



μ μ

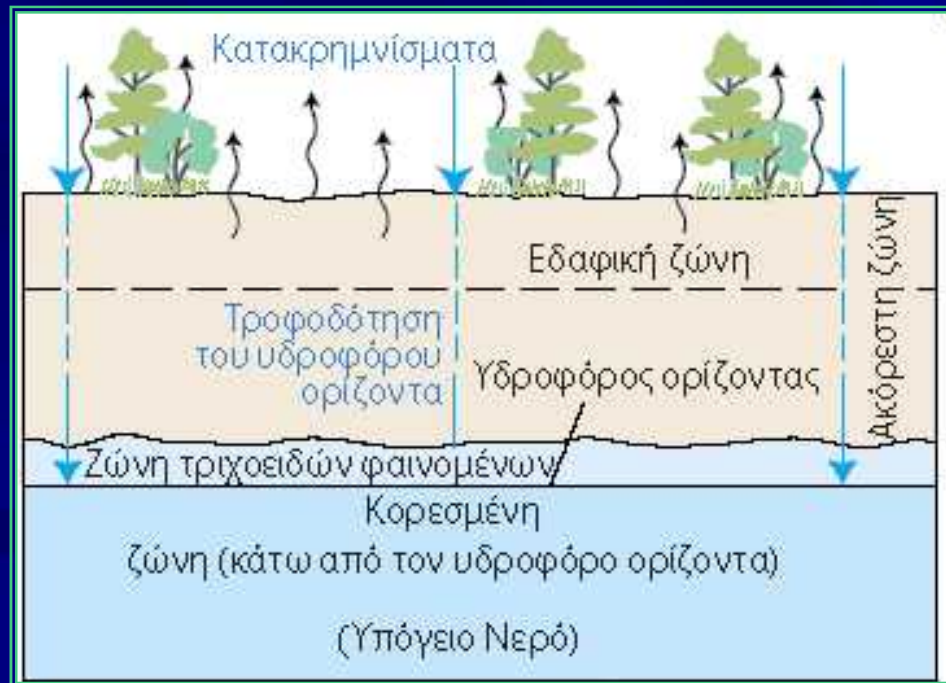
&

&



μμ

9 :



9 :

9.1



μ

.



μ

μ

μ

.

μ

μ

,

.

,



μ

μ

μ

μ

,

μ

,

μ

μ

μ

.

μ



μ

.

)

::

μ

:

μ

μ

μ

μ

(μ),

(μ)

μ

.

μ

μ

μ

.

)

μ

:

,

μ

μ

.

μ

μ

μ

.

(Bear, 1979):

(Huisman and Olsthoorn, 1983).

)

μ

:

μ

μ

μ

μ
(
):

.

.

μ
 μ

)

μ

:

μ

μ

μ

.

μ

μ

)

μ

:

μ

μ

(
.
.)

μ
 μ

μ
 μ

)

μ

μ

.

9.2

1360

$\mu\mu$

$8 \times 10^6 \text{ Km}^3$,

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ 0.6%.

0.03%

98%

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

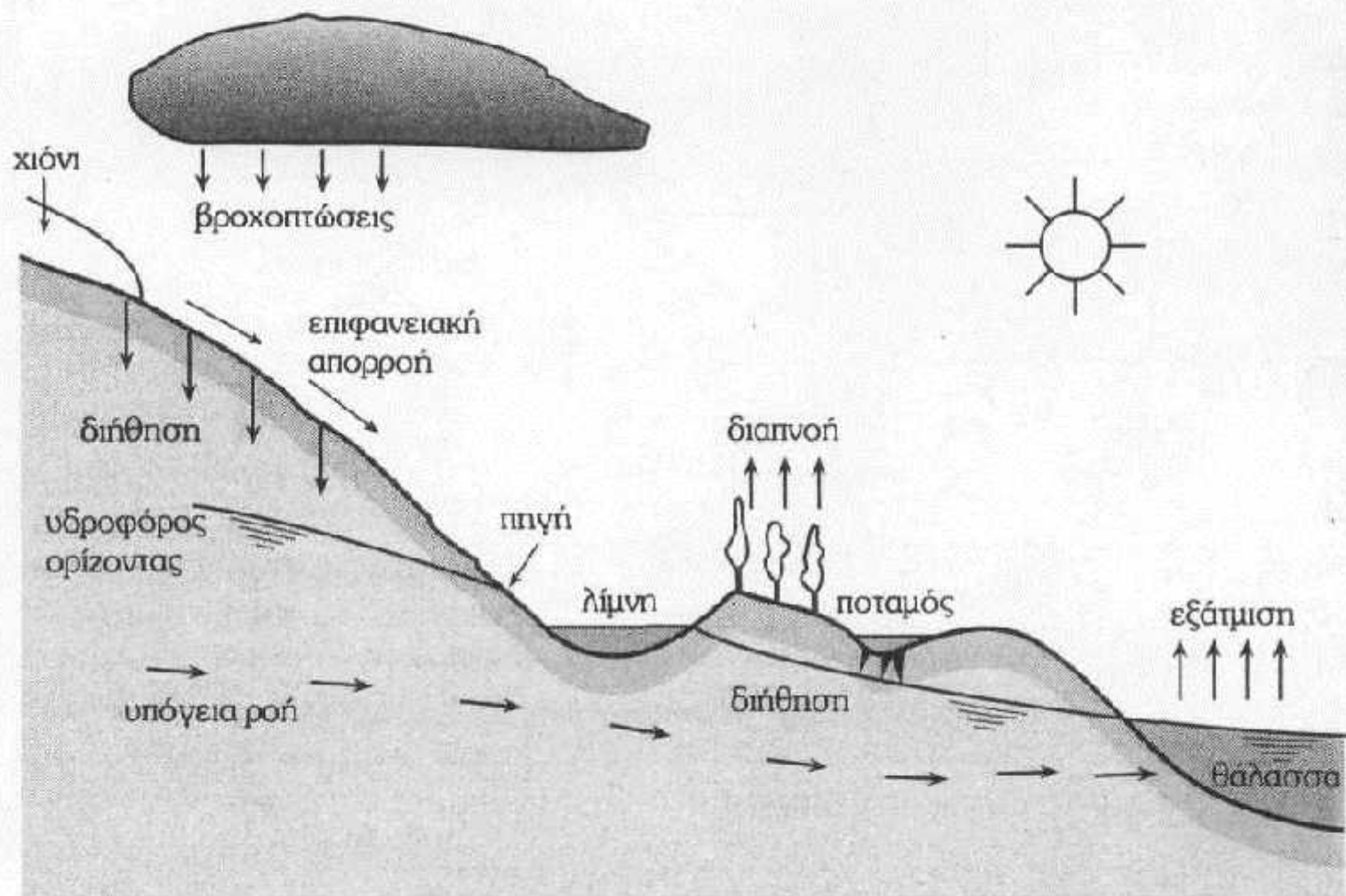
μ

μ

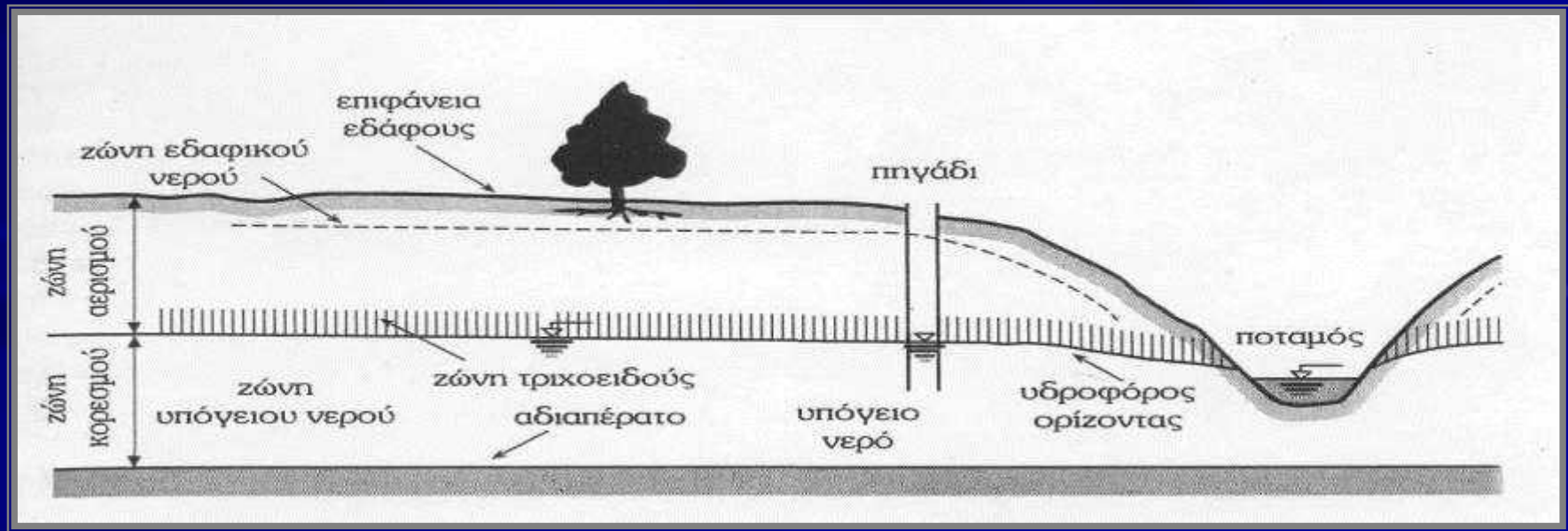
μ

μ

μ



Σκ. 9.1: Ο υδρολογικός κύκλος.



)
)

μ
μ

(
(

μ

)
)

μ
μ

(

)

(

μ

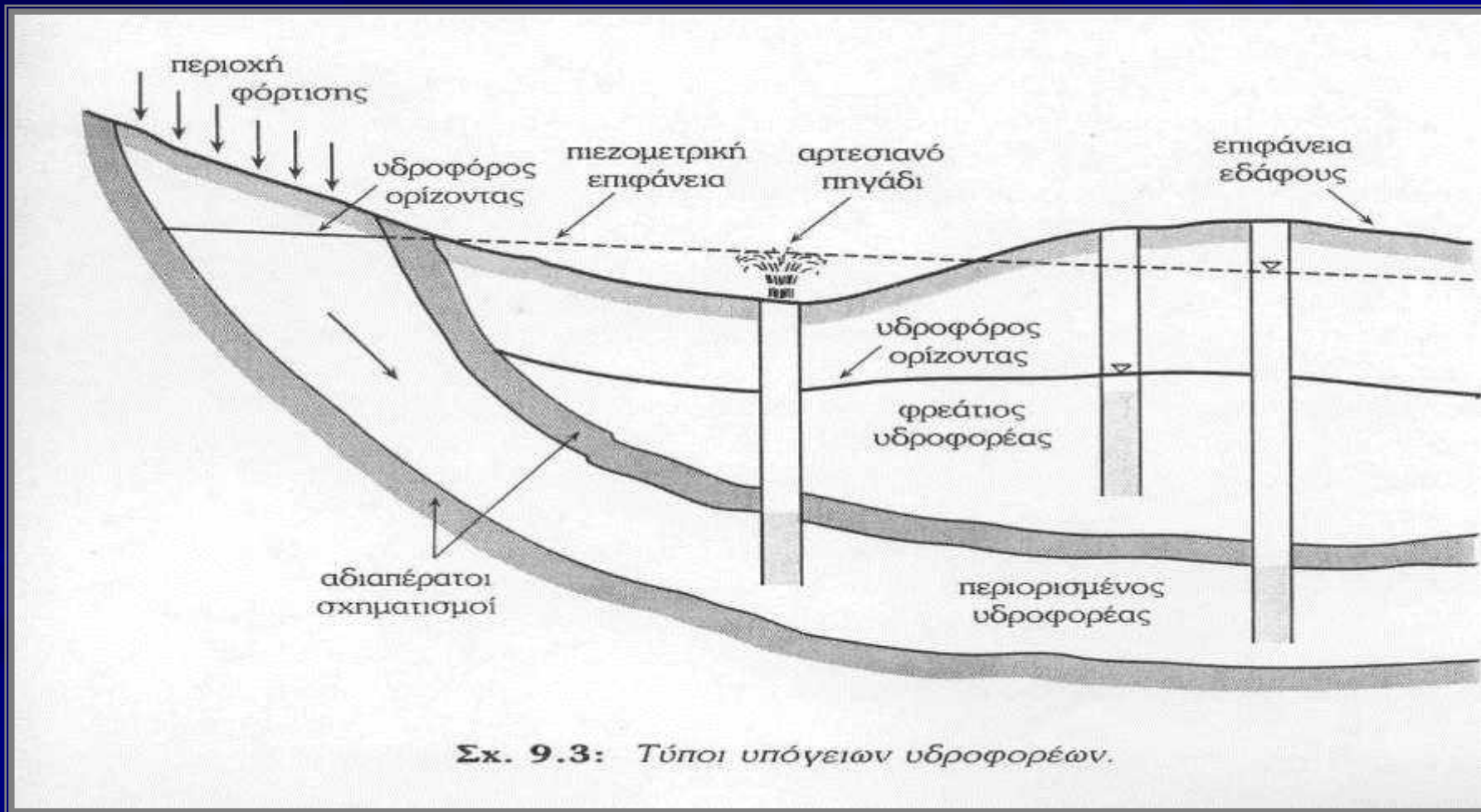
,
μ
μ

)

μ

μ

μ



9.3

μ

μ

μ

μ

Darcy

μ

μ

:

$$Q = KAJ$$

Q

..

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ (). μ ()
 μ Darcy (9.2) μ

μ (Bear, 1979):

$$\frac{\partial}{\partial x_i} \left(K_{ij} \frac{\partial \phi}{\partial x_j} \right) = S_s \frac{\partial \phi}{\partial t}$$

t S_s μ ($S - S_{sb}$).

μ ,
 μ .

μ , μ μ μ

(μ 9.5)

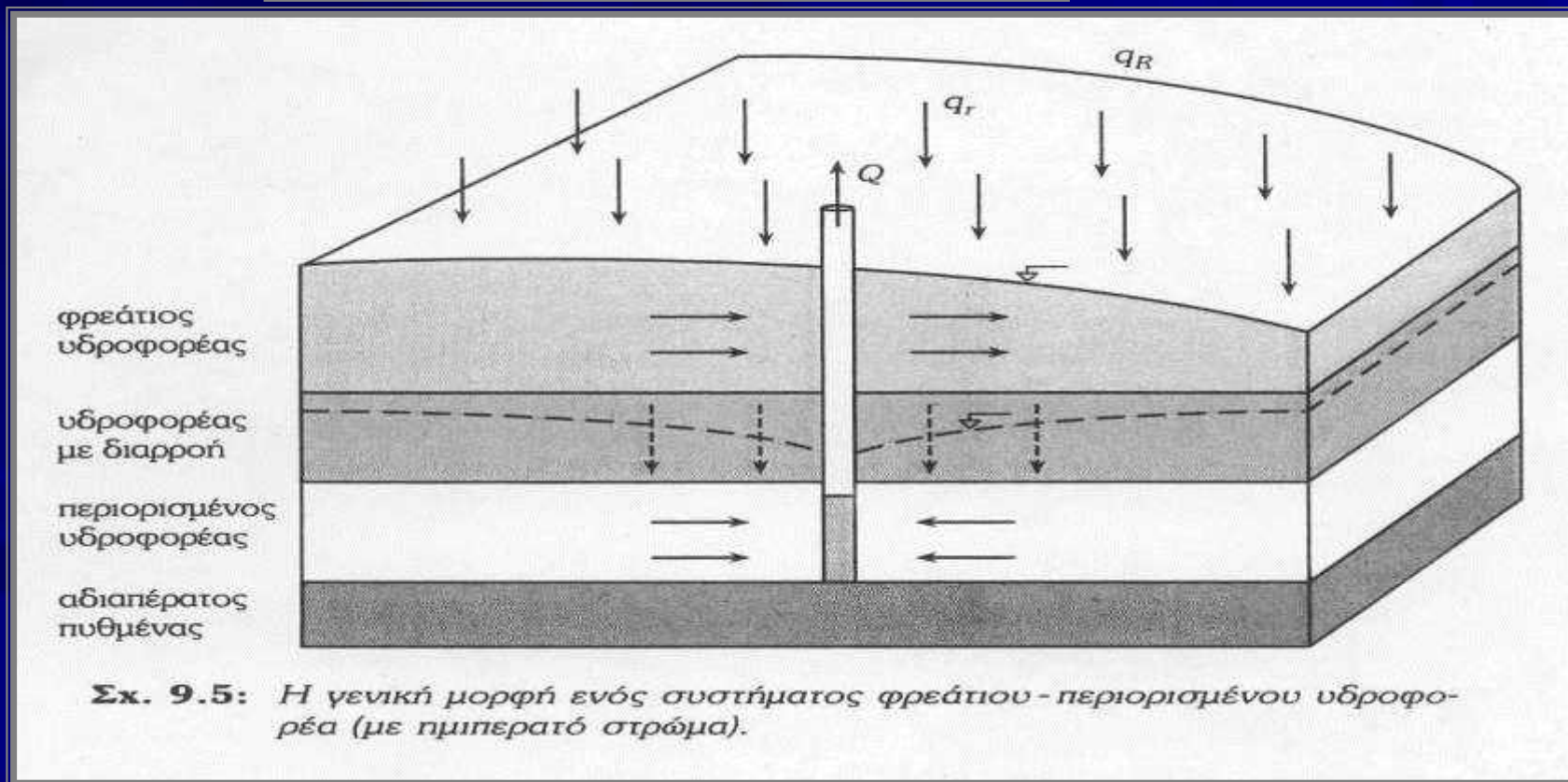
9.3 μ

μ

(Bear, 1979).

μ

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(T \frac{\partial \phi}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(T \frac{\partial \phi}{\partial y} \right) - \frac{K'}{b'} (\phi - \phi') + Q = S \frac{\partial \phi}{\partial t}$$



$\mu\mu$

μ

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(K_{xx} \frac{\partial \varphi}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_{yy} \frac{\partial \varphi}{\partial y} \right) = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{1}{K_{yy}} \frac{\partial \Psi}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{1}{K_{xx}} \frac{\partial \Psi}{\partial y} \right) = 0$$

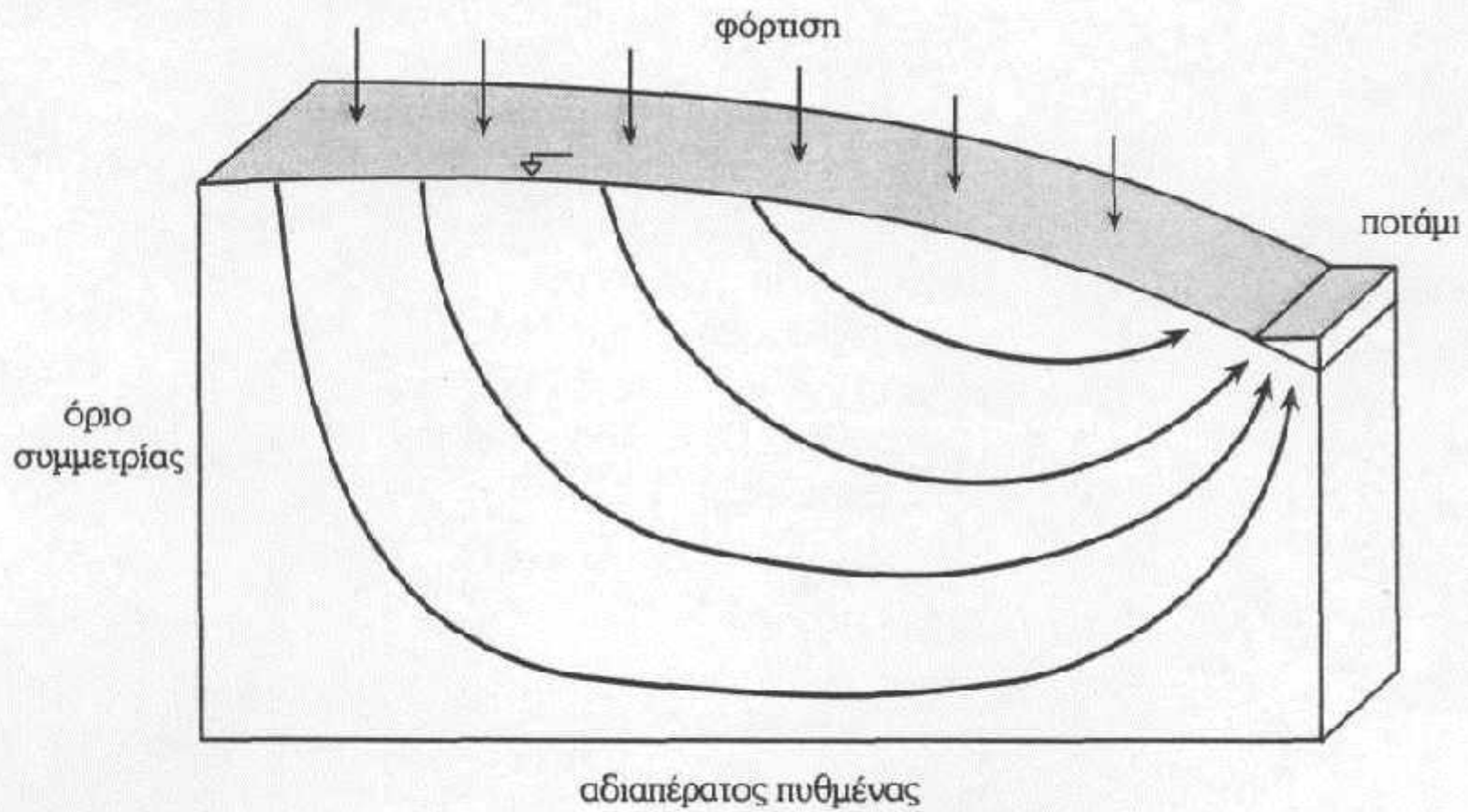
y
Darcy)

9.2

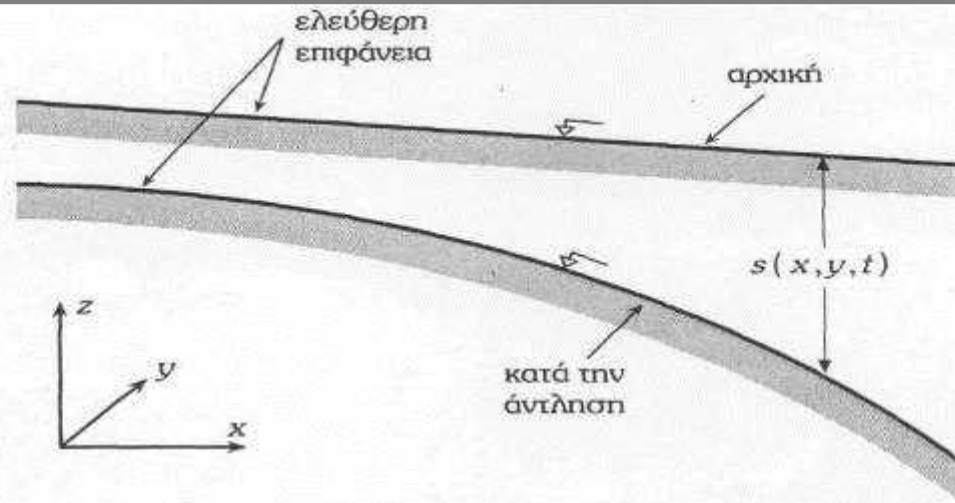
$$q_x = -K_{xx} \frac{\partial \phi}{\partial x} - K_{xy} \frac{\partial \phi}{\partial y} = -\frac{\partial \Psi}{\partial y}$$

$$q_y = -K_{yx} \frac{\partial \phi}{\partial x} - K_{yy} \frac{\partial \phi}{\partial y} = \frac{\partial \Psi}{\partial x}$$

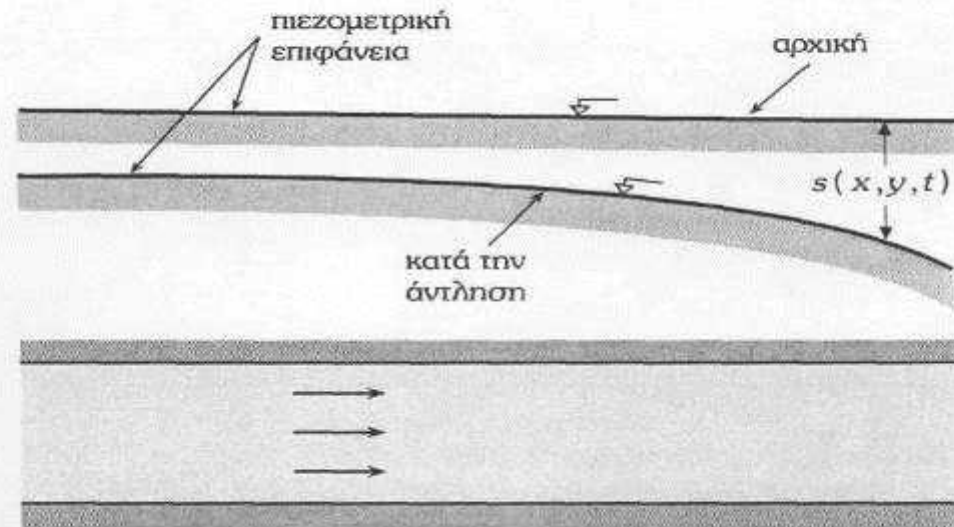
(Frind and Matanga, 1985).



Σχ. 9.6: Τυπική περίπτωση ροής σε κατακόρυφη τομή.



Σχ. 9.7: Πτώση στάθμης σε φρεάτιο υδροφορέα.



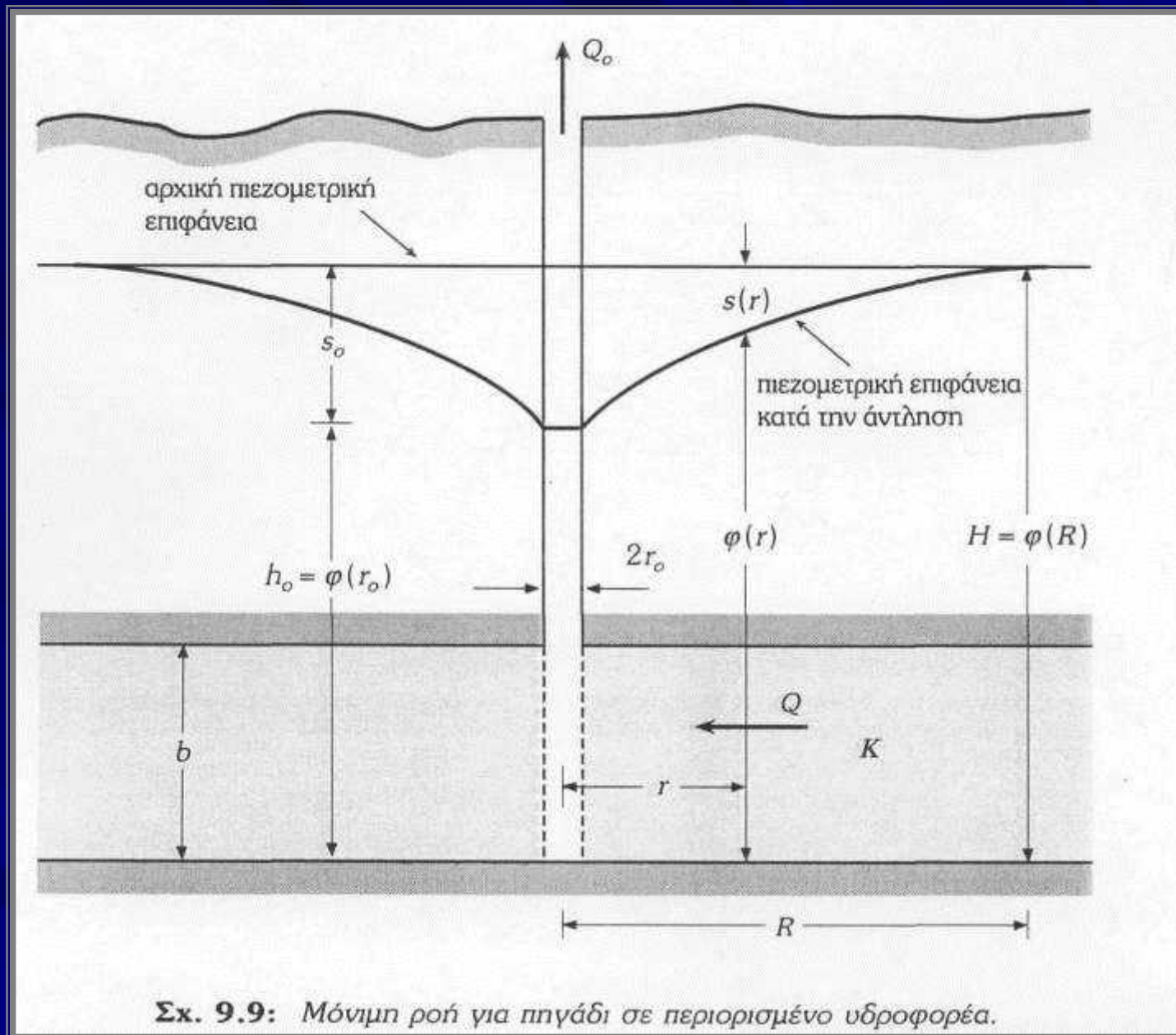
Σχ. 9.8: Πτώση στάθμης σε περιορισμένο υδροφορέα.

$$s = \frac{Q_0}{2\pi T} \ln \frac{R}{r}$$

Thiem, Dupuit

$$s_1 - s_2 = \frac{Q_0}{2\pi T} \ln \frac{r_2}{r_1}$$

$$s - s_0 = \frac{Q}{2\pi T} \ln \frac{r_0}{r}$$



Σχ. 9.9: Μόνιμη ροή για πηγάδι σε περιορισμένο υδροφόρα.

μ

μ
9.10.

μ

μ

Dupuit

μ μ

$$H^2 - h^2 = \frac{Q_0}{\pi K} \ln \frac{R}{r}$$

μ

μ

Dupuit – Forchheimer:

$$H^2 - h_0^2 = \frac{Q_0}{\pi K} \ln \frac{R}{r_0}$$

μ

μ

μ

μ

μ

μ

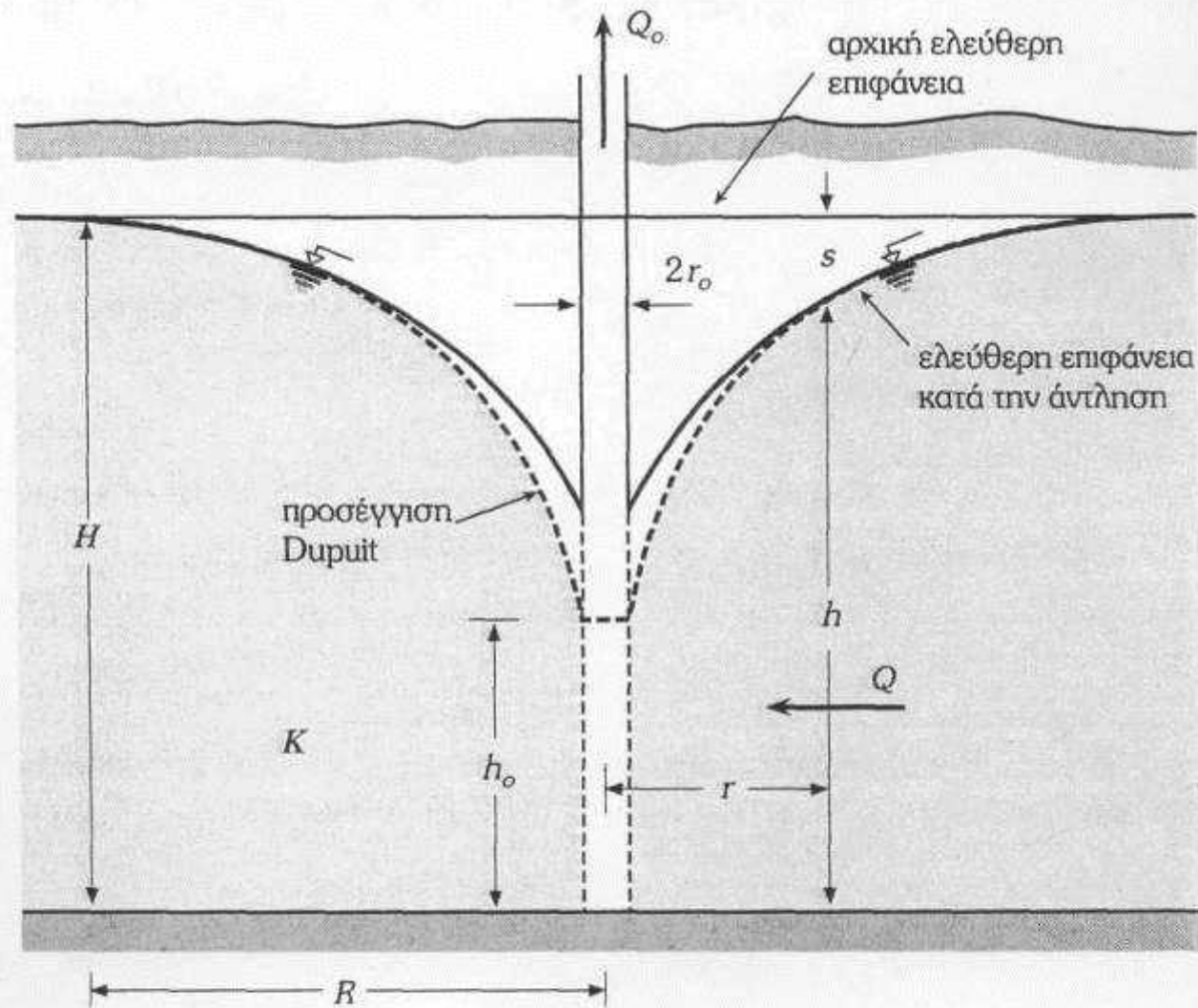
μ

μ

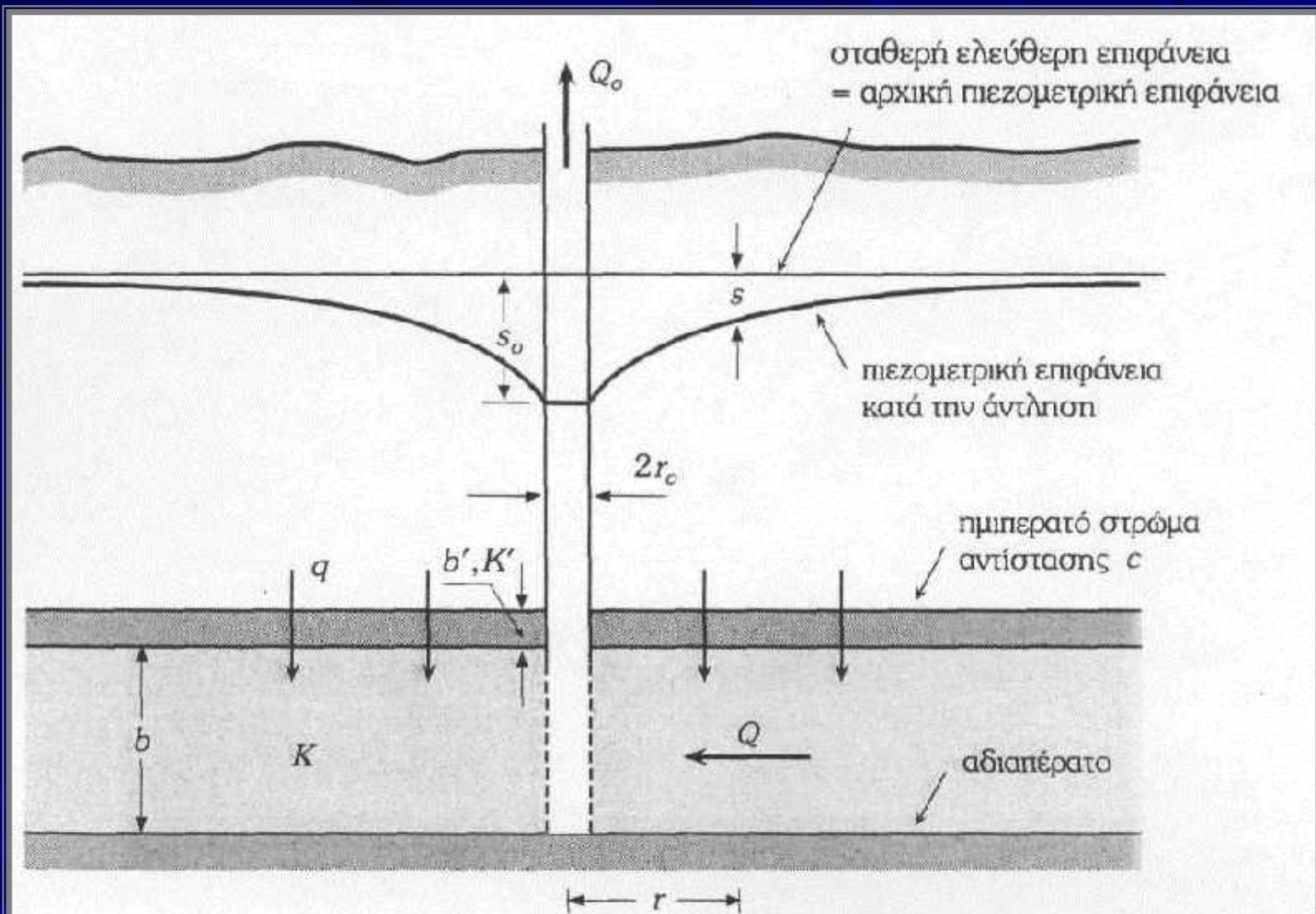
$\mu\mu$

9.10 - 9.12

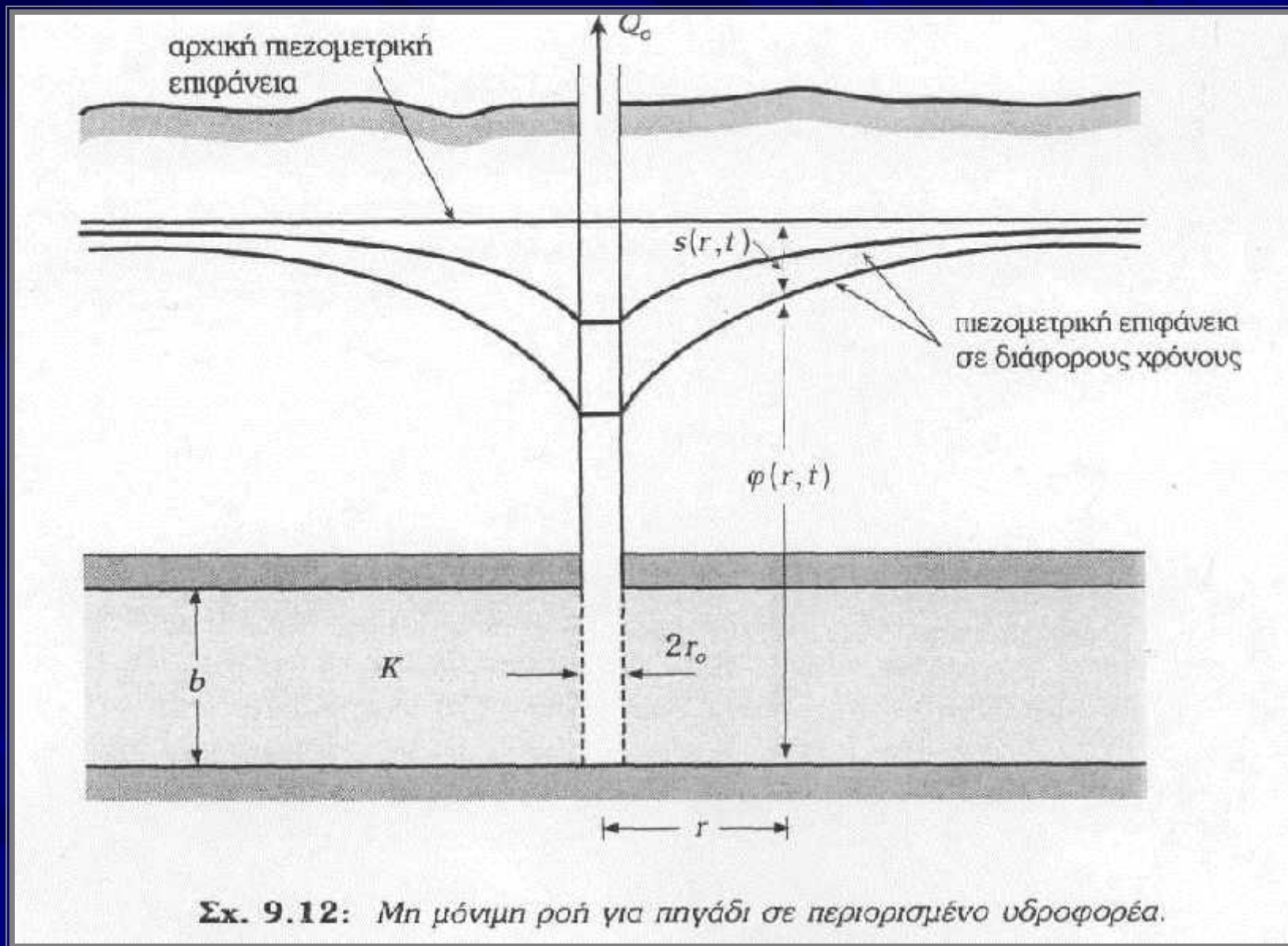
μ



Σχ. 9.10: Μόνιμη ροή για πηγάδι σε φρεάτιο υδροφόρα.



Σχ. 9.11: Μόνιμη ροή για πηγάδι σε περιορισμένο υδροφόρα με διαρροή.



Σχ. 9.12: Μη μόνιμη ροή για πηγάδι σε περιορισμένο υδροφόρα.

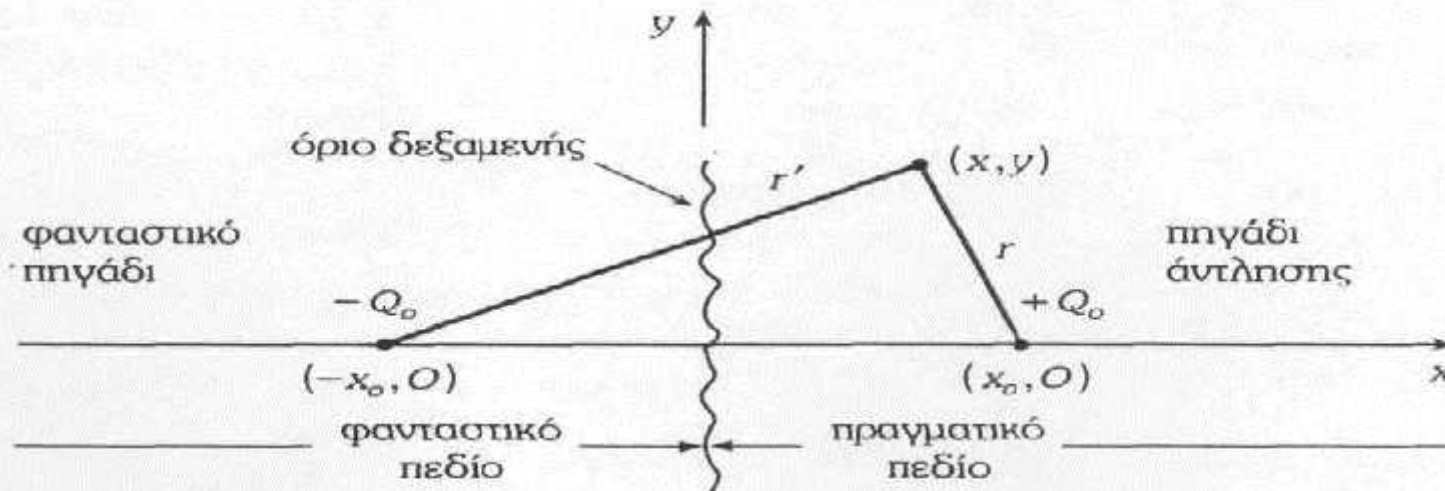
$$s_i = \sum_{j=1}^M \frac{Q_j}{2\pi T} \ln \frac{R_j}{r_{ij}}$$

9.15

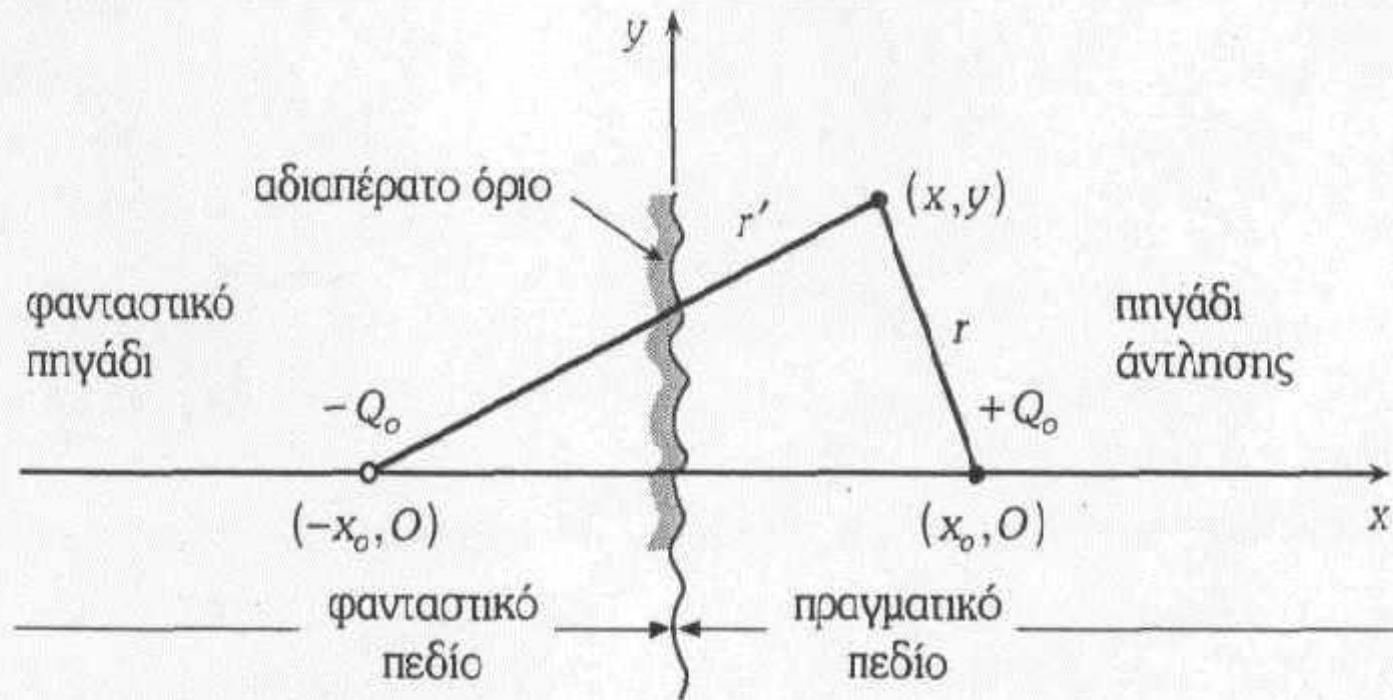
(
:

$$s = \frac{Q_0}{4\pi T} \ln \frac{(x + x_0)^2 + y^2}{(x - x_0)^2 + y^2}$$

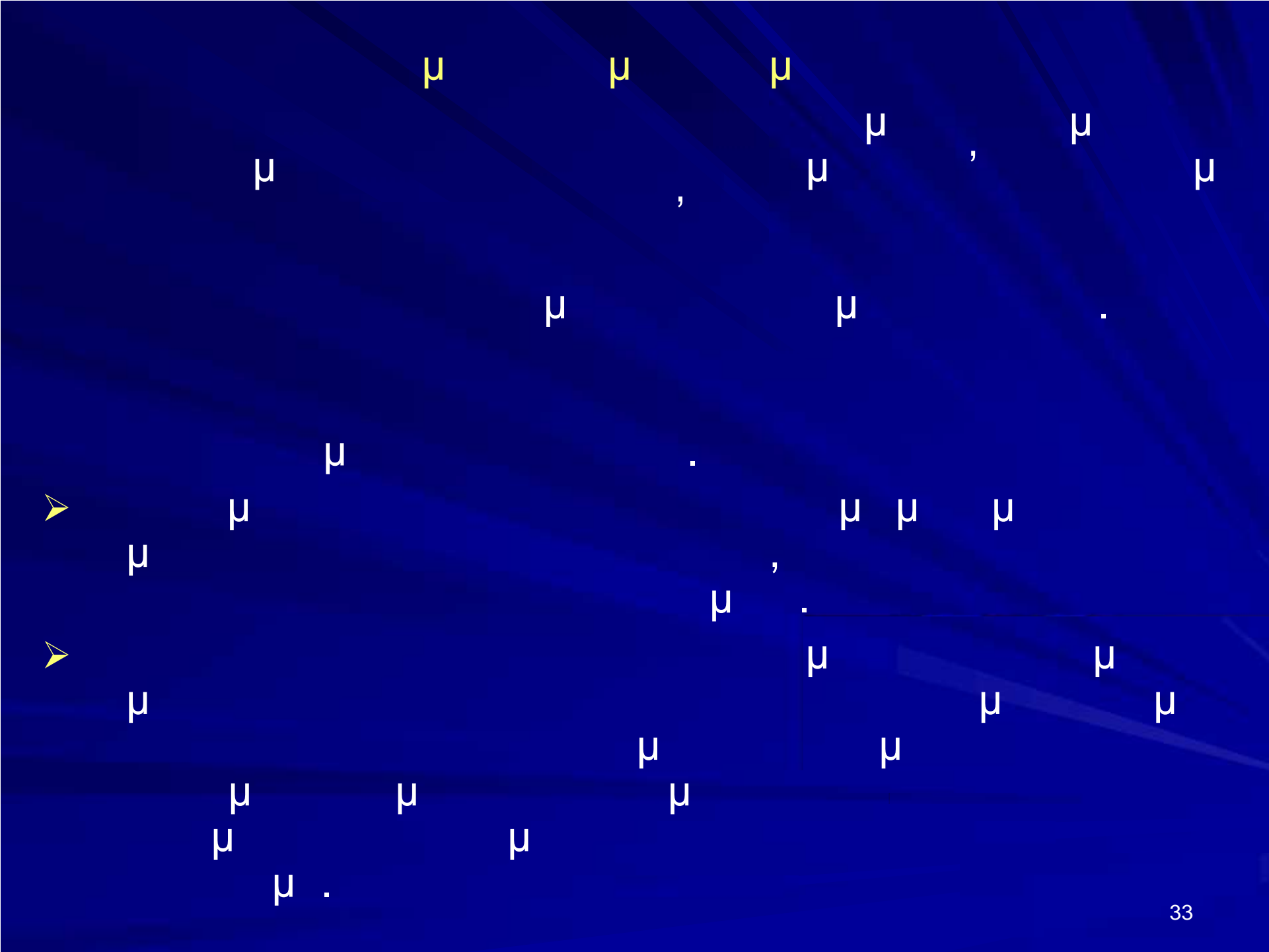
$$s = \frac{Q_0}{4\pi T} \ln \frac{R^4}{[(x + x_0)^2 + y^2][(x - x_0)^2 + y^2]}$$



Σχ. 9.14: Εφαρμογή της μεθόδου των εικόνων για πηγάδι κοντά σε όριο δεξαμενής.



Σχ. 9.15: Εφαρμογή της μεθόδου των εικόνων για πηγάδι κοντά σε αδιαπέρατο όριο.



μ

μ

μ

μ

μ

μ

,

,

μ

μ

μ

.

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

.

μ

μ

μ

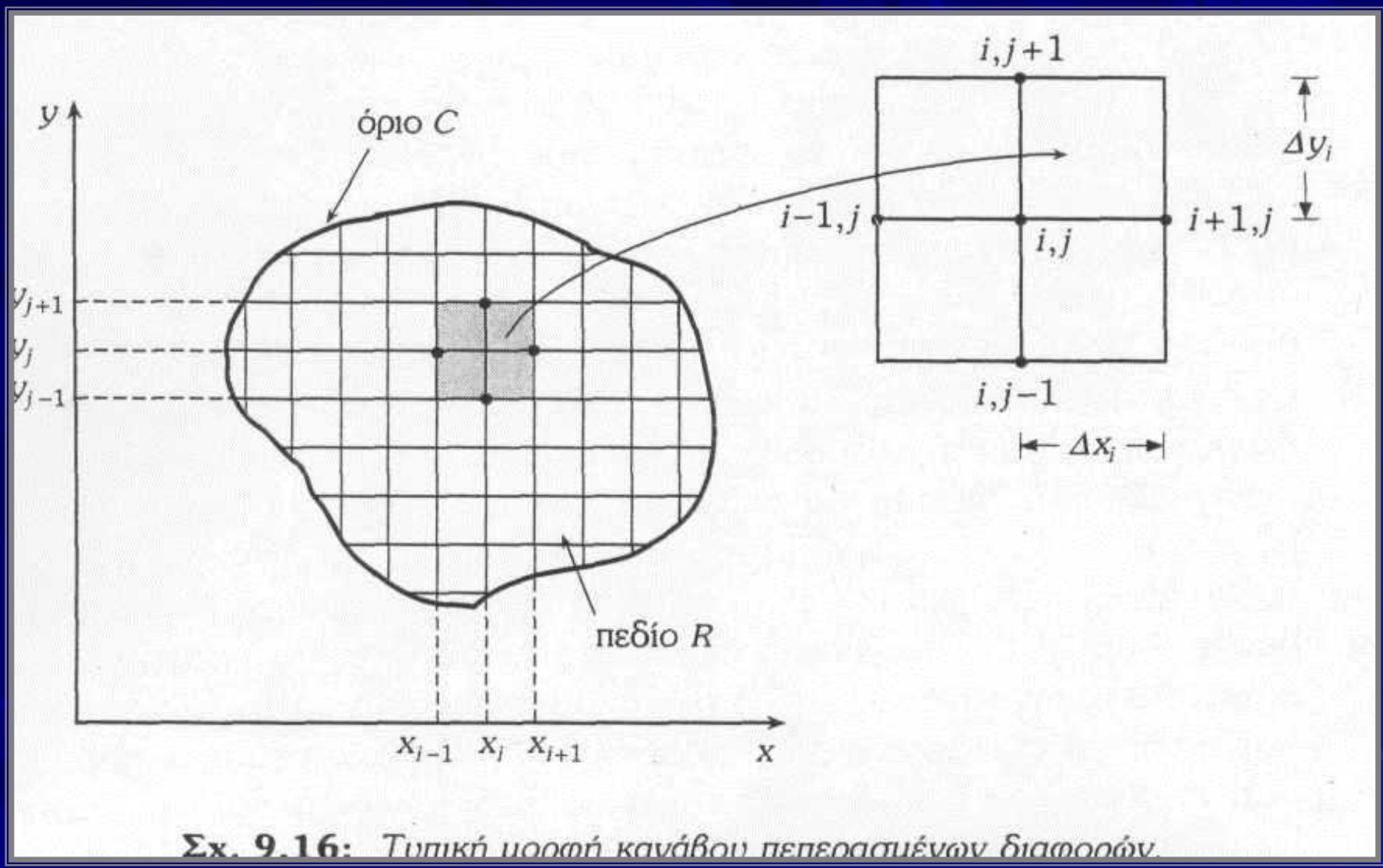
,

,

μ
μ

,

.



Σχ. 9.16: Τυπική μορφή κανάβου πεπερασμένων διαφορών.

μ

μ

μ

μ

μ

:

)

μ

μ

,

)

μ

,

)

μ

μ

μ

μ

μ

μ

.

μ

μ

μ

μ

,

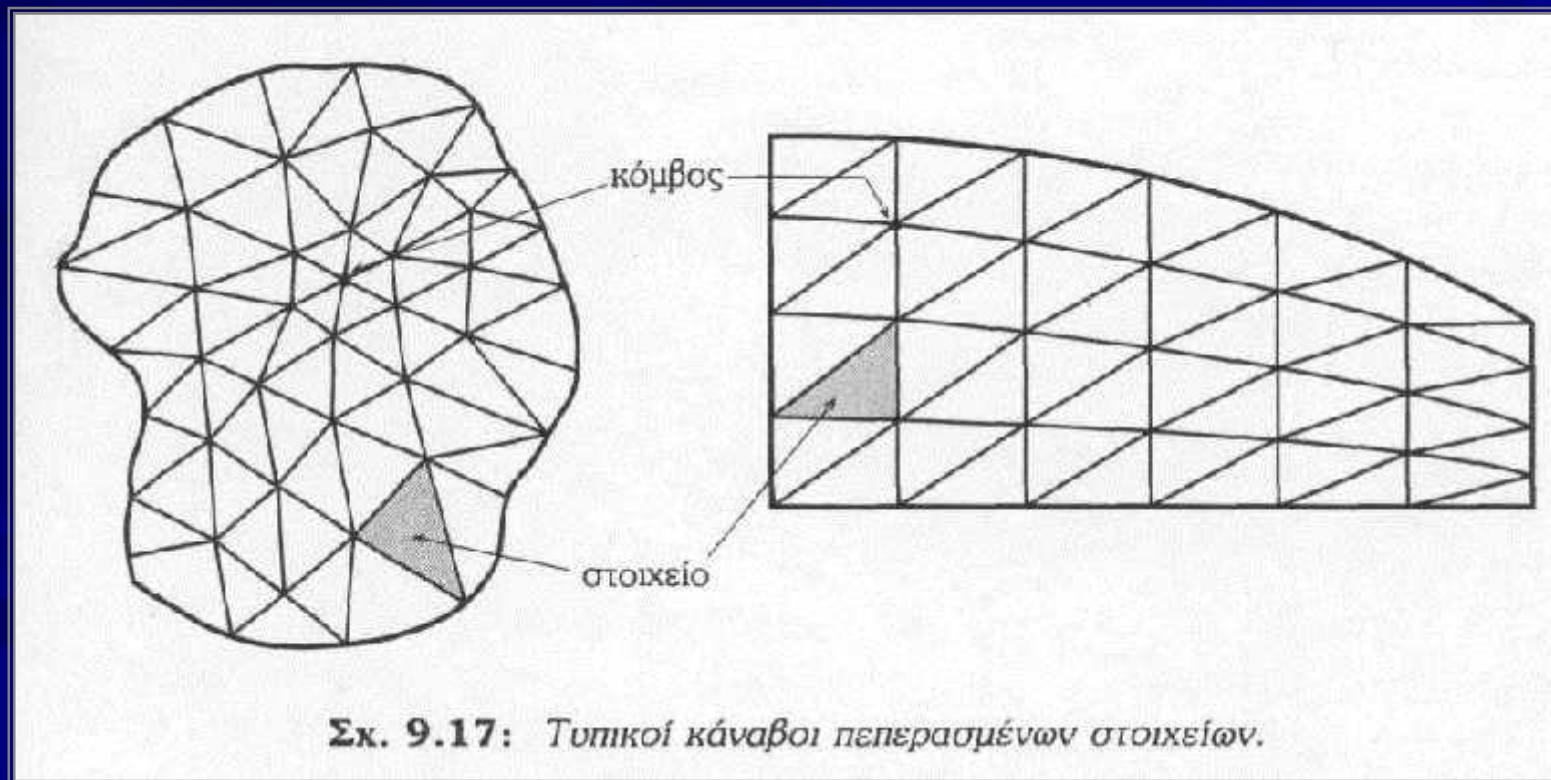
μ

μ

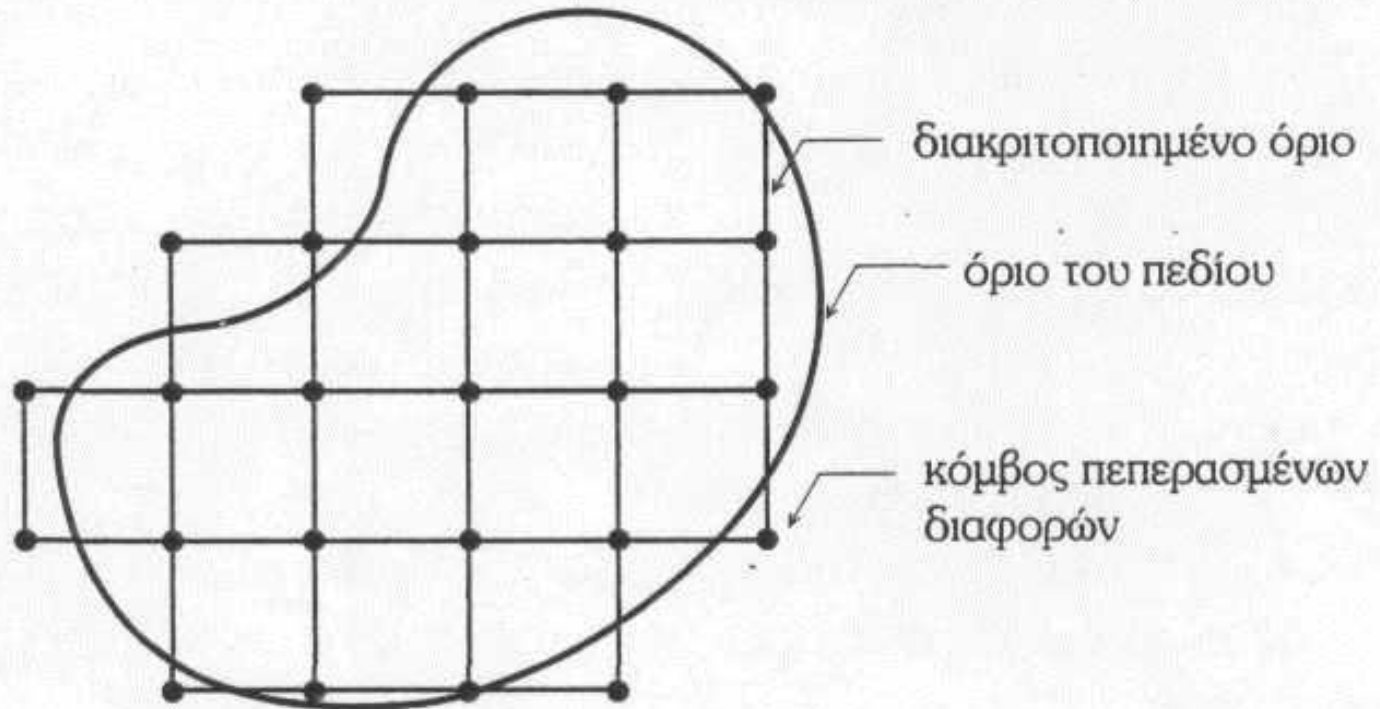
,

μ

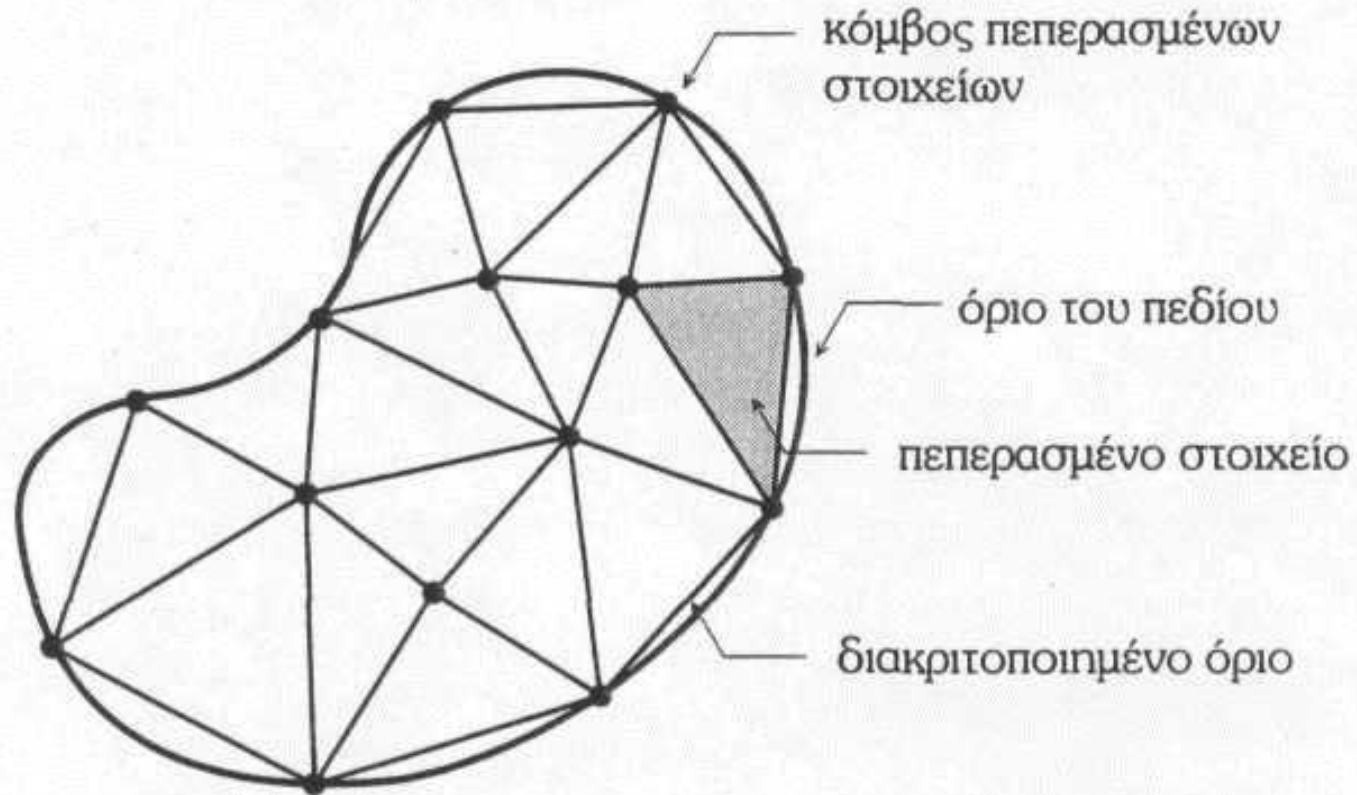
μ (μ) , μ μ μ .
 μ μ (μ 9.17) μ
 μ



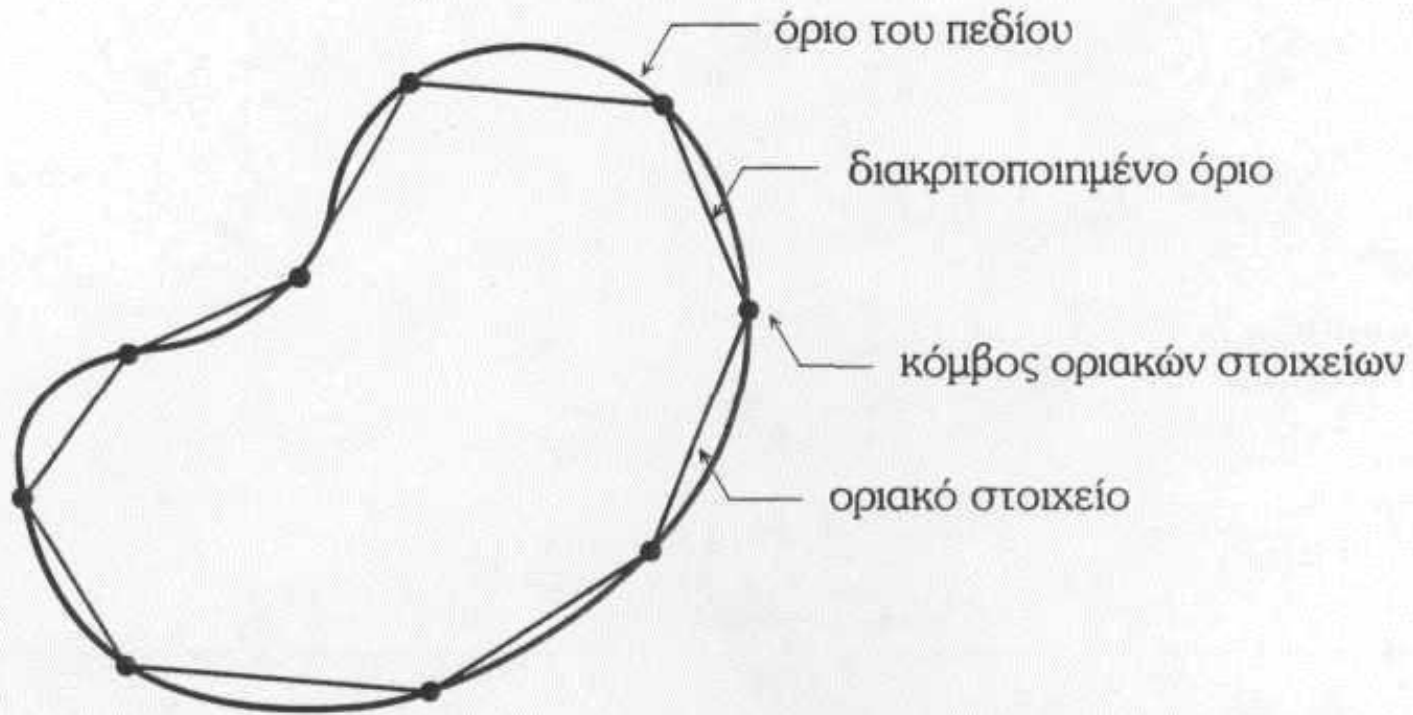
κάναβος πεπερασμένων διαφορών



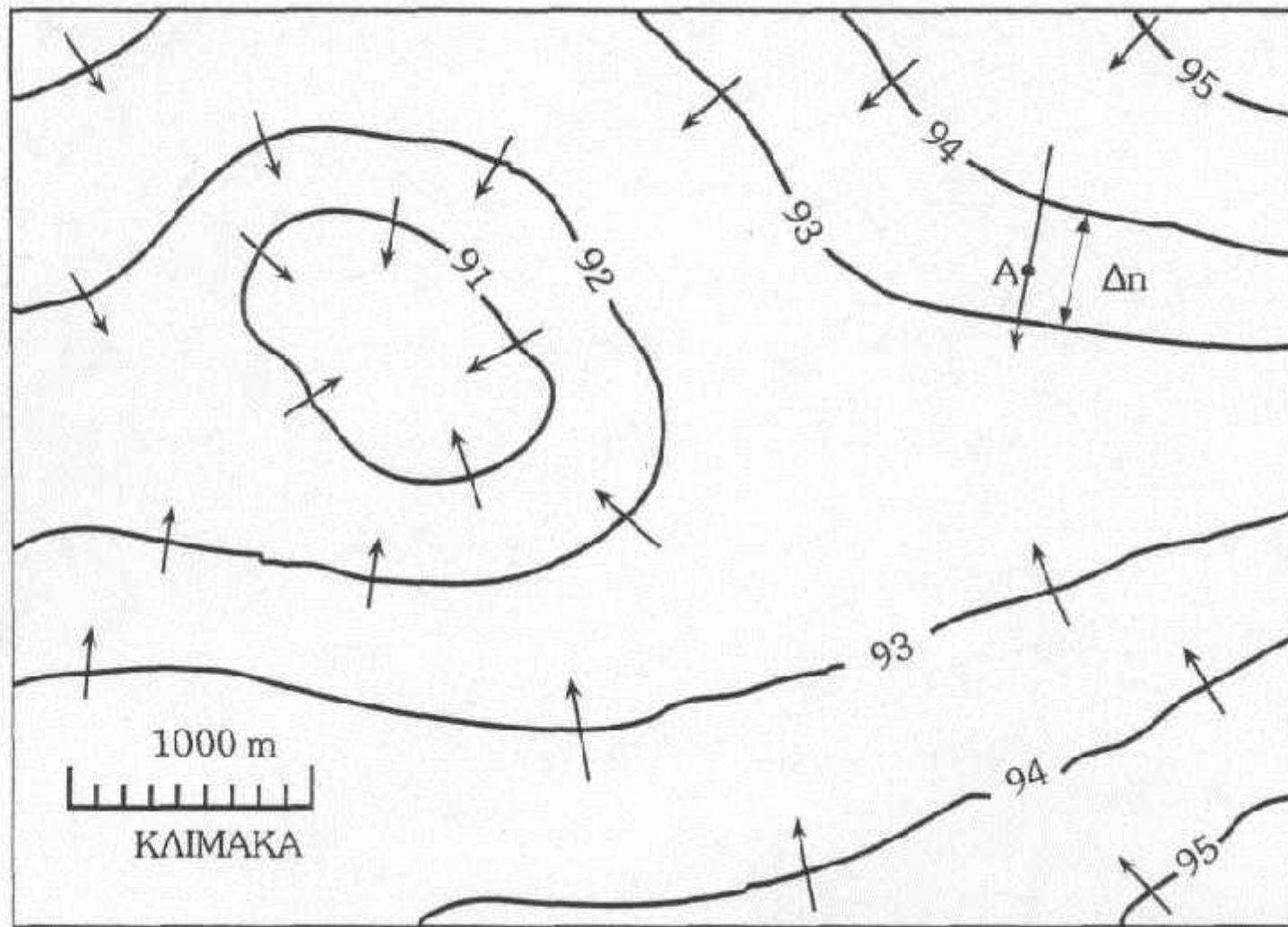
κάναβος πεπερασμένων στοιχείων



κάναβος οριακών στοιχείων



Σχ. 9.19: Μορφές διακριτοποίησης πεδίων ροής.

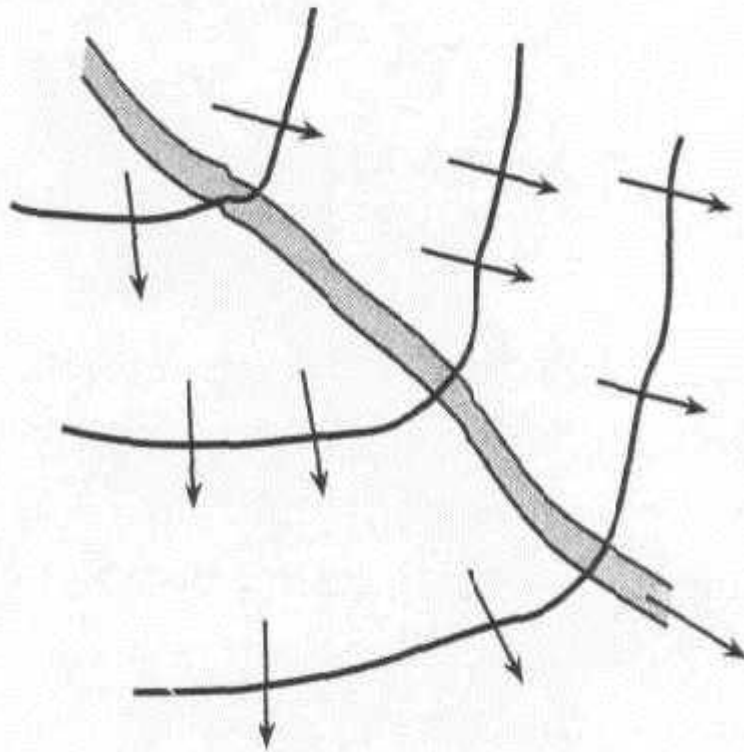


Σχ. 9.20: Τυπικός χάρτης υπόγειων νερών (οι αριθμοί στις ισοπιεζομετρικές καμπύλες αναφέρονται στο απόλυτο υψόμετρο από την επιφάνεια της θάλασσας).

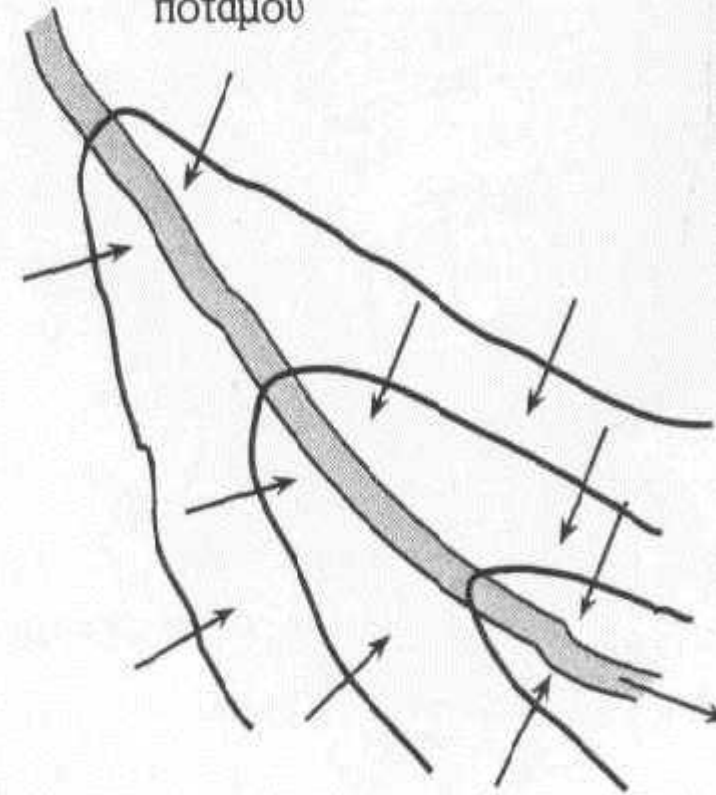
(Bear, 1979):

$$q = -TV, \mu$$

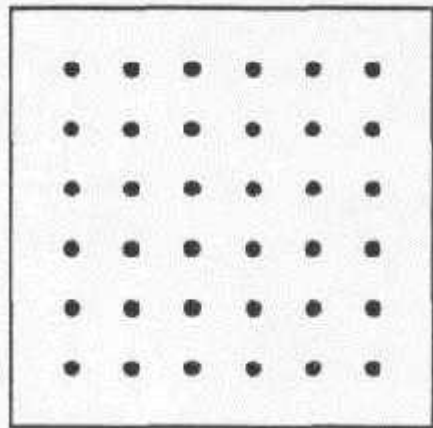
τροφοδοσία
υδροφορέα



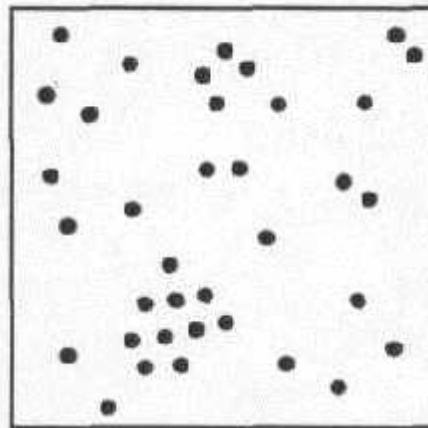
τροφοδοσία
ποταμού



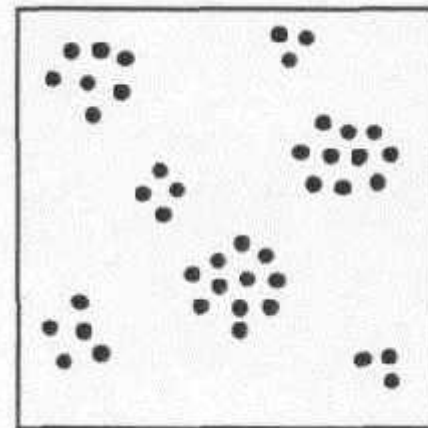
Σχ. 9.21: Αναγνώριση αλληλεπίδρασης ποταμού - υδροφορέα μέσω των ισοπιεζομετρικών καμπυλών.



(α)



(β)



(γ)

Σχ. 9.22: Τύποι διατάξεων σημείων ελέγχου σε χάρτες: α) κανονική, β) τυχαία, γ) συναθροισμένη.

μ

μ
 μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

.

$$z^*(x) = \sum_{j=1}^N \lambda_j(x) z(x_j)$$

μ
 μ

μ

, ,

,

$^*()$

().

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ , ($i = 1, \dots$).

,

μ
 μ

, (),

μ

μ

.

μ

Kriging

Kriging

μ

μ
 μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

Kriging

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

(

$y(h)$,

μ

μ

μ

μ

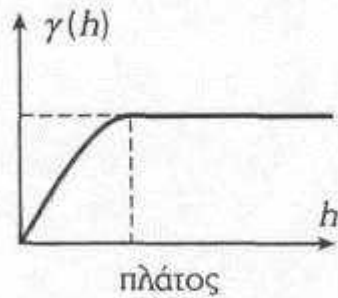
μ

),

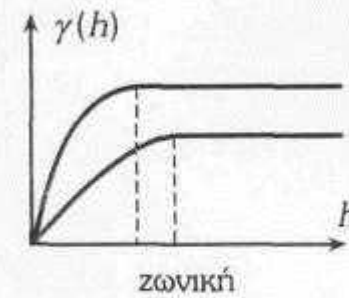
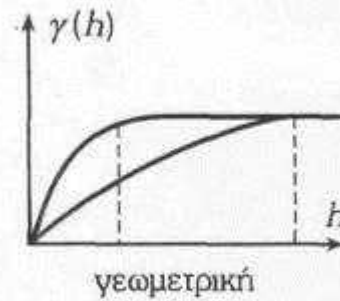
340

$$\gamma(h) = \frac{1}{2} \text{var} [z(x+h) - z(x)] = \frac{1}{2} E \{ [z(x+h) - z(x)]^2 \} \quad (9.29)$$

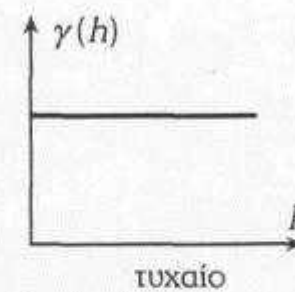
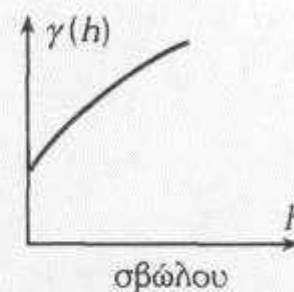
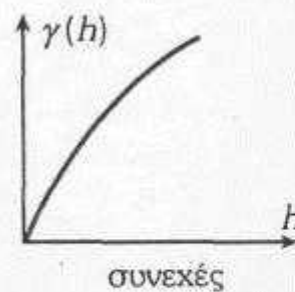
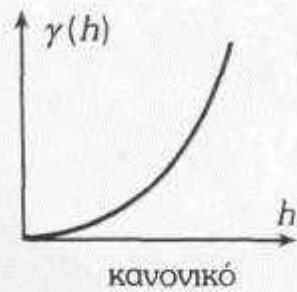
ΖΩΝΗ ΕΠΙΡΡΟΗΣ



ΑΝΙΣΟΤΡΟΠΙΕΣ



ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΣΤΟ $h = 0$



Σχ. 9.23: Ιδιότητες του μεταβλητογράμματος.