

Διαγώνισμα Ιούνιος 2018:

Άσκηση 1:

ΜΣΛ = +550m

καθ' ύψους αγωγό L = 3600m

D = 3,5m

3 στροβίλους: 40MW, xz = +220m

Qοικωλ1 = 1,5m³/sec → υγρό

Qοικωλ2 = 0,5m³/sec → τήρο

Q = 14m³/sec

Vυπερ = 10hm³

E = 305 GWh

μηδενική αστοχία.

a) $P = \frac{E}{T} \Leftrightarrow T = \frac{E}{P} \Leftrightarrow$

$T = \frac{305.000 \text{ MWh}}{3.40 \text{ MW}} = 2542 \text{ hr.}$

b) $\Delta S = 0 \Leftrightarrow 0 = I - V - r - Vοικω.$

→ αφού Q = 14m³/sec ⇔

$Q = \frac{V}{t} \Leftrightarrow V = Q \cdot t \Leftrightarrow$

$V = 14 \cdot 86400 \cdot 365 / 10^6 \Leftrightarrow$

$V = 441,5 \text{ hm}^3$

άρα I = 441,5hm³

→ $Vοικω1 = 1,5 \cdot 86400 \cdot 365 / 10^6 = 47,3 \text{ hm}^3$

$Vοικω2 = 0,5 \cdot 86400 \cdot 365 / 10^6 = 15,8 \text{ hm}^3$

μ.ο. = 31,54hm³

Άρα στο ισοζύγιο: $r = 441,5 - 10 - 31,54 \Leftrightarrow$

$r \approx 400 \text{ hm}^3$

γ) Έχουμε εισροή 400hm³ και 3 στροβίλους που λειτουργούν 2542 hr.

$Q = \frac{V}{t} \Leftrightarrow Q = \frac{400 \cdot 10^6}{2542 \cdot 3600} = 43,71 \text{ m}^3/\text{sec}$

και αφού έχουμε 3 στροβίλους ⇒ $Q_1 = 43,71 \text{ m}^3/\text{sec} / 3 = 14,57 \text{ m}^3/\text{sec}$

δ) καθαρός ύψος πτώσης = Hη

$Hη = \Delta z - h_L \Rightarrow$ με $\Delta z = 550 - 220 = 330 \text{ m}$

και $h_L = J \cdot L + h_T$ και $h_T = \frac{kV^2}{2g} \Rightarrow h_T = 1,5 \left(\frac{Q}{\pi \frac{D^2}{4}} \right)^2 \frac{1}{2g} = 1,5 \left(\frac{43,7}{\pi \frac{3,5^2}{4}} \right)^2 \frac{1}{2 \cdot 9,81} =$

$= 1,577 \text{ m}$

και το J μπορούμε να το βρούμε από γενικευμένη Manning με ε = 1mm

↓ $J = 0,0038 = 0,004$

Άρα $h_L = 0,004 \cdot 3600 + 1,577 = 15,977 = 16 \text{ m}$

$Hη = 330 - 16 = 314 \text{ m}$

$$\epsilon) P = \eta \cdot \gamma \cdot Q \cdot H \eta \epsilon)$$

$$120 = \eta \cdot 9,81 \cdot 43,7 \cdot 314 / 10^3 \epsilon)$$

$$\eta = 0,89 \quad (\text{λογισμός για ταμπευτήρα})$$

στ) Έργο αντλησοταμίευσης 6hr παραγωγή (στρόφιλος)
6hr άντληση (αντλία)

Έχουμε $43,7 \text{ m}^3/\text{sec}$

$$Q = \frac{V}{t} \epsilon) V = Q \cdot t = 43,7 \cdot 6 \cdot 3600 = 943.920 \text{ m}^3 = 0,94 \text{ hm}^3$$

$$ζ) H_{\mu} = \Delta z + h_c = 330 + 16 = 346 \text{ m}$$

$$P_A = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_{\mu}}{\eta_A} = \frac{9,81 \cdot 43,7 \cdot 346}{0,85} / 10^3 = 174,5 \text{ MW}$$

$$\eta) E_A = P_A \cdot t = 174,5 \cdot 6 = 1047 \text{ MWh} \quad (\text{αποταμίωση})$$

$$E_{\Sigma} = P_{\Sigma} \cdot t = 120 \cdot 6 = 720 \text{ MWh} \quad (\text{παραγωγή})$$

Άσκηση 2:

α) Βλέπε θεωρία

β) • Στόχος = 64 GWh

- Την αξιοπιστία την βλέπουμε στο Δμήματος μακρύλης που δεν παράγει ενέργεια και είναι περίπου 5% που έχουμε ελλείμματα \Rightarrow αξιοπιστία 95%
- Είναι το τμήμα A-B που ουσιαστικά αντιστοιχεί στο 17% του χρόνου.
- Είναι το τμήμα A \Rightarrow 10%

δ) Θέλουμε μεγάλο μήκος χρονοσειράς και αν δεν αρμοζή τα ιστορικά δεδομένα φτιάχνουμε εσωτερικές χρονοσειρές με την Hurst-κοσμωγοράν.

Άσκηση 3:

ΜΥΗΕ

$$H_m = 24 \text{ m}$$

$$\Delta \text{τροβίλος 1: } 2 - 10 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$\Delta \text{τροβίλος 2: } 1 - 6 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$\eta = 0,85$$

$$\alpha) \Delta \text{τροβίλος 1: } > 10 \text{ m}^3/\text{s} \Rightarrow V = 0,3 \cdot 8760 \cdot 10 \cdot 3600 / 10^6 = 94,61 \text{ hm}^3$$

$$6 - 10 \text{ m}^3/\text{s} \Rightarrow V = 0,1 \cdot 8760 \frac{10+6}{2} \cdot 3600 / 10^6 = 25,22 \text{ hm}^3$$

$$2 - 6 \text{ m}^3/\text{s} \Rightarrow V = 0,4 \cdot 8760 \frac{6+2}{2} \cdot 3600 / 10^6 = 50,46 \text{ hm}^3$$

$$= 170,29 \text{ hm}^3$$

$$\Delta \text{τροβίλος 2: } > 6 \text{ m}^3/\text{s} \Rightarrow V = 0,4 \cdot 8760 \cdot 6 \cdot 3600 / 10^6 = 75,69 \text{ hm}^3$$

$$1 - 6 \text{ m}^3/\text{s} \Rightarrow V = 0,5 \cdot 8760 \cdot \frac{6+1}{2} \cdot 3600 / 10^6 = 55,19 \text{ hm}^3$$

$$= 130,88 \text{ hm}^3$$

$$\beta) P_{\text{MAX1}} = \eta \cdot \gamma \cdot Q_{\text{MAX1}} \cdot H_m =$$

$$= 0,85 \cdot 9,81 \cdot 10 \cdot 24 / 10^3 = 2 \text{ MW}$$

$$P_{\text{MAX2}} = \eta \cdot \gamma \cdot Q_{\text{MAX2}} \cdot H_m =$$

$$= 0,85 \cdot 9,81 \cdot 6 \cdot 24 / 10^3 = 1,2 \text{ MW}$$

$$\gamma) E_1 = \eta \cdot \gamma \cdot V \cdot H_m = 0,85 \cdot 9,81 \cdot 170,29 \cdot 24 / 3600 = 9,47 \text{ GWh}$$

$$E_2 = \eta \cdot \gamma \cdot V \cdot H_m = 0,85 \cdot 9,81 \cdot 130,88 \cdot 24 / 3600 = 7,28 \text{ GWh}$$

$$\delta) CF_1 = \frac{E_1}{P_{\text{MAX1}} \cdot 8760} = \frac{9,470 \text{ MWh}}{2 \text{ MW} \cdot 8760} = 0,54 \text{ ή } 54\%$$

$$CF_2 = \frac{E_2}{P_{\text{MAX2}} \cdot 8760} = \frac{7,280 \text{ MWh}}{1,2 \text{ MW} \cdot 8760} = 0,69 \text{ ή } 69\%$$

ε) από τις υαμνίες το 80% ως το 90%

Άσκηση 4:

Στο μάθημα.

Διαγώνισμα Σεπτεμβρίου 2018:

Άσκηση 1:

$V = 300 \text{ hm}^3$

μεγάλο ΥΠΗ

$H = 150 \text{ m}$

$L = 350 \text{ m}$

$T = 2000 \text{ hr/yr}$

$Q = 40 \text{ m}^3/\text{sec}$

α) Θα βάλαμε Pelton αφού θα έχουμε μεγάλη υψομετρική διαφορά (οριακά θα μπορούσε και Francis \Rightarrow 60-150m και μεγάλο εύρος παροχών)

$E = \eta \cdot \gamma \cdot V \cdot H \eta = 1 \cdot 9,81 \cdot 300 \cdot 150 / 3600 = 122,63 \text{ GWh}$

β) $Q = \frac{V}{T} \Leftrightarrow V = Q \cdot T = 40 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 2000 \cdot 360 / 10^6 = 288 \text{ hm}^3$

$\Delta S = I - r = 300 - 288 = 12 \text{ hm}^3$ (υπερχειρίσεις)

γ) $\eta = 0,9$

$E = 0,9 \cdot E_{\text{max}} = 0,9 \cdot 122,63 \text{ GWh} = 98,1 \text{ GWh}$

$E = \eta \cdot \gamma \cdot V \cdot H \eta \Leftrightarrow 98,1 = 0,9 \cdot 9,81 \cdot 288 \cdot x / 3600 \Rightarrow x = 138,9 \text{ m}$

$H \eta = 138,9 \text{ m}$

αφού $H \eta = \Delta z - h_L \Rightarrow h_L = 150 - 138,9 = 11,1 \text{ m}$

δ) Αμφιλόμφ τις τοιχώσεις ανώδεις $\Rightarrow h_L = \gamma \cdot L \Rightarrow \gamma = 11,1 / 350 = 0,03$

από την γενικευμένη Manning με $\epsilon = 2 \text{ mm} \Rightarrow D = 2,3 \text{ m}$

ε) κάνουμε ισοζύγιο εισροών και εξροών:

$\Delta S = I - r - V_{\text{οιυ}} \Leftrightarrow$

$V_{\text{οιυ}} = Q \cdot t = 1 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 86400 \cdot 365 / 10^6 = 31,54 \text{ hm}^3$

$0 = 300 - r - 31,54 \Leftrightarrow$

$r = 268,46 \text{ hm}^3$

$E' = \eta \cdot \gamma \cdot V' \cdot H \eta = 0,9 \cdot 9,81 \cdot 268,46 \cdot 138,9 / 3600 = 91,45 \text{ GWh}$

Asunon 2:

MYHE

$H_n = 45m$

$Q: 2 - 20m^3/sec$

$n = 0,85$

a) $> 20m^3/s \Rightarrow V_1 = Q \cdot t = 20 \cdot 0,1 \cdot 8760 \cdot 3600 / 10^6 = 63,07hm^3$
 $8 - 20m^3/s \Rightarrow V_2 = Q \cdot t = 0,2 \cdot 8760 \cdot \frac{20+8}{2} \cdot 3600 / 10^6 = 88,3hm^3$
 $2 - 8m^3/s \Rightarrow V_3 = Q \cdot t = 0,3 \cdot 8760 \cdot \frac{2+8}{2} \cdot 3600 / 10^6 = 47,3hm^3$
 $= 198,67hm^3$

e) $P = n \cdot \rho \cdot Q \cdot H_n = 0,85 \cdot 9,81 \cdot 20 \cdot 45 / 10^3 = 7,5MW$

d) $E = n \cdot \rho \cdot V \cdot H_n = 0,85 \cdot 9,81 \cdot 198,67 \cdot 45 / 3600 = 20,71Gwh$

δ) $CF = \frac{E_{exp}}{P_{max} \cdot 8760} = \frac{20,710Mwh}{7,5MW \cdot 8760} = 0,32 \text{ n } 32\%$

Asunon 3:

$P = 1 - 3MW$

a) $4 - 12m/s \Rightarrow E_1 = 0,5 P_{ovop} \cdot 0,35 = 0,175 \cdot x$

$12 - 24m/s \Rightarrow E_2 = P_{ovop} \cdot 0,25 = 0,25 \cdot x$
 $= 0,425x$

$P = \frac{E}{t} \Rightarrow E = P \cdot t \Leftrightarrow 7500Mwh = 0,425 \cdot x \cdot 8760 \text{ e)}$
 $x = 2,01MW$

b) $\eta = \frac{P_{nap}}{P_{\xi wp}} = 0,3 \Rightarrow P_{\xi wp} = 0,3 \cdot 2010kW = 603kW$
 $P_{\xi wp} = \frac{1}{8} \pi \rho \cdot V^3 D^2 \Rightarrow$

d) $CF = \frac{E_{exp}}{P_{max} \cdot 8760} = \frac{7500}{2,01 \cdot 8760} = 0,43 \text{ n } 43\%$
 $\frac{1}{8} \cdot \pi \cdot 1,225 \cdot 12^3 \cdot D^2 / 1000 = 603 \text{ e) } D = 90m$

Διαγώνισμα Ιούνιος 2019:

Ερωτήσεις θεωρίας:

- 1 → β
- 2 → β
- 3 → α
- 4 → α
- 5 → α
- 6 → β
- 7 → γ
- 8 → β
- 9 → γ
- 10 → α

Άσκηση 1:

δόμοιες δεξαμενές: $V = 0,24 \text{ hm}^3$

+300m και +150m $\Rightarrow \Delta z = 150\text{m}$

στροβίλος $\Rightarrow 10\text{MW}$ και $\eta = 0,9$ (παραγωγή)

αντλία $\Rightarrow \eta = 0,85$ (κατανάλωση)

$Q =$ υοινή (όλο τον φρό)

$E_{\text{παραγ}} = 0,7 \cdot E_{\text{καταν}}$

$h_T = 0,05 \cdot h_L$

α) $E_s = 0,7 \cdot E_A \Leftrightarrow \cancel{\eta} \cdot \eta_s \cdot \cancel{X} \cdot H_m = 0,7 \cdot \frac{\cancel{X}}{\eta_A} \cdot H_m \Leftrightarrow$

$$H_m = 0,915 H_{\mu} \Leftrightarrow$$

$$150 - h_L = 0,915 (150 + h_L) \Leftrightarrow$$

$$h_L = 6,658\text{m}$$

Άρα καθαρό ύψος πτώσης (στροβίλου) $\Rightarrow H_m = 150 - 6,658 = 143,34\text{m}$

μανομετρικό ύψος (αντλίας) $\Rightarrow H_{\mu} = 150 + 6,658 = 156,658\text{m}$

ε) $P = \gamma \cdot \eta_s \cdot Q \cdot H_m \Rightarrow 10 = 0,9 \cdot 9,81 \cdot Q \cdot 143,342 / 10^3 \Leftrightarrow$

$Q_s = Q_A = 7,9 \text{ m}^3/\text{sec}$

$Q = \frac{V}{t} \Rightarrow t = \frac{V}{Q} = \frac{240.000 \text{ m}^3}{7,9 \text{ m}^3/\text{sec}} = 30.374 \text{ sec} = 8,44 \text{ hr.}$

δ) $P_A = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_m}{\eta_A} = \frac{9,81 \cdot 7,9 \cdot 156,658}{0,85} / 10^3 = 14,28 \text{ MW}$

ε) $h_T = k \frac{V^2}{2g} = 1,5 \left(\frac{Q}{\frac{\pi D^2}{4}} \right)^2 \cdot \frac{1}{2g} = 0,05 \cdot 6,658 = 0,333 \text{ €}$

$D = 2,2 \text{ m}$

Άσκηση 2:

ΜΥΗΕ

$H_m = 50 \text{ m}$

Διάρθρωση 1: $6,25 \text{ MW} \quad \mu\epsilon \quad Q > 0,2 Q_{\text{MAX}}$

Διάρθρωση 2: $4,15 \text{ MW} \quad \mu\epsilon \quad Q > 0,1 Q_{\text{MAX}}$

$\eta = 0,85$

α) Διάρθρωση 1: $P = \eta \cdot \gamma \cdot Q \cdot H_m \Rightarrow 6,25 = 0,85 \cdot 9,81 \cdot Q_{\text{MAX}} \cdot 50 / 10^3 \text{ €}$

$Q_{\text{MAX}} = 15 \text{ m}^3/\text{sec}$

$Q_{\text{min}} = 0,2 \cdot Q_{\text{MAX}} = 0,2 \cdot 15 = 3 \text{ m}^3/\text{sec}$

Διάρθρωση 2: $P = \eta \cdot \gamma \cdot Q \cdot H_m \Rightarrow 4,15 = 0,85 \cdot 9,81 \cdot Q_{\text{MAX}} \cdot 50 / 10^3 \text{ €}$

$Q_{\text{MAX}} = 10 \text{ m}^3/\text{sec}$

$Q_{\text{min}} = 0,1 \cdot Q_{\text{MAX}} = 0,1 \cdot 10 = 1 \text{ m}^3/\text{sec}$

β) Διάρθρωση 1: $> 15 \text{ m}^3/\text{sec} \Rightarrow V_1 = Q \cdot t = 15 \cdot 8760 \cdot 0,17 \cdot 3600 / 10^6 = 80,42 \text{ hm}^3$

$6 - 15 \text{ m}^3/\text{sec} \Rightarrow V_2 = Q \cdot t = 0,3 \cdot 8760 \cdot \frac{15+6}{2} \cdot 3600 / 10^6 = 99,39 \text{ hm}^3$

$3 - 6 \text{ m}^3/\text{sec} \Rightarrow V_3 = Q \cdot t = 0,3 \cdot 8760 \cdot \frac{3+6}{2} \cdot 3600 / 10^6 = 42,57 \text{ hm}^3$

$= 222,38 \text{ hm}^3$

$\Delta \text{τροβιλιασ 2: } > 10 \text{ m}^3/\text{sec} \Rightarrow V_1 = Q \cdot t = 0,3 \cdot 8760 \cdot 10 \cdot 3600 / 10^6 = 94,61 \text{ hm}^3$
 $6 - 10 \text{ m}^3/\text{sec} \Rightarrow V_2 = Q \cdot t = 0,1 \cdot 8760 \cdot \frac{10+6}{2} \cdot 3600 / 10^6 = 25,23 \text{ hm}^3$
 $1 - 6 \text{ m}^3/\text{sec} \Rightarrow V_3 = Q \cdot t = 0,5 \cdot 8760 \cdot \frac{1+6}{2} \cdot 3600 / 10^6 = 55,19 \text{ hm}^3$
 $\underline{\underline{= 175,03 \text{ hm}^3}}$

γ) $E_1 = \eta \cdot \gamma \cdot V \cdot H \eta = 0,85 \cdot 9,81 \cdot 222,38 \cdot 50 / 3600 = 25,75 \text{ GWh}$

$E_2 = \eta \cdot \gamma \cdot V \cdot H \eta = 0,85 \cdot 9,81 \cdot 175,03 \cdot 50 / 3600 = 20,27 \text{ GWh}$

δ) $CF_1 = \frac{E_{\text{αρ}}}{P_{\text{max}} \cdot 8760} = \frac{25,750 \text{ MWh}}{6,25 \text{ MW} \cdot 8760} = 0,47 \text{ ή } 47\%$

$CF_2 = \frac{E_{\text{αρ}}}{P_{\text{max}} \cdot 8760} = \frac{20,270}{4,15 \cdot 8760} = 0,56 \text{ ή } 56\%$

- ε) 1 → 70% του χρόνου
- 2 → 90% του χρόνου

στ) Διαλέγω τον 2ο στρόβιλο, γιατί έχει μεγαλύτερο CF. => μας δείχνει αν είναι αποδοτικό ή όχι το ΝΥΗΕ (βασική παράμετρος σχεδιασμού)

Άσκηση 3:

α) $D = 44 \text{ m}$ $P_{\text{θεωρ}} = \frac{1}{8} \rho \cdot \pi V^3 D^2 = \frac{1}{8} 1,225 \cdot \pi \cdot 10^3 \cdot 44^2 / 10^3 = 930 \text{ kW}$
 $V = 10 \text{ m/s} \Rightarrow \eta = 0,483$

$\eta = \frac{P_{10}}{P_{\text{θεωρ}}} = \frac{0,8 \cdot P_0}{930} = 0,483 \Rightarrow P_0 = 560 \text{ kW} = 0,56 \text{ MW}$

β) $T = 0,55 \cdot 8760 = 4.818 \text{ hr}$
 $E_1 = 0,5 \cdot 0,56 \cdot 0,3 \cdot 8760 / 10^3 = 0,736 \text{ GWh}$
 $E_2 = 0,56 \cdot 0,25 \cdot 8760 / 10^3 = 1,226 \text{ GWh}$
 $\underline{\underline{= 1,96 \text{ GWh}}}$

$$CF = \frac{E_{\text{απ.}}}{P_{\text{max}} \cdot 8760} = \frac{1960 \text{ MWh}}{0,56 \cdot 8760} = 0,4 \text{ ή } 40\%$$

δ) $P_{\text{max}} = ;$, $CF = 0,2$

$$CF = 0,2 = \frac{1960}{x \cdot 8760} \Rightarrow x = 1,12 \text{ MW}$$

$$1000 \text{ W/m}^2 \cdot 0,16 \cdot x = 1,12 \cdot 10^6 \text{ W} \Leftrightarrow$$

$$x = 7000 \text{ m}^2$$

δ) Έχουμε 18 MJ/kg , γνωρίζουμε ότι $1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ} \Leftrightarrow$
 $x; 18 \text{ MJ} \Leftrightarrow$
 $x = 5 \text{ kWh/kg}$

Έχουμε $1,1 \text{ t/h}$ βιομ. |στρέμμα. και $\eta = 0,4$.

$$5 \text{ kWh/kg} \cdot 1100 \text{ kg} \cdot 0,4 = 2,2 \text{ MWh/στρ.}$$

Θέλουμε να παράγουμε 1960 MWh άρα:

$$2,2 \text{ MWh} \quad \text{1 στρέμ.}$$

$$1960 \text{ MWh} \quad x;$$

$$x = 891 \text{ στρέμματα.}$$

$$CF = 0,7 = \frac{1960 \text{ MWh}}{x \cdot 8760} \Rightarrow x = 0,32 \text{ MW}$$

Διαβώνισμα Σεπτεμβρίου 2020:Άσκηση 1:Αντλήσοσταμίευση +500m και +200m $\Rightarrow \Delta z = 300m$

Ευσταθ = 1,3 Εναρπλ.

$$V = 200hm^3$$

$$\eta_s = \eta_A = 0,9$$

α) $E_A = 1,3 E_s \Leftrightarrow$

$$\frac{\gamma \cdot X \cdot H_M}{\eta_A} = 1,3 \cdot \gamma \cdot \eta_s \cdot X \cdot H_n \Leftrightarrow$$

$$H_M = 1,053 H_n \Leftrightarrow$$

$$300 + h_L = 1,053(300 - h_L) \Leftrightarrow$$

$$h_L = 7,74m$$

Άρα μανομετρικό ύψος $\Rightarrow H_M = 300 + 7,74 = 307,74m$ υαδαρό ύψος πτώσης $\Rightarrow H_n = 300 - 7,74 = 292,3m$

β) $T = 1850hr \Rightarrow Q = \frac{V}{T} = \frac{200 \cdot 10^6}{1850 \cdot 3600} = 30,03 m^3/sec$

$$P_s = \eta_s \cdot \gamma \cdot Q \cdot H_n = 0,9 \cdot 9,81 \cdot 30,3 \cdot 292,3 / 10^3 = 77,499 MW$$

γ) $E_s = 77,5 \cdot 1850 / 10^3 = 143,4 GWh \rightarrow \times 0,10 \cdot 10^6 \Rightarrow 14.340.000 \text{€}$

$$E_A = 1,3 \cdot E_s = 1,3 \cdot 143,4 = 186,39 GWh \rightarrow \times 0,05 \cdot 10^6 \Rightarrow \underline{9.319.500 \text{€}}$$

$$5.020.500 \text{€}$$

Άσκηση 2:

ΜΥΗΕ

$$H_n = 100 \text{ m}$$

Μέση ισχύς = 0,8 MW για 30 min



$$Q = 0,2 Q_{\text{max}}$$

α) $P = \eta \cdot \gamma \cdot Q \cdot H_n$

Από το διάγραμμα για $Q/Q_{\text{max}} = 0,2 \Rightarrow \eta = 0,6$

Άρα: $0,8 = 0,6 \cdot 9,81 \cdot Q \cdot 100 / 10^3 \Leftrightarrow$

$$Q = 1,36 \text{ m}^3/\text{sec}$$

και $Q = \frac{V}{T} \Rightarrow V = Q \cdot T = 1,36 \cdot 1800 = 2.448 \text{ m}^3$

↓
μήν ύδα.

β) $Q_{\text{max}} = \frac{1,36}{0,2} = 6,8 \text{ m}^3/\text{sec}$



$$\eta = 0,92 \text{ (διάγραμμα)}$$

$$P_{\text{max}} = \eta_{\text{max}} \cdot \gamma \cdot Q_{\text{max}} \cdot H_n \Leftrightarrow$$

$$P_{\text{max}} = 0,92 \cdot 9,81 \cdot 6,8 \cdot 100 / 10^3 = 6,14 \text{ MW}$$

γ) $V = 4 \text{ m/s}$ και $Q_{\text{max}} = 6,8 \text{ m}^3/\text{sec}$

$$Q = A \cdot V \Leftrightarrow$$

$$6,8 = \frac{\pi D^2}{4} \cdot 4 \Leftrightarrow D = 1,5 \text{ m}$$

δ) Ναι είναι μια καρδιά για Francis. (και $H_n = 60-150 \text{ m}$ και απαιτείται για μεγάλο εύρος παροχών).