



μ μ

&

&

μμ



7 : -





H

n

n

μ

,

μ

μ

,

,

μ n

μ

n

n

,

μ

μ

-

μ

,

μ

.

,

,

μ

μ

μ

,

μ

—

μ

μ

.

,

μ

μ

μ

μ

μ

,

μ

,

μ

μ

,

μ

μ

.





## 7.2

### 7.2.1

$\mu$

$\mu\text{m})$ ,

$\mu$

$\mu$   
 $\mu$

$\mu$

$\mu$

$\mu$

Km)

$\mu$

$\mu$

(  
)

$\mu$

$\mu$

$\mu$

,

$\mu$

$\mu$

$\mu$

,

$\mu$

$\mu$

(

$\mu$

$\mu$

$\mu$

$\mu$

$\mu$

(Bear 1972, μ μ ).

$$m_o = m_\sigma + m_v + m_\alpha$$

$$V_o = V_\sigma + V_v + V_\alpha$$

όπου:

$m_\sigma$  = μάζα των στερεών συστατικών στο δείγμα

$m_v$  = μάζα του νερού στο δείγμα

$m_\alpha$  = μάζα του αέρα στο δείγμα (αμελητέα και μπορεί να παραλειφθεί)

$V_\sigma$  = όγκος των στερεών συστατικών στο δείγμα

$V_v$  = όγκος του νερού στο δείγμα

$V_\alpha$  = όγκος του αέρα στο δείγμα.

Η περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό εκφράζεται τόσο κατ' όγκο όσο και κατ' αμάζα. Έτσι έχουμε

$$\theta = \frac{V_v}{V_o}$$

$$\omega = \frac{m_v}{m_\sigma}$$

$$\rho_\phi = \frac{m_\sigma}{V_\sigma} \quad (7.5)$$

$$\theta = \omega \frac{\rho_\phi}{\rho}$$

$$\vdots \quad (7.6)$$

$$(7.2) \quad \dots \quad (7.1)$$

$$V_x = V_a + V_v$$

$$f = \frac{V_x}{V_o} = \frac{V_v + V_a}{V_o} = 1 - \frac{V_\sigma}{V_o} \quad (7.7)$$

$$f = 1 - \frac{\rho_\phi}{\rho_\sigma} \quad (7.7)$$

$$\rho_\sigma = \frac{m_\sigma}{V_\sigma} \quad (7.9)$$

$$(7.8)$$

$$(7.9)$$

$$\theta_x = \frac{V_v}{V_x}$$

(7.10)

(7.3),  $\mu$

$$f_\alpha = \frac{V_\alpha}{V_o} = \frac{V_x - V_v}{V_o} = f - \theta$$

(7.11)

$$e = \frac{V_x}{V_o}$$

$\mu$   $\mu$   $\mu$   $\mu$   $\mu$   $\mu$   $\mu$

$$\alpha_m = \frac{A}{m_\sigma}$$

(7.13)

$$\alpha_v = \frac{A}{V_\sigma}$$

(7.14)

$m_a$   
 $V$   
 $\mu$   
 $\mu$

$\mu$   
 $\mu$   
 $\mu$

$\mu$   $\mu$   $\mu$   
 (7.13) (7.14)

$$\alpha_m(\text{\textepsilon}\delta\alpha\text{\textepsilon}\sigma\text{\textepsilon}) = \sum_i f_{i,m} \alpha_{i,m} \quad \text{\textepsilon}\text{\textepsilon}\text{\textepsilon}$$

$$\alpha_v(\text{\textepsilon}\delta\alpha\text{\textepsilon}\sigma\text{\textepsilon}) = \sum_i f_{i,v} \alpha_{i,v}$$

$f_{i,m}$   $f_{i,v}$

$\mu$   $i$

## 7.2.2

The pressure difference across a curved interface is given by the Laplace equation:
 
$$\Delta P = P_{\alpha} - P_{\beta} = \frac{2\gamma}{R}$$
 where  $\Delta P$  is the pressure difference,  $P_{\alpha}$  and  $P_{\beta}$  are the pressures on either side of the interface,  $\gamma$  is the surface tension, and  $R$  is the radius of curvature.

For a spherical droplet, the radius of curvature is equal to the radius of the droplet.

The surface tension  $\gamma$  is a property of the interface between the two phases.

The pressure difference  $\Delta P$  is the driving force for the growth or shrinkage of the droplet.

The radius of curvature  $R$  is the distance from the center of curvature to the interface.

The Laplace equation shows that the pressure difference is inversely proportional to the radius of curvature.

For a small droplet, the pressure difference is large, which makes it difficult for the droplet to grow.

For a large droplet, the pressure difference is small, which makes it easier for the droplet to grow.

The surface tension  $\gamma$  is typically on the order of  $10^{-2}$  to  $10^{-1}$  dyn/cm.

The radius of curvature  $R$  is typically on the order of  $10^{-6}$  to  $10^{-3}$  cm.

Therefore, the pressure difference  $\Delta P$  is typically on the order of  $10^3$  to  $10^6$  dyn/cm<sup>2</sup>.

$$\Delta P = P_{\alpha} - P_{\beta} = \frac{2\gamma}{R}$$

(~72 dyn/cm).

$R_2$

$R_1$   
(7.16)

$$\Delta P = \gamma \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

(7.17)

$= 0,$

$$P = \rho g H$$

(7.18)

$g =$

(7.17)

(7.18)

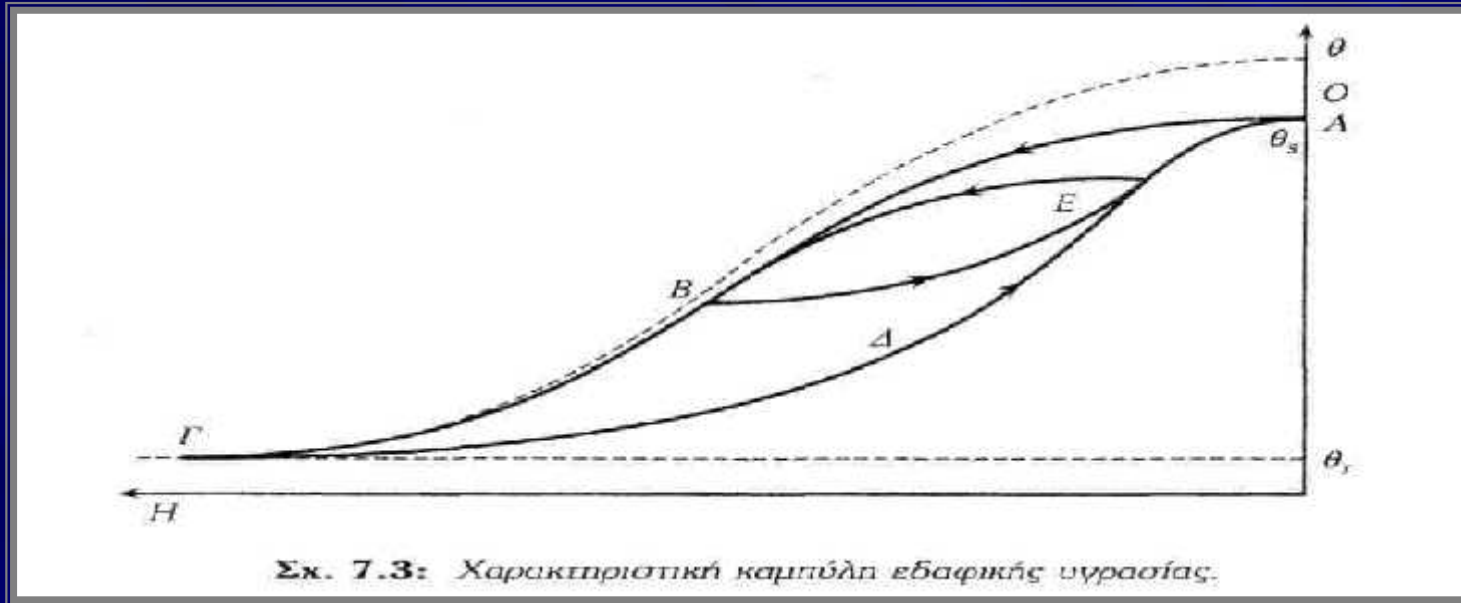
$$H = - \frac{2\gamma}{\rho g R}$$

$$H = - \frac{\gamma}{\rho g} \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$



7.2.3

$\mu$  ( ) , = f{ }  $\mu$   $\mu$   
 ( . 7.3).



Σχ. 7.3: Χαρακτηριστική καμπύλη εδαφικής υγρασίας.

Haines  $\mu$  Richards  $\mu\mu$   $\mu$   
 ( 1986).  
 , ( )  $\mu$   $\mu$   
 105° C 24 h.  
 $\mu$   $\mu$

$$= f(H)$$

(Poulovassilis, 1962, 1969, 1970, 1971,

1973, 1974, 1976 . .).

$$s (s = f < 1)$$

$$S_x = \frac{\theta - \theta_r}{\theta_r - \theta_r}$$

r =

# 7.2.4 $\mu$

Brooks and Corey (1964)

$$S_e = \left( \frac{H_e}{H} \right)^2, \quad H, H_c < 0$$

(7.22)

$H_e =$

$H > H_e, \quad S_e = 1.$

(7.22)

$H_e$

$= 0$

$S_e$

$$H = \frac{\alpha (f - \theta)^b}{\theta^c} \quad \text{Visser (1966)}$$

7.23

$a, b, c =$   
 $\mu \quad 0$

3.

Visser  
(7.23)

$b \mu$

$\mu$

0

10

Laliberte (1969), White et al. (1970), Su and Brooks (1975), Van Genuchten (1978, 1980), Vauclin et al. (1979), Gardner et al. (1970), Van Genuchten :

$$S_e = \left[ \frac{1}{1 + (aH)^n} \right]^m$$

$a, n, m =$  (7.22) (Rawls and Brakensick, 1989) :

$$a = H_e^{-1}, \quad n = \lambda + 1 \quad \text{και} \quad m = \frac{\lambda}{\lambda + 1} = \frac{\lambda}{n}$$

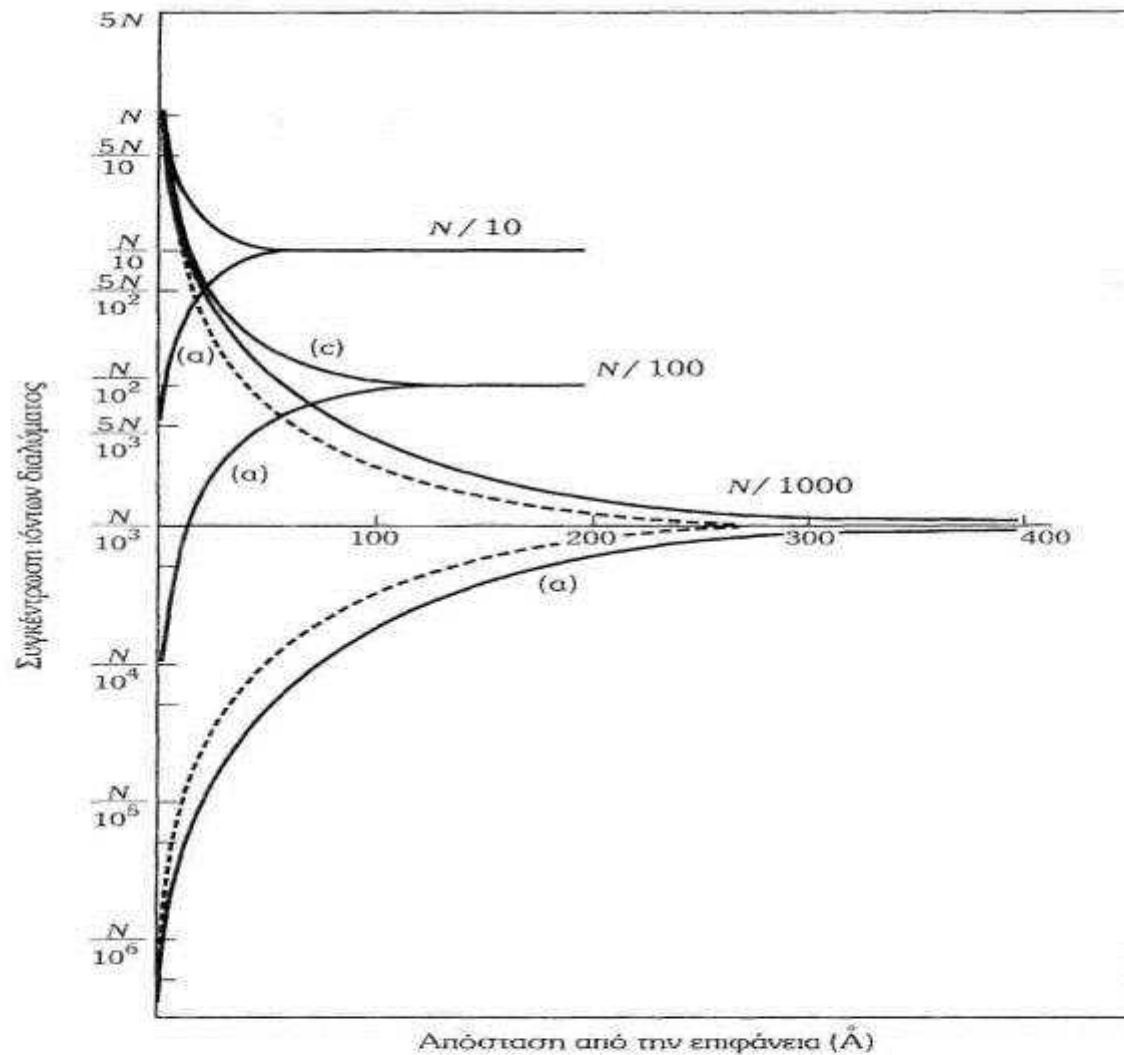
$\mu$  Gardner et al. (1970) :

$$H = \alpha \theta^{-b}$$

$b$  4.3  $\mu$   $\mu$   $\mu$   $\mu$   $\mu$   $\mu$  (7.25), (Hillel, 1980).

$$S_e = \frac{\alpha}{\alpha + |H|^\beta}$$





**Σχ. 7.4:** Κατανομή ιόντων στη στρώση Gouy. (Από Childs, 1969)  
 (—) Μονοσθενή ιόντα  
 (---) Δισθενή ιόντα  
 c : Κατιόντα  
 α : Ανιόντα

## 7.3

### 7.3.1

$$W = W_B + W_p$$

$$\text{όπου } W_B = m \cdot g \cdot z \text{ και } W_p = \frac{m \cdot P}{\rho} = m g H$$



( $P_{atm} = 0$ ).

$$\Phi_m = \frac{W_B + W_P}{m} = g(z + H)$$

$$\Phi_v = \rho g(z + H)$$

$$\Phi_B = z + H = h$$

. To  $h$

7.3.2

$\mu$

DARCY -

$\mu$

$$h = h(\vec{x}) = z + H(\vec{x}),$$

$$\vec{x} =$$

$$(\vec{x})$$

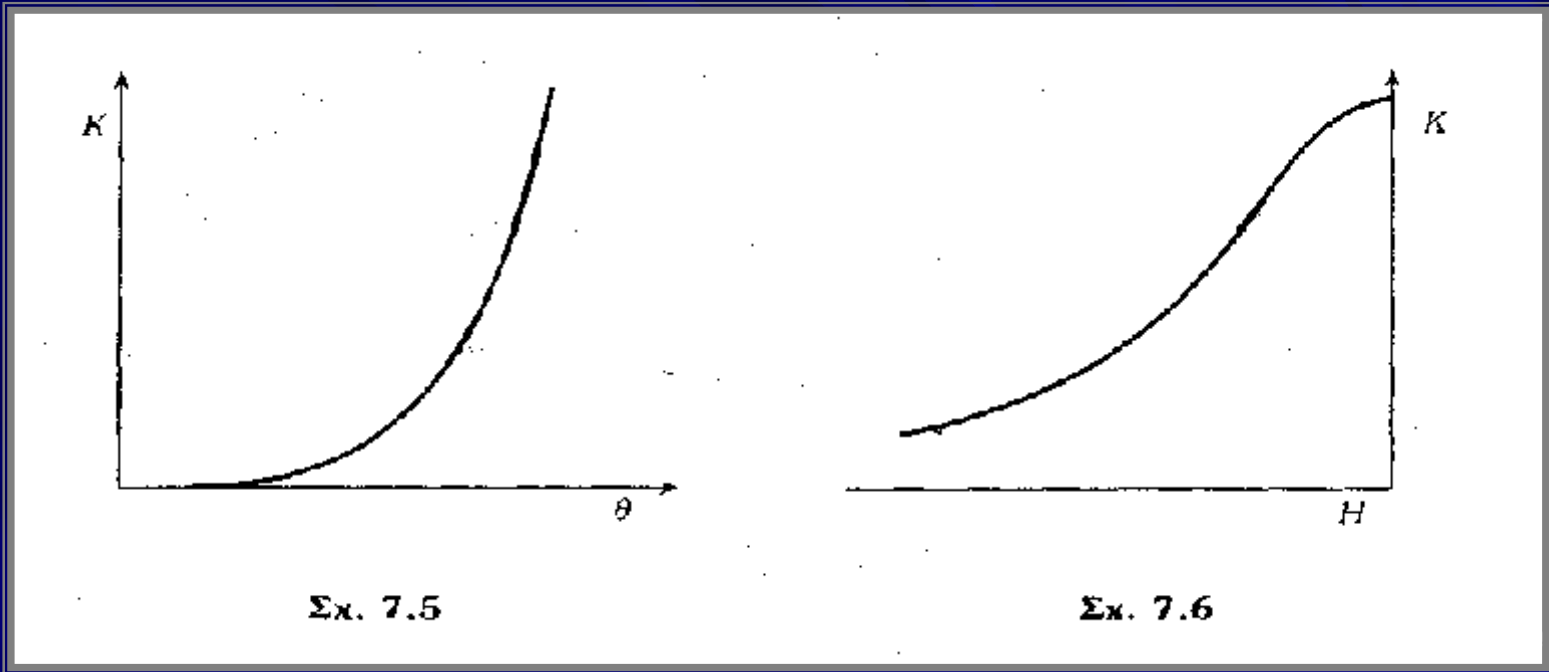
Darcy:

$$\vec{u} = -K \nabla h(\vec{x})$$

Darcy)

(7.6)

(7.5)



Σχ. 7.5

Σχ. 7.6

### 7.3.3 $\mu$

( ) { }

Slichter (1899), Green and Ampt (1911), Kozeny (1927), Fair and Hatch (1933), Carman (1937, 1948)

Slichter,

1899 Kozeny (Scheidegger 1960)

$f$ ,  
:

$$K = \frac{\rho g}{F\mu} \frac{f^3}{(1-f)^2 \alpha_v^2}$$

(7.41)  $\mu$   $F$   $\mu$   $\mu$   $2.0$   $2.5$  (shape factor)  $\mu$  (Childs, 1969, p. 181).

$\mu$

$\mu$

Brutsaert (1967)

Gardner (1960)

Hillel (1980)

$\mu$

( ) ( )

$$K(H) = \frac{\alpha}{|H|^n}$$

, n:

$$H \leq 0,$$

$$K(H) = \frac{A}{B + (-H)^m}$$

, :

$$K(H) = \frac{K_s}{1 + \left(\frac{H}{H_e}\right)^m}$$

$$K(\theta) = \alpha \theta^m$$

a, m:

$$K(\theta) = K_s S_e^m = K_s \left(\frac{\theta}{f}\right)^m$$

$\mu$

$$K = K_s e^{\alpha H}$$

$2 \times 10^{-5} \text{ m}$  (Philip, 1968).  
 $5 \times 10^{-4} \text{ m}$  (Israelsen and Hansen (1962))  
 $1 \times 10^{-4} \text{ m}$  (Bloemen (1980))

$K_s$  (Campbell and Cambell (1982))  
 $H_e$  (Rawls and Brakensiek (1983, 1985, 1988))

$$K_s = 2 \times 10^{-5} \exp[-4 \cdot 26 (m_s + m_c)] \sigma_e \quad (\text{m/s})$$

$m_s$  = (silt)  
 $m_c$  = (clay)

Rawls and Brakensiek (1983, 1985, 1988).

# 7.3.4

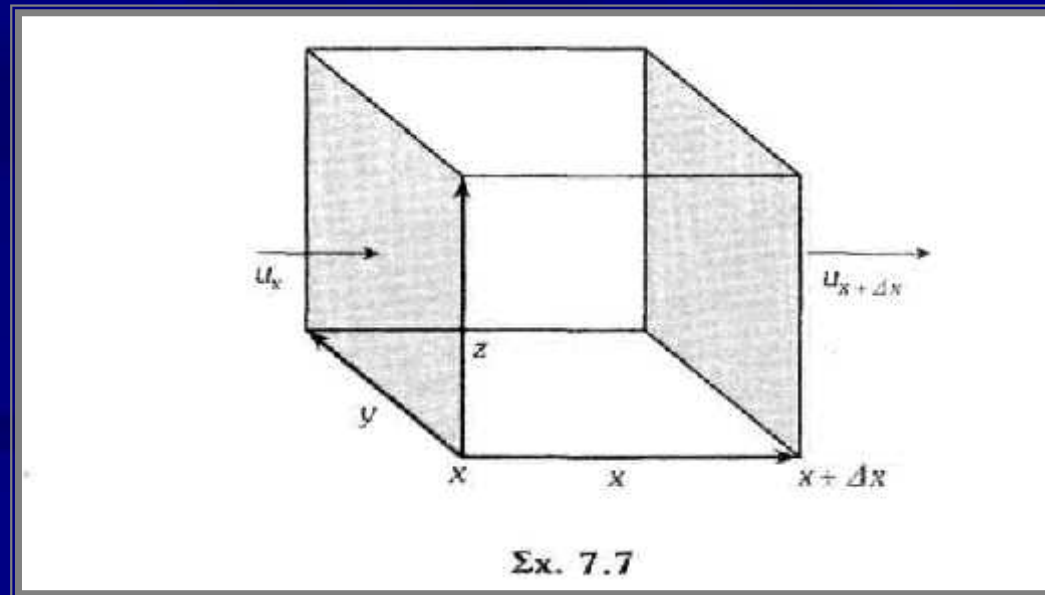
Darcy

$$\mu \left( \frac{\partial u_x}{\partial x} \right) + \dots$$

v. Darcy

$u_x$

+





$$u_{x+\Delta x} = u_x + \Delta u_x \approx u_x + \frac{\partial u_x}{\partial x} \Delta x$$

μ μ μ Qx Qx+ x ( V0 =

$$Q_x^{o\lambda} = Q_x - Q_{x+\Delta x}$$

$$Q_x^{o\lambda} = u_x \Delta y \Delta z - u_{x+\Delta x} \Delta y \Delta z$$

$$\theta = \theta(t) = \frac{V(t)}{\Delta V_0}$$

$$Q_x^{o\lambda} = -\frac{\partial u_x}{\partial x} \Delta V_0$$

$$Q_{o\lambda} = \frac{\partial V}{\partial t} = \Delta V_0 \frac{\partial \theta}{\partial t}$$

$$Q_y^{o\lambda} = -\frac{\partial u_y}{\partial y} \Delta V_0$$

$$Q_{o\lambda} = -\left( \frac{\partial u_x}{\partial x} + \frac{\partial u_y}{\partial y} + \frac{\partial u_z}{\partial z} \right) \Delta V_0 = -(\vec{\nabla} \cdot \vec{u}) \Delta V_0$$

$$(Q = \frac{\partial V}{\partial t}, V = V(t) = 0$$

$$\theta = \theta(t) = \frac{V(t)}{\Delta V_0}$$

$$Q_z^{o\lambda} = -\frac{\partial u_z}{\partial z} \Delta V_0$$

(7.51) (7.52)

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = -\vec{\nabla} \cdot \vec{u} = \vec{\nabla} \cdot (\underline{K} \vec{\nabla} h(\vec{x}))$$

(7.53)  $\mu$  :

$$x : \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( K \frac{\partial H}{\partial x} \right) = \frac{\partial}{\partial x} \left( D \frac{\partial \theta}{\partial x} \right)$$

$$y : \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial y} \left( K \frac{\partial H}{\partial y} \right) = \frac{\partial}{\partial y} \left( D \frac{\partial \theta}{\partial y} \right)$$

$$z : \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left( K \frac{\partial h}{\partial z} \right) = \frac{\partial}{\partial z} \left( K \frac{\partial H}{\partial z} + K \right) =$$

$$= \frac{\partial}{\partial z} \left( D \frac{\partial \theta}{\partial z} \right) + \frac{\partial K}{\partial z}$$

$\mu$

$\mu$

(7.59).

# 7.3.5

(7.53)

$$\left\{ \begin{aligned} s &= \\ \partial\theta/\partial t &= 0 \end{aligned} \right.$$

$\vec{u}$

$$\vec{u} = -K \nabla h,$$

(7.31)

(7.60),

$$\nabla^2 h = 0$$

Laplace.

U-Di)

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = 0$$

$h(x, y, z)$

(Gardner 1960, 1964, Philip 1957)

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = -\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (ru_r)$$

$r =$

(7.63)

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( rD \frac{\partial \theta}{\partial r} \right)$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( rK \frac{\partial h}{\partial r} \right)$$

$$h(r) = A \ln r + c$$

,  $c =$

$$u_r = -K \frac{\partial h}{\partial r} = -D \frac{\partial \theta}{\partial r}$$

$$rK \frac{\partial h}{\partial r} =$$

## 7.3.6

/.

$\mu$  :

$$\frac{\partial \theta(x, t)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( D(\theta) \frac{\partial \theta}{\partial x} \right)$$

$\mu$

(cumulative infiltration),

$\mu$

:

$$i = \int_{\theta_{\text{app}}}^{\theta_s} \phi(\theta) \cdot \sqrt{t} \cdot d\theta = S \sqrt{t}$$

(7.87)

$\mu$

:

$$u_o(t) = \frac{di(t)}{dt} = \frac{1}{2} S / \sqrt{t}$$

(7.88)

(7.87)

$i \mu$

$t$

$S$

Philip,

$\mu$

(sorptivity),

$\mu$

(7.85),

$\mu$

(7.87)

$\mu$

$i$

$$u_o(t),$$

$\mu$

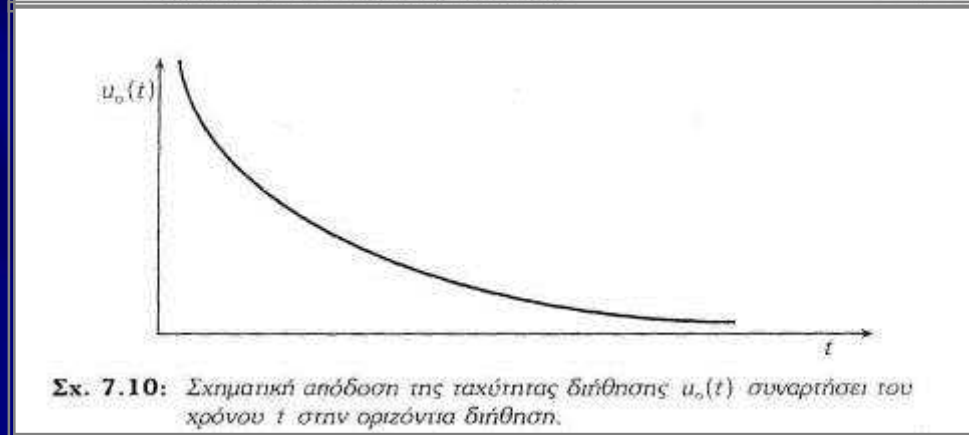
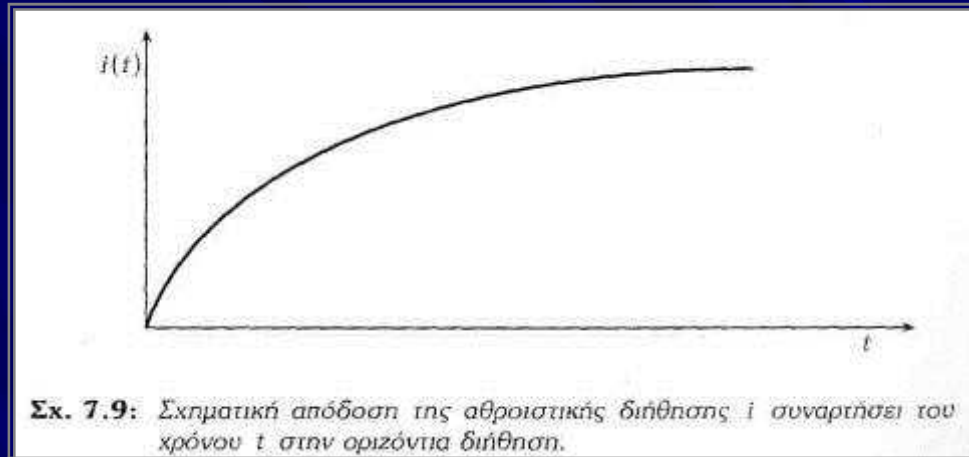
v. Darcy

$x = 0.$

$\mu :$

$$u_o(t) = \frac{di(t)}{dt} = \frac{1}{2} S / \sqrt{t}$$

(7.10). (7.87) (7.88)  $\mu$   $\mu$  (7.9)



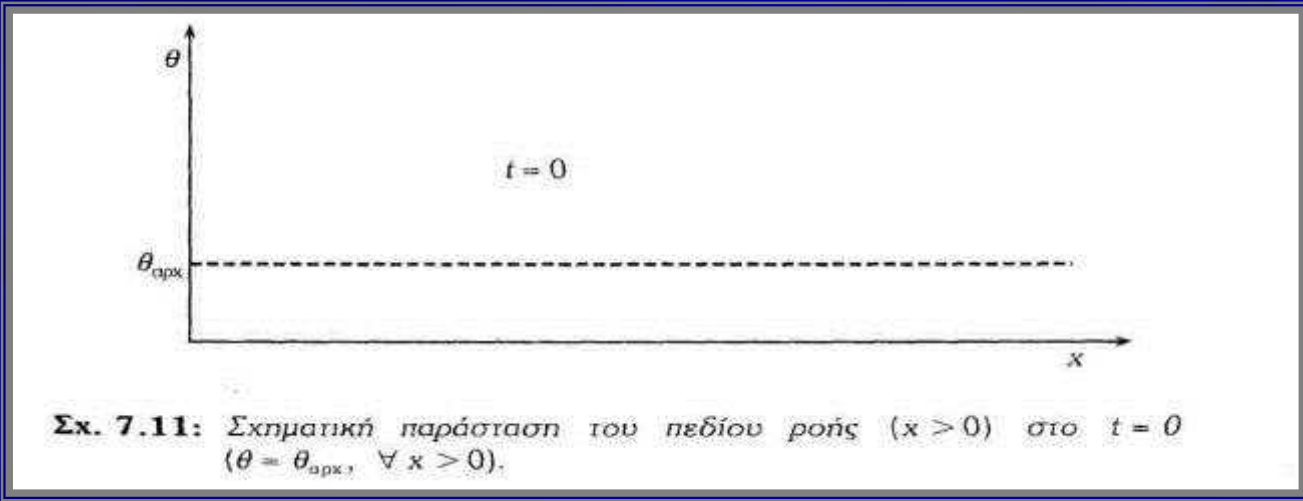
iii.  $\lim_{t \rightarrow \infty} u_0(t) = 0$

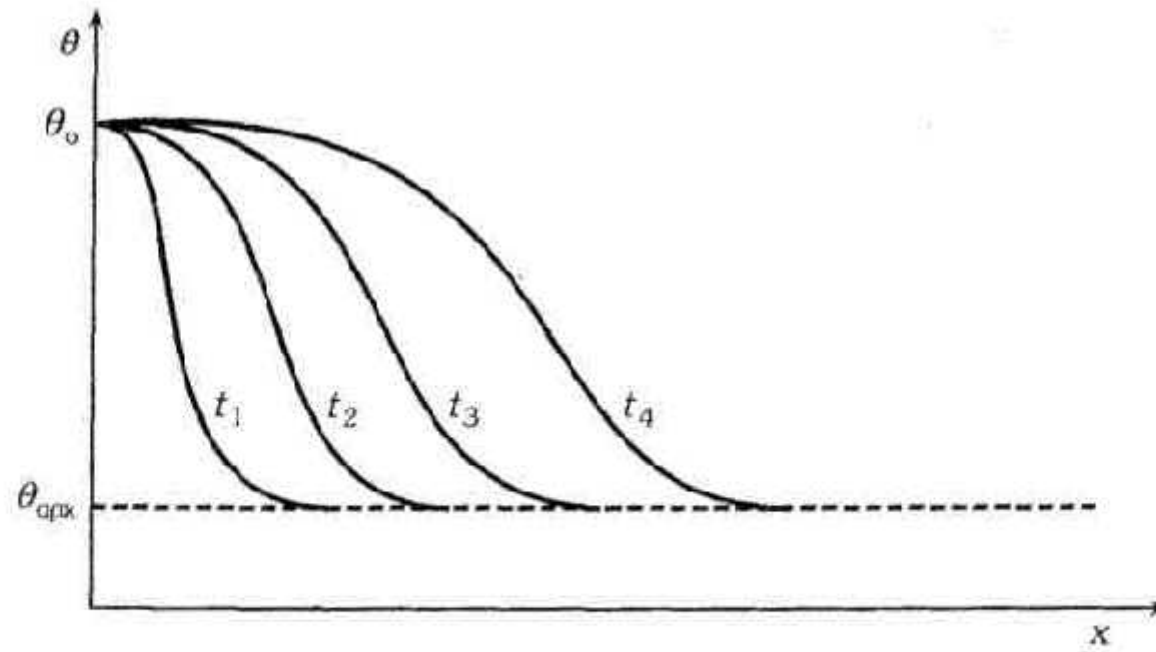
i.  $\lim_{t \rightarrow 0^+} u_0(t) = \infty$

ii.  $\frac{\partial u_0(t)}{\partial t} < 0$

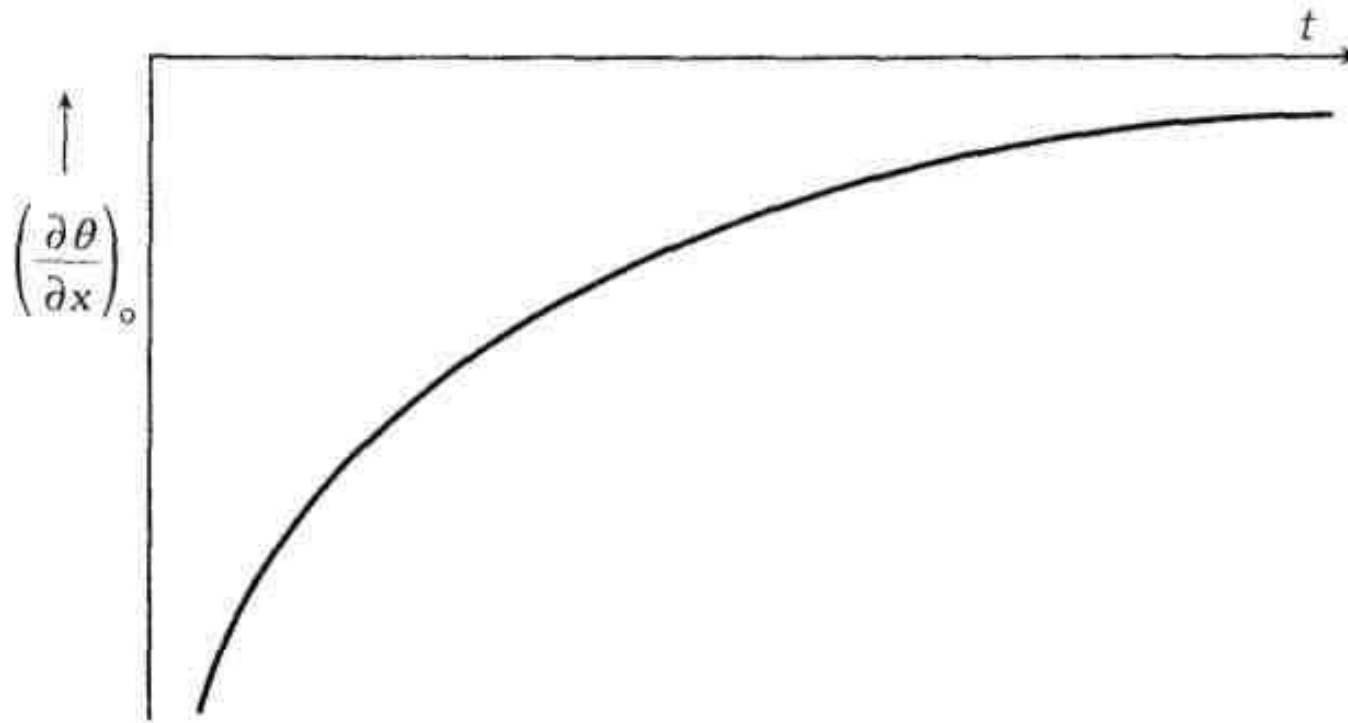


$(7.71)$  Boltzmann,  $(\partial\theta/\partial x)_0$   $(\partial H/\partial x)_0$   
 $(7.11) - (7.14)$ ,  $x = 0$ ,  $x = 0$ .

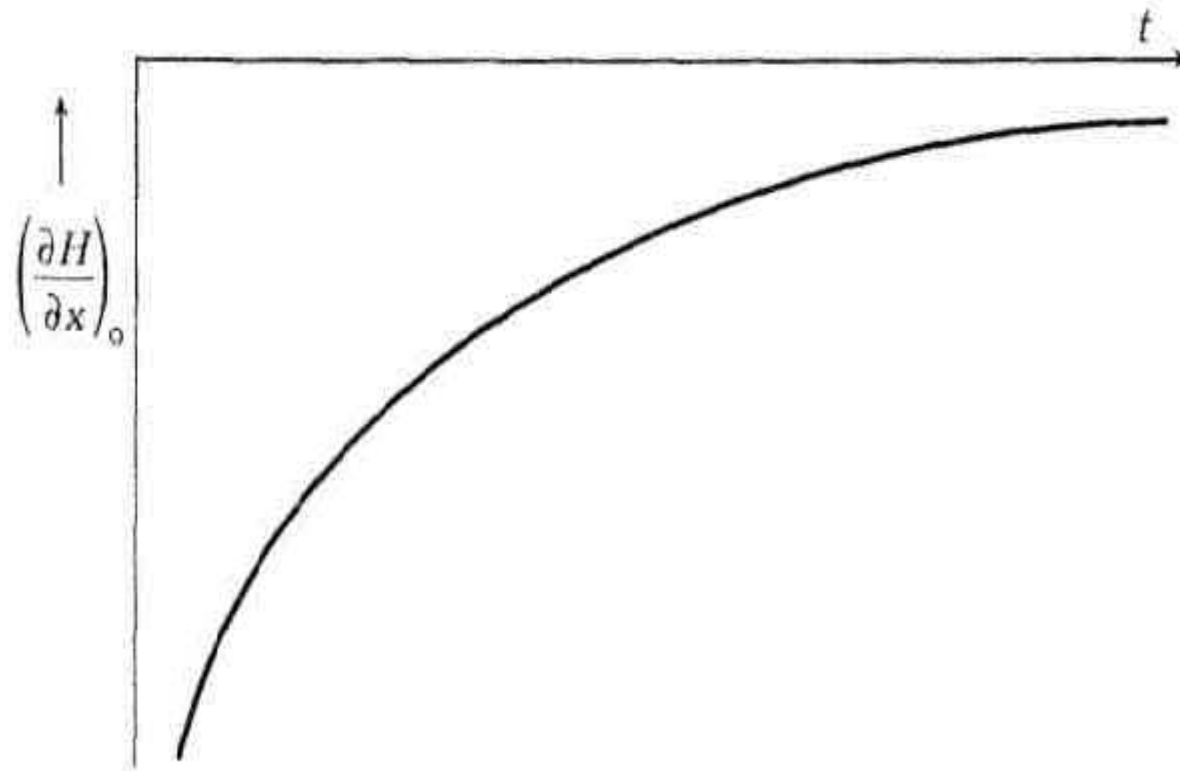




**Σχ. 7.12:** Σχηματική παράσταση των στιγμιότυπων κατατομών υγρασίας  $\theta(x)$  για διάφορους χρόνους  $t_1, t_2, t_3$  κ.ο.κ. μετά την έναρξη της διαβροχής στην οριζόντια διεύθυνση.



**Σχ. 7.13:** Σχηματική παράσταση της εξέλιξης των κλίσεων υγρασίας  $(\partial\theta/\partial x)_0$  στην επιφάνεια της διήθησης με το χρόνο στην οριζόντια διήθηση.



**Σχ. 7.14:** Σχηματική παράσταση της εξέλιξης των κλίσεων του φορτίου πίεσης  $\left(\frac{\partial H}{\partial x}\right)_0$  στην επιφάνεια της διήθησης με το χρόνο στην οριζόντια διήθηση.

$$\frac{\partial \theta(z, t)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left( K(H) \frac{\partial H}{\partial z} + K(H) \right)$$

$$C(H) \frac{\partial H}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left( K(H) \frac{\partial H}{\partial z} + K(H) \right)$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left( D(\theta) \frac{\partial \theta}{\partial z} \right) + \frac{\partial K}{\partial z}$$

(7.97) Richards.

$$t = 0, \quad \theta = \theta_{\text{upx}}, \quad \forall z < 0$$

$$t = 0, \quad H = H_{\text{upx}}, \quad \forall z < 0$$

(  $\mu$  . 1.

$\mu$

).

-

∴

(  $\mu$  ,  $\mu$  )

,

$\mu$  ,  $\mu$  )

$\mu$  .

$\mu$  )

$\mu$  )

)

$\mu$  ,

)

,  $\mu$  ,  $\mu$  )

,  $\mu$  )

$\mu$

$z = 0$

$z \rightarrow -\infty$

2.

$\mu$

$\mu$

$\mu$

)

(  $\mu$  )

∴

∴

$\mu$

$\mu$

(

i.

$$z = 0, \quad \theta = \theta_s \quad (\text{if } H \geq 0), \quad t \geq 0$$

$$z \rightarrow -\infty, \quad \theta = \theta_{upz}, \quad t \geq 0$$

(7.96-7.98) FokkerPlanck (Philip, 1974). Philip (1957),  $dK/dz$  (7.96-7.98)

$$-z(\theta, t) = \varphi(\theta)t^{1/2} + \chi(\theta)t + \psi(\theta)t^{3/2} + \dots$$

$t/2$ . (7.103)

$u_0(t)$ ,  $D\{ \}$ , (1992),  $\mu$ ,  $\mu'$

$u_0(t)$

v. Darcy

$\mu$

$z = 0.$

v. Darcy

$\mu$  :

$$u_o(t) = u(t, z = 0) = - \left[ K(H) \frac{\partial H}{\partial z} + K(H) \right]_{z=0}$$

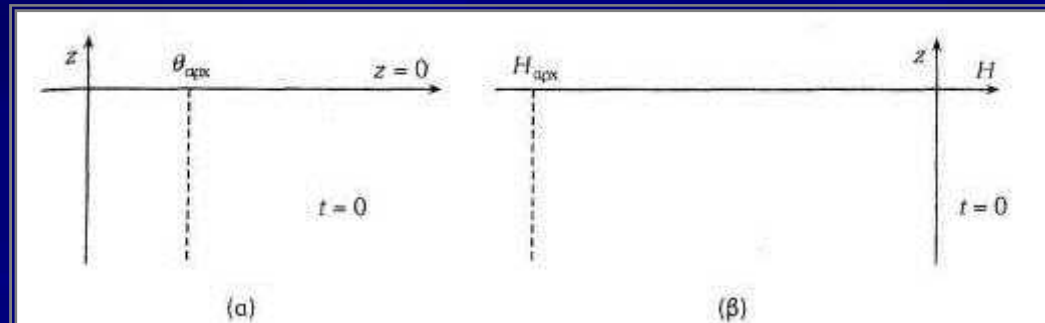
$$u_o(t) = - \left[ D(\theta) \frac{\partial \theta}{\partial z} + K(\theta) \right]_{z=0}$$

$\mu$  (7.19-7.22)

$\mu$

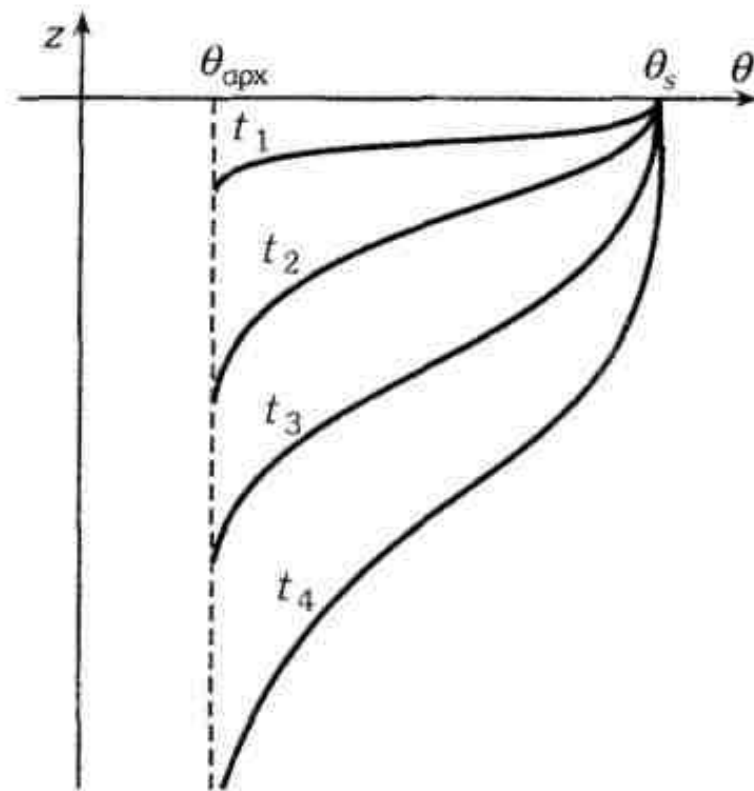
(

)  
 $\mu$

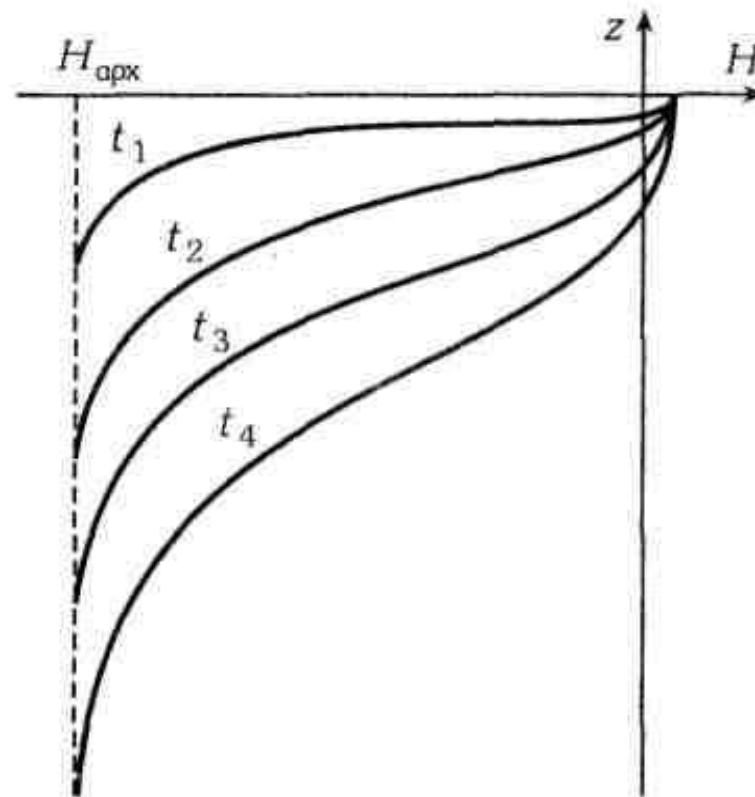


**Σχ. 7.19:** α. Σχηματική παράσταση της αρχικής συνθήκης. (Σ' όλο το βάθος του πορώδους έχουμε ίδια υγρασία  $\theta = \theta_{\alphaρχ}$ ).  
 β. Σχηματική παράσταση της αρχικής συνθήκης. (Σ' όλο το βάθος του πορώδους έχουμε το ίδιο φορτίο πίεσης  $H_{\alphaρχ} = H$  ( $\theta = \theta_{\alphaρχ}$ )).

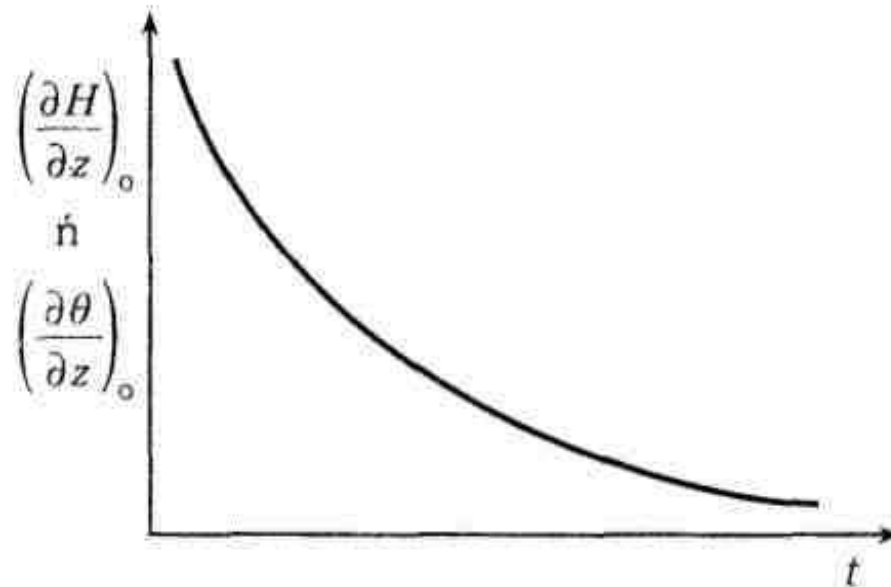




**Σχ. 7.20:** Σχηματική παράσταση των κατατομών υγρασίας για διάφορους χρόνους  $t_1 < t_2 < t_3 < \dots$  στην καιάκλυση.



**Σχ. 7.21:** Σχηματική παράσταση των κατατομών φορτίου πίεσης για διάφορους χρόνους  $t_1 < t_2 < t_3 < \dots$  στην κατάκλιση.



**Σχ. 7.22:** Σχηματική εξέλιξη των κλίσεων  $(\partial H/\partial z)_0$  και  $(\partial \theta/\partial z)_0$  στην επιφάνεια διήθησης, με το χρόνο στην κατάκλυση.

μ

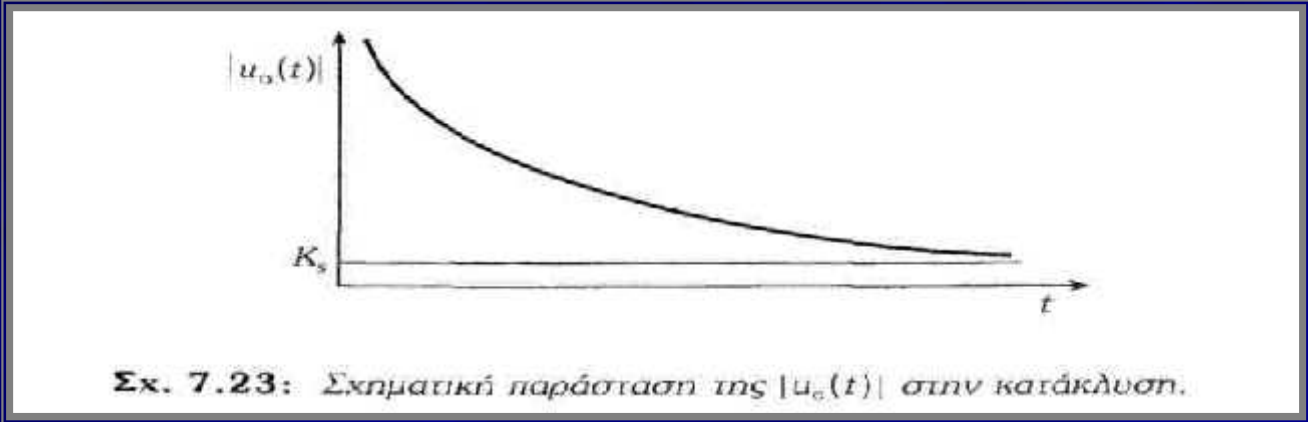
$u_0(t)$   
. 7.23.

μ

μ

(

z).



Σχ. 7.23: Σχηματική παράσταση της  $|u_0(t)|$  στην κατάκλιση.

. 7.23

μ

i.  $\lim_{t \rightarrow 0^+} u_0(t) = \infty$

ii.  $\frac{\partial u_0(t)}{\partial t} < 0$

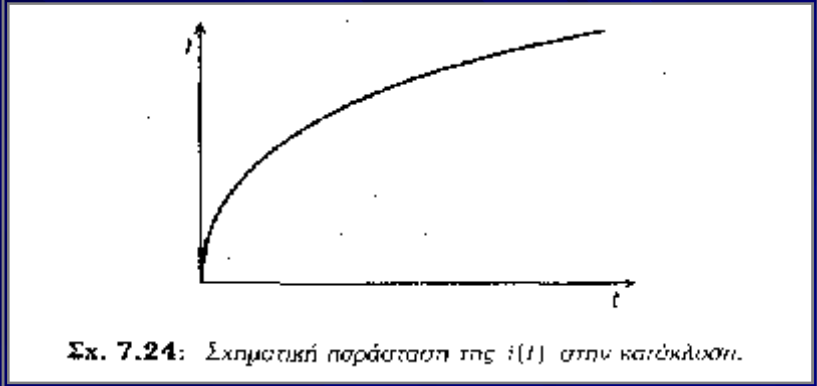
iii.  $\lim_{t \rightarrow \infty} u_0(t) = K_s$

$u_0(t)$

i,

μ

. 7.24.



Σχ. 7.24: Σχηματική παράσταση της  $i(t)$  στην κατάκλιση.

$$(t \rightarrow \infty)$$

$\mu$   $i(t)$   $\mu$   
 7.104 7.105  
 , ,  $\mu$   
 $\mu$   $K_s$   $\mu$  ,  
 , ,  
 $\mu$   $K_s$  ,  
 7.104 7.105  
 , ,  $\mu$   
 $\mu$   $K_s$   $\mu$  ,  
 , .

Green -Ampt:

Dirac (1958),

$D(\theta)$

$$D(\theta) = \lambda \delta(\theta - \theta_s)$$

$$\theta = \theta_s$$

(Philip, 1969)

Green and Ampt (1911).

$$u_o(t) = -K_s \left( 1 + \frac{H_o - H_f}{\ell(t)} \right)$$

$$H_f$$

$$\ell(t) =$$

$t$

$$i(t) = \ell(t) (\theta_s - \theta_{apx})$$

(7.110)

$$\frac{di}{dt} = -K_s \left( 1 + \frac{(H_o - H_i)(\theta_s - \theta_{\text{apx}})}{i} \right)$$

$i(t)$

$$K_s \cdot t = i - c \ln \left( 1 + \frac{i}{c} \right)$$

$$c = (H_o - H_i)(\theta_s - \theta_{\text{apx}})$$

. 7.25

(7.110)

Ampt

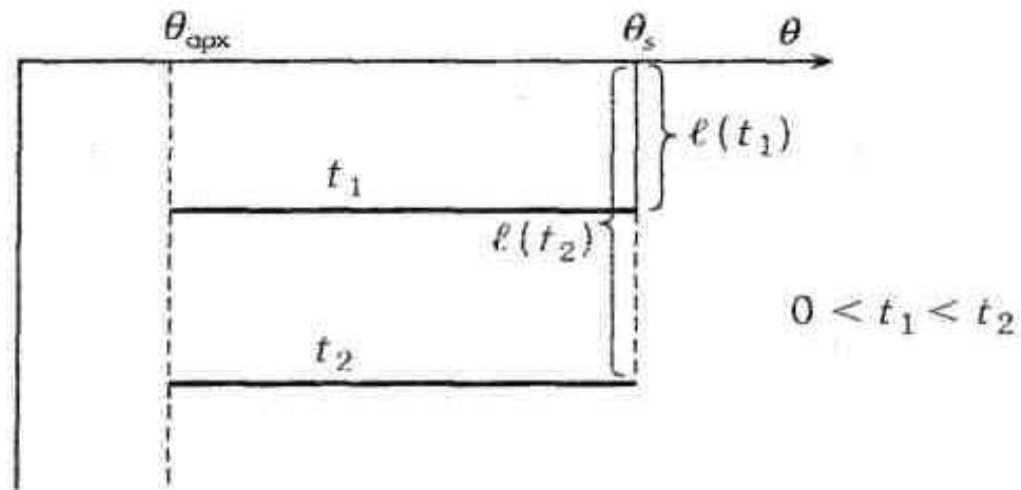
$\mu$

Green-Ampt.

$\mu$

$\mu$

Green-



**Σχ. 7.25:** Σχηματική παράσταση προέλασης του μετώπου διαβροχής στο μοντέλο των *Green - Ampt*.



**Πίν. 7.2:** Παράμετροι εφαρμογής του μοντέλου διήθησης Green-Ampt για διάφορες κατηγορίες εδαφών (Rawls et al., 1983)

Τύπος Εδάφους	$\theta_s$ (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	$\theta_s - \theta_{αερ}$ (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	$-H_f$ (cm)	$K_s$ (cm/h)
Άμμος (Sand)	0.437 (0.374 - 0.500)	0.417 (0.354 - 0.480)	4.95 (0.97 - 25.36)	11.78
Πηλώδης άμμος (Loamy sand)	0.437 (0.363 - 0.506)	0.401 (0.329 - 0.473)	6.13 (1.35 - 27.94)	2.99
Αμμώδης πηλός (Sandy loam)	0.453 (0.351 - 0.555)	0.412 (0.283 - 0.541)	11.01 (2.67 - 45.47)	1.09
Πηλός (Loam)	0.463 (0.375 - 0.551)	0.434 (0.334 - 0.534)	8.89 (1.33 - 59.38)	0.34
Ίλυο - πηλός (Silt loam)	0.501 (0.420 - 0.582)	0.486 (0.394 - 0.578)	16.68 (2.92 - 95.39)	0.65
Άμμο - αργιλώδης πηλός (Sandy clay loam)	0.398 (0.332 - 0.464)	0.330 (0.235 - 0.425)	21.85 (4.42 - 108.0)	0.15
Αργιλώδης πηλός (Clay loam)	0.464 (0.409 - 0.519)	0.309 (0.279 - 0.501)	20.88 (4.79 - 91.10)	0.10
Ίλυο - αργιλώδης πηλός (Silty clay loam)	0.471 (0.418 - 0.524)	0.432 (0.347 - 0.517)	27.30 (5.67 - 131.50)	0.10
Αμμώδης άργιλος (Sandy clay)	0.430 (0.370 - 0.490)	0.321 (0.207 - 0.435)	23.90 (4.08 - 140.2)	0.06
Ίλυώδης άργιλος (Silty clay)	0.479 (0.425 - 0.533)	0.423 (0.334 - 0.512)	29.22 (6.13 - 139.4)	0.05
Άργιλος (Clay)	0.475 (0.427 - 0.523)	0.385 (0.269 - 0.501)	31.63 (6.39 - 156.5)	0.03

ii.

( )  $q > K_s$ .

$z = 0, \theta_o(t) = \theta_o(q, t), u_o = q (> K_s), 0 < t < T$
$z = 0, \theta_o = \theta_s, (H_o = 0), u_o = q, t = T$
$z = 0, \theta_o = \theta_s, (H_o = 0), u_o(t) < q, t > T$

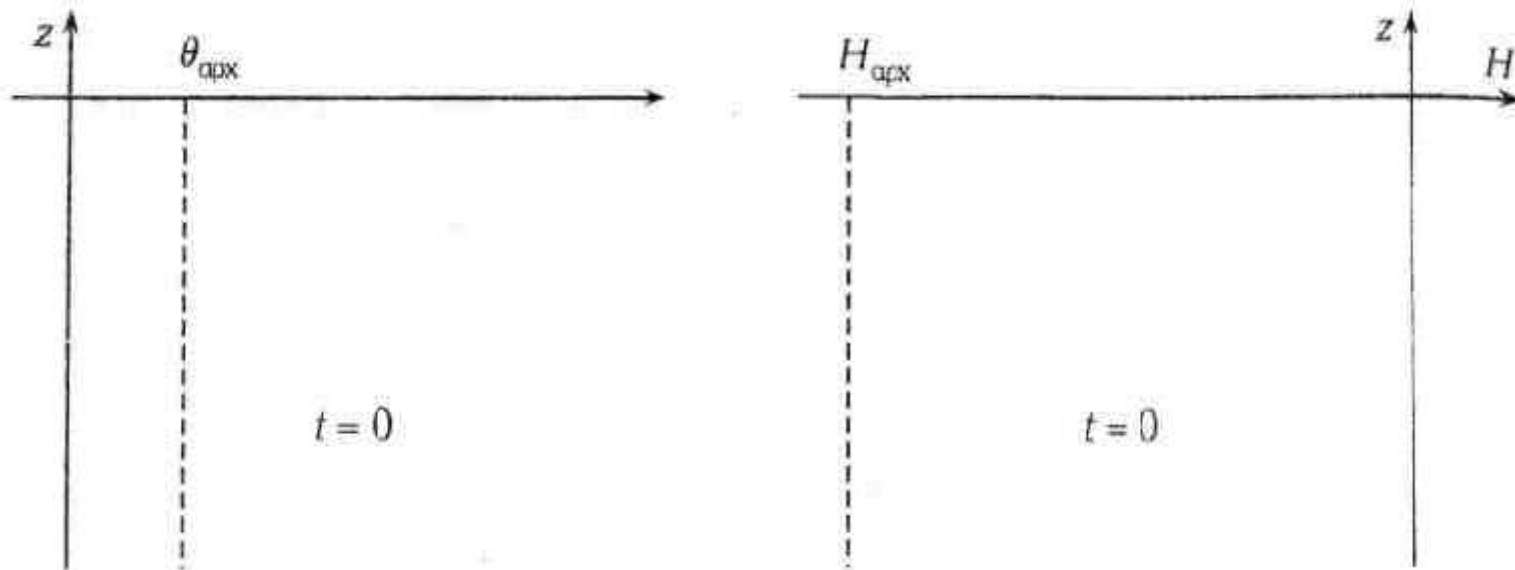
$q =$  ( )  
 $=$  (z = 0)  
 $\mu$  , 5  $\mu$

( )  $q \leq K_s$ .

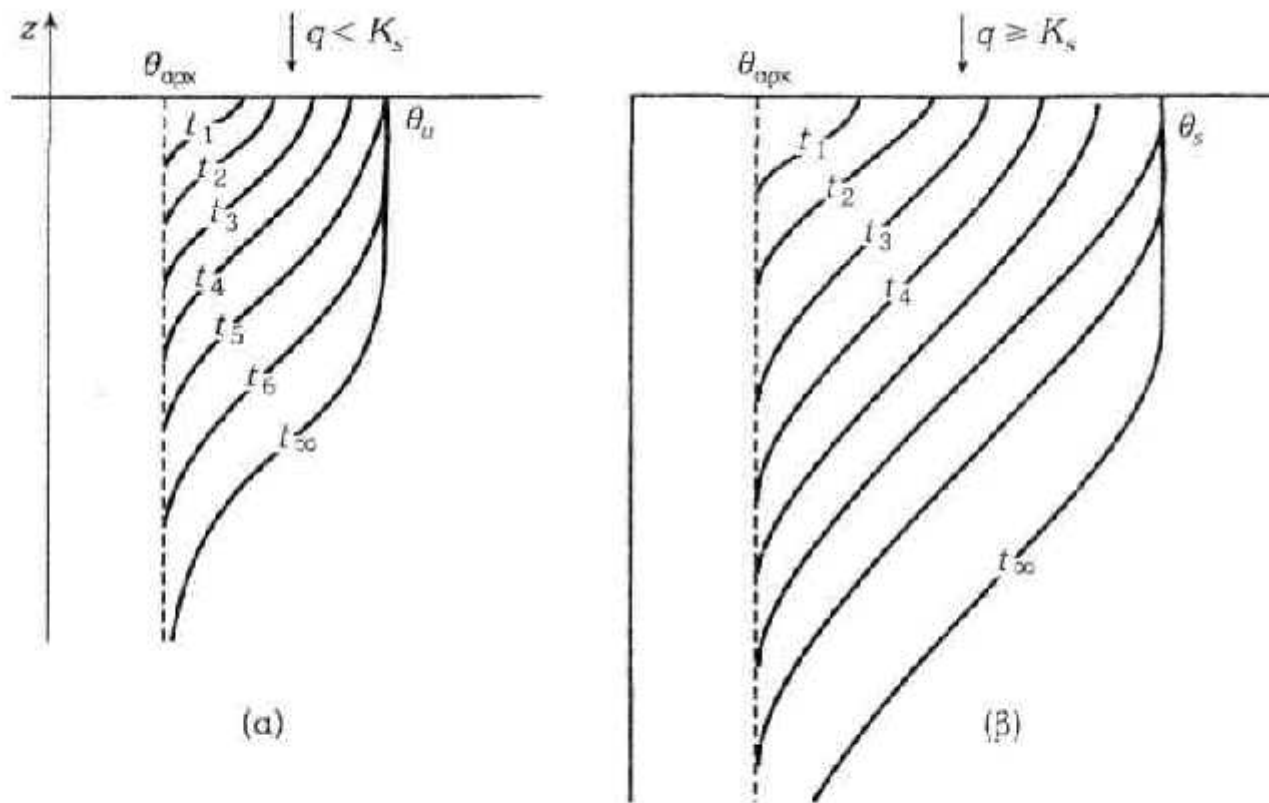
$$\theta_o = \theta_{o, \infty}(t) = \theta_o(q) = \theta_o(K_o = q)$$

$$K(\theta_o) = q.$$

7.26 - 7.30



**Σχ. 7.26:** Σχηματική παράσταση της αρχικής συνθήκης (πριν την έναρξη της διαβροχής).



**Σχ. 7.27:** Σχηματική παράσταση της εξέλιξης των κατατομών υγρασίας με το χρόνο στην κατακόρυφη διήθηση με σταθερή ταχύτητα βροχόπτωσης  $q$  όταν (α)  $q < K_s$ , και (β)  $q \geq K_s$ .

. 7.26

(i)  $q < K_s,$

7.28,

$o(t)$

$$\theta_u = \lim_{t \rightarrow \text{πολύ μεγάλο}} \theta_o(t) = \theta_o(q)$$

$$\theta_o(q) = \theta(K_o = q).$$

( )

$$\theta_o(t)$$

$$q \geq K_s,$$

s

$q > K_s,$

. 7.28

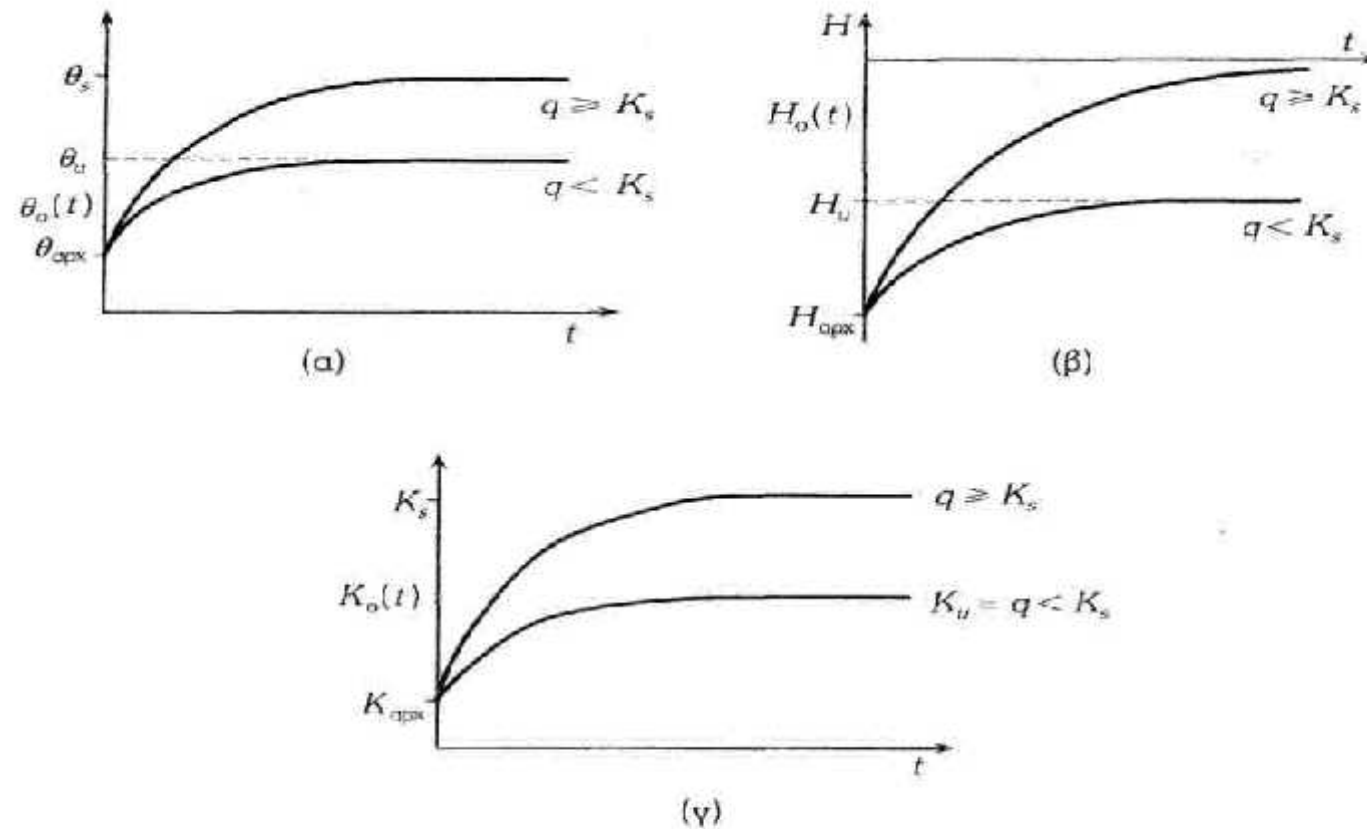
$o_o(t),$

$H0(t)$

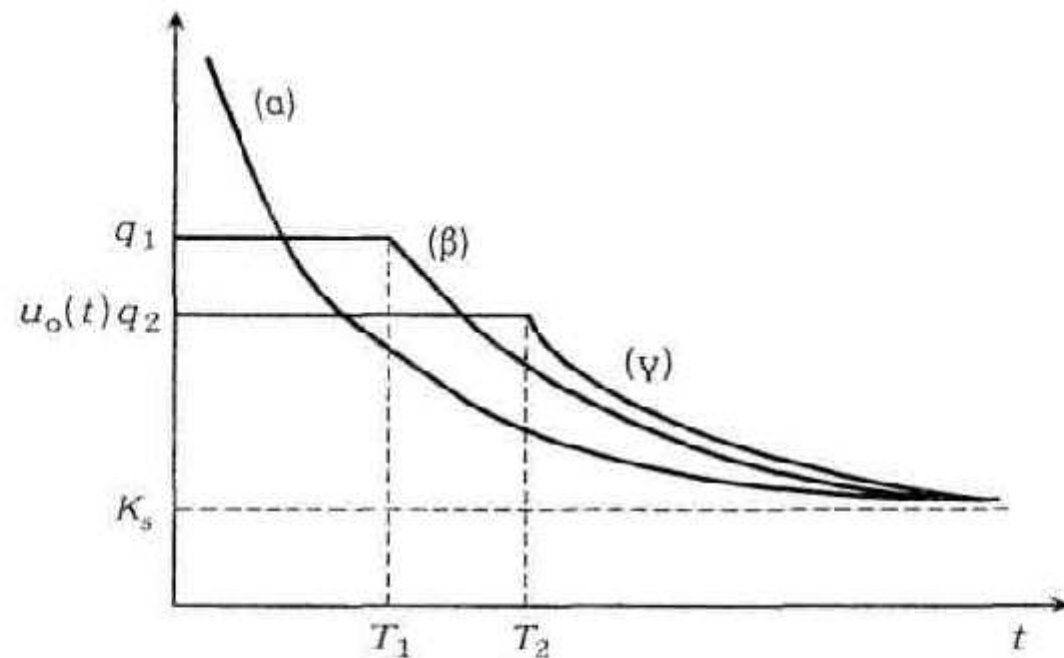
$K0(t)$   
. 7.29

. 7.30  
 $= K_s, ( ) q < K_s.$

$q1 > q2 > K_s,$   
( )  $q > K_s, ( ) q$

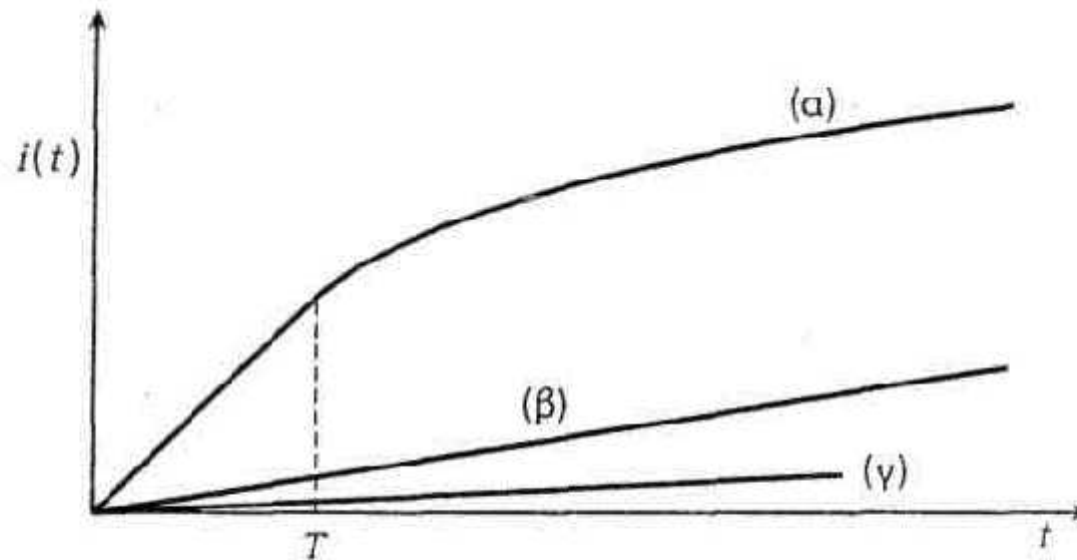


**Σχ. 7.28:** Σχηματική παράσταση της χρονικής εξέλιξης των χαρακτηριστικών επιφανείας (δηλαδή υγρασίας  $\theta_o(t)$ , φορτίου πίεσης  $H_o(t)$  και υδραυλικής αγωγιμότητας  $K_o(t)$ ) στη κατακόρυφη διάθεση με σταθερή ταχύτητα βροχόπτωσης εντάσεως  $q$ .



**Σχ. 7.29:** Σχηματική παράσταση της χρονικής εξέλιξης της ταχύτητας διήθησης  $u_o(t)$ , στην κατάκλυση (α) και στην τεχνητή βροχή για δύο σταθερές ταχύτητες βροχόπτωσης  $q_1$  και  $q_2$  (καμπύλες (β) και (γ) αντίστοιχα,  $q_1 > q_2 > K_s$ ).  
Σημείωση. Φαίνονται οι χρόνοι  $T_1$  και  $T_2$  έναρξης της επιφανειακής απορροής.





**Σχ. 7.30:** Σχηματική παράσταση της χρονικής εξέλιξης της αθροιστικής διήθησης  $i(t)$  στην περίπτωση της κατακόρυφης διήθησης με σταθερή ταχύτητα βροχόπτωσης. (α)  $q > K_s$ , (β)  $q = K_s$ , (γ)  $q < K_s$ . Σημείωση. Για  $t > T$  στην (α) περίπτωση έχουμε επιφανειακή απορροή.



### 7.3.7 $\mu$

,  $i$ , (  
 $\mu$  )

$\mu$

$\mu$

$\mu$

$\mu$

,

,

$\mu$

$\mu$

$\mu$

,

$\mu$

$i - t$

$\mu$

$\mu$

.

i. **Kostiakov (1932)**

$$i = \kappa t^\alpha$$

$\mu = 1/2$   $\mu < 1$   $k = S$   $(7.129)$   $(t \rightarrow 0)$

$$i = S t^{1/2}$$

$$u_0 = K_s$$

$$u_0(t) = di/dt$$

(7.129)

$$K_s = 1 = K_s$$

Kostiakov

Kostiakov

Kostiakov

$$t_k = (K_s / \dots)^{-1/1-}$$

ii. Philip (1957) Philip

$$i = St^{1/2} + A \cdot t$$

$$S = \left( \right)$$

(Youngs 1968, Philip 1969, p. 275, 284).

$$(7.131) \mu$$

$$= 5. \mu$$

$$\frac{K_s}{3} \leq A \leq \frac{2}{3} K_s$$

iii. Horton (1940)

Horton (1940)

$i, uf$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} uf = K_s.$$

$$\mu$$

$$\mu$$

Eagleson (1970)

Raudkivi (1979)

Horton  
Richards (7.96)

$$\mu$$

$$D$$

$$(7.97)$$

$$= (z,t) \mu$$

$$\mu \mu$$

$$(7.132) \mu$$

$$i = u_i \cdot t + \frac{1}{\beta} (u_i - u_f) (1 - e^{-\beta t})$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = D \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2}$$

$$D(\partial\theta/\partial z)_o.$$

iv

### Green -Ampt (1911)

Green and Ampt (1911)

$$c = (H_o - H_l) (\theta_s - \theta_a) \quad (7.134)$$

$$K_s \cdot t = i - c \ln \left( 1 + \frac{i}{c} \right)$$

1973, Parlange 1975). ( $H_0$ )  
=

: Ghosh (1980), Parlange et al. (1982), Yu-Si Fok (1986), Poulouvassilis et al. (1988)

Horton Green -Ampt. (Green -Ampt Philip,  
( $T, t_o, u_o(t), i(t)$  για  $t > T$ )