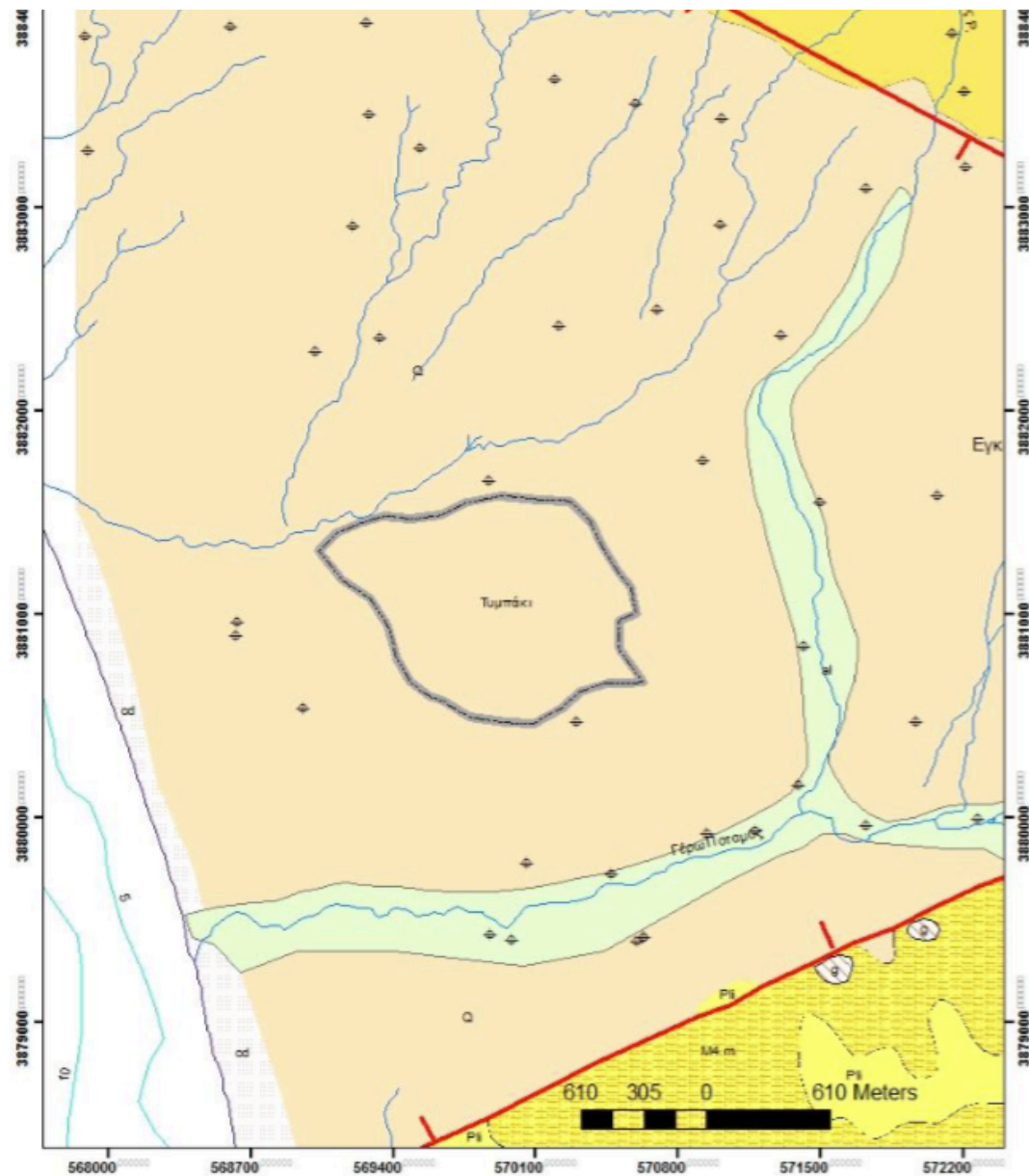


## ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

- ❖ Ο κατατεμαχισμός του μητρικού υλικού σε μια συγκεκριμένη θέση, χαρακτηρίζεται σαν **αποσάρθρωση**. Η αποσάρθρωση οδηγεί σε εδαφογένεση.
- ❖ Η φυσική απόσπαση, μεταφορά και απόθεση αυτού του υλικού σε μια άλλη θέση, χαρακτηρίζεται σαν **διάβρωση**. Η μεταφορά αυτή διενεργείται είτε με το **νερό**, είτε με τον **αέρα**. Η διάβρωση οδηγεί σε απώλεια εδάφους και ερημοποίηση.

Οι παραπάνω διεργασίες είναι ανταγωνιστικές, και η υπερίσχυση της μιας ή της άλλης εξαρτάται από τον βαθμό συμμετοχής των παραγόντων που τις επηρεάζουν.



Σχήμα 2.7 Τμήμα από τον χάρτη γεωλογικών και τεχνικογεωλογικών συνθηκών, στο πλαίσιο του Σχεδίου Οικιστικής Οργάνωσης Ανοιχτής πόλης (ΣΧΟΟΑΠ) Δήμου Τυμπακίου (Υπεύθυνος Γ. Πετράκης, 2006). Οι αλλουβιακές αποθέσεις (al) για παράδειγμα του Γεροπόταμου στη συγκεκριμένη περιοχή παρουσιάζουν την παρακάτω γεωλογική-τεχνικογεωλογική συμπεριφορά. al: Αλλουβιακές αποθέσεις (με γαλαζοπράσινο χρώμα) στις κοίτες των ποταμών.

## *ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ*

Για να γίνει κατανοητή η οικονομική σημασία της διάβρωσης των εδαφών, επισημαίνεται ότι για να σχηματιστεί με εδαφογένεση 1 m εδάφους από σχετικά χαλαρό μητρικό υλικό (ιζηματογενές πέτρωμα), κάτω από τις ήπιες συνθήκες εύκρατου κλίματος, απαιτούνται 16.000 χρόνια που ισοδυναμούν με 0,006 cm/έτος εδάφους.

Η μέση απώλεια εδάφους με διάβρωση, ανά έτος είναι 1,4 tn, που ισοδυναμούν με 0,04 cm/έτος. Άρα η δημιουργία εδάφους με εδαφογένεση δεν αναπληρώνει ( $0,040 > 0,006$ ) τις απώλειες λόγω διάβρωσης.

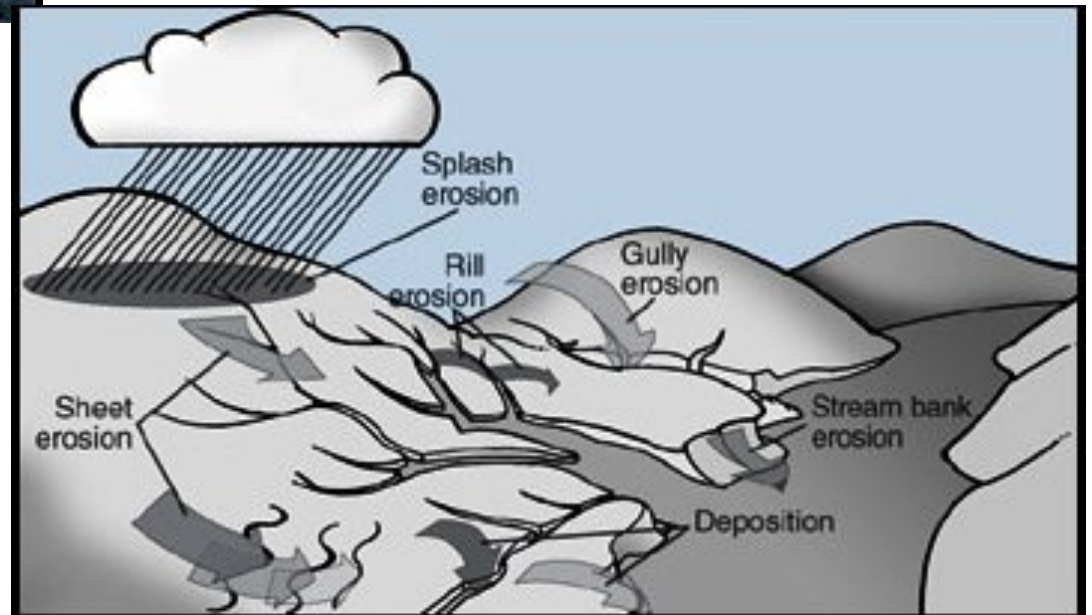
# *ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΑΕΡΑ*



Σχηματισμός από «ταφόνι» με την επίδραση αιολικής **διάβρωσης** και χημικής **αποσάρθρωσης** (από αλάτι) στην κόκκινη παραλία των Ματάλων.

# *ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ*

Οφείλεται στη διασπορική δράση και μεταφορική ικανότητα του νερού.



## ***ΕΙΔΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ***

1) Επιφανειακή: μια λεπτή στρώση εδάφους παρασύρεται σε όλη του την επιφάνεια από την βροχή.



# *ΕΙΔΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ*

Επιφανειακή, ως αφετηρία αυλακωτής



## ***ΕΙΔΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ***

2) Αυλακωτή: συμβαίνει σε σχετικά μεγάλες κλίσεις ακάλυπτου εδάφους και υψηλή ένταση βροχής.





# *ΕΙΔΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ*

Αυλακωτή, ως αφετηρία χαραδρωτής διάβρωσης



## ***ΕΙΔΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ***

3) Χαραδρωτή: με βάθος  $>40$  cm, πλάτος  $>30$  cm και συνήθως κεκλιμένα πλάγια τοιχώματα (σχήματος V ή U).



# *ΕΙΔΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ*

Χαραδρωτή



# *ΔΙΑΒΡΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ*

Ο όρος **διαβρωσιμότητα** (ικανότητα για διάβρωση) αναφέρεται στο βαθμό ευπάθειας του **εδάφους** στους παράγοντες που προκαλούν διάβρωση.

Πρέπει να αντιδιαστέλλεται προς τη **διαβρωτικότητα** που αναφέρεται στη διαβρωτική δράση της **βροχής**.

# ΔΙΑΒΡΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

$$E = \frac{S \cdot D}{M \cdot P \cdot F} \times 125$$

όπου:

- ❖ E = διαβρωσιμότητα του εδάφους
- ❖ S = η κλίση (%)
- ❖ D = η διασπορικότητα (μηδαμινή, μικρή, μέση)
- ❖ M = η υγρασία (%)
- ❖ P = η διηθητικότητα (ίντσες /ώρα)
- ❖ F = η γονιμότητα (μηδαμινή, μικρή κ.τ.λ.).

# ΔΙΑΒΡΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΛΔΑΦΟΥΣ

| <b>ΠΙΝΑΚΑΣ 18</b><br><b>Κωδικές τιμές παραγόντων διαβρωσιμότητας</b> |                    |                 |                      |                               |                 |
|--|--------------------|-----------------|----------------------|-------------------------------|-----------------|
| <b>Κωδ.<br/>τιμή</b>   | <b>Κλίση<br/>%</b> | <b>Διασπ/τα</b> | <b>Υγρασία<br/>%</b> | <b>Διηθ/τα<br/>ίντσες/ώρα</b> | <b>Γονιμ/τα</b> |
| 1  | 5                  | Μηδαμινή        | 10                   | 0,1                           | Μηδαμινή        |
| 2  | 5,1-10             | Μικρή           | 10,1-15              | 0,11-0,5                      | Μικρή           |
| 3  | 10,1-25            | Μέση            | 15,1-25              | 0,51-2,0                      | Μέση            |
| 4  | 25,1-35            | Μεγάλη          | 25,1-30              | 2,10-3,0                      | Μεγάλη          |
| 5  | 35                 | Μέγιστη         | 30                   | 3                             | Μέγιστη         |

# ΔΙΑΒΡΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

## Παράδειγμα:

Ένα έδαφος έχει τα παρακάτω στοιχεία: S=12%, D =μικρή, M=18%, P=0,1 in/hr, F =μέση. Πόση είναι η διαβρωσιμότητά του;

Από τα στοιχεία του πίνακα 18 βρίσκονται οι κωδικές τιμές για κάθε χαρακτήρα του εδάφους, δηλαδή:

S=12% → Κωδ. τιμ. 3, D =μικρή → Κωδ. τιμ. 2,

M=18% → Κωδ. τιμ. 3, P=0,1 in/hr → Κωδ. τιμ. 1,

F =μέση → Κωδ. τιμ. 3.

Επομένως:

$$E = \frac{3 \cdot 2}{3 \cdot 3 \cdot 1} \times 125 = 83,3$$

# ΔΙΑΒΡΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

| <b>ΠΙΝΑΚΑΣ 19</b><br><b>Κλίμακα χαρακτηρισμού της διαβρωσιμότητας του εδάφους</b> |                                   |
|---|-----------------------------------|
| <b>Τιμή E</b>   | <b>Διαβρωσιμότητα του εδάφους</b> |
| 8   | Κανονική                          |
| 42  | Κανονική - Μέση                   |
| 250   | Κανονική - Μεγάλη                 |
| 3125  | Βαρεία                            |



# ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΟΥ ΕΥΝΟΟΥΝ ΤΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ

## 1) Η ΚΛΙΣΗ

Βαθμός κλίσης, μήκος και καμπυλότητα κλίσης

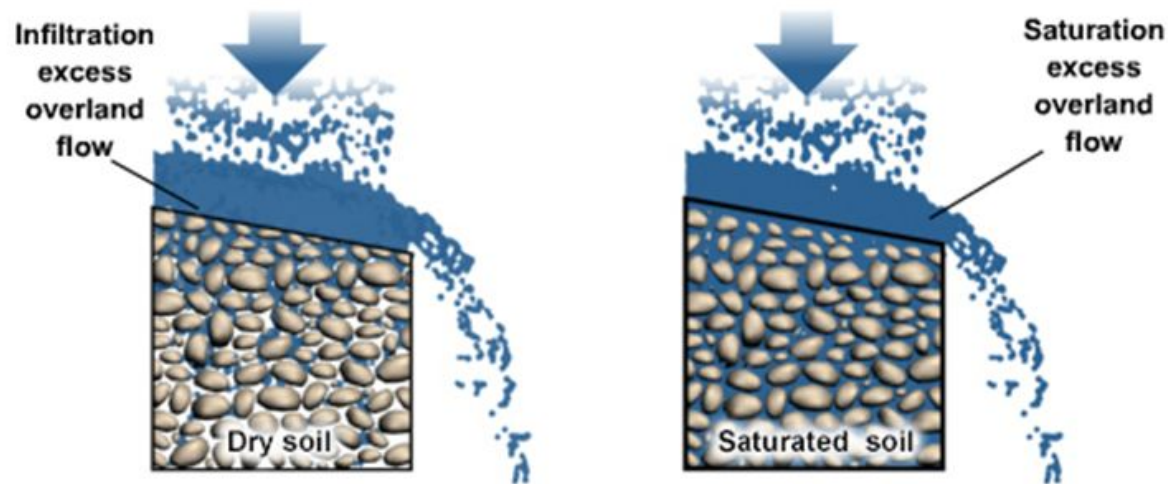
| ΠΙΝΑΚΑΣ 20                                      |                       |
|---|-----------------------|
| Απώλεια εδάφους από διάφορα τμήματα μιας κλίσης |                       |
| Τιμή κλίσης (m)                                 | Απώλεια εδάφους (ton) |
| 0-23  | 0,91                  |
| 23-46   | 1,65                  |
| 46-69   | 2,13                  |
| 69-92   | 2,52                  |

Πηγή: FAO, 1965

# ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΟΥ ΕΥΝΟΟΥΝ ΤΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ

## 2) ΤΟ ΚΑΙΜΑ

Οι βροχοπτώσεις και τα χαρακτηριστικά τους: ποσότητα, ένταση και κατανομή τους



### Runoff generation

*Runoff generation depends on antecedent soil moisture conditions, soil infiltration capacity, rainfall intensity.*

*Runoff may be generated either when rainfall intensity exceeds infiltration capacity or when soil is saturated.*

# ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΟΥ ΕΥΝΟΟΥΝ ΤΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ

## 3) Η ΒΛΑΣΤΗΣΗ

Βαθμός κάλυψης του εδάφους, είδος βλάστησης (δενδρώδης ή ποώδης), με θυσανωτό ή πασσαλώδες ριζικό σύστημα.

*Η ιδανική βλάστηση για αντιδιαβρωτική προστασία είναι οι **βοσκότοποι** και **λειμώνες**, εξαιτίας όλων των παρακάτω:*

- i. Με την παρεμβολή του φυτού στην καθοδική πορεία των σταγόνων της βροχής, με συνέπεια τη μείωση της κινητικής τους ενέργειας.
- ii. Με τη μείωση της ταχύτητας του επιφανειακού νερού απορροής. Αυτή η επίδραση εξαρτάται πολύ από το είδος της καλλιέργειας.

## *ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΟΥ ΕΥΝΟΟΥΝ ΤΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ*

iii. Με την προαγωγή της συνένωσης των εδαφικών τεμαχιδίων που εξασφαλίζει η παρουσία του ριζικού συστήματος των φυτών, ειδικότερα εκείνων που αναπτύσσουν θυσανωτό ριζικό σύστημα.

iv. Με τη μείωση της υγρασίας του εδάφους, λόγω της διαπνοής των φυτών. Αυτό συνεπάγεται την δυνατότητα του εδάφους να απορροφήσει μεγαλύτερη ποσότητα νερού πριν φτάσει στο σημείο του κορεσμού.

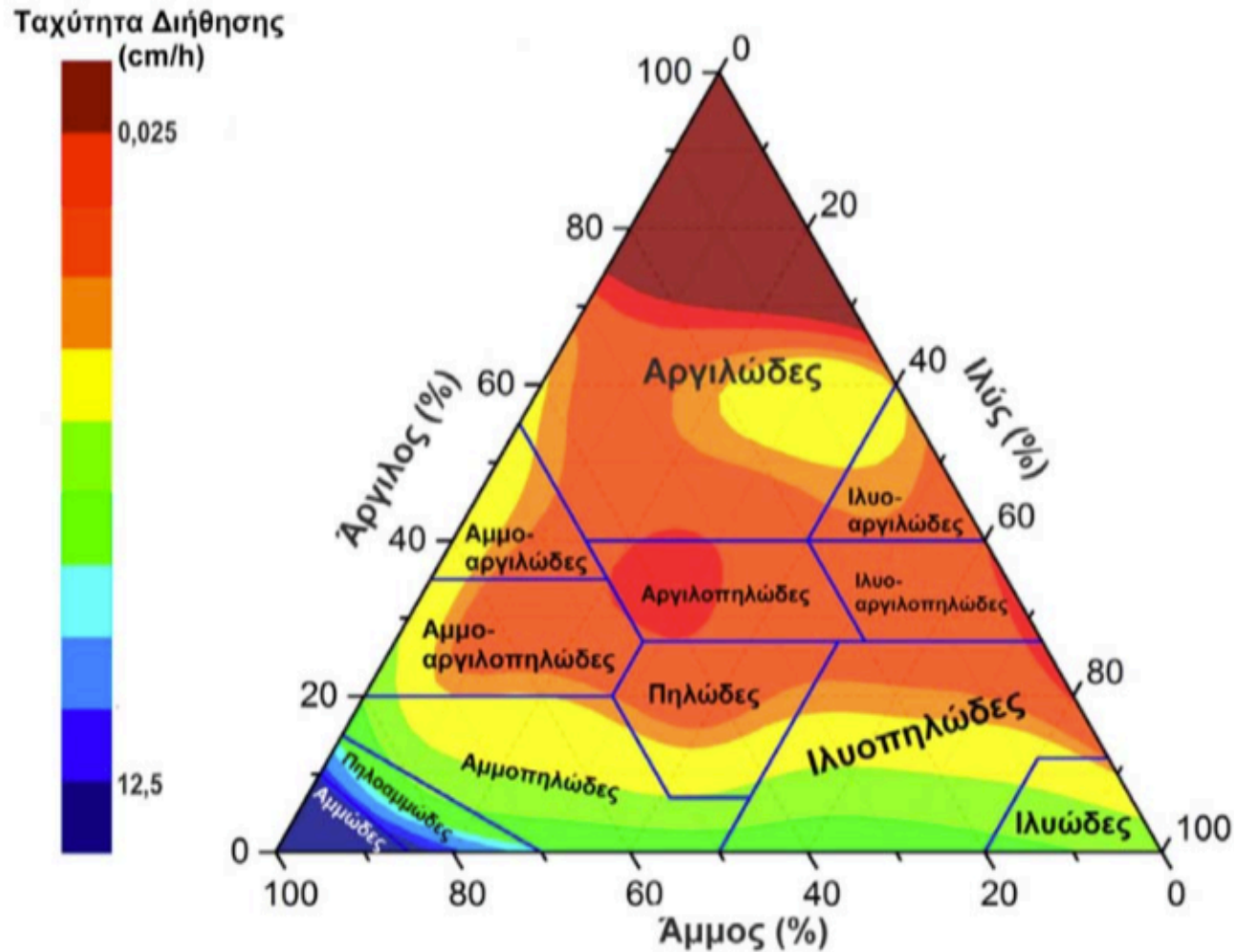
v. Με την προσφορά οργανικής ουσίας στο έδαφος η οποία προάγει τη δημιουργία σταθερών συσσωματωμάτων. Η επίδραση αυτή σε συνδυασμό με την iii συμβάλλει στη διατήρηση της διηθητικότητας του εδάφους και επομένως στον περιορισμό της ποσότητας του νερού που θα κινηθεί στην επιφάνεια του εδάφους.

# *ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΟΥ ΕΥΝΟΟΥΝ ΤΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ*

## **4) ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ**

Διηθητικότητα, διαπερατότητα, υδατοχωρητικότητα και σταθερότητα των συσσωματωμάτων.

# ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΟΥ ΕΥΝΟΟΥΝ ΤΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ



Σχήμα 3.1: Συσχέτιση μηχανικής σύστασης και ταχύτητας διήθησης

Πηγή: Σχέδιο διαχείρισης κινδύνων πλημμύρας, ΥΠΕΚΑ, 2017

# *ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΟΥ ΕΥΝΟΟΥΝ ΤΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ*

## **5) Η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ**

Πυρκαγιές, ληστρική εκμετάλλευση του εδάφους, μη ορθολογική καλλιέργεια σε επικλινείς περιοχές, υπερβόσκηση.

# Υπολογισμός των απωλειών εδάφους λόγω διάβρωσης

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

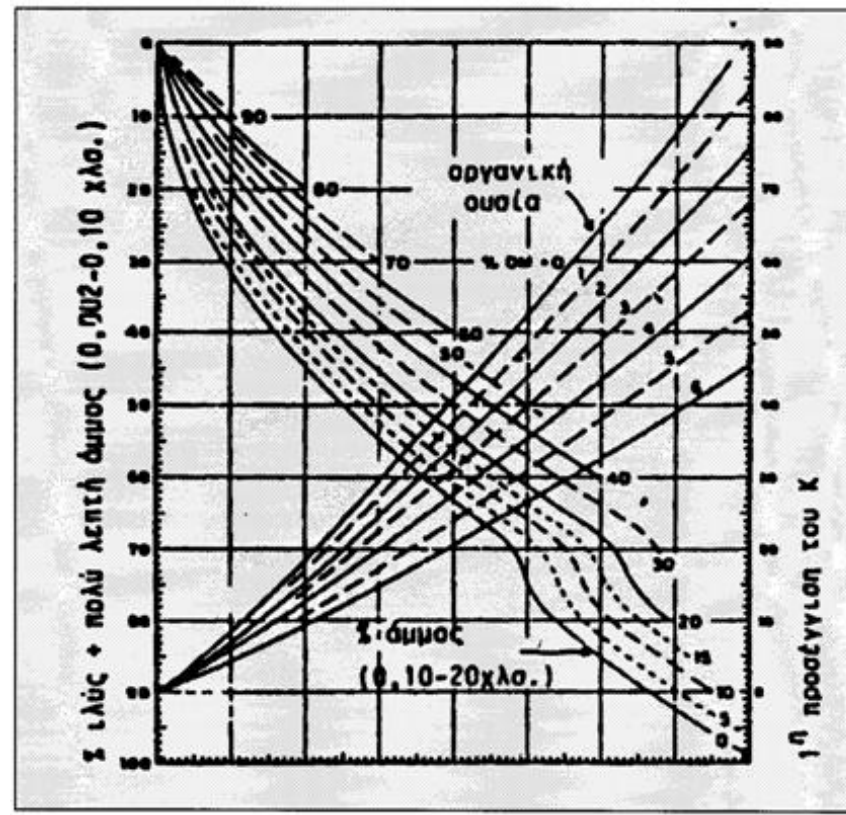
όπου:

- ❖  $A$  = Η απώλεια του εδάφους σε τόνους /εκτάριο
- ❖  $R$  = Η βροχόπτωση (mm ή in). Υπολογίζεται με τη βοήθεια του τύπου του Fournier  $R = \Sigma p^2/P$ , όπου:  $p$  η μηνιαία βροχόπτωση και  $P$  η μέση βροχόπτωση της περιόδου που μελετάται.
- ❖  $K$  = Η διαβρωσιμότητα του εδάφους (υπολογίζεται με τη βοήθεια του διαγράμματος 1 ).
- ❖  $L$  = Ο τοπογραφικός παράγοντας που αναφέρεται στο μήκος της κλίσης του εδάφους και υπολογίζεται με τη βοήθεια του διαγράμματος 2.
- ❖  $S$  = Ο τοπογραφικός παράγοντας που αναφέρεται στο βαθμό της κλίσης του εδάφους και υπολογίζεται με τη βοήθεια του διαγράμματος 2.
- ❖  $C$  = Ο παράγοντας της φυτικής κάλυψης. (Σε περίπτωση που δεν υπάρχει φυτική κάλυψη, κατά τη διάρκεια της βροχόπτωσης παίρνει την τιμή 1 ).
- ❖  $P$  = Ο παράγοντας διαχείρισης της γης (υπολογίζεται από τα στοιχεία του Πίνακα 22).



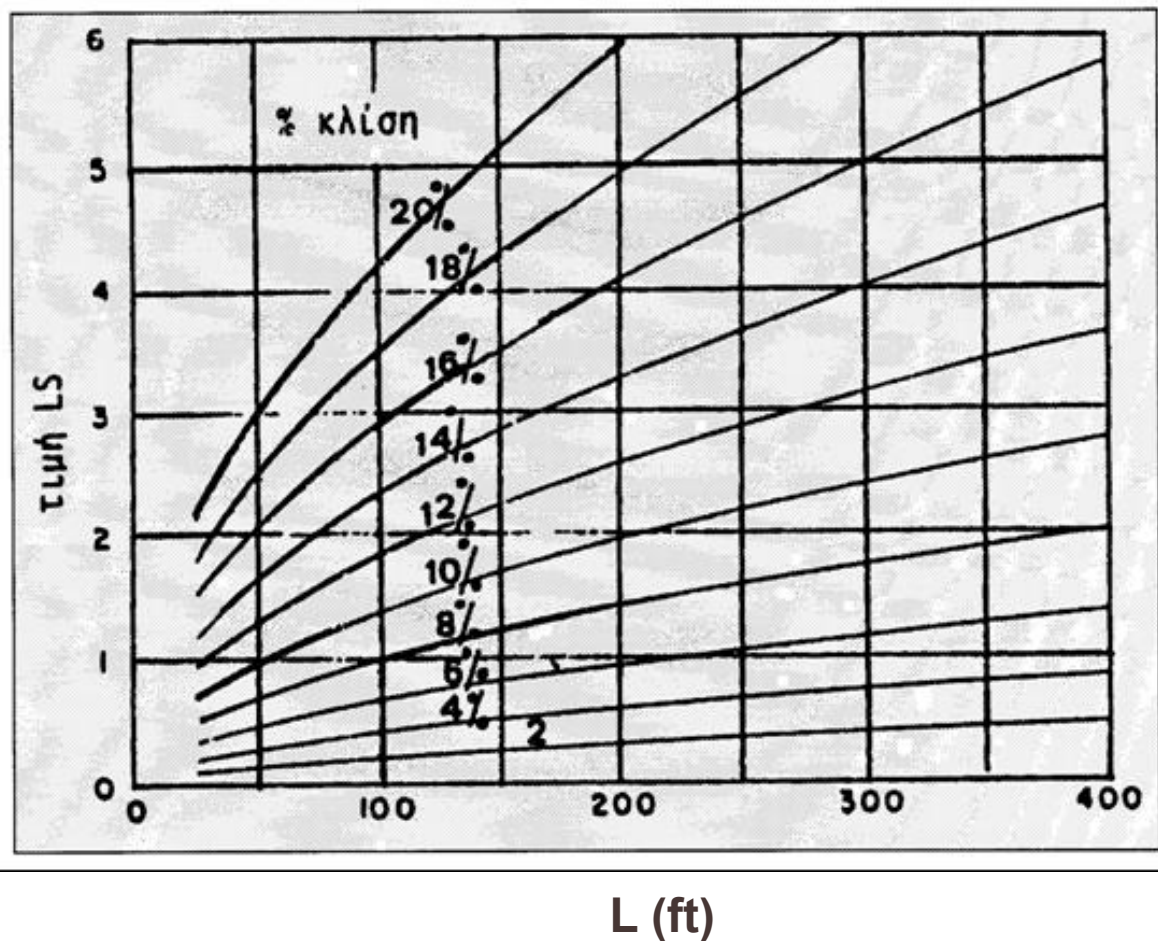
# Υπολογισμός των απωλειών εδάφους λόγω διάβρωσης

Η προηγούμενη εξίσωση προέκυψε από στατιστική επεξεργασία παρατηρήσεων σε καλλιεργούμενα εδάφη και αφορά στην αυλακωτή διάβρωση.



Διάγραμμα 1. Υπολογισμός του παράγοντα διαβρωσιμότητα K (Wischmeier, Johnson, Cross, 1971)

# Υπολογισμός των απωλειών εδάφους λόγω διάβρωσης



Διάγραμμα 2. Υπολογισμός των συντελεστών LS (μήκους και βαθμού κλίσης) για την παγκόσμια εξίσωση Απώλειας Εδάφους (FAO, 1965)



# Υπολογισμός των απωλειών εδάφους λόγω διάβρωσης

## ΔΕΔΟΜΕΝΑ

|   |                            |          |             |      |
|---|----------------------------|----------|-------------|------|
| <b>Βροχόπτωσης σε mm</b>                    | Οκτώβριος                  | 51,8     | Ιανουάριος  | 39,8 |
|   | Νοέμβριος                  | 67,1     | Φεβρουάριος | 27,7 |
|   | Δεκέμβριος                 | 63,3     | Μάρτιος     | 35,8 |
|   | Συνολική ετήσια βροχόπτωση | 456,8 mm |             |      |
|   | Βροχόπτωση περιόδου        | 285,5 mm |             |      |
| <b>Μηχανική σύσταση του εδάφους</b>         | Άργιλος                    | 35%      |             |      |
|   | Ίλύς                       | 40%      |             |      |
|   | Άμμος λεπτή                | 10%      |             |      |
|   | Άμμος χονδρή               | 15%      |             |      |
|   | Οργανική ουσία             | 1%       |             |      |
| <b>Μέση κλίση της χαρτογραφικής μονάδας</b> | 8%                         |          |             |      |
| <b>Μέσο μήκος κλίσεως</b>                   | 45 m=147,5 ft              |          |             |      |

## Υπολογισμός των απωλειών εδάφους λόγω διάβρωσης

### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

$$R = \frac{\Sigma p^2}{P} = \frac{51,8^2 + 67,1^2 + 63,3^2 + 39,8^2 + 27,7^2 + 35,8^2}{285,5} = \frac{14825,5}{285,5} = 51,9mm$$

Ο παράγοντας διαβρωσιμότητας K σύμφωνα με το Διάγραμμα 1 είναι  $K=0,32$  (από τομή των καμπυλών 15% χονδρή άμμο και 1% οργανικής ουσίας).

Ο συνδυασμός του βαθμού και του μήκους της κλίσης από το Διάγραμμα 2 δίνει την τιμή 1,2.

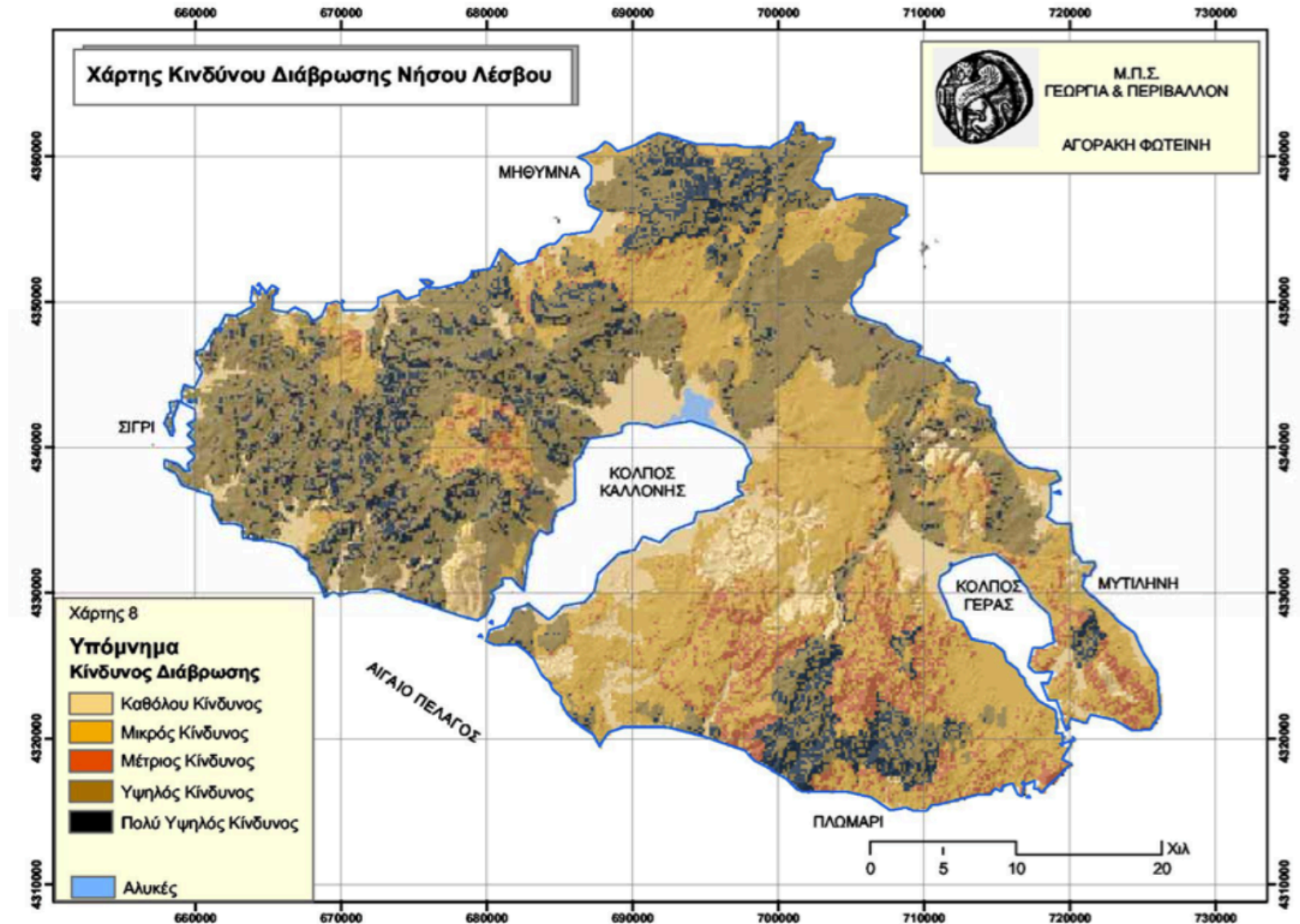
Με εφαρμογή της εξίσωσης με το  $C=1$  (έδαφος γυμνό) και χωρίς να παρθεί υπόψη το P, προκύπτει:

$$A = 51,9 \cdot 0,32 \cdot 1,2 \cdot 1 = 19,9 \text{ tn/ha} \rightarrow \text{Μέτριος κίνδυνος διάβρωσης}$$

# *ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΟΥ ΕΥΝΟΟΥΝ ΤΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ*

| <u>Απώλεια εδάφους (ton/ha)</u> | <u>Διάβρωση</u> |
|---------------------------------|-----------------|
| <10                             | Μικρή           |
| 10-50                           | Μέτρια          |
| 50-200                          | Ισχυρή          |
| >200                            | Πολύ ισχυρή     |

# ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΔΙΑΒΡΩΜΕΝΩΝ ΕΔΑΦΩΝ



# *ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΔΙΑΒΡΩΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ*

- ❖ **Καλλιεργητικές τεχνικές**
- ❖ **Τεχνικά έργα**



## ***A) ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ***

### **1) Καλλιεργητικά μέτρα για την προστασία του επιφανειακού εδάφους**

#### **α. αμειψισπορά**

Για περιοχές όπου καλλιεργείται καλαμπόκι είναι δυνατή η εφαρμογή συστημάτων αμειψισποράς, είτε τριετούς διάρκειας που περιλαμβάνουν καλαμπόκι - βρώμη - κόκκινο τριφύλλι, είτε τετραετούς με καλαμπόκι - καλαμπόκι (ή σόγια) - βρώμη - τριφύλλι κόκκινο (ή μηδική), είτε τέλος πενταετούς διάρκειας με δύο χρόνια καλαμπόκι -βρώμη - δύο χρόνια μηδική.

Για περιοχές με βαμβάκι, εφαρμόζονται συστήματα που περιλαμβάνουν βαμβάκι - βρώμη 1-2 χρόνια φεστούκα (γκαζόν) ή κόκκινο τριφύλλι.

Για περιοχές με πατάτες, συστήματα τριετούς διάρκειας με πατάτες - βρώμη - κόκκινο τριφύλλι ή σακχαρότευτλα - φασόλια - πατάτες και τέλος, για περιοχές με καπνά, συστήματα καπνού-μηδική.

# *ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ*

## β. προσθήκη οργανικής ουσίας

με οποιαδήποτε μορφή για ενίσχυση του αργιλοχουμικού συμπλόκου. Η οργανική ουσία παίζει πολύ μεγάλο ρόλο στη σταθερότητα των συσσωματωμάτων.

## γ. προσθήκη εδαφοβελτιωτικών

Τέτοια υλικά είναι η άσβεστος που προστίθεται για τη διόρθωση του pH των όξινων εδαφών. Το ασβέστιο όπως είναι γνωστό διατηρεί την άργιλο σε κατάσταση θρόμβωσης, επομένως συμβάλλει στη βελτίωση της δομής των εδαφών.

## δ. προσθήκη χημικών λιπασμάτων

Διατηρώντας το έδαφος γόνιμο με την προσθήκη χημικών λιπασμάτων, εξασφαλίζεται η καλύτερη ανάπτυξη των φυτών, τα οποία με τη σειρά τους με ένα πλέγμα επιδράσεων που έχουν ήδη αναφερθεί, συμβάλλουν στη μείωση της επιφανειακής απορροής του νερού και επομένως και της διάβρωσης.

## *ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ*

### **2) Καλλιεργητικά μέτρα για τον έλεγχο της επιφανειακής απορροής**

Όχι στη συχνή κατεργασία του εδάφους

Όχι στο ψιλοτεμάχισμα του εδάφους

Όχι στην συμπίεση του εδάφους με βαριά μηχανήματα

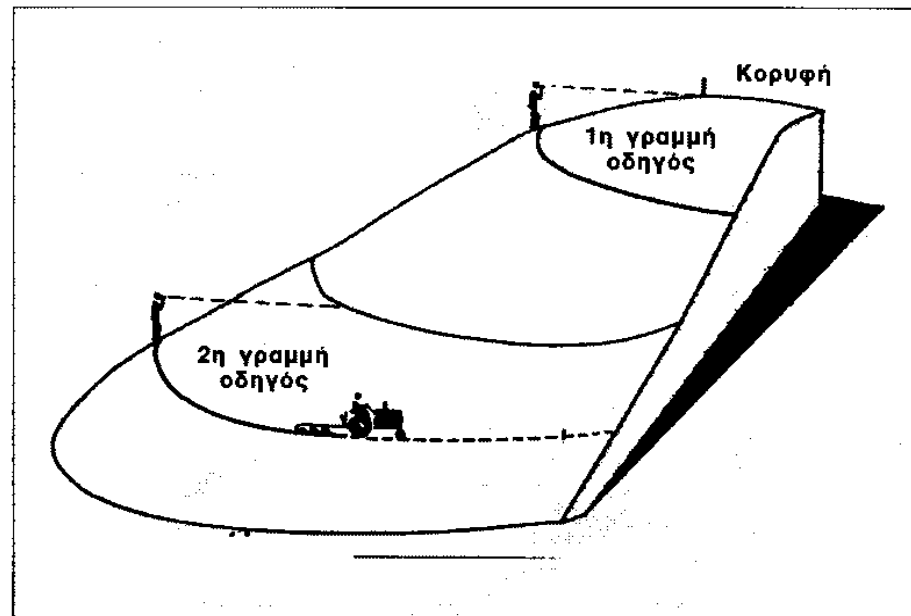
Όχι στην κατεργασία του εδάφους όταν είναι υγρό

Όχι στην αναστροφή του εδάφους

Ναι στην καλλιέργεια του εδάφους κατά τις ισοϋψείς (βλέπε επόμενη διαφάνεια)

# *ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ*

## Καλλιέργεια του εδάφους κατά τις ισοϋψείς



Τεχνική χάραξης των γραμμών οδηγών κατά τις ισοϋψείς

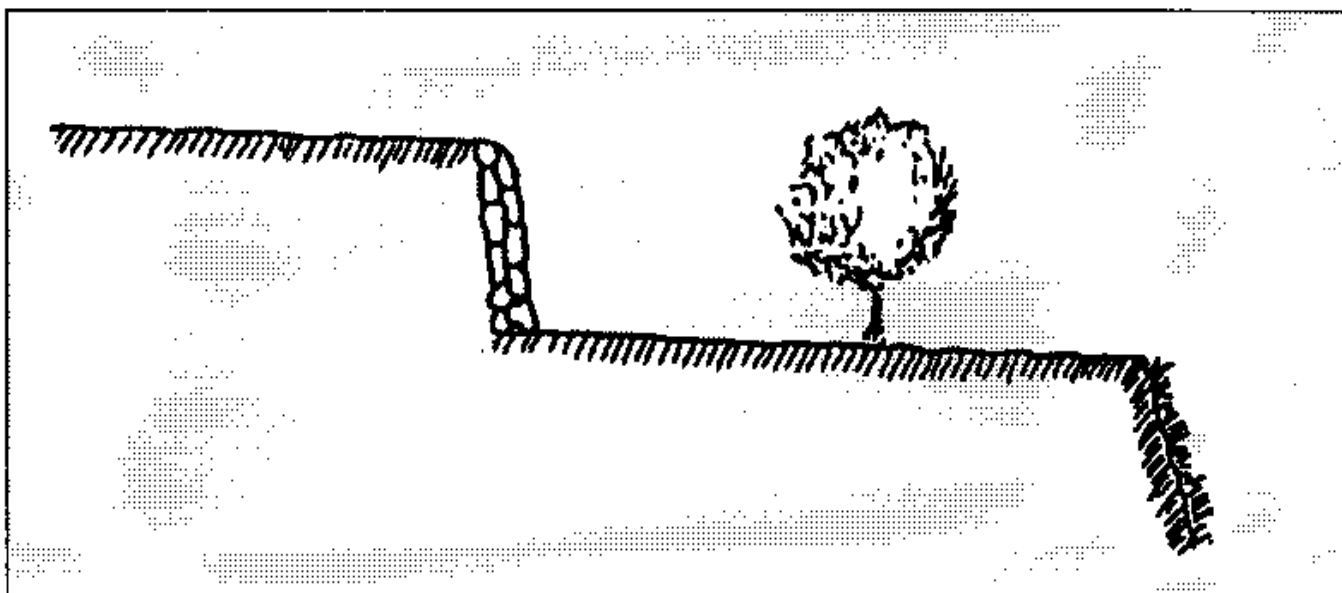
## ***B) ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ***

### **Αναβαθμίδες ή πεζούλια**

#### **συμβάλλουν**

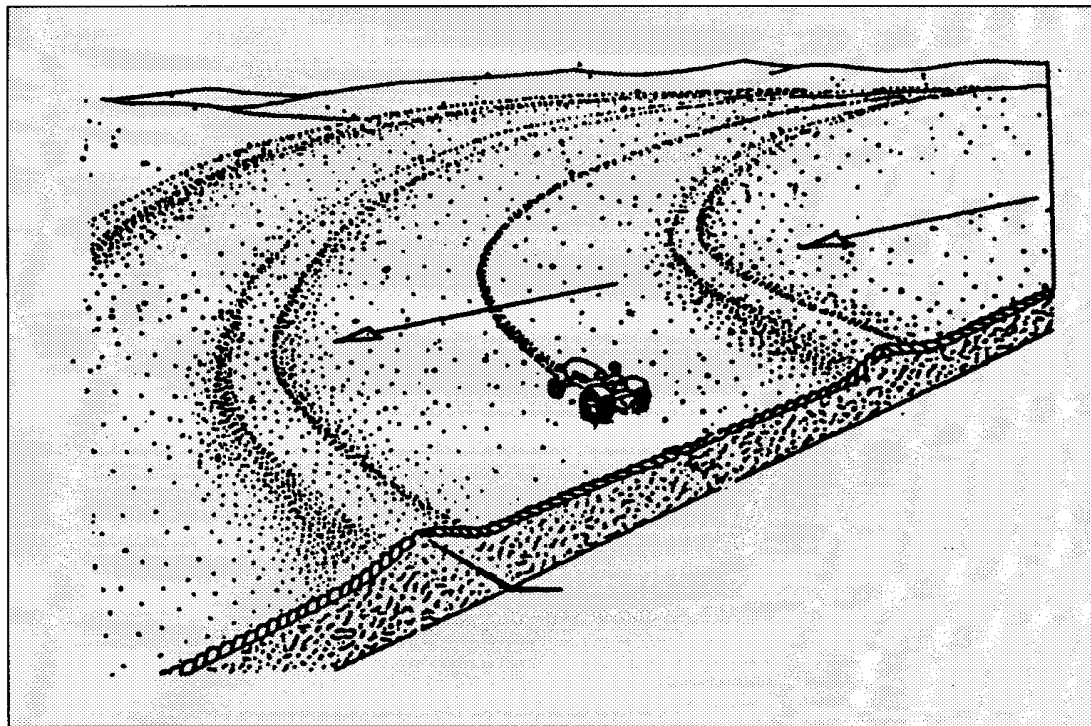
- Στη μείωση της κλίσης του εδάφους
- Στη μείωση του μήκους της κεκλιμένης επιφάνειας
- Στην απομάκρυνση του νερού που απορρέει επιφανειακά προς στραγγιστικό αγωγό

# ΤΥΠΟΙ ΑΝΑΒΑΘΜΙΔΩΝ



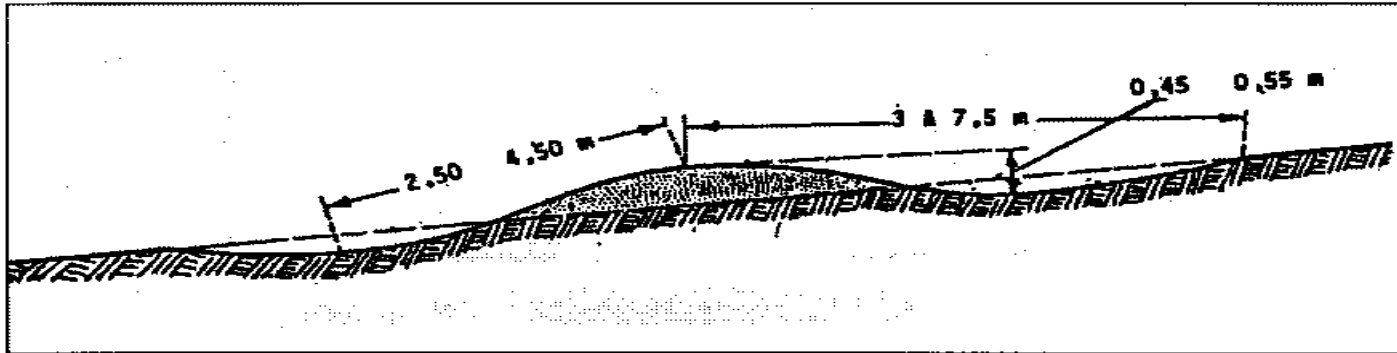
Κλιμακωτή αναβαθμίδα για κλίσεις 20 – 30% και άνω

# *ΤΥΠΟΙ ΑΝΑΒΑΘΜΙΔΩΝ*

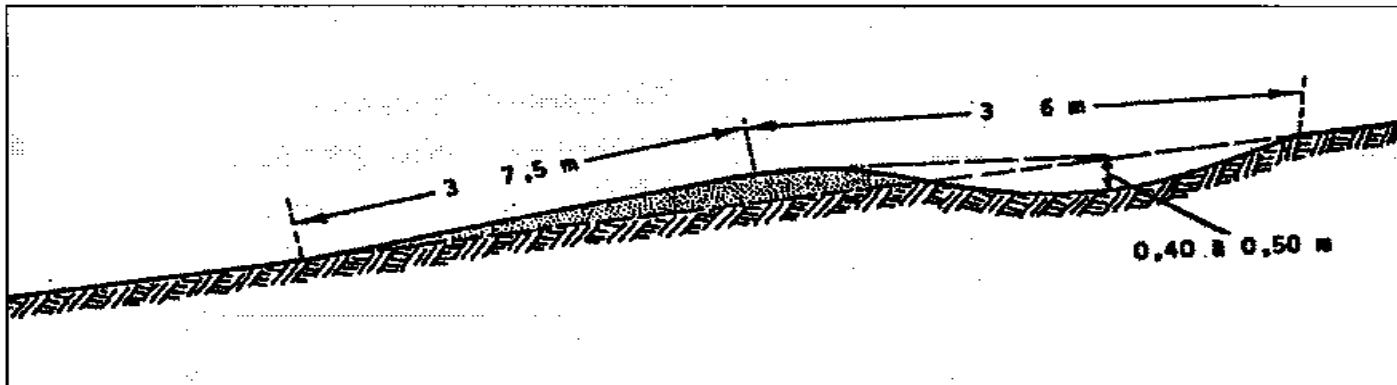


*Αναβαθμίδες με ανάχωμα ή πλατιάς βάσης για μεγάλα αγροτεμάχια*

# ΤΥΠΟΙ ΑΝΑΒΑΘΜΙΔΩΝ



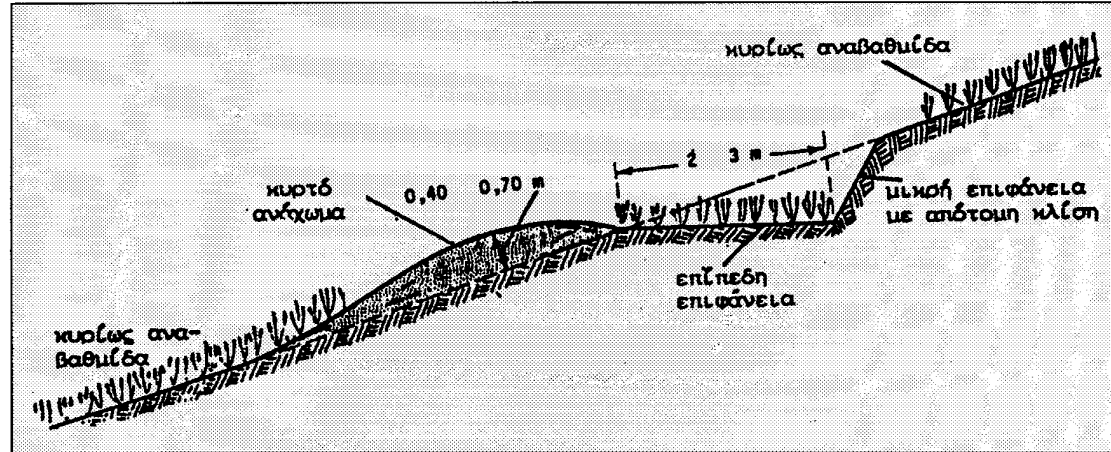
Τύπος αναβαθμίδας για εδάφη με κλίση μέχρι 5%



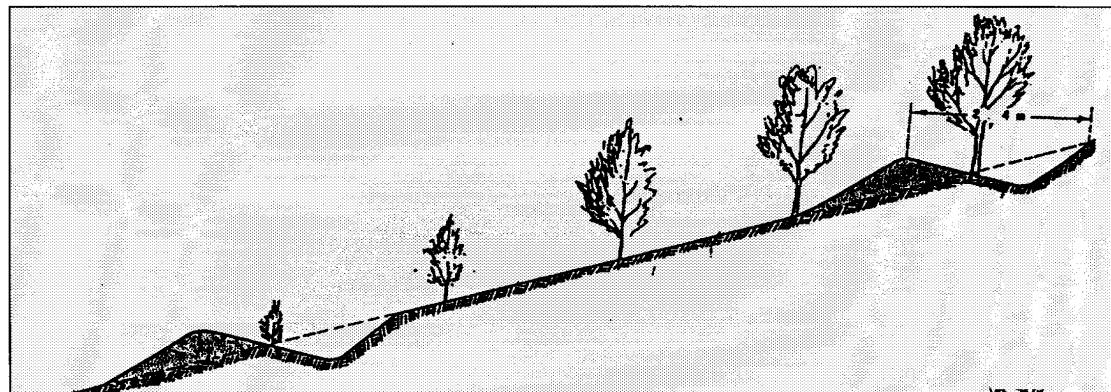
Τύπος αναβαθμίδας για εδάφη με κλίση μέχρι 10-12%



# ΤΥΠΟΙ ΑΝΑΒΑΘΜΙΔΩΝ

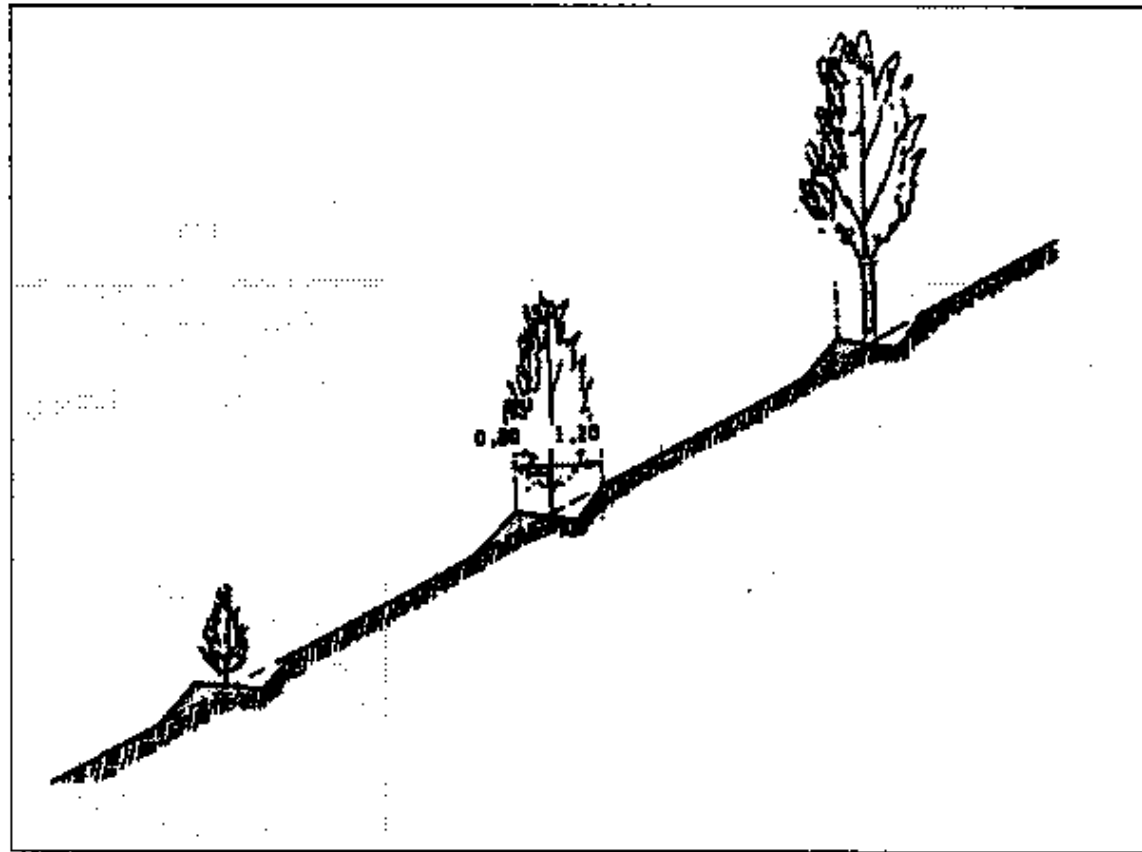


Τύπος αναβαθμίδας για εδάφη με κλίση μέχρι 30-40%



Τύπος αναβαθμίδας για εδάφη με κλίση μέχρι 40-60%

# *ΤΥΠΟΙ ΑΝΑΒΑΘΜΙΔΩΝ*



**Τύπος αναβαθμίδας για εδάφη με κλίση μέχρι 100%**



Διάβρωση ως συνέπεια της εγκατάλειψης των προστατευτικών αναβαθμίδων, ανάμεσα στα χωριά Πέρα Ορεινής και Αναλιόντας στην Κύπρο.













