση της οργανικής ουσίας και υποβάθμιση της δομής του εδάφους.
- 3. Διασπορά των συσσωματωμάτων και σχηματισμός επιφανειακής κρούστας.
- 4. Επιφανειακή απορροή ομβρίων υδάτων και μεταφορά εδαφικού υλικού προς τα κάτω.

Ακραία υποβάθμιση της παραγωγικότητας του εδάφους - Ερημοποίηση

- Τα αποτελέσματα της διάβρωσης του εδάφους είναι η απώλεια των εδαφικών λειτουργιών και τελικά η απώλεια του ίδιου του εδάφους.
- Μολονότι η περιοχή της Μεσογείου ιστορικά θεωρείται ως η πλέον σοβαρά απειλούμενη από τη διάβρωση περιοχή δεδομένου ότι οι πρώτες αναφορές στη Μεσόγειο χρονολογούνται εδώ και 3.000 χρόνια, πληθαίνουν οι ενδείξεις για σημαντικά φαινόμενα διάβρωσης και σε άλλα σημεία της Ευρώπης (π.χ. Αυστρία, Τσεχική Δημοκρατία και στη ζώνη της βόρειας Γαλλίας και του Βελγίου).
- Σύμφωνα με έγκυρους υπολογισμούς, 26 εκατομμύρια εκτάρια στην ΕΕ έχουν πληγεί από υδραυλική διάβρωση και 1 εκατομμύριο από αιολική διάβρωση.

- Η διάβρωση των εδαφών προκαλεί αλυσιδωτά προβλήματα σε οικοσυστήματα και κοινωνίες ανθρώπων.
- Τα προβλήματα δεν υφίστανται μόνο στις περιοχές που απογυμνώνονται από το επιφανειακό στρώμα εδάφους και προκαλείται μείωση γεωργικής παραγωγής και επιτάχυνση της ερημοποίησης, αλλά αφορούν και
- Τα υδατικά οικοσυστήματα που θα δεχθούν τα μετακινηθέντα ιζήματα. Εκεί θα έχουμε αλλαγή των πληθυσμιακών ισορροπιών των επιφανειακών υδάτων, και κυρίως τον **ευτροφισμό** τους. Προκαλώντας με τη σειρά τους βαρύτατες οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις στις ντόπιες κοινωνίες ανθρώπων.

- **Η διάβρωση (erosion)** θα ξεκινήσει όταν η προσθήκη του νερού στο έδαφος είναι μεγαλύτερη από τη διηθητικότητα (infiltration) του εδάφους.
- Έτσι μένει νερό στην επιφάνεια, το οποίο, αν υπάρχει εδαφική κλίση, θα κυλήσει χαμηλότερα στο ανάγλυφο και θα αποθηκευτεί σε μικρές κοιλότητες που τυχόν υπάρχουν.

- **Απορροή (run-off)** θα έχουμε όταν το νερό πλεονάζει τόσο πολύ ώστε ούτε να διηθηθεί προλαβαίνει ούτε οι κοιλότητες έχουν αρκετή χωρητικότητα για να το αποθηκεύσουν.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΕΙ Η ΔΙΑΒΡΩΣΗ

Μείωση παραγωγικότητας

Αυτή οφείλεται στην απώλεια του επιφανειακού στρώματος του εδάφους, το οποίο είναι και το πιο γόνιμο. Στα επιφανειακά 30 cm του εδάφους έχουν δράσει εντονότερα όλες οι εδαφογενετικές συνιστώσες, και εκεί έχουμε συγκέντρωση θρεπτικών και οργανικής ουσίας.

Φυσική ρύπανση επιφανειακών υδάτων

Η διάβρωση των χερσαίων οικοσυστημάτων ακολουθείται από την ιζηματογένεση των υδατικών. Δεν είναι μόνο, δηλαδή, ότι έδαφος θα χαθεί από εκεί που δεν πρέπει, είναι και ότι θα οδηγηθεί και εκεί που δεν πρέπει! Λόγω των εδαφικών τεμαχιδίων που παραμένουν σε αιώρηση στο ποτάμι ή αποτίθενται σε λίμνες και θάλασσες, αυξάνει η θολότητα των επιφανειακών υδάτων. Αυτό θα οδηγήσει σε αλλοίωση των πληθυσμιακών σχέσεων. Π.χ. το ψάρι-λεία θα κρύβεται καλύτερα από το ψάρι- άρπαγα, κάτι που θα οδηγήσει σε μείωση του αριθμού ατόμων του άρπαγα. Συνήθως, όμως τα μεγαλύτερα ψάρια είναι και τα εμπορικά. Τελικά θα ακολουθήσει μείωση της αλιείας με όλες τις αρνητικές συνέπειες που αυτό συνεπάγεται.

ΠΟΙΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΙΝΑΙ ΕΥΠΑΘΕΙΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ

Πρόκειται για περιοχές, οι οποίες:

- **Είναι ψηλά στο ανάγλυφο και έχουν μεγάλες κλίσεις.**
- **Έχουν μικρά ποσοστά οργανικής ουσίας και αργίλου.**
- **Δέχονται ραγδαίες βροχές.**
- **Δεν έχουν μεγάλη φυτοκάλυψη.**

Πρέπει να πούμε ότι οι τρεις πρώτοι παράγοντες επιτείνουν τον τέταρτο.

Ανθρωπογενείς δραστηριότητες που αυξάνουν τη διάβρωση των εδαφών είναι οι εξής:

- **Αλλαγή χρήσης γης προς τη γεωργική**. Αυτό προκαλεί

1. **Μείωση ριζικού συστήματος**. Όσο μικρότερο το ριζικό σύστημα, τόσο μεγαλώνει η ευπάθεια του εδάφους στη διάβρωση. Συνήθως αφορά αποψίλωση περιοχών με μόνιμες φυτοκοινωνίες (δενδρώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις) και εγκατάσταση εμπορικών γεωργικών καλλιεργειών, οι περισσότερες από τις οποίες είναι ετήσιες.
2. **Μείωση του ποσοστού της φυλλικής κάλυψης του εδάφους**. Έτσι η βροχή προκαλεί έντονες φθορές στο έδαφος σε σχέση με παλαιότερα που υπήρχε δασοκάλυψη.
3. **Μείωση της οργανικής ουσίας του εδάφους**. Γεωργική χρήση σημαίνει εκμηχανισμένη καλλιέργεια, άρα συχνός αερισμός του εδάφους, και τελικά απότομη αποικοδόμηση της οργανικής ουσίας.

- **Αλλαγή χρήσης γης προς κτηνοτροφία**. Αυτό επιταχύνει την αποψίλωση περιοχών με μόνιμες φυτοκαλύψεις.

ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ

1. **ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ**

- 1Α. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ
- 1Β. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΤΡΟΠΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

- **2. ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ**

1Α. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

- ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑΣ
  - πχ καλαμπόκι-βρώμη-τριφύλλι
- Προσθήκη οργανικής ουσίας
- Προσθήκη εδαφοβελτιωτικών πχ γεωργική άσβεστος σε όξινα εδάφη
- Προσθήκη λιπασμάτων για την ανάπτυξη των καλλιεργειών

1Β. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΤΡΟΠΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

- Όχι στη συχνή κατεργασία εδάφους
- Όχι στο ψιλοτεμάχισμα
- Όχι στη συμπίεση με βαριά μηχανήματα
- Όχι στην κατεργασία του εδάφους όταν είναι υγρό
- Όχι στην αναστροφή του του εδάφους, ναι στην αναμόχλευση

Εάν οι προαναφερόμενες ενέργειες δεν επαρκούν για την αποτροπή της διάβρωσης, τότε πρέπει να γίνεται:

- **Καλλιέργεια φυτών κατά τις ισοϋψείς:**
- Επιβραδύνουν τη ροή του νερού απορροής. Ακόμα πιο αποτελεσματικό μέτρο, η φύτευση σε αναχώματα κατά τις ισοϋψείς.
- Σε εδάφη με κλίση μέχρι 5%, αποτρέπεται η διάβρωση κατά 50%.
- Σε εδάφη με μεγαλύτερη κλίση από 5-8%, θα πρέπει να συνδυάζεται και με πυκνή φυτοκάλυψη του εδάφους.
- Για ακόμη μεγαλύτερες κλίσεις προτείνεται η καλλιέργεια του εδάφους κατά στενές λωρίδες ή ζώνες γης κάθετα προς την κλίση.
- **Καλλιέργεια φυτών κατά λωρίδες ή ζώνες γης**
- Αφορά παραλλαγή της καλλιέργειας κατά ισοϋψείς όπου δημιουργούνται διαδοχικές ζώνες στις οποίες εναλλάσσονται δύο ή περισσότερες καλλιέργειες, πχ εναλλαγή καλαμποκιού και πατατών με σιτηρά και χορτοδοτικά. Όταν οι λωρίδες ακολουθούν τις ισοϋψείς το σύστημα ονομάζεται λωρίδες καλλιέργειας κατά τις ισοϋψείς.
- Το πλάτος των λωρίδων είναι συνήθως 30-125 μέτρα.
- Συνδυάζεται και με τη διάνοιξη τάφρων εκτροπής και αυλάκων μεταξύ των αγρών με μόνιμο χλοοτάπητα.

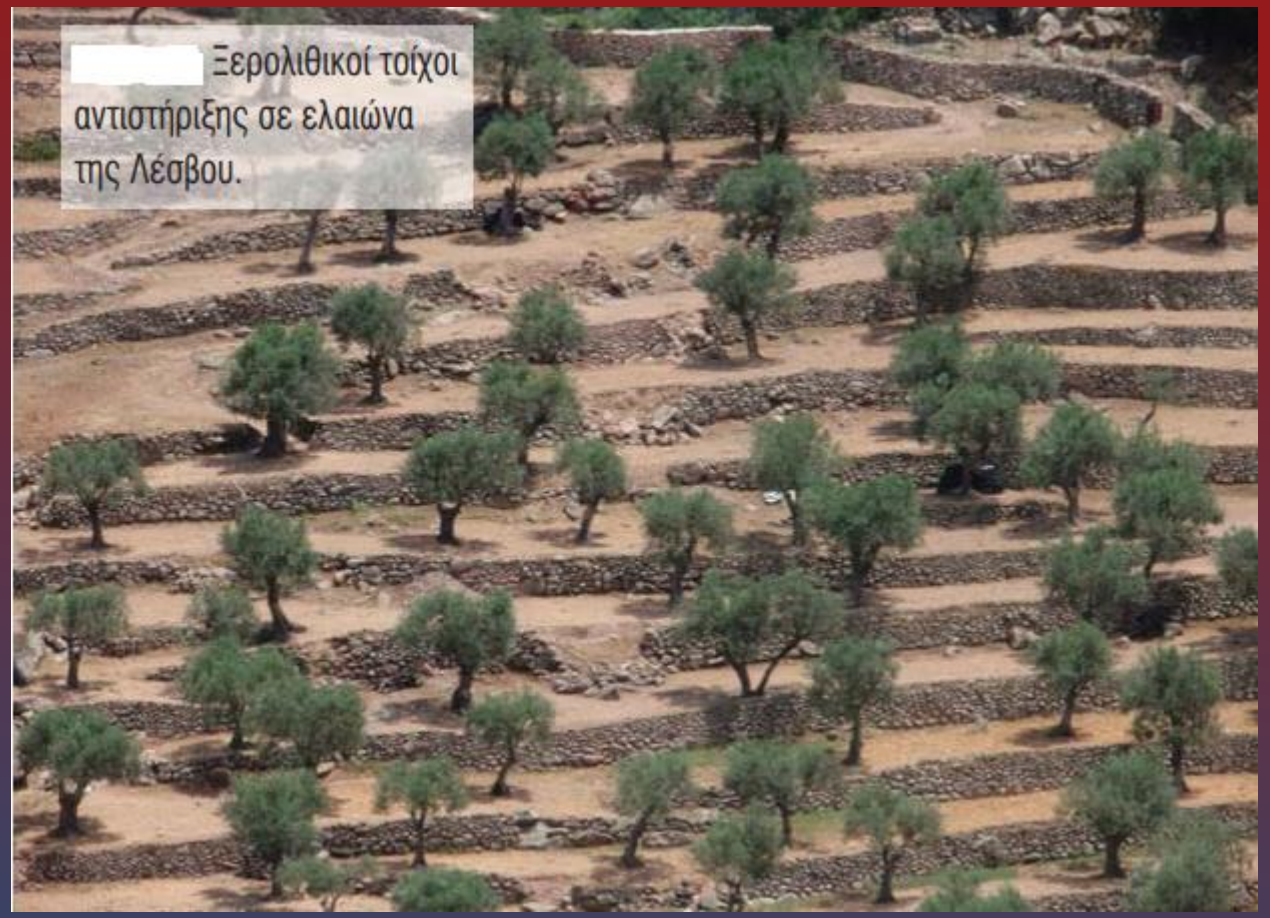
ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ

- Όταν δεν επαρκούν η καλλιέργεια φυτών σε ισοϋψείς ή κατά λωρίδες γης, καταφεύγουμε στη λύση **των αναβαθμίδων**, που είναι γνωστές από την αρχαιότητα. Το έδαφος της κάθετης πλευράς συγκρατείται συνήθως με λιθοδομή.
- Σήμερα υπάρχουν πολλοί τύποι αναβαθμίδων, οι οποίοι συνδυάζονται και με αυλάκι συλλογής της περίσσειας των υδάτων επιφανειακής απορροής.
- Η προστατευτική τους δράση συνδέεται με:
  - Μείωση της κλίσης
  - Μείωση του μήκους κεκλιμένης επιφάνειας
  - Απομάκρυνση περίσσειας νερού.

Διακρίνονται δύο τύποι αναβαθμίδων:

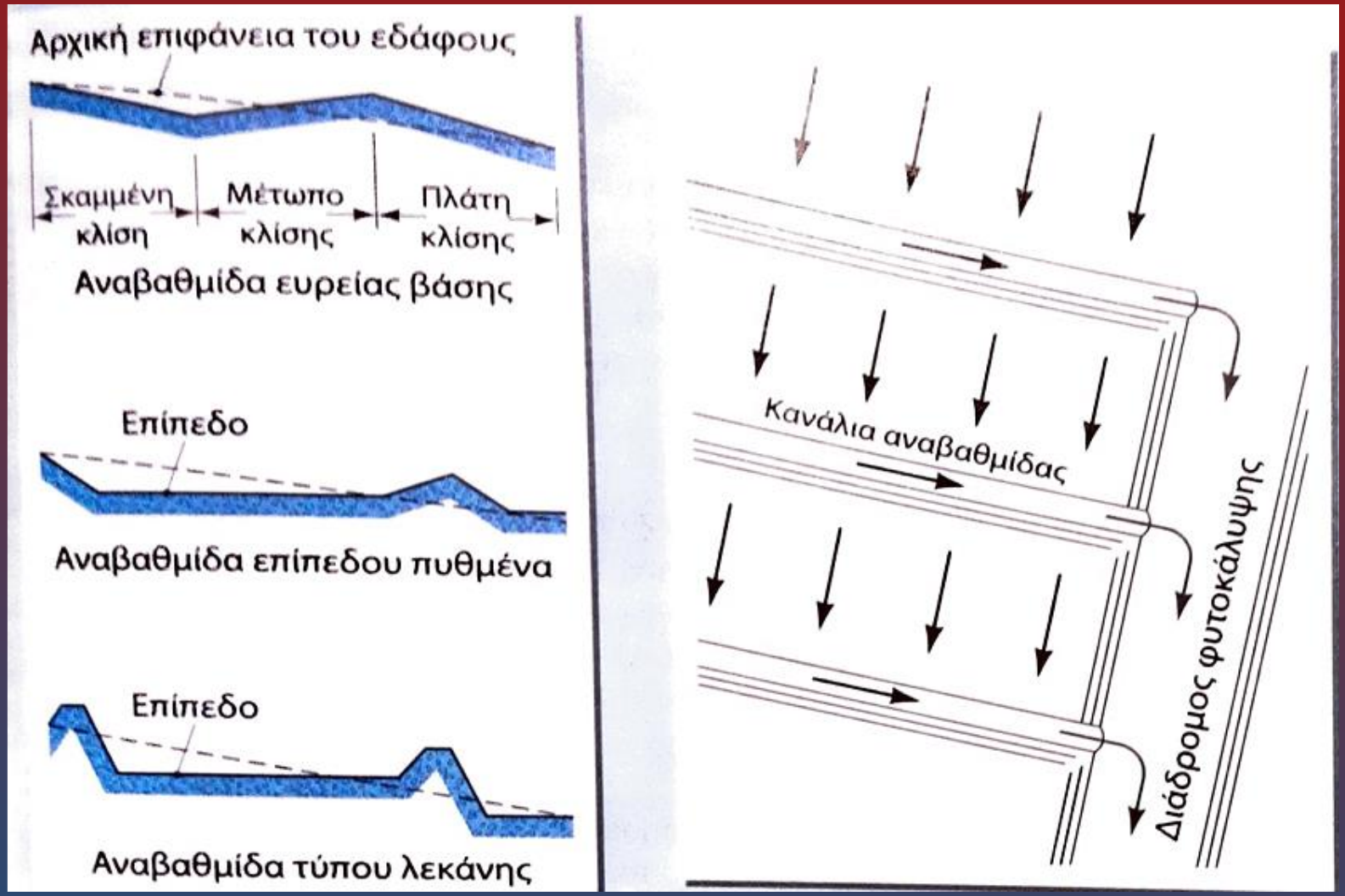
- **Κλιμακωτές αναβαθμίδες** (σε μεγάλες κλίσεις 20-30%)
- **Αναβαθμίδες με ανάχωμα ή αναβαθμίδες πλατιάς βάσης**
  - Νέος τύπος αναβαθμίδων. Δεν στοχεύει στο μηδενισμό της κλίσης αλλά στη δημιουργία αυλακιών με μικρό βάθος και μεγάλο πλάτος και με κατεύθυνση κάθετη της κλίσης.
  - Κοστοβόρες κατασκευές, απαιτούν προσεκτικό σχεδιασμό και συντήρηση με κατάλληλες καλλιεργητικές εργασίες (σωστός τρόπος οργώματος).
  - Στην Ελλάδα, λόγω του μικρού κλήρου, είναι διαδεδομένες οι κλιμακωτές αναβαθμίδες.

Ελαιώνας στη Λέσβο με κλιμακωτές αναβαθμίδες



ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΡΥΖΙΟΥ ΣΤΟ ΜΠΑΝΑΟΥΕ ΤΩΝ ΦΙΛΙΠΠΙΝΩΝ





- Αριστερά, **τρεις τύποι αναβαθμίδων**: 1. με μεγάλο πλάτος 2. με επίπεδους πυθμένες όπου το νερό κινείται εκτός αγρού και δεν προκαλεί διάβρωση 3. Τύπου λεκάνης που συγκρατούν το νερό, κατάλληλοι για ορυζώνες
- Δεξιά, **διάγραμμα ελεγχόμενης ροής του νερού απορροής** προς τα στραγγιστικά κανάλια των αναβαθμίδων και προς ένα διάδρομο με φυτοκάλυψη μέσω του οποίου το νερό κινείται προς ένα κανάλι, χείμαρρο ή ποτάμι.

Η παρουσίαση είναι βασισμένη κυρίως

στο βιβλίο του Δρος Κων. Σινάνη, Ομότιμου Καθηγητή Τμ. Γεωπονίας ΕΛΜΕΠΑ, με τίτλο Έδαφος-Διαχείριση-Περιβάλλον και

στις Σημειώσεις Εδαφολογίας του Δρος Βασ. Αντωνιάδη.