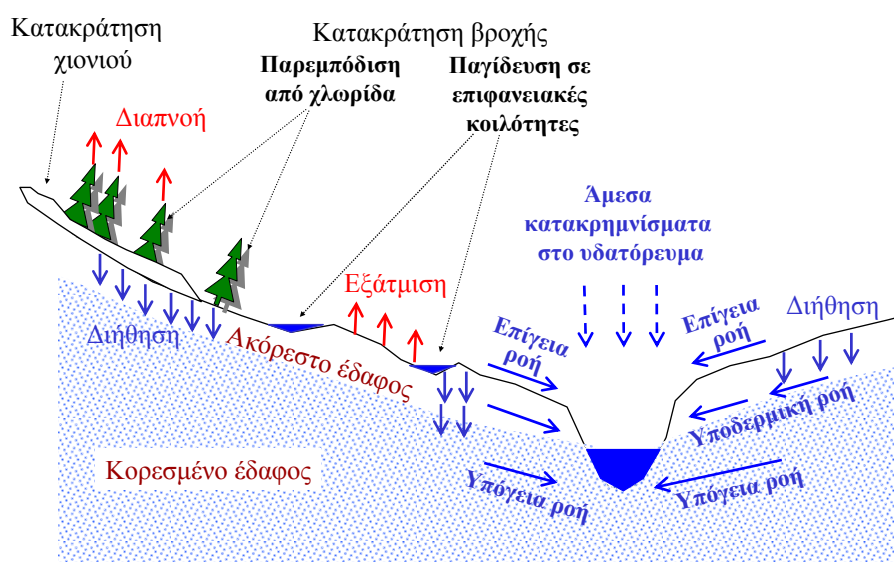


Διήθηση



Εργαστήριο Υδρολογίας και Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων
Αθήνα 2009

ΚΑΤΑΚΡΑΤΗΣΗ-ΔΙΗΘΗΣΗ-ΑΠΟΡΡΟΗ



ΔΙΗΘΗΣΗ

Διήθηση είναι η φυσική διεργασία της εισχώρησης στο έδαφος νερού που προέρχεται από βροχόπτωση, τήξη χιονιού ή άρδευση.

Εξαρτάται από:

- τη διαθεσιμότητα νερού για διήθηση
- τις ιδιότητες του εδάφους ως προς τη δυνατότητα κίνησης του νερού

Η διήθηση είναι σημαντική υδρολογική συνιστώσα αφού επηρεάζει:

- την επιφανειακή απορροή
- την εξατμισοδιαπνοή και κατά συνέπεια το βιολογικό κύκλο των φυτών
- την επαναφόρτιση των υδροφορέων
- τη μεταφορά διαλυμένων ουσιών στο έδαφος

Ο **ρυθμός διήθησης** είναι μεταβλητός, στο χώρο και το χρόνο και εξαρτάται από:

- την ένταση και διάρκεια των βροχοπτώσεων
- τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους, την κατάσταση του επιφανειακού εδαφικού καλύμματος και την παρουσία ή όχι χλωρίδας
- την περιεκτικότητα σε υγρασία του επιφανειακού εδάφους στην αρχή της βροχής
- τη θερμοκρασία και την ποιότητα του βρόχινου νερού

ΔΙΗΘΗΣΗ

Η κίνηση του νερού κατά τη διεργασία της διήθησης πραγματοποιείται κάτω από την επίδραση των δυνάμεων

- της **βαρύτητας** που κυριαρχεί όταν οι πόροι του εδάφους κορεστούν από νερό.
- της **μύζησης** που αναπτύσσονται στο εδαφικό νερό στην ακόρεστη ροή (όταν οι εδαφικοί πόροι είναι μερικώς κορεσμένοι από νερό και μερικώς από αέρα), και υπερτερούν της βαρύτητας με αποτέλεσμα τη συγκράτηση του νερού στο έδαφος.

Οι δυνάμεις μύζησης οφείλονται στους μηχανισμούς

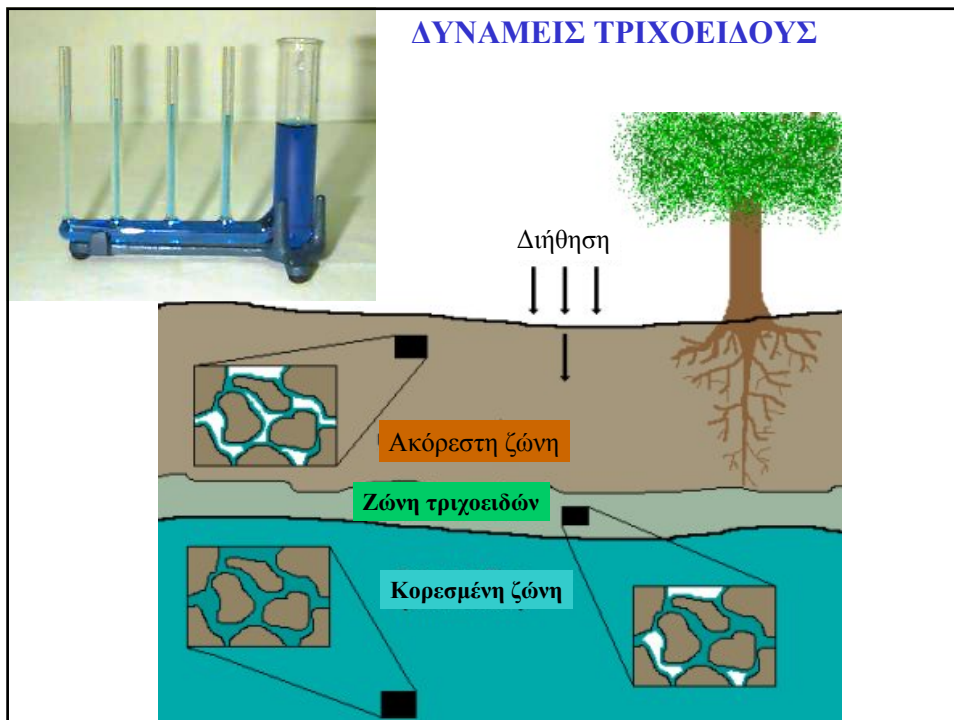
- προσρόφησης
- τριχοειδών
- ώσμωσης

ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΜΥΖΗΣΗΣ

Ο μηχανισμός **προσρόφησης** του νερού στην επιφάνεια των εδαφικών κόκκων δημιουργείται από ηλεκτροστατικές δυνάμεις (εξαιτίας της πολικότητας των μορίων του νερού). Οι δυνάμεις αυτές είναι ισχυρές μόνο πολύ κοντά στη διεπιφάνεια νερού-εδαφικών κόκκων και γι' αυτό το αποτέλεσμα τους είναι ο σχηματισμός λεπτών υδάτινων μεμβρανών γύρω από τους κόκκους που ονομάζονται υγροσκοπικό νερό. Οι δυνάμεις είναι ανάλογες της ολικής επιφάνειας των σωματιδίων ανά μονάδα όγκου των εδαφών, και γι' αυτό η ποσότητα υγροσκοπικού νερού αυξάνεται με τη μείωση της διαμέτρου των εδαφικών κόκκων.

Οι **δυνάμεις τριχοειδούς** προκαλούνται από την επιφανειακή τάση στη διεπιφάνεια μεταξύ νερού και αέρα, μέσα στους τριχοειδείς σωληνίσκους που σχηματίζουν οι πόροι του εδάφους. Και αυτές οι δυνάμεις αυξάνονται με τη μείωση του μεγέθους των πόρων, άρα και του μεγέθους των κόκκων.

Οι **δυνάμεις οσμωτικής** πίεσης είναι λιγότερο σημαντικές από τις δύο προηγούμενες εμφανίζονται όταν υπάρχουν διαφορές συγκέντρωσης μιας διαλυμένης ουσίας εκατέρωθεν μιας ημιπερατής μεμβράνης. Στα εδάφη, το ρόλο των μεμβρανών μπορεί να παίζουν οι ίδιοι οι εδαφικοί πόροι, όταν επιτρέπουν την κίνηση μέσω αυτών του νερού αλλά όχι της διαλυμένης ουσίας.

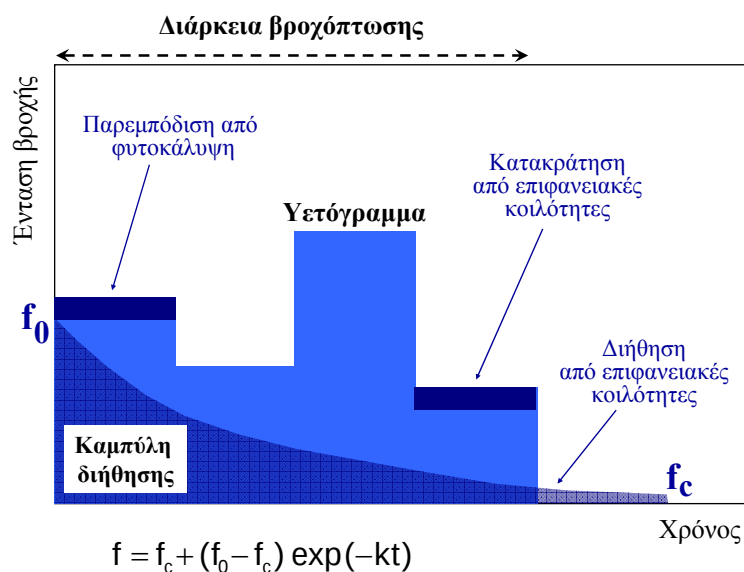


ΣΤΑΔΙΑ ΔΙΗΘΗΣΗΣ

Πραγματοποίηση βροχής μετά από περίοδο ξηρασίας

- Αρχικά, πραγματοποιείται η υγροσκοπική διαβροχή υπό την επίδραση των δυνάμεων προσρόφησης
- Μετά την κάλυψη των αναγκών σε υγροσκοπικό νερό, το διηθούμενο νερό κινείται υπό την επίδραση της βαρύτητας και των τριχοειδών, τα οποία στη φάση αυτή δρουν προσθετικά. Το νερό κατέρχεται στο έδαφος λόγω του βάρους του και συγχρόνως αναρροφάται από τις ελκτικές τάσεις που αναπτύσσει το τριχοειδές της αέριας φάσης, προκαλώντας υψηλή αρχική τιμή του ρυθμού διήθησης
- Ο ρυθμός διήθησης με την πάροδο του χρόνου μειώνεται, αφού το πεδίο των τριχοειδών, από προσθετικό στην αρχή της βροχής, μηδενίζεται με τον κορεσμό του εδάφους
- Μετά το τέλος της βροχόπτωσης, η διήθηση στην επιφάνεια του εδάφους σταματά, αλλά η κίνηση του νερού κάτω από αυτή εξακολουθεί για μακρό διάστημα. Η καθοδική κίνηση του νερού, που οδηγείται από τη βαρύτητα, επιβραδύνεται
- Με την πάροδο του χρόνου ένα τμήμα της εδαφικής υγρασίας του ανώτερου εδαφικού στρώματος εξατμίζεται ή διαπνέεται μέσω των φυτών, με αποτέλεσμα η περιεκτικότητα σε νερό του εδάφους, να έχει μικρότερες τιμές προς τα πάνω και μεγαλύτερες προς τα κάτω. Έτσι οι δυνάμεις τριχοειδών αλλάζουν φορά και κατευθύνονται προς τα πάνω, με αποτέλεσμα να δημιουργείται πάνω από τον υπόγειο ορίζοντα μια ζώνη τριχοειδούς ανύψωσης

ΔΙΗΘΗΣΗ

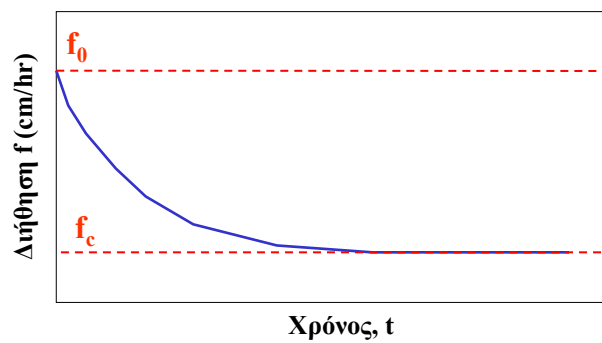


ΜΕΤΡΗΣΗ ΔΙΗΘΗΣΗΣ

Διηθησόμετρο με διπλό δακτύλιο



ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΙΗΘΗΣΗΣ



Horton

$$f = f_c + (f_0 - f_c) * e^{-kt}$$

όπου
 f διήθηση (cm/hr)
 f_0 αρχική διήθηση (cm/hr)
 f_c τελική διήθηση (cm/hr) h
 k παράμετρος
 t χρόνος

$$f - f_c = (f_0 - f_c) * e^{-kt} \Rightarrow \ln(f - f_c) = \ln(f_0 - f_c) - k * t$$

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΙΗΘΗΣΗΣ

Holtan

$$f = a * F_p^n + f_c$$

$$F_p = n * h - F$$

όπου
 f διήθηση (cm/hr)
 F_p διαθέσιμη αποθήκευση
 f_c τελική διήθηση (cm/hr)
 n παράμετρος
 n πορώδες
 h βάθος εδάφους
 F αθροιστική διήθηση (cm)

$$f - f_c = a * F_p^n \Rightarrow \ln(f - f_c) = \ln a + n * \ln F_p$$

Kostiakov

$$F = a * t^b$$

$$\ln F = \ln a + b \ln t$$

όπου
 F αθροιστική διήθηση (cm)
 f_c τελική διήθηση (cm/hr)
 a, b παράμετροι
 t χρόνος

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΙΗΘΗΣΗΣ

Green-Ampt

$$f = K_s + a * K_s * F^{-1}$$

όπου
 f διήθηση (cm/hr)
 F αθροιστική διήθηση (cm)
 K_s, a παράμετροι

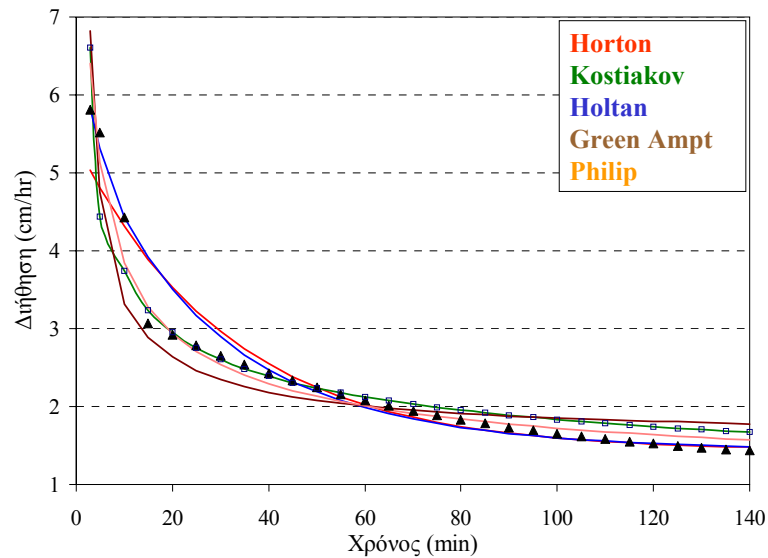
Philip

$$f = 0.5 * S * t^{-0.5} + A$$

όπου
 f διήθηση (cm/hr)
 t χρόνος
 S, A παράμετροι

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΙΗΘΗΣΗΣ

Προσαρμογή 5 μοντέλων διήθησης



ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΙΗΘΗΣΗΣ

$$\ln F = \ln a + b \ln t$$

$$\ln(f - f_c) = \ln(f_0 - f_c) - k \cdot t$$

t (min)	t (hr)	F (cm)	log t (hr)	log F (cm)	F (Kostiakov)	f (cm)	t (hr)	f (cm/hr)	f-fc	ln (f-fc)	f (Horton)
3	0,05	0,34	-1,30	-0,47	0,29	0,34	0,05	6,72	4,72	1,55	3,21
5	0,08	0,44	-1,08	-0,36	0,43	0,10	0,03	3,12	1,12	0,11	3,17
10	0,17	0,70	-0,78	-0,16	0,73	0,26	0,08	3,07	1,07	0,07	3,08
15	0,25	0,96	-0,60	-0,02	1,01	0,26	0,08	3,17	1,17	0,16	3,00
20	0,33	1,21	-0,48	0,08	1,26	0,25	0,08	2,96	0,96	-0,04	2,92
25	0,42	1,43	-0,38	0,16	1,49	0,22	0,08	2,68	0,68	-0,39	2,85
30	0,50	1,65	-0,30	0,22	1,72	0,22	0,08	2,58	0,58	-0,54	2,78
35	0,58	1,86	-0,23	0,27	1,94	0,22	0,08	2,60	0,60	-0,50	2,72
40	0,67	2,07	-0,18	0,32	2,15	0,21	0,08	2,51	0,51	-0,68	2,66
45	0,75	2,28	-0,12	0,36	2,35	0,21	0,08	2,53	0,53	-0,63	2,61
50	0,83	2,50	-0,08	0,40	2,55	0,21	0,08	2,57	0,57	-0,57	2,56
55	0,92	2,69	-0,04	0,43	2,74	0,19	0,08	2,33	0,33	-1,11	2,52
60	1,00	2,88	0,00	0,46	2,94	0,19	0,08	2,27	0,27	-1,32	2,48
65	1,08	3,08	0,03	0,49	3,12	0,20	0,08	2,38	0,38	-0,98	2,44
.....											
100	1,67	4,41	0,22	0,64	4,36	0,20	0,08	2,35	0,35	-1,04	2,26
105	1,75	4,59	0,24	0,66	4,52	0,19	0,08	2,22	0,22	-1,51	2,24
110	1,83	4,79	0,26	0,68	4,69	0,19	0,08	2,33	0,33	-1,11	2,22
115	1,92	4,97	0,28	0,70	4,85	0,18	0,08	2,16	0,16	-1,83	2,21
120	2,00	5,15	0,30	0,71	5,02	0,19	0,08	2,23	0,23	-1,46	2,19
125	2,08	5,35	0,32	0,73	5,18	0,20	0,08	2,39	0,39	-0,95	2,18
130	2,17	5,52	0,34	0,74	5,34	0,17	0,08	2,03	0,03	-3,58	2,17
135	2,25	5,70	0,35	0,76	5,49	0,18	0,08	2,15	0,15	-1,91	2,16
140	2,33	5,90	0,37	0,77	5,65	0,20	0,08	2,39	0,39	-0,95	2,15

$$F = a \cdot t^b$$

$$b = 0,7728945$$

$$\log a = 0,4676752$$

$$a = 2,9354532$$

$$\text{INTERCEPT(E50:E78;D50:D78)}$$

$$\text{SLOPE(E50:E78;D50:D78)}$$

$$f_c = 2$$

$$k = -1,0118366 \quad \text{SLOPE(K50:K78;B50:B78)}$$

$$\ln(f_0 - f_c) = 0,2206869 \quad \ln(f_0 - f_c) = 1,2469 \quad f_0 = 3,27493294$$

$$\text{INTERCEPT(K50:K78;B50:B78)}$$