



μ μ

&

&

μμ



12 :

μμ



12 :

μμ

12.1

μμ

μ

μ

μ
μμ
μ

μ

μ μ

(. .) .

μ ,

μ ,

μ

μ

μμ

μ

μμ

μ

μμ

μ

μμ

μ

μμ

μ

μ μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μμ

μ

μ

μ

μ

μ

μμ

μ

)

μ

μ

μ

μμ

μ

μμ

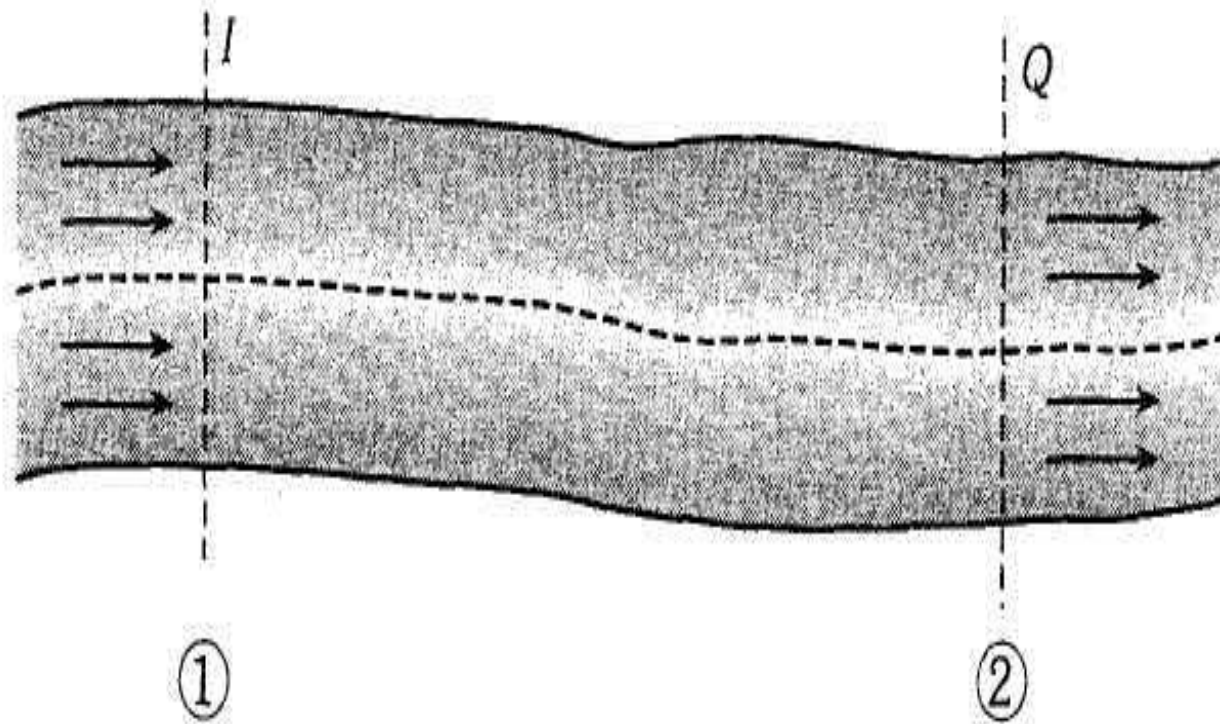
)

μ μ

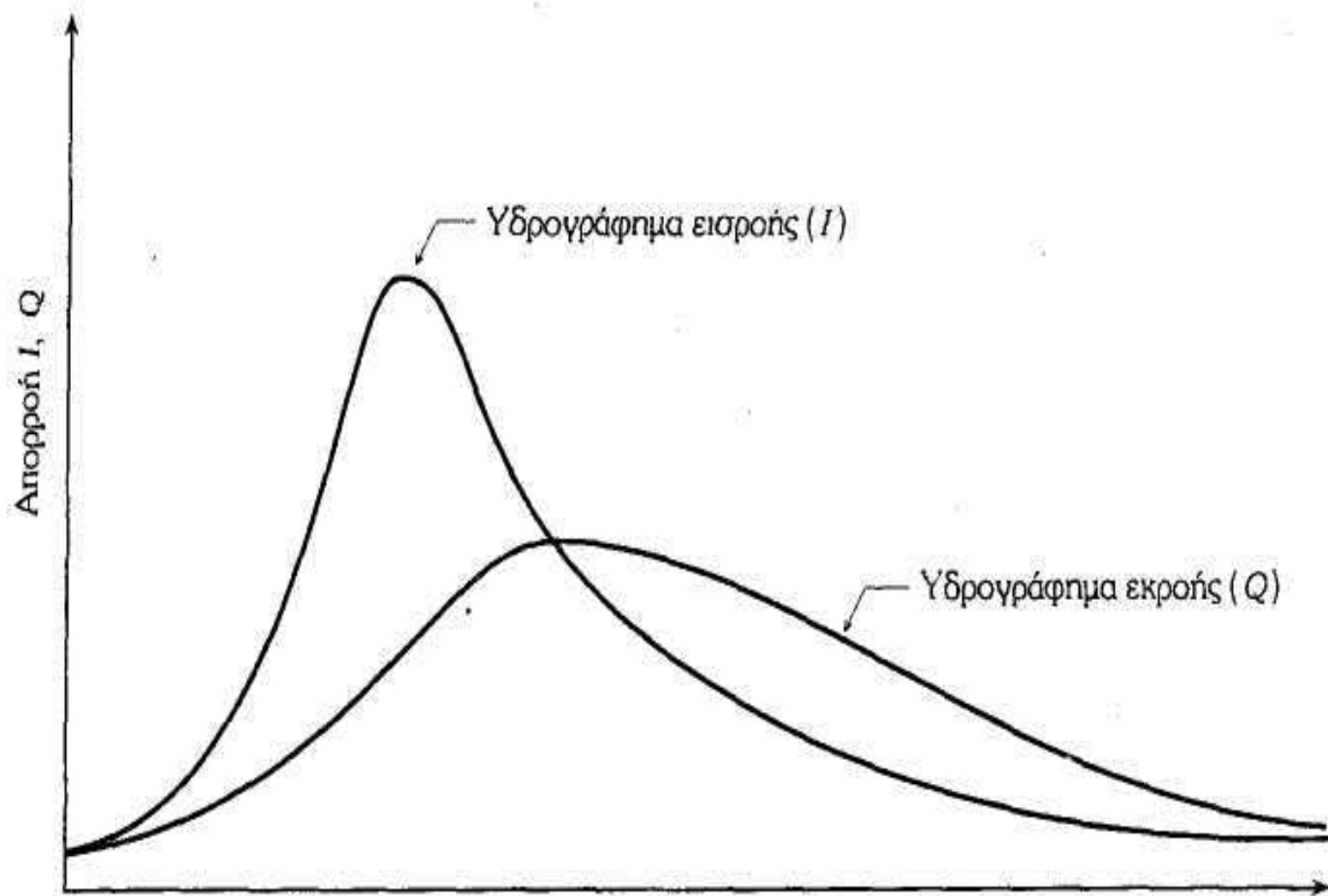
μ

μ μ

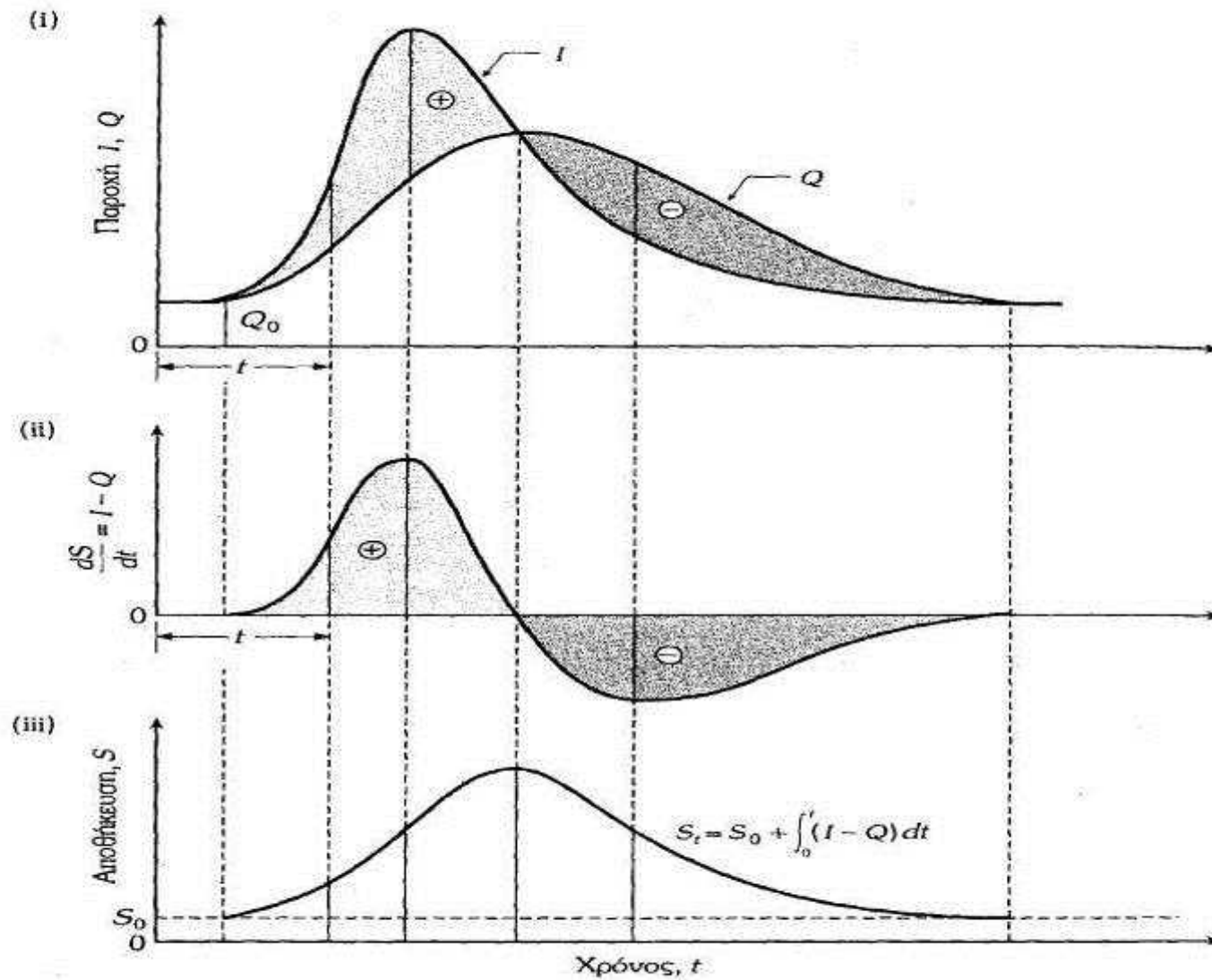
μ



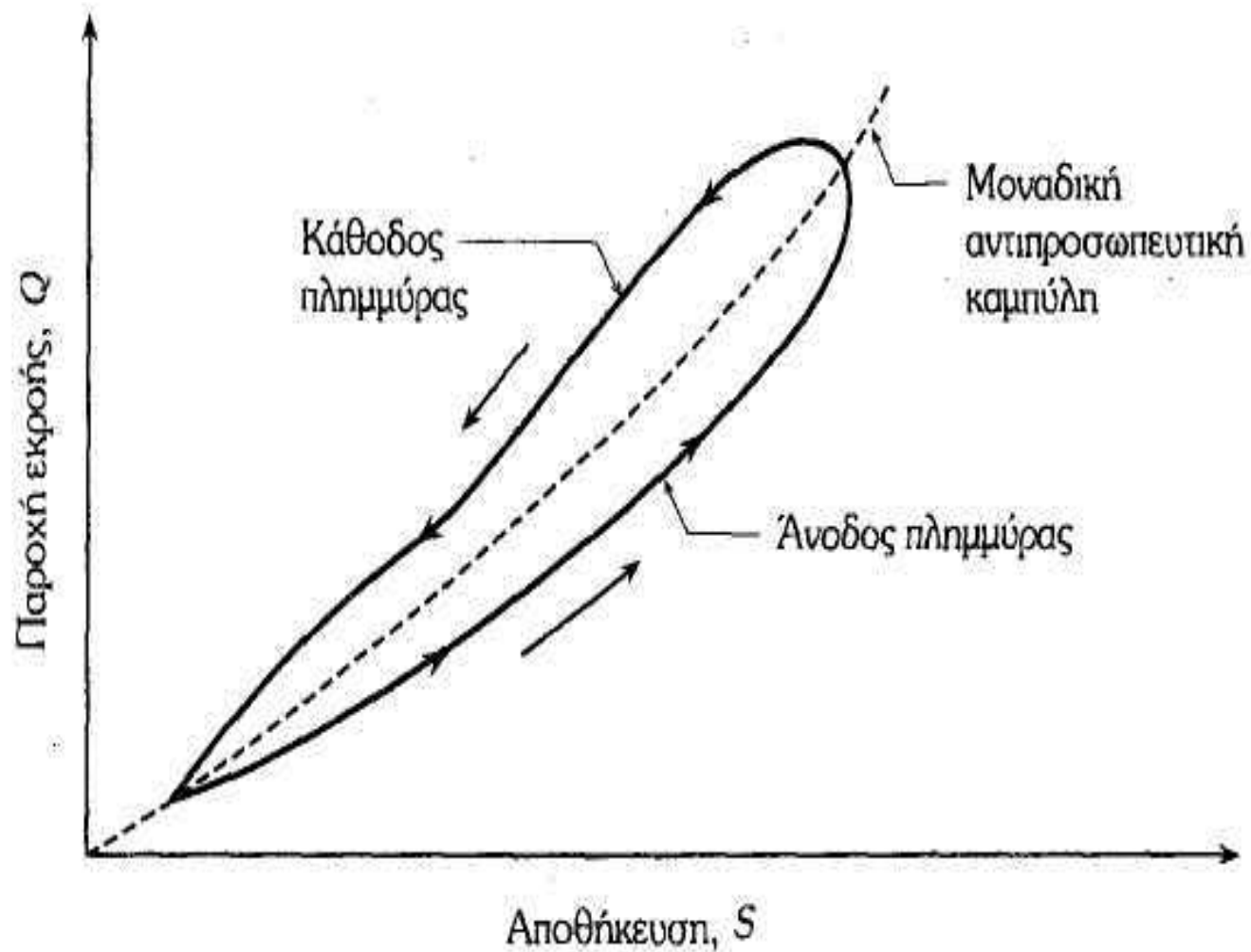
Σχ. 12.1: Διόδευση διαμέσου του τμήματος ποταμού από τη θέση 1 στη θέση 2.



Σχ. 12.2: Ο μετασχηματισμός του υδρογραφήματος εισροής σε υδρογράφημα εκροής λόγω της διόδευσης.



Σχ. 12.3: Η μεταβολή της αποθήκευσης σε υδροφορέα κατά τη διέλευση μιας πλημμύρας.



Σχ. 12.4: Η παροχή εκροής ως συνάρτηση της αποθήκευσης.

12.3

...
)
...
)
...
(Saint Venant).
...
)

$$S_2 - S_1 = \Delta t \left[\frac{I_1 + I_2}{2} - \frac{Q_1 + Q_2}{2} \right] \quad (12.2)$$

$$S_{i+1} - S_i = \Delta t \left[\frac{I_i + I_{i+1}}{2} - \frac{Q_i + Q_{i+1}}{2} \right]$$

$$S_2 - S_1 = K [x(I_2 - I_1) + (1 - x)(Q_2 - Q_1)]$$

$$S_{i+1} - S_i = K [x(I_{i+1} - I_i) + (1 - x)(Q_{i+1} - Q_i)]$$

$$Q_{i+1} = C_0 I_{i+1} + C_1 I_i + C_2 Q_i$$

όπου:

$$C_0 = \frac{-Kx + 0.5\Delta t}{K - Kx + 0.5\Delta t}$$

$$C_1 = \frac{Kx + 0.5\Delta t}{K - Kx + 0.5\Delta t}$$

$$C_2 = \frac{K - Kx - 0.5\Delta t}{K - Kx + 0.5\Delta t}$$

και

$$C_0 + C_1 + C_2 = 1$$

μ

μ :

Froude

0,5.

12.5

2 (1-x)

μ

μ

x.

Muskingum

μ

12.3

12.4:

$$K = \frac{\Delta t \left[\frac{I_i + I_{i+1}}{2} - \frac{Q_i + Q_{i+1}}{2} \right]}{x(I_{i+1} - I_i) + (1-x)(Q_{i+1} - Q_i)}$$

$x \left(\frac{I_i + I_{i+1}}{2} - \frac{Q_i + Q_{i+1}}{2} \right)$

12.3iii):

$$S_t = S_0 + \int_0^t (I - Q) dt$$

n

$$S_t = S_0 + \sum_{i=1}^N (I - Q) \Delta t$$

t (hr),

$[xI + (1 - x)Q]$, S .

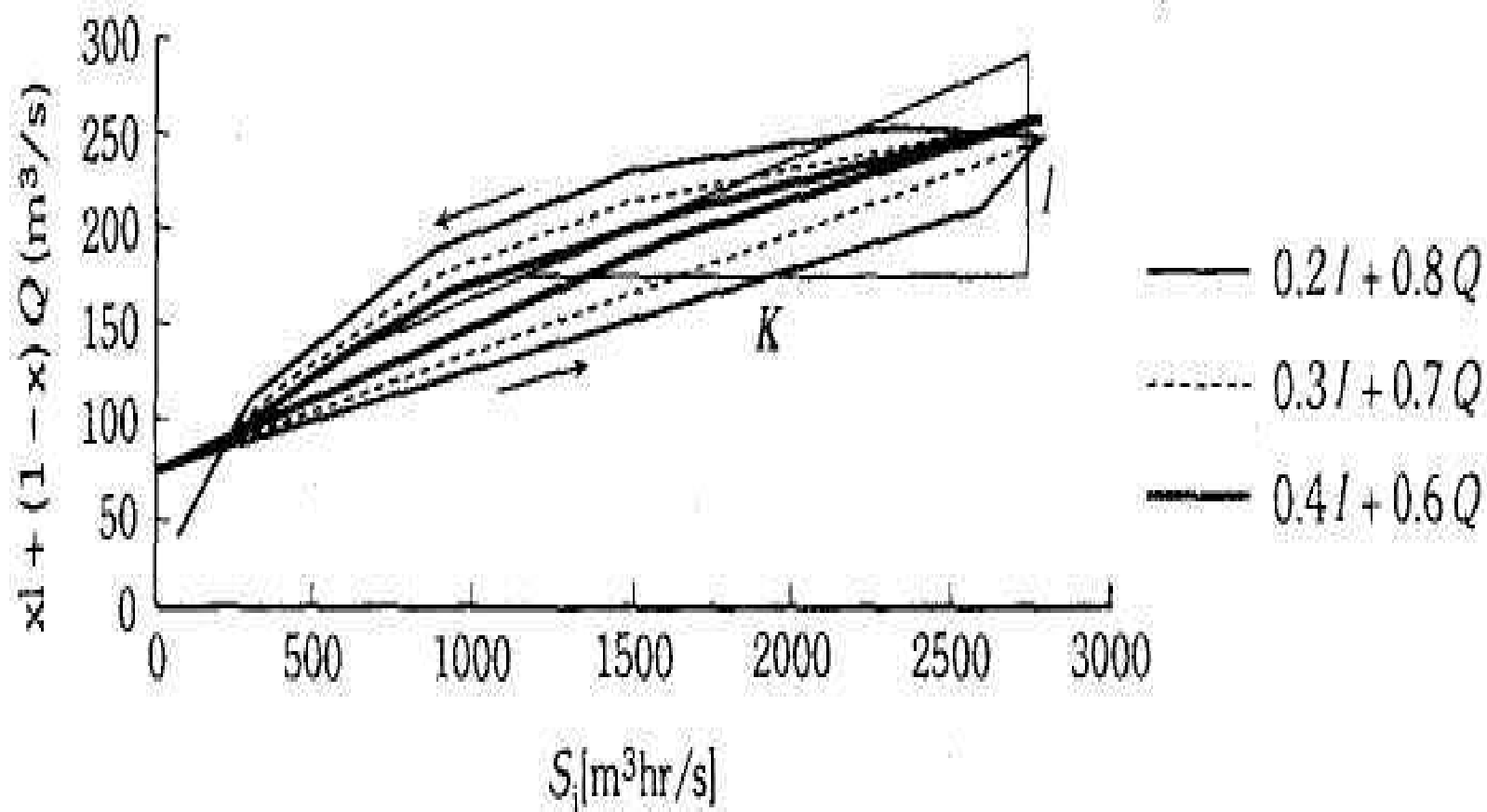
1: $t = 1, 2, 3, \dots, 6$ hr,

(1) , (2) , (3) , (4) , (5) , (6) , (7) , (8) , (9) , (10) , (11) , (12) , (13) , (14) , (15) , (16) , (17) , (18) , (19) , (20) , (21) , (22) , (23) , (24) , (25) , (26) , (27) , (28) , (29) , (30) , (31) , (32) , (33) , (34) , (35) , (36) , (37) , (38) , (39) , (40) , (41) , (42) , (43) , (44) , (45) , (46) , (47) , (48) , (49) , (50) , (51) , (52) , (53) , (54) , (55) , (56) , (57) , (58) , (59) , (60) , (61) , (62) , (63) , (64) , (65) , (66) , (67) , (68) , (69) , (70) , (71) , (72) , (73) , (74) , (75) , (76) , (77) , (78) , (79) , (80) , (81) , (82) , (83) , (84) , (85) , (86) , (87) , (88) , (89) , (90) , (91) , (92) , (93) , (94) , (95) , (96) , (97) , (98) , (99) , (100) .

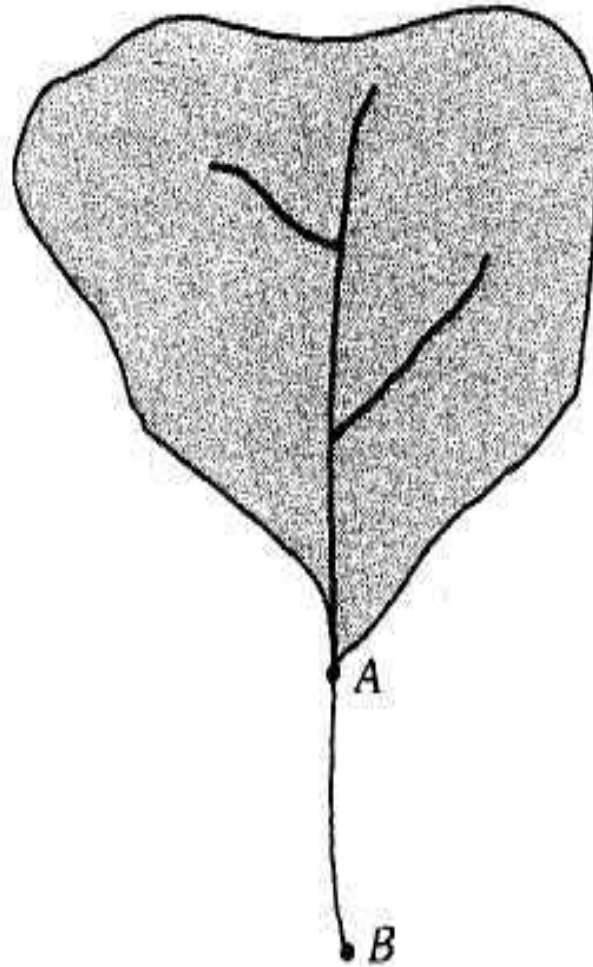
μ $S ($ $-Q ($ $4)$ $12.7 .$
 $6,7$ 8 $5),$ μ $,$
 $[x/(1-x) \cdot Q],$ μ $= 0,2, 0,3$ $0,4,$
 μ 12.5 μ μ $= 0,4.$ μ
 μ $,$ $\mu :$

$$K = (2790 - 1230) / (300 - 170) = 12 \text{ hr}$$

$t(\text{hr})$	$I(\text{m}^3/\text{s})$	$Q(\text{m}^3/\text{s})$	$I - Q(\text{m}^3/\text{s})$	$S_t(\text{m}^3 \text{ hr}/\text{s})$	$0.2I + 0.8Q$	$0.2I + 0.8Q$	$0.4I + 0.6Q$
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
0	70.4	70.4	0	0	70.4	70.4	70.4
6	112	72	40	240	80	84	88
12	329.6	108.8	220.8	1564.8	152.96	175.04	197.12
18	348.8	176	172.8	2601.6	210.56	227.84	245.12
24	275.2	240	35.2	2812.8	247.04	250.56	254.08
30	188.8	272	-83.2	2313.6	255.36	247.04	238.72
36	124.8	256	-131.2	1526.4	229.76	216.64	203.52
42	89.6	204.8	-115.2	835.2	181.76	170.24	158.72
48	70.4	140.8	-70.4	412.8	126.72	119.68	112.64
54	64	96	-32	220.8	89.6	86.4	83.2
60	60.8	70.4	-9.6	163.2	68.48	67.52	66.56
66	57.6	64	-6.4	124.8	62.72	62.08	61.44
72	51.2	54.4	-3.2	105.6	53.76	53.44	53.12
78	44.8	48	-3.2	86.4	47.36	47.04	46.72
84	38.4	41.6	-3.2	67.2	40.96	40.64	40.32

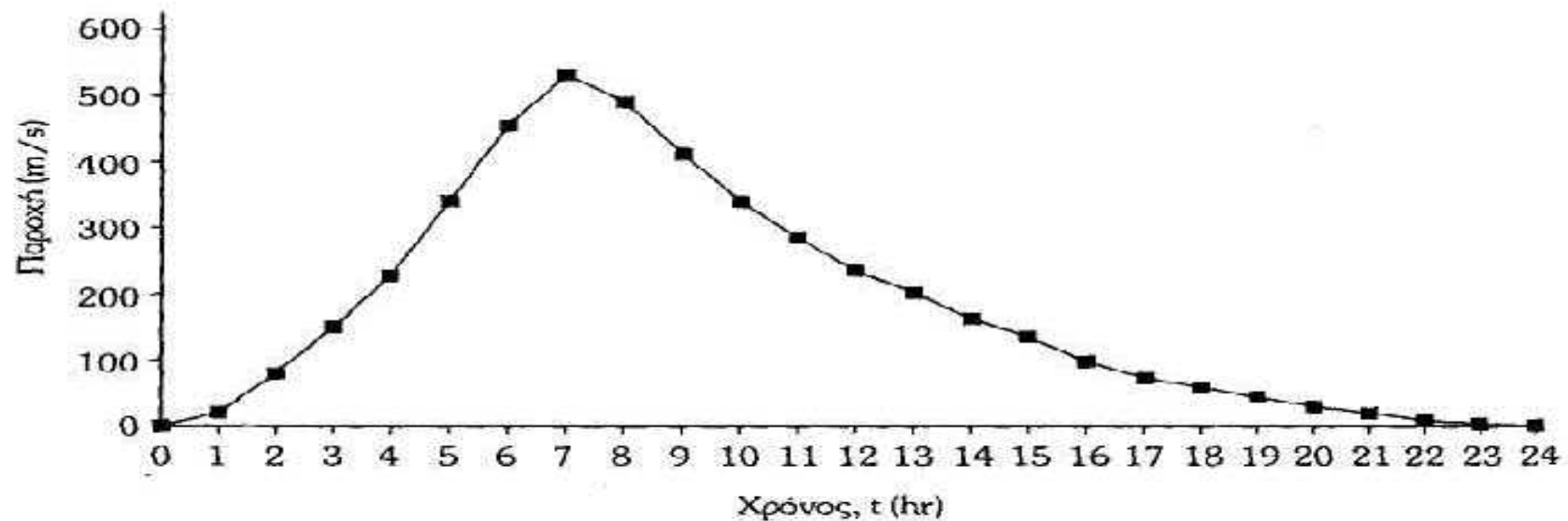


Σχ. 12.5: Προσδιορισμός των τιμών x και K της μεθόδου Muskingham.



Σχ. 12.6α: Η λεκάνη απορροής και το τμήμα *AB* του υδατορεύματος.

Χρόνος t (hr)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Παροχή I (m^3/s)	0	14	74	147	224	334	453	527	488	409	336	284	
Χρόνος t (hr)	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Παροχή I (m^3/s)	233	200	160	135	98	74	58	46	32	20	10	3	0



Σχ. 12.6β: Το υδρογράφημα πλημμύρας στο σημείο Α.

C_0, C_1, C_2

$$C_0 = \frac{-Kx + 0.5\Delta t}{K - Kx + 0.5\Delta t} \Rightarrow C_0 = \frac{-2 \cdot 0.22 + 0.5 \cdot 1}{2 - 2 \cdot 0.22 + 0.5 \cdot 1} \Rightarrow C_0 = 0.029$$

$$C_1 = \frac{Kx + 0.5\Delta t}{K - Kx + 0.5\Delta t} \Rightarrow C_1 = \frac{2 \cdot 0.22 + 0.5 \cdot 1}{2 - 2 \cdot 0.22 + 0.5 \cdot 1} \Rightarrow C_1 = 0.456$$

$$C_2 = \frac{K - Kx - 0.5\Delta t}{K - Kx + 0.5\Delta t} \Rightarrow C_2 = \frac{2 - 2 \cdot 0.22 - 0.5 \cdot 1}{2 - 2 \cdot 0.22 + 0.5 \cdot 1} \Rightarrow C_2 = 0.515$$

Άρα $C_0 = 0.029$, $C_1 = 0.456$ και $C_2 = 0.515$ και $C_0 + C_1 + C_2 = 1$.

μ μ μ
 $= 0$ $Q_0 = 0$ $\mu\mu$ $:$

12.5

$$Q_1 = C_0 I_1 + C_1 I_0 + C_2 Q_0 \quad \hat{n} \quad Q_1 = 0.406 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_2 = C_0 I_2 + C_1 I_1 + C_2 Q_1 \quad \hat{n} \quad Q_2 = 8.74 \text{ m}^3/\text{s}$$

Όμοια

$$Q_3 = 42.5 \text{ m}^3/\text{s}, \quad Q_4 = 95.4 \text{ m}^3/\text{s}, \quad Q_5 = 160.8 \text{ m}^3/\text{s},$$

$$Q_6 = 248.1 \text{ m}^3/\text{s}, \quad Q_7 = 349.4 \text{ m}^3/\text{s}, \quad Q_8 = 434.3 \text{ m}^3/\text{s},$$

$$Q_9 = 457.6 \text{ m}^3/\text{s}, \quad Q_{10} = 431.5 \text{ m}^3/\text{s}, \quad \text{κ.λ.π.}$$

Q₉ 9 hrs



12.5

()

(12.1):

$$S_2 + \frac{\Delta t}{2} Q_2 = S_1 + \frac{\Delta t}{2} (I_2 + I_1 - Q_1)$$

i)

ii)

$$S = f_1(H)$$

$$Q = f_2(H)$$

12.8

$$\frac{S_2}{\Delta t} + \frac{Q_2}{2} = \frac{S_1}{\Delta t} + \frac{Q_1}{2} + \frac{1}{2} (I_2 + I_1) - Q_1$$

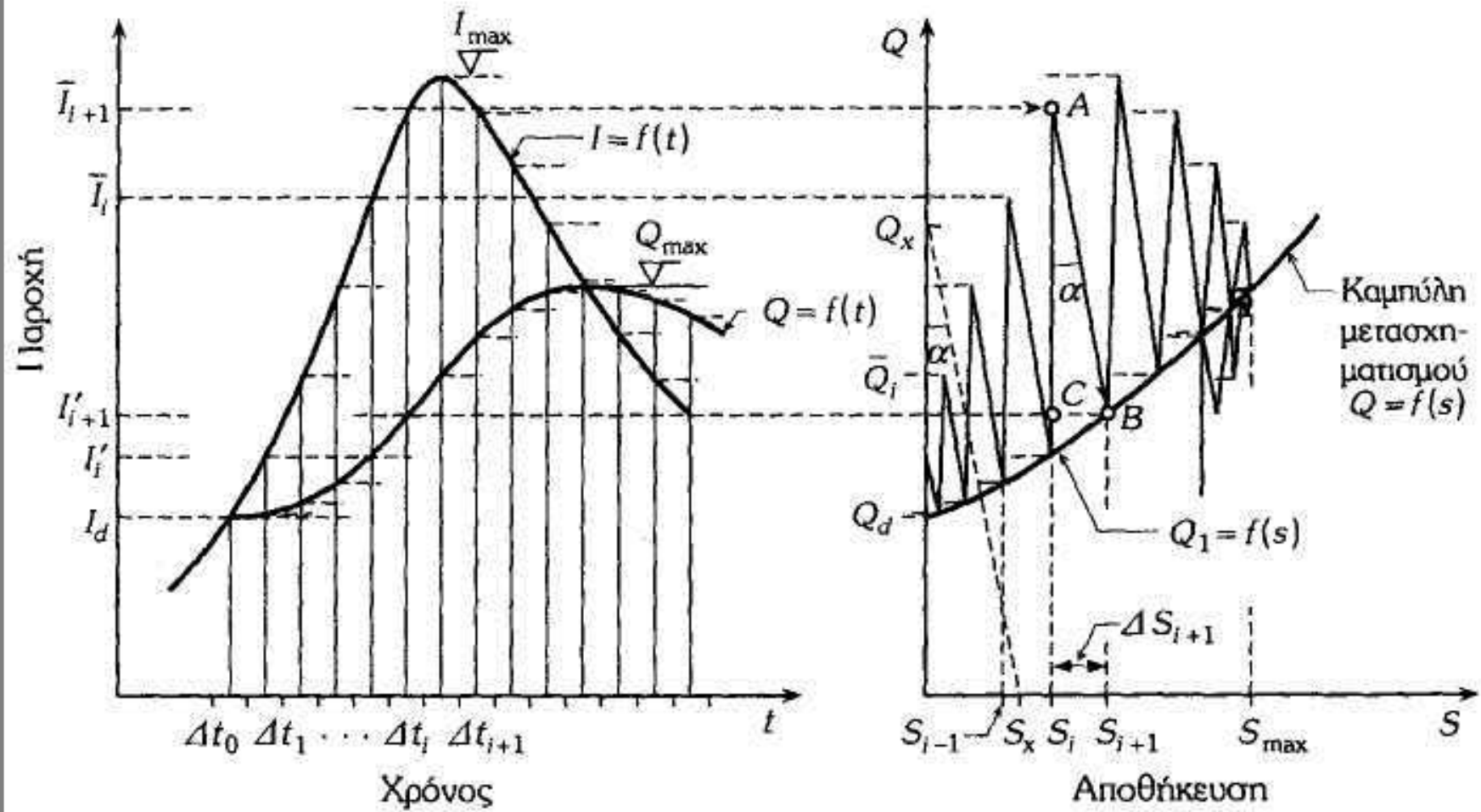
$$N_2 = N_1 + (\bar{I}_{1,2} - Q_1)$$

όπου:

$$N = \frac{S}{\Delta t} + \frac{Q}{2}, \quad \text{και}$$

$$\bar{I}_{1,2} = \frac{I_1 + I_2}{2}$$

$$N_{i+1} = N_i + (\bar{I}_{i,i+1} - Q_i)$$



Σχ. 12.7: Η Γραφική μέθοδος διόδευσης της πλημμύρας.

(12.10)
 μ

(12.12)
 μ

μ

(12.9)

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

12.7.

μ

Klemes (Klemes, 1968)

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

(μ)

)

$t \cdot Sx$

μ

μQ_x

μ

μ

μ

Kocherin (Nemec, 1972)

(i)

(ii)

(iii)

μ

μ

μ

Kocherin:

$$Q_{\max} = I_{\max} [1 - (S'/V)]$$

$$Q_{\max} = I_{\max} - (2S'/T)$$

:

$Q_{\max} : n$

$I_{\max} :$

$S' :$

$V :$

$V :$

$V :$

$V :$

$V :$

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

(pontage storage)*

$\mu\mu$

$\mu\mu$

$\mu\mu$

$\mu\mu$

$\mu\mu$

$\mu\mu$

$\mu\mu$

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

12.6

Saint Venant

Saint Venant

Manning).

Saint Venant

, (Strelkoff, 1969):

$$A \frac{\partial u}{\partial x} + uB \frac{\partial h}{\partial x} + B \frac{\partial h}{\partial t} + uA_x^h + q = 0$$

$$\frac{1}{g} \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{u}{g} \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial x} = S_0 - S_f + D_\epsilon = 0$$

q : πλευρική εκροή ανά μονάδα μήκους του αγωγού

S_0 : κλίση πυθμένα

S_f : κλίση της γραμμής ενέργειας (στην ουσία είναι «κλίση τριβών» αλλά συνηθίζεται έτσι)

$$D_\epsilon : \begin{cases} 0 & \text{για μαζική πλευρική εκροή} \\ u \cdot q / 2gA & \text{για εκροή διπλήσεως} \\ q(u - u_i) / gA & \text{για πλευρική εισροή} \end{cases}$$

όπου:

u_i : συνιστώσα της ταχύτητας του εισρέοντος υγρού κατά την διεύθυνση της ροής.

$$A_x^h : \left(\frac{\partial A}{\partial x} \right)_h$$

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = -q \quad (12.16)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} + \frac{F_h}{\rho} \right) = gA(S_0 - S_f + D_e) - u \cdot q + \frac{F_{e,x}}{\rho} \quad (12.17)$$

όπου:

Q : παροχή = uA

ρ : πυκνότητα του νερού

$$F_h = \rho g \int_0^h [h(x, t) - \zeta] b(x, \zeta) d\zeta \quad (12.18)$$

(δύναμη υδροστατικής πίεσης)

$$F_{e,x} = \rho g \int_0^h [h(x, t) - \zeta] \frac{\partial b(x, \zeta)}{\partial x} d\zeta \quad (12.19)$$

(κατά μήκος της ροής δύναμη λόγω μεταβολής της υγρής διατομής Σχ. 12.9).

$$\begin{aligned}
 & \text{12.14} \quad \frac{\partial h}{\partial t} + \operatorname{div}(S) = A(h(x, t), x) \\
 & \text{12.15} \quad \mu = B(h(x, t), x) \\
 & \mu = A(h(x, t), x)
 \end{aligned}$$

12.14, 12.15

$$\begin{aligned}
 & \text{12.16} \quad \mu \cdot \operatorname{div}(S) + \frac{\partial \mu}{\partial t} = \mu A(h(x, t), x) \\
 & \text{12.17} \quad \mu \cdot \operatorname{div}(S) + \frac{\partial \mu}{\partial t} = \mu A(h(x, t), x) \\
 & \text{(conservation law form),}
 \end{aligned}$$

μ μ :

$$\frac{\partial W}{\partial t} + \frac{\partial F}{\partial x} = D$$

όπου:

$$W = \begin{vmatrix} A \\ Q \end{vmatrix}, \quad F = \begin{vmatrix} Q \\ \frac{Q^2}{A} + \frac{F_b}{\rho} \end{vmatrix},$$

$$D = \begin{vmatrix} -q \\ gA(S_0 - S_f + D_e) - uq + \frac{F_{t,x}}{\rho} \end{vmatrix}$$

Saint Venant,

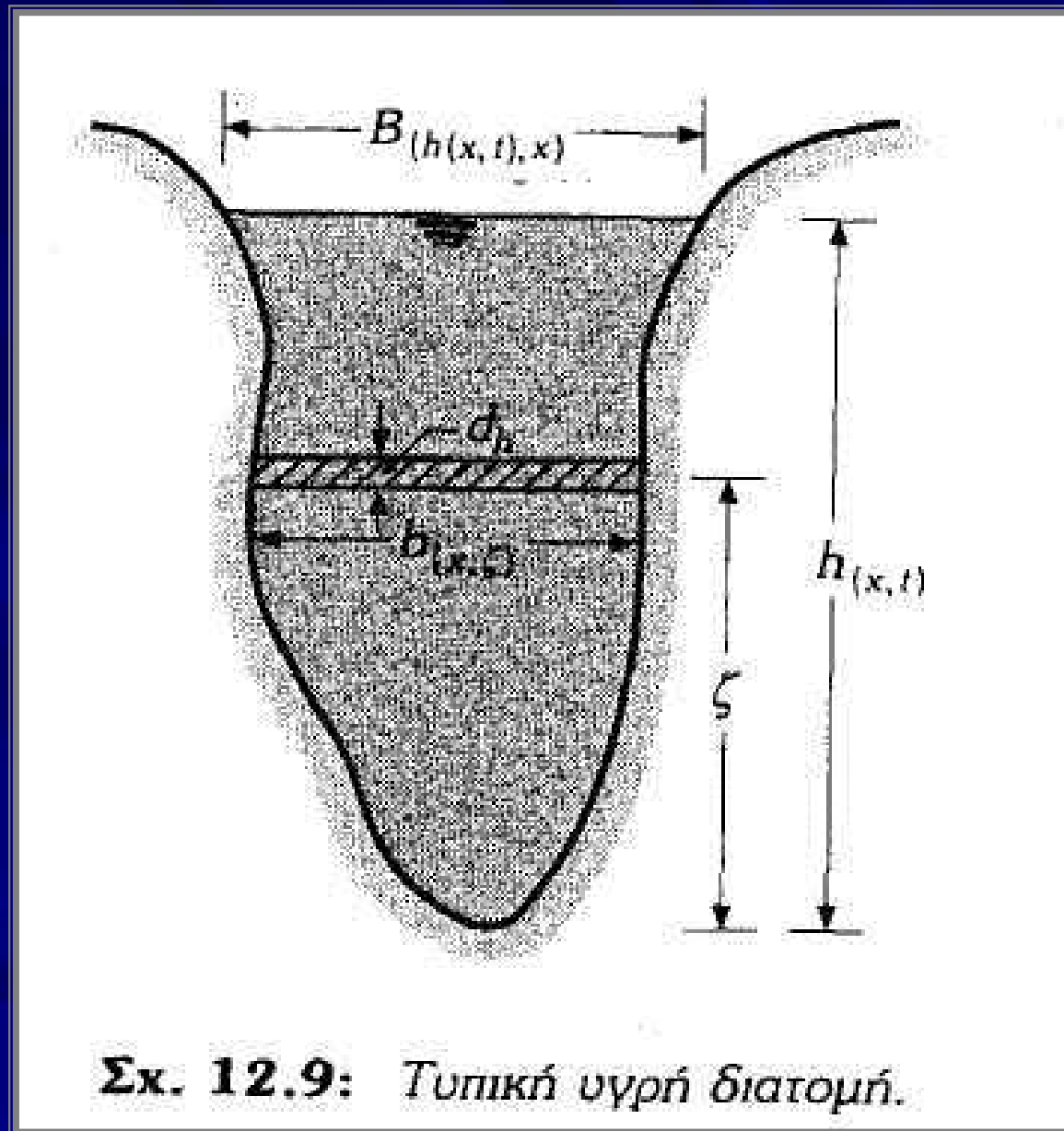
" μ μ "

μ μ

μ μ

, C.

$$c = \sqrt{g \frac{A}{B}}$$



Σχ. 12.9: *Τυπική υγρή διατομή.*