

## Μικροί υδροηλεκτρικοί σταθμοί

Αρχική υδραυλική ισχύς

Το νερό στη λίμνη είναι σε ύψος  $h$  άρα έχει δυναμική ενέργεια που ισούται με:

$$E_{\Delta} = m \cdot g \cdot h \quad \left( \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \cdot \text{m} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{sec}^2} = \text{Joule} \right)$$

Η διαδέσιμη ισχύς θα είναι:

$$P = \frac{E}{t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} = \frac{m}{t} \cdot g \cdot h \quad \left( \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{sec}^3} = \text{Watt} \right)$$

Το μέγεθος  $\frac{m}{t}$  ( $\text{kg}/\text{sec} = \text{lt}/\text{sec}$  για το νερό)

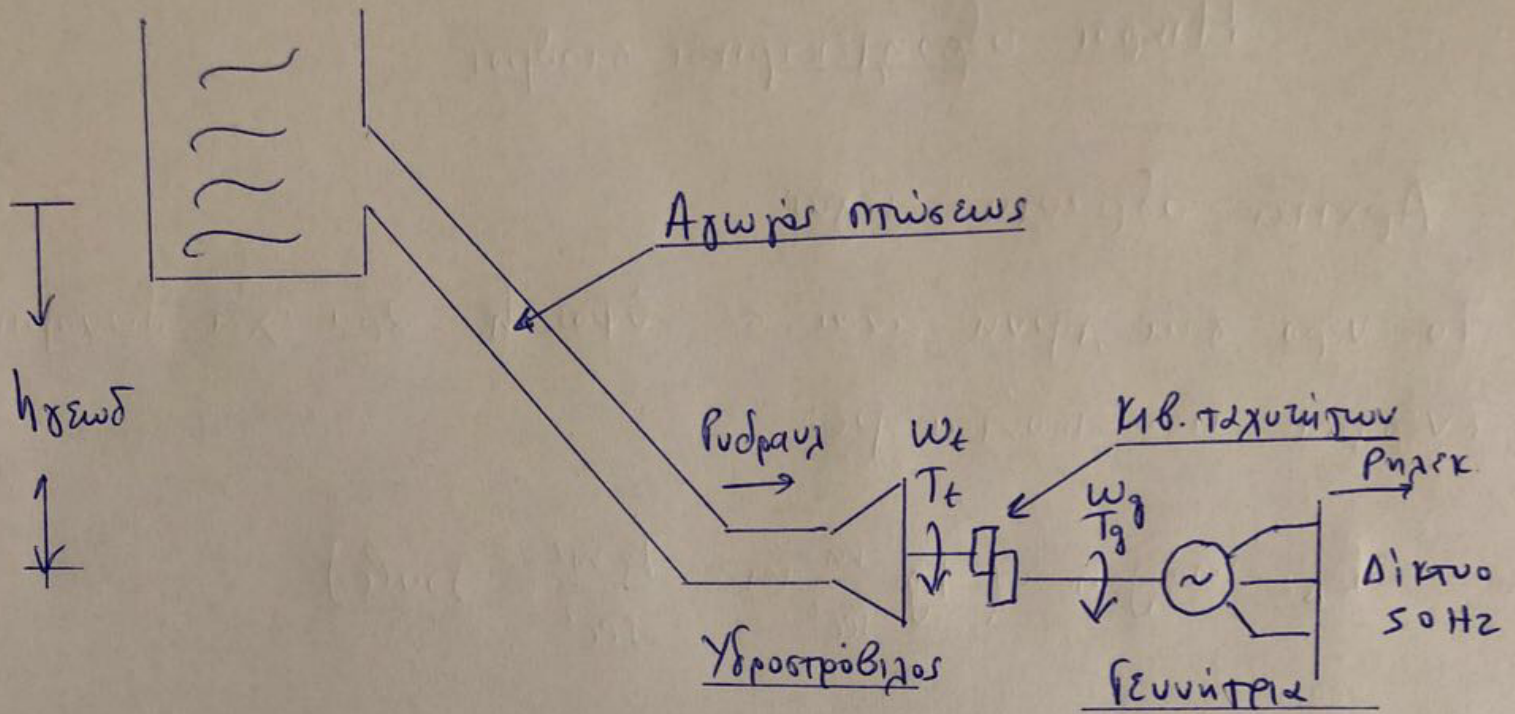
ονομάζεται παροχή  $Q$  ( $\text{lt}/\text{sec}$ ). Συνεπώς η διαδέσιμη ισχύς ισούται με:

$$P = Q \cdot g \cdot h \quad (\text{Watt}) \quad \text{όπου.}$$

$Q \rightarrow$  παροχή  $\text{lt}/\text{sec}$

$g \rightarrow$  επιτάχυνση βαρύτητας =  $9,81 \text{ m}/\text{sec}^2$

$h \rightarrow$  καθαρή υψομετρική διαφορά.



Η καθαρή υψομετρική διαφορά ισούται με:

$$h = h_{\text{γεωδ}} - h_{\text{υδραυλ. απώλ}} \quad (\text{m})$$

Όχι οι υδραυλικές απώλειες υπολογίζονται σε  $m$  ώστε να αφαιρούνται από το  $h_{\text{γεωδ}}$  απευθείας και να έχουμε την καθαρή υψομετρική διαφορά.

Οι υδραυλικές απώλειες εμφανίζονται σε όλο το σύστημα σωλήνωσης του σταθμού.

## Υδραυλικές απώλειες

Σε ευθύγραφο σωλήνα κυκλικής διατομής ο οποίος πληροίται με υγρό διακινούμενο, η αναπτυσσόμενη μεταβολή της πίεσης του υγρού δίνεται με:

$$\Delta p = \lambda \frac{L}{d} \frac{\rho}{2} v^2 \quad (\text{Nt/m}^2) \quad \text{όπου:}$$

$\lambda \rightarrow$  συντελεστής γραμμικών απωλειών

$L \rightarrow$  μήκος σωλήνα

$d \rightarrow$  διάμετρος σωλήνα

$\rho \rightarrow$  πυκνότητα υγρού

$v \rightarrow$  ταχύτητα υγρού μέσα στο σωλήνα

Επίσης η πίεση δίνεται με:

$$p = \rho g \cdot h \rightarrow \Delta p = \rho g \Delta h$$

Από τις 2 παραπάνω σχέσεις προκύπτει:

$$\Delta h = \lambda \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g} \quad (\text{m})$$

Στην πράξη οι απώλειες μέσα στο σωλήνα πίεσης υπολογίζονται από τη σχέση των Hazen-Williams:

$$\Delta h = L \cdot \frac{U^{1,85}}{0,147 \cdot C^{1,85} \cdot D^{1,17}}$$

$L \rightarrow$  μήκος σωλήνα (m)

$U \rightarrow$  ταχύτητα νερού μέσα στο σωλήνα (m/sec)

$D \rightarrow$  διάμετρος σωλήνα (m)

$C \rightarrow$  σταθερά η οποία λαμβάνει υπόψη της την κατάσταση και το υλικό του σωλήνα

Οι υδραυλικές απώλειες από ειδικές διαμορφώσεις του σωλήνα ή διάφορα άλλα εξαρτήματα δίνονται από το γενικό τύπο:

$$\Delta h = \zeta \frac{v^2}{2g} \quad \text{όπου:}$$

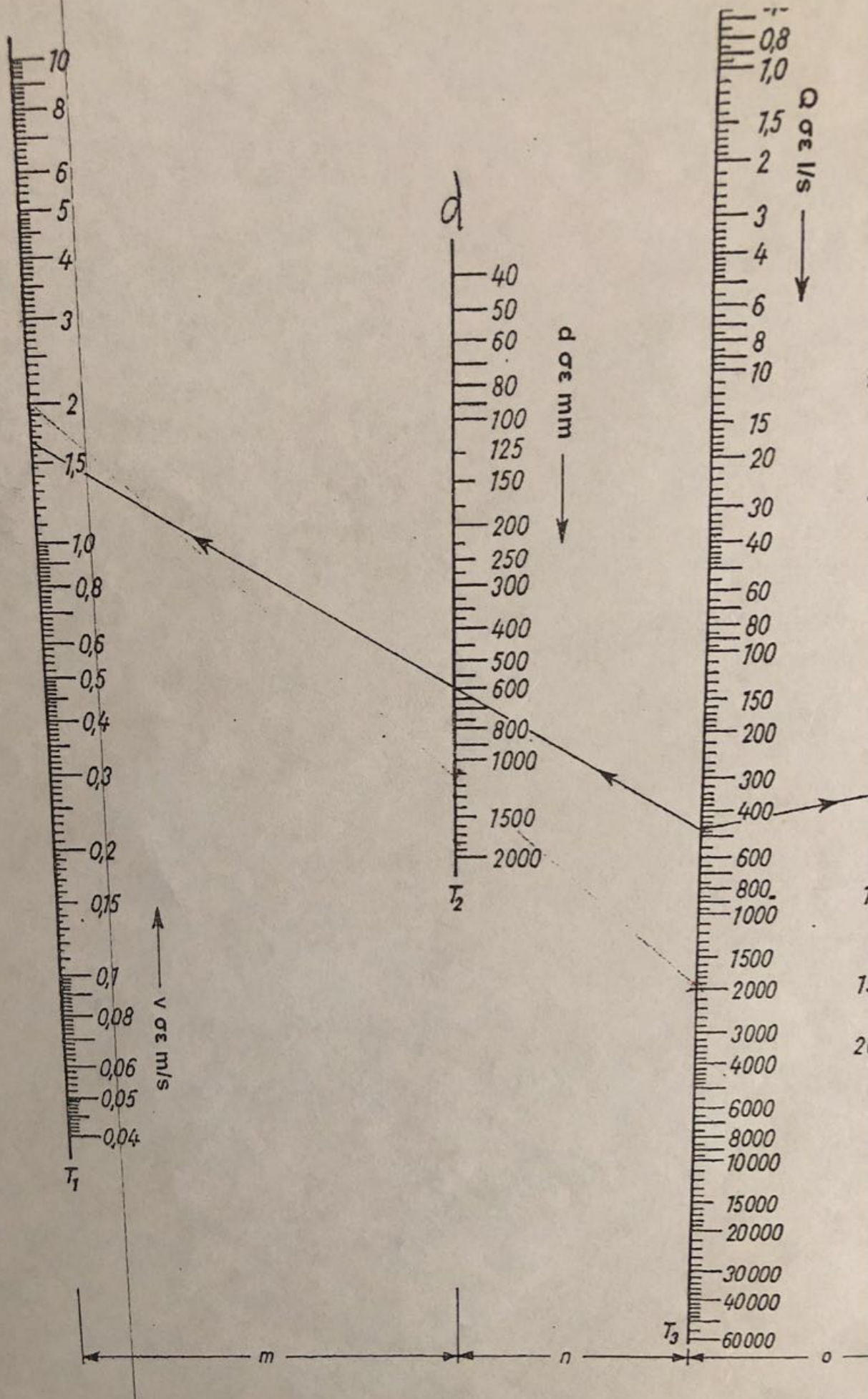
$\zeta \rightarrow$  ειδικός συντελεστής ανάλογα με την περίπτωση (βλ. πιν. 5-6)

Πίνακας 1: ΧΑΛΥΒΕΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΩΛΗΝΩΝ

Τύπος	$\sigma_B$ (Kp/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{0.2}$ (Kp/mm <sup>2</sup> )
St 35.8	35-45	23
St 45.8	45-55	26
15 Mo 3	45-58	29
13CrMo44	45-58	30
10CrMo9 10	45-60	27

Πίνακας 2 ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΜΕΤΡΟΙ ΧΑΛΥΒΔΙΝΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ

DN	DN in	D mm	DN	DN in	D mm	DN	DN in	D mm
8	1/4	13.5	125	5	139.7	1000	40	1016
10	3/8	17.2	150	6	168.3	1200	48	1220
15	1/2	21.3	200	8	219.1	1400	56	1420
20	3/4	26.9	250	10	273.0	1600	64	1620
25	1	33.7	300	12	323.9	1800	72	1820
32	1 ¼	42.4	350	14	355.6	2000	80	2020
40	1 ½	48.3	400	16	406.4	2200	88	2220
50	2	60.3	500	20	508.0	2400	96	2420
65	2 ½	76.1	600	24	609.6	2600	104	2620
80	3	88.9	700	28	711.2	2800	112	2820
100	4	114.3	800	32	812.8	3000	120	3020



Πίνακας 3: ΑΠΟΛΥΤΗ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑ ΣΩΛΗΝΩΝ

Υλικό	Κατάσταση	Απόλυτη τραχύτητα ε(mm)
Σωλήνες εξελάσεως (χωρίς ραφή) από γυαλί, χαλκό, ορείχαλκο, αλουμίνιο, ελαφρά κράματα, πλαστικό	Νέος, τεχνητή λείανση	0 (λείος) έως 0.0015 περίπου
Χαλύβδινος εξελάσεως (άνευ ραφή)	Νέος	0.01...0.05
Συγκολλητός χαλύβδινος (με ραφή)	-νέος -ελαφρά φθορά -έντονη φθορά	0.05...0.10 0.15...0.2 έως 3.0
Χαλύβδινος ηλωτός (με καρφιά)	Εξαρτάται από το είδος και την διάταξη των καρφιών	Από 1 έως 5 ή και περισσότερο (μέγιστο 10.0)
Γαλβανισμένος χυτοσίδηρος	Νέος	0.12...0.15
Χυτοσίδηρος (ακατέργαστος)	Νέος	0.05
Χυτοσίδηρος συμπεριλαμβανομένων των εξαρτημάτων σύνδεσης (φλάντζες, σύνδεσμοι κλπ)	-νέος με εσωτερική επένδυση από ασφαλιστικό υλικό - νέος χωρίς επένδυση - ελαφρά φθορά -έντονη φθορά	0 έως 0.12 0.25 έως 0.15 έως 3.0
Ξύλο	Νέος (η τραχύτητα αυξάνει με την ηλικία λόγω των εναποθέσεων)	0.2...1.0
Αμιαντοσίμεντο	Νέος	0 έως 0.1
Σκυρόδεμα	- νέος , οπλισμένο σκυρόδεμα με προσεκτική επεξεργασία - νέος χωρίς επεξεργασία - οπλισμένο σκυρόδεμα με προσεκτική επεξεργασία μετά από λειτουργία μερικών ετών	0 έως 0.15 0.2 .... 0.8 0.2 ... 0.3 (ή περισσότερο)

Πίνακας 4: ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ C Hazen-Williams ΓΙΑ ΑΓΩΓΟ ΚΥΚΛΙΚΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ

Σωλήνας	C
Εξαιρετικά λείος	140
Πολύ λείος	130
Σωλήνας από σκυρόδεμα	120
Νέος σιδηροσωλήνας	110
Κανονικός χυτοσίδηρος σωλήνας, χαλύβδινος 10-ετή χρήση ή παλαιός ξύλινος	100
Σωλήνας με έντονη φθορά	60