

## Παράδειγμα υδραυλικών απωλειών

Σε ΜΥΗΣ έχουμε ηγεωδ.  $52m$  μήκος σωλήνα  $l=1270m$   
παροχή  $Q=2m^3/sec$ . Να υπολογισθεί η διάμετρος του  
σωλήνα, και η καθαρή υδραυλική ισχύς που φθάνει στο  
στρόβιλο (υπάρχουν 2 αλλαγές κλίσης  $60'$  του σωλήνα και  
1 βάννα τύπου πεταλούδας.)

Καθορίζω ταχύτητα νερού μέσα στο σωλήνα:

$U=2m/sec$  Από νομογράφημα προκύπτει:  $d=1,1m$

Από την 2 προκύπτει ότι ο τυποποιημένος έχει διάμετρο  
 $d=1220mm$ . Από την 4 για νέο σιδηροσωλήνα:

$C=110$ . Συνεπώς οι υδραυλικές απώλειες μέσα στο  
σωλήνα θα είναι.

$$\Delta h_1 = 1270 \frac{2^{1,85}}{0,147 \cdot 110^{1,85} \cdot 1,22^{1,17}} = 4,12m$$

Για τις 2 αλλαγές κλίσης  $60'$ : Από σχεδ. 1 είναι  $\zeta=0,45$

Άρα  $\Delta h_2 = 2 \cdot 0,45 \frac{4}{2 \cdot 10} = 0,18m$ . Για τη βάννα: ΠΙΝ 6:

$\zeta=0,2$ . Άρα:  $\Delta h_3 = 0,2 \cdot \frac{4}{2 \cdot 10} = 0,04m$ .

Συνολικές υδραυλικές απώλειες:

$$\Delta h = h_{\text{απωλειών}} = 4,12 + 0,18 + 0,04 = 4,34 \text{ m}$$

Άρα καθαρή υψομετρική διαφορά:

$$h_{\text{ωφ}} = h_{\text{σταθ}} - h_{\text{απωλ}} = 52 - 4,34 = 47,66 \text{ m}$$

Διαδίδιμη υδραυλική ισχύς:

$$P_{\text{υδραυλ}} = Q \cdot \rho \cdot h_{\text{ωφ}} = 2000 \frac{\text{lt}}{\text{sec}} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \cdot 47,66 \text{ m} =$$

$$= 2000 \cdot 9,81 \cdot 47,66 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{sec}^3} = 935 \text{ kW}$$

Σημείωση.

Από το νομογράφημα φαίνεται ότι για την ίδια διάμετρο σωλήνα, η παροχή  $Q$  μεταβάλλει την ταχύτητα  $v$  του νερού και άρα και τις υδραυλικές απώλειες  $\Delta h$ . Συνεπώς τα 3 αυτά μεγέθη είναι άμεσα συνδεδεμένα (μη γραμμικά) μεταξύ τους

## Ορισμοί

→ Ειδικός αριθμός στροφών στροβίλου ως προς την παροχή  $Q_0$

$$\eta_Q = \eta \cdot \frac{Q_0^{1/2}}{H_0^{3/4}} \quad \text{όπου:}$$

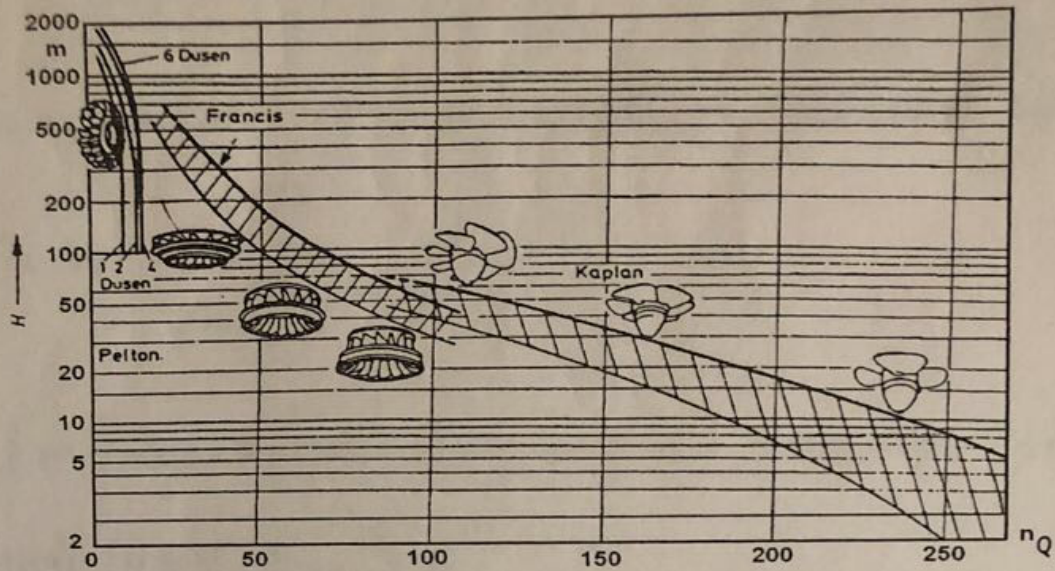
$Q_0$  ( $\text{m}^3/\text{sec}$ ) είναι η παροχή που αντιστοιχεί στο καθαρό (ωφέλιμο) ύψος  $h_0$  (m)

→ Ειδικός αριθμός στροβίλου ως προς την ισχύ  $\eta_S$

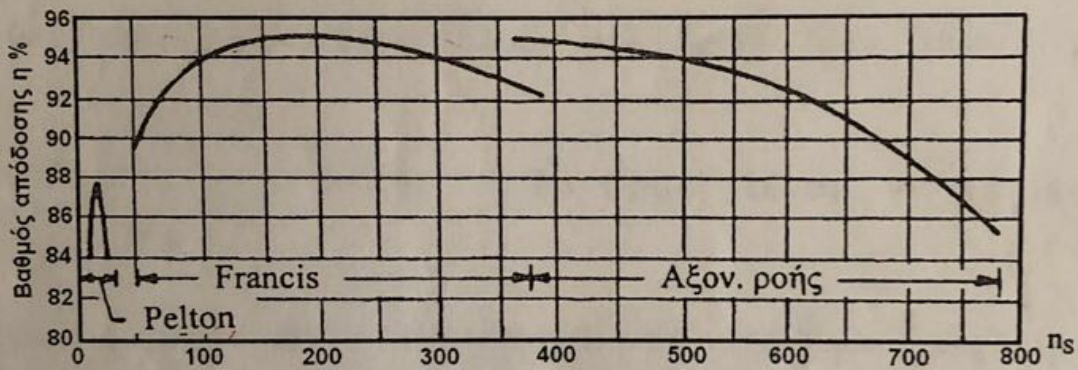
$$\eta_S = \eta \cdot \frac{P_0^{1/2}}{H_0^{5/4}} \quad \text{όπου } P_0 \text{ (kW) είναι η μέγιστη}$$

υδραυλική ισχύς που αντιστοιχεί σε καθαρό (ωφέλιμο) ύψος  $h_0$

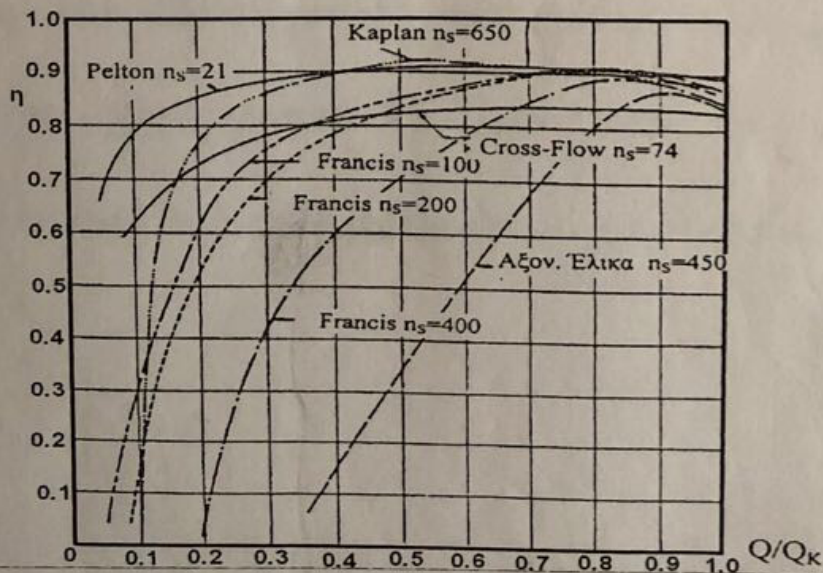
Από το  $\eta_Q$  προσδιορίζουμε τον τύπο του υδροστροβίλου που πρέπει να χρησιμοποιηθεί και από το  $\eta_S$  το βαθμό απόδοσης που έχει στη συγκεκριμένη λειτουργία ( $H_0 - P_0 - Q_0$ )



Σχ. 2 Συσχέτιση του ειδικού αριθμού στροφών  $n_Q$  και του τύπου του υδροστροβίλου συναρτήσει της διαθέσιμης υδραυλικής πτώσης  $H_k$



Σχ. 3 Μέγιστη τιμή του ολικού βαθμού απόδοσης υδροστροβίλου συναρτήσει του ειδικού αριθμού στροφών



Σχ. 4 Ενδεικτική μεταβολή του βαθμού απόδοσης υδροστροβίλων συναρτήσει του φορτίου

## Συνοδικό παράδειγμα

Σε Μ ΗΣ έχουμε:  $h_{\text{γεωδ}} = 25 \text{ m}$  μήκος σωλήνα  $l = 850 \text{ m}$   
ομογενική παροχή  $Q_0 = 1000 \text{ lt/sec}$  τριγωνική κλίση  $50'$   
2 βάννες τύπου πεταλούδα

α) Υπολογισμός υδραυλικής ισχύος

Από νομοθέτημα για  $v = 2 \text{ m/sec}$  είναι  $d = 800 \text{ mm}$ . Από  
ΠΙΝ 2 προκύπτει τυποποιημένη διάμετρος σωλήνα  $d = 812 \text{ mm}$   
Για νέο σιδυροσωλήνα οι υδραυλικές ανώγειες  $\Delta h$  είναι:

$$\Delta h_1 = 850 \frac{2^{1,85}}{0,147 \cdot 110^{1,85} \cdot 0,812^{1,17}} = 4,45 \text{ m}$$

Από ΣΤ 1:  $\zeta = 0,3$   $\Delta h_2 = 0,3 \frac{4}{2 \cdot 10} = 0,06 \text{ m}$

Από ΠΙΝ 6:  $\zeta = 0,2$   $\Delta h_3 = 0,2 \cdot 2 \cdot \frac{4}{2 \cdot 10} = 0,08 \text{ m}$

Συνοδικές υδραυλικές ανώγειες:

$$\Delta h = h_{\text{απώγ}} = 4,45 + 0,06 + 0,08 = 4,59 \text{ m}$$

άρα  $h_{\text{ωφ}} = 25 - 4,59 = 20,41 \text{ m}$  . Υδραυλική ισχύς:

$$P_{\text{υδραυλ}} = 9,81 \cdot 1000 \cdot 20,41 = 200 \text{ kW υδραυλική.}$$

β) Να υπολογισθεί η ηλεκτρική ισχύς των εξόδων του σταθμού αν η σύγχρονη γεννήτρια έχει 12 πόλους και βαθμό απόδοσης  $\eta_g = 0,9$  (σχέση κινωτ. ταχ. των περίπτωση αωτή 1:1)

Ταχύτητα γεννήτριας  $n_g = 500 \text{ rpm}$ . Από τη σχέση στο Κ.Τ. είναι 1:1 σημαίνει ότι και η ταχύτητα του στροβίλου είναι  $n_f = 500 \text{ rpm}$  άρα υπολογίζουμε:

$$\eta_Q = 500 \cdot \frac{1^{1/2}}{20,41^{3/4}} = 52,8$$

Από σχ 2 προκύπτει υδροστίβος τύπου Francis

$$\eta_B = 500 \cdot \frac{200^{1/2}}{20,41^{5/4}} = 165,6$$

Από σχ 3 προκύπτει  $\eta_f = 0,95$  άρα

$$P_{ηλ} = 200 \cdot 0,95 \cdot 0,9 = 171 \text{ kW}$$

γ) Πόση ενέργεια παράγει /ημέρα και πόσο νερό χρησιμοποιείται;

$$E = P \cdot t = 171 \cdot 24 = 4104 \text{ kWhrs / ημέρα}$$

$$Q = m/t \rightarrow m = Q \cdot t = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{sec}} \cdot 24 \cdot 3600 \text{ sec} / 1000 = 86400 \text{ m}^3$$

δ) Η παροχή μειώνεται στο μισό, δηλαδή  $Q = Q_0/2 = 500 \frac{\text{lt}}{\text{sec}}$

Ποια η ισχύς εξόδου;

Τώρα γνωρίζονται τη διάμετρο του σωλήνα από πριν, με τη νέα παροχή υπολογίζουμε την ταχύτητα του νερού από το νόμο διατήρησης. Προκύπτει  $U = 0,9 \text{ m/sec}$

Ανώγειος σωλήνα: 
$$dh_1 = 850 \frac{0,9^{1,85}}{0,147 \cdot 110^{1,85} \cdot 0,812^{1,17}} = 1 \text{ m}$$

Ποιηός ανώγειος: 
$$dh_2 = 0,3 \frac{0,9^2}{2 \cdot 10} = 0,012 \text{ m} \quad dh_3 = 0,016 \text{ m}$$

αρα  $h_{\text{ανώγειος}} = 1 + 0,012 + 0,016 = 1,028 \text{ m}$ . Καθάρια

υψομετρική διαφορά  $h_{\text{ωφ}} = 25 - 1,028 = 23,972 \text{ m}$

Υδραυλική ισχύς:  $P_{\text{υδραυλ}} = Q \cdot \rho \cdot g \cdot h_{\text{ωφ}} = 0,5 \cdot 9,81 \cdot 23,972 =$   
 $= 117,58 \text{ kW}$

Από σχ 4 να  $Q/Q_0 = 0,5$  προκύπτει  $\eta_t = 0,82$  αρα

$P_{\text{ηλ}} = 117,58 \cdot 0,82 \cdot 0,9 = 86,77 \text{ kW ηλεκτρικά}$