



μ μ

&

&

μμ



5 :

μ

5.1

μ

μ (boundary layer theory)

μ

5.1.

(μ)

μ μ

u_0

μ

μ μ

μ

μ

μ

-

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

.

μ .

μ

μ

μ

μ

,

,

(

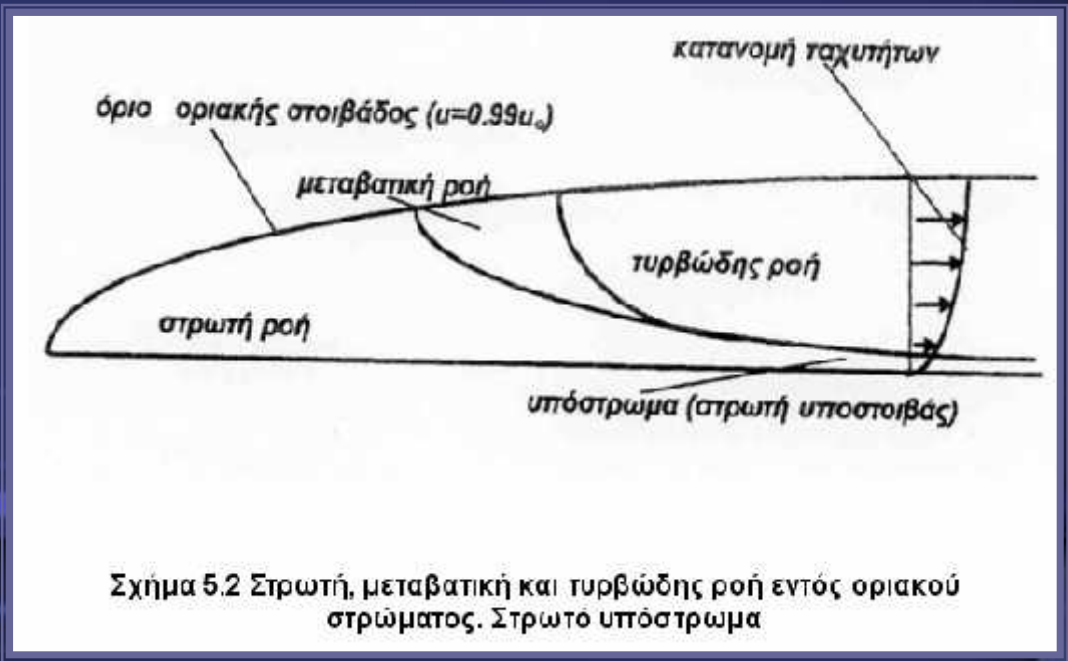
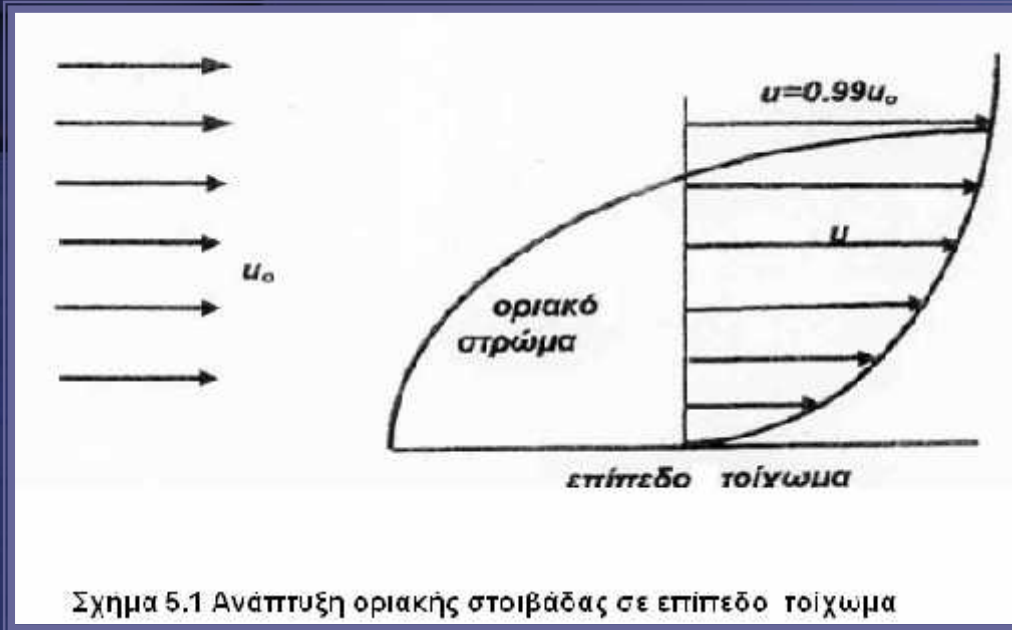
)

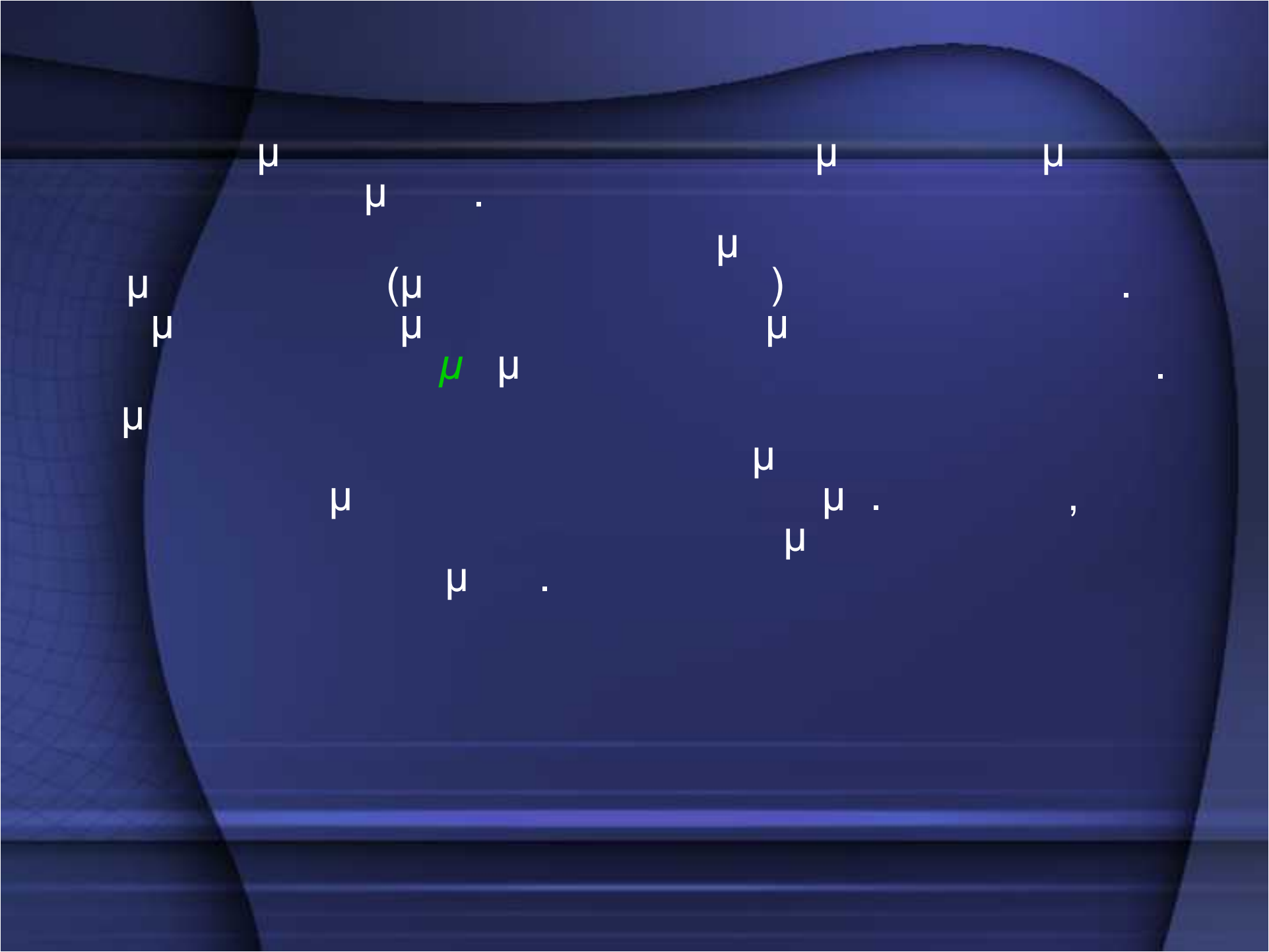
μ

.

μ 5.2

μ





5.2

μ

μ (m),

μ
 μ

μ

μ

μ
 μ .

,

μ μ

-y

μ

u

,

$$\frac{u}{u_0} = 0.99$$

(5.1)

μ

$^*(m)$

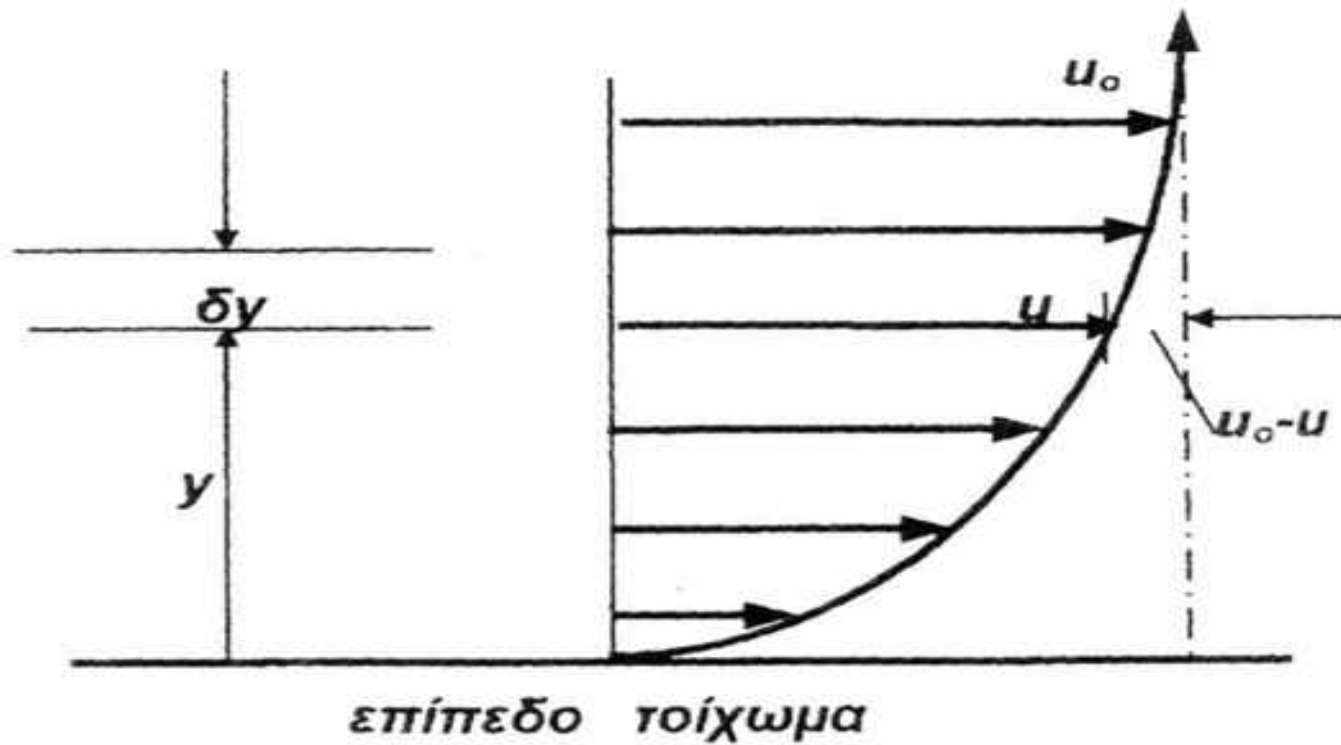
μ ,

$$u^* = \int_0^u \left(1 - \frac{u}{u_0} \right) dy$$

(5.2)

$$u_0^* = \int_0^u (u_0 - u) dy \quad (5.3)$$

(5.2).



Σχήμα 5.3 Κατανομή ταχυτήτων εντός οριακού στρώματος

x (m)
 σ_0 (N/m²)

μ

μ

.

μ

μ

.

5.2.2

(Prandtl).

$$\frac{u}{u_0} = \left(\frac{y}{\delta}\right)^{1/7} \quad (5.11)$$

$$\tau_0 = \mu \left. \frac{du}{dy} \right|_{y=0} \quad (5.2)$$

$$\tau_0 = \frac{0.023 \dots u_0^2}{\text{Re}_u^{1/4}} \quad (5.12)$$

$$\text{Re} = \frac{\rho u_0 \delta}{\mu} = \frac{u_0 \delta}{\nu} \quad (5.13)$$

5.3

μ

k

k/D

μ

μ

μ

$k (m)$

D

μ

.

μ

Chezy C

μ

μ

μ
 μ

μ

R

μ

μ

.

(4.13),

Chezy C

μ

$f \mu$

,

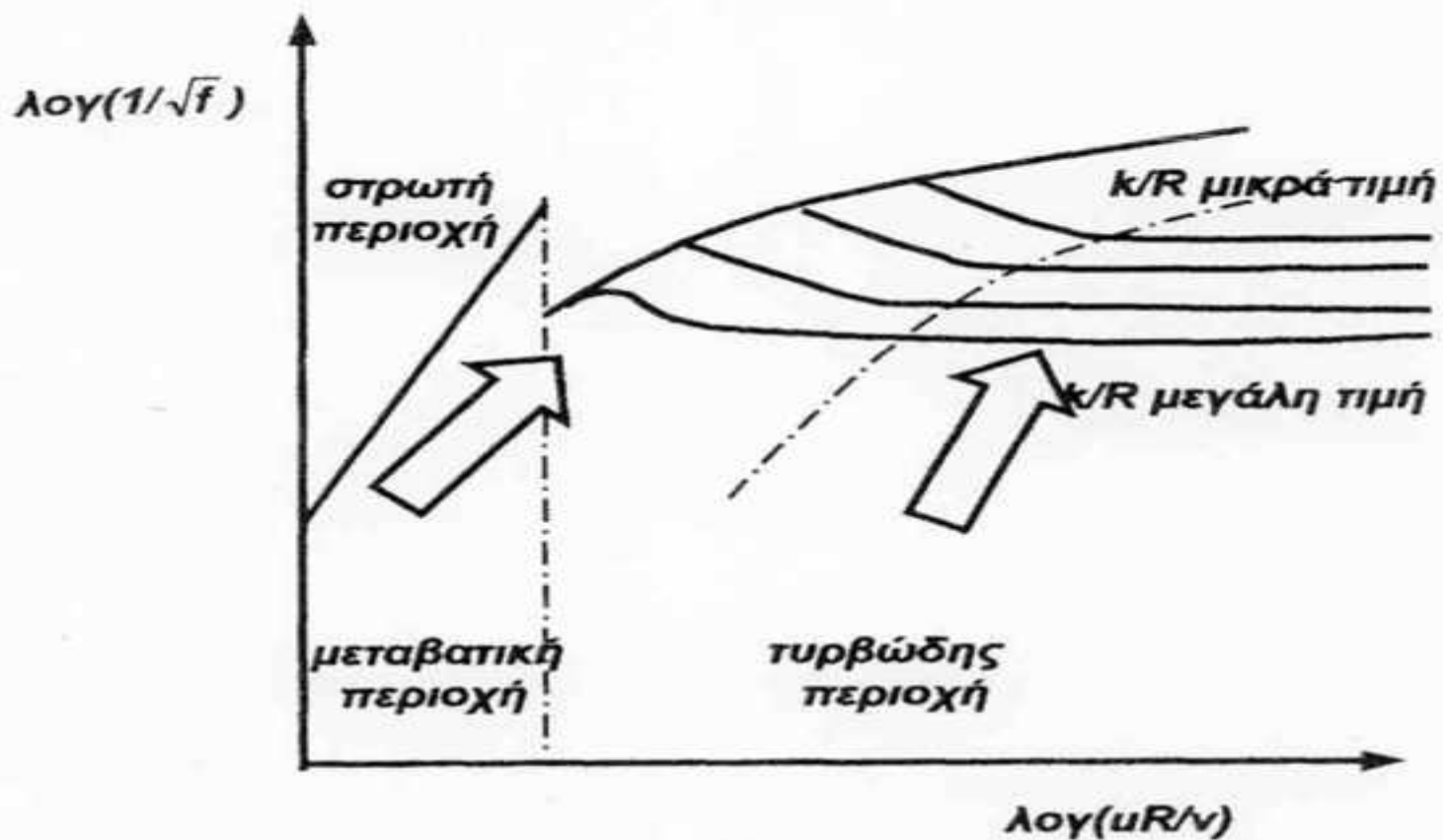
μ
 μ f μ ,

$$f^{-1/2} = 4.0 \left\{ x \left(\frac{D}{k} \right) + 2.28 \right. \quad (5.16)$$

$$y \quad (5.17)$$

$$\frac{C}{(2g)^{1/2}} = 4.0 \left\{ x \left(\frac{D}{k} \right) + 2.28 \right.$$

 μ (4.19) $D \mu \quad 4R$ (5.15) $C \mu$ $\frac{R^{1/6}}{n}$



Σχήμα 5.4 Λογαριθμική μεταβολή του συντελεστή τριβής f με τον λογάριθμο του αριθμού Reynolds για ανοικτούς αγωγούς σε στρωτή, μεταβατική και τουρβώδη ροή. Massey (1970), Van Nostrand Reinhold

$$\frac{R^{1/6}}{n19.62^{1/2}} = 4.0 \left\{ \times \left(\frac{4R}{k} \right) + 2.28 \right. \quad (5.18)$$

μ ,

$$n = \frac{0.0564R^{1/6}}{\left\{ \times \left(14.86 \frac{R}{k} \right) \right.} \quad (5.19)$$

μ

$\mu\mu$

μ ,

μ

μ

μ

(5.19)

.

μ

μ

,

Manning n

μ

μ

k

μ

μ

$R.$

μ

μ

.

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

.

,

$$0 \leq \frac{ku^*}{\nu} \leq 5.0 \quad (5.20)$$

,

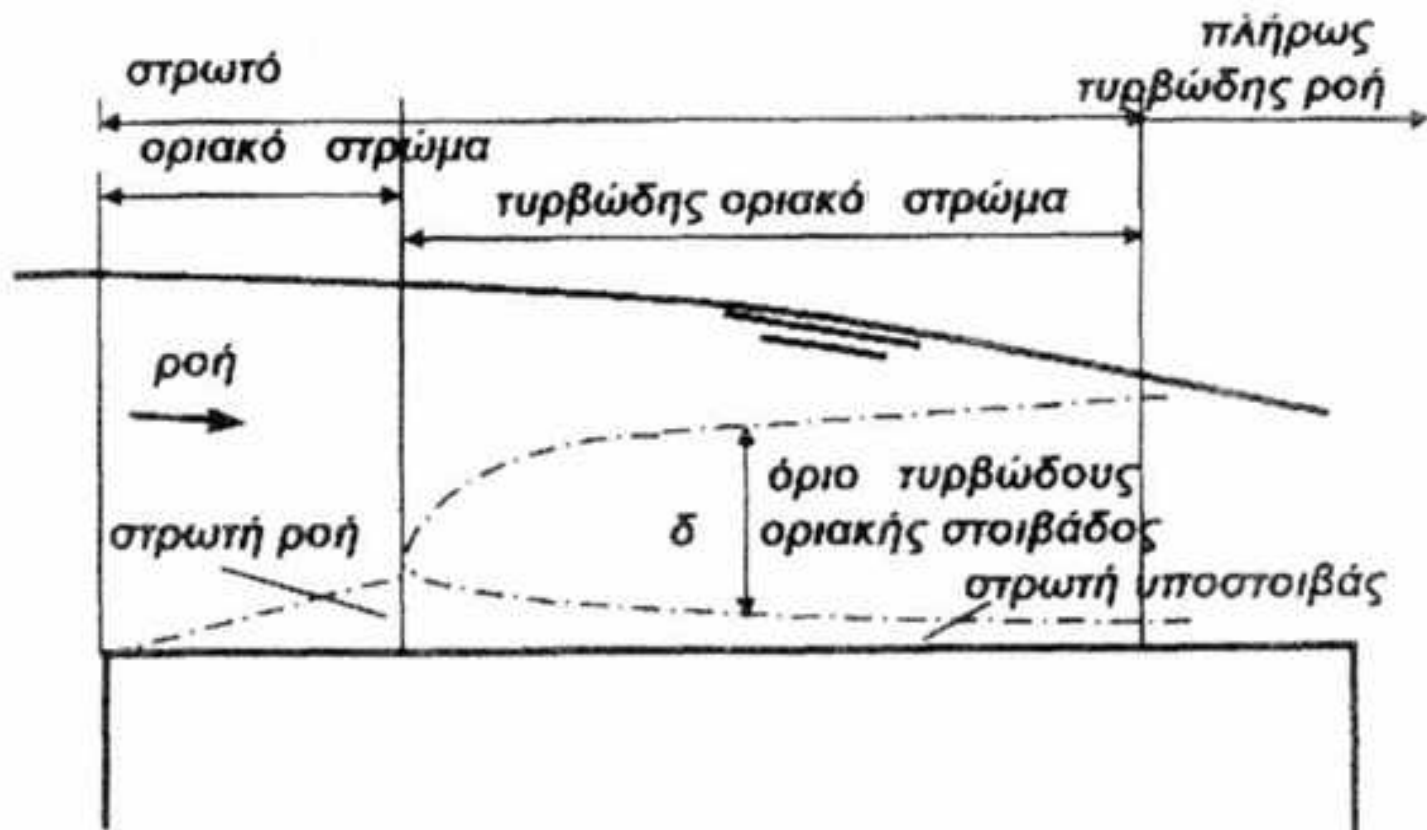
$$5.0 \leq \frac{ku^*}{\nu} \leq 70.0 \quad (5.21)$$

,

$$70.0 \leq \frac{ku^*}{\nu} \quad (5.22)$$

u^* μ ,

$$u^* = \sqrt{gRS} \quad (5.23)$$



Σχήμα 5.5 Στάδια ανάπτυξης οριακού στρώματος και στρωτή υποστοιβάδα