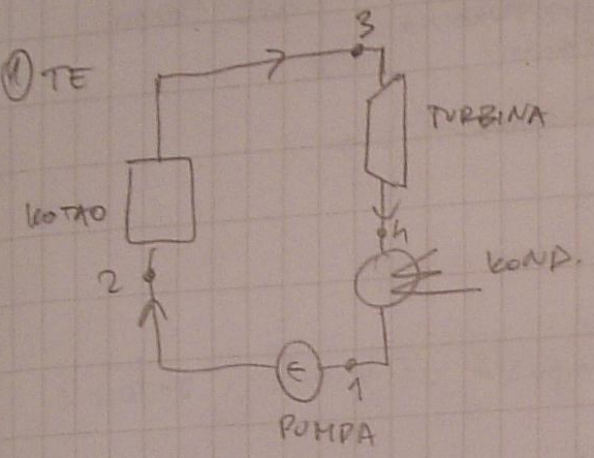
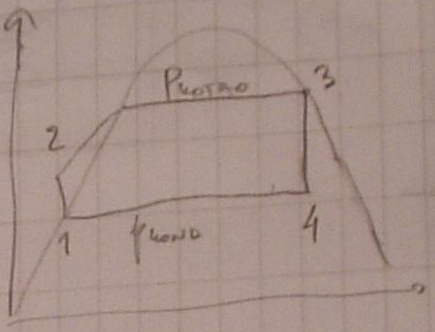
Z1 2008





ulaz u turbinu: 4 MPa, 500°C, $h_3 = 3445 \frac{kJ}{kg}$, $s_3 = 7,091 \frac{kJ}{kgK}$

izlaz iz turbine: 100 kPa

$h_4 = 2675 \frac{kJ}{kg}$, $s_4 = 7,360 \frac{kJ}{kgK}$

$h_1 = 417,5 \frac{kJ}{kg}$, $s_1 = 1,303 \frac{kJ}{kgK}$

temp. okoline: $\vartheta_{ok} = 25°C$

1. REALNI RAD TURBINE: $w_{turb} = h_3 - h_4 = 3445 - 2675 = 770 \frac{kJ}{kg}$ ✓

2. EKSERGIJA PARE NA ULAZU U TURBINU:

$$eks_3 = w_{3max} = w_{turb} + w_{gubici}$$

$$w_{gubici} = T_{ok} \Delta S = (25 + 273,15) \cdot (7,360 - 7,091) \frac{kJ}{kgK} = 80,2 \frac{kJ}{kg}$$

$(s_4 - s_3)$

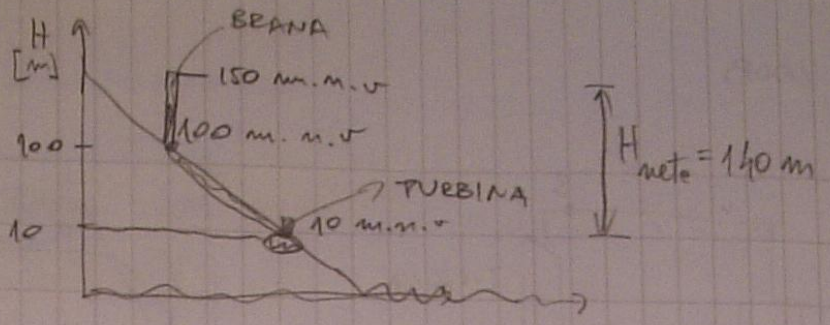
$$eks_3 = 770 + 80,2 = 850,2 \frac{kJ}{kg}$$ ✓

③ HE, DERIVACIJSKA

$Q = 300 - \frac{50}{3} t$

$H = 400 - \frac{3}{2} Q$

$h_{BRANE} = 50\ m$



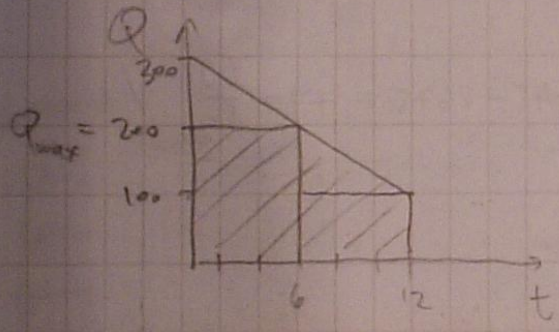
1 mjesec = 730 h

zanemariti biološki minimum, brana propušta višak vode u vodotok

Odrediti moguću godišnju proizvodnju.

! Veličina izgrađuje jednaka je očekivanom srednjem godišnjem protoku ⇒ Q(6)

$$Q_{sr} = Q(6) = 300 - \frac{50}{3} \cdot 6 = 200\ \frac{m^3}{s} = Q_{max}$$



$$Q_{sr} = \frac{200 \cdot 6 + 100 \cdot 6 + \frac{100 \cdot 6}{2}}{12}$$

$$Q_{sr} = 175\ \frac{m^3}{s}$$

$$W = 8760 \cdot 9{,}81 \cdot \eta \cdot \int_{H_{postrojenje}}^{H_{brana}} Q_{sr}\, dH = 8760 \cdot 9{,}81 \cdot 1 \cdot 175 \cdot \int_{10}^{150} dH \quad [kWh]$$

$$W = 8760 \cdot 9{,}81 \cdot 175 \cdot 140\ [kWh]$$

$$W = 2{,}105 \cdot 10^9\ kWh = 2105 \cdot 10^9\ Wh$$

$$W = 2105\ GWh$$ ✓

(4) ZAHVAT VODE NA 500 m.n.v
HE, PRIBRANSKA

$Q = 45 \frac{m^3}{s}$

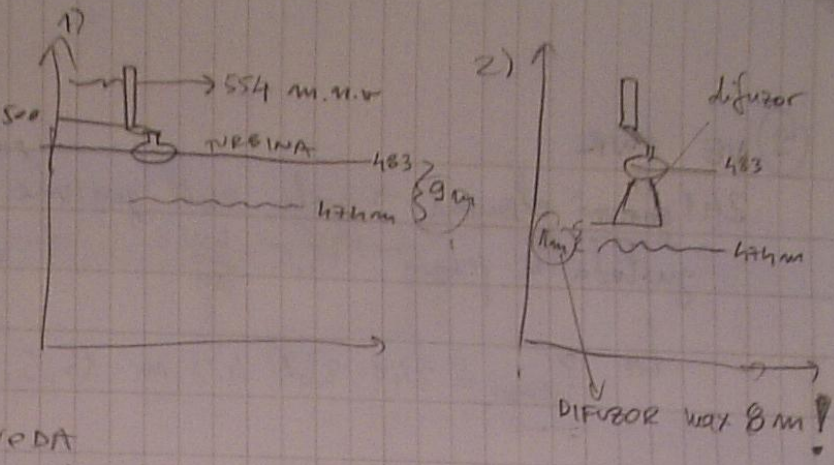
$h_{brana} = 54$ m

$D_t = 6$ m

$h_t = 483$ m.n.v → TURBINA

$h_{DV} = 474$ m.n.v → DONJA VODA

dodati difuzor $D_D = 9$ m → koliko se poveća snaga?



---

1) bez difuzora: gubici visine → potencijalni → $h_{pot} = 9$ m

→ kinetički → $h_k = \frac{c^2}{2g}$

$\Delta x g h = \frac{m c^2}{2}$

$h_{kin} = \frac{c^2}{2g} = 0.1291$ m

$A_{turbina} = r^2\pi = 9\pi$ m^2 $\quad c = \frac{Q \frac{m^3}{s}}{A_t \frac{m^2}{1}} = 1,59155 \frac{m}{s}$

$P_1 = 9,81 \cdot \rho \cdot Q \cdot H_n \cdot \eta = 9,81 \cdot 1000 \cdot 45 \cdot (554 - 474 - 9 - 0,1291)$

$\boxed{P_1 = 31,285958 \text{ MW}}$

2) s difuzorom: gubici - potencijalni: $h_{pot} = 1$ m

- kinetički: $h_{kin} = \frac{c^2}{2g} = 0,0255$ m

$A_D = r^2\pi = 4,5^2 \cdot \pi [m^2]$ $\quad c = \frac{Q}{A_D} = 1,707 \frac{m}{s}$

$P_2 = 9,81 \cdot 1000 \cdot 45 \cdot (554 - 474 - 1 - 0,0255) = 34,863293$ MW

$\Delta P = 11,43\%$

ako je dužina difuzora 9 m → $\boxed{P_2 = 35,3 \text{ MW}}$ i $\boxed{\Delta P = 12,8\%}$

↳ skroz do donje vode

(5) PLINSKA ELEKTRANA

$P = 120\ MW$

$\eta = 50\% = 0{,}5$

$m = 0{,}25 \rightarrow$ FAKTOR OPTEREĆENJA

GORIVO $H = 33\ MJ/m^3$, 98% metana $\rightarrow \omega(CH_4) = 0{,}98$

Koliko je masa CO_2 ispuštena iz elektrane tijekom jedne godine?

$$m = \frac{t_m}{t_{god}} = 0{,}25 \rightarrow t_m = 0{,}25 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60$$

$$W_{topl} = \frac{1}{\eta} \cdot P \cdot t = 2 \cdot 120\ MW \cdot t_m = 1{,}89216 \cdot 10^{15}\ Ws \quad [Ws = J]$$

$$V_{plina} = \frac{W_{topl}\ [J]}{H\ \left[\frac{J}{m^3}\right]} = 57338181\ m^3$$

$$V_{metana} = 0.98 \cdot V_{plina} = 5{,}62 \cdot 10^7\ m^3 = V(CH_4)$$

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

$V(CO_2) = V(CH_4) \rightarrow$? DODATI ZA VJEŽBU (3) 1 mol uvijek ima ?? ili volumen ??

$$m(CO_2) = \frac{V(CO_2) \cdot M(CO_2)\ \left[m^3 \cdot \frac{g}{mole}\right]}{V_m\ \left[\frac{m^3}{kmole}\right]} = \frac{5{,}62 \cdot 10^7 \cdot 44}{22{,}4}\ [kg]$$

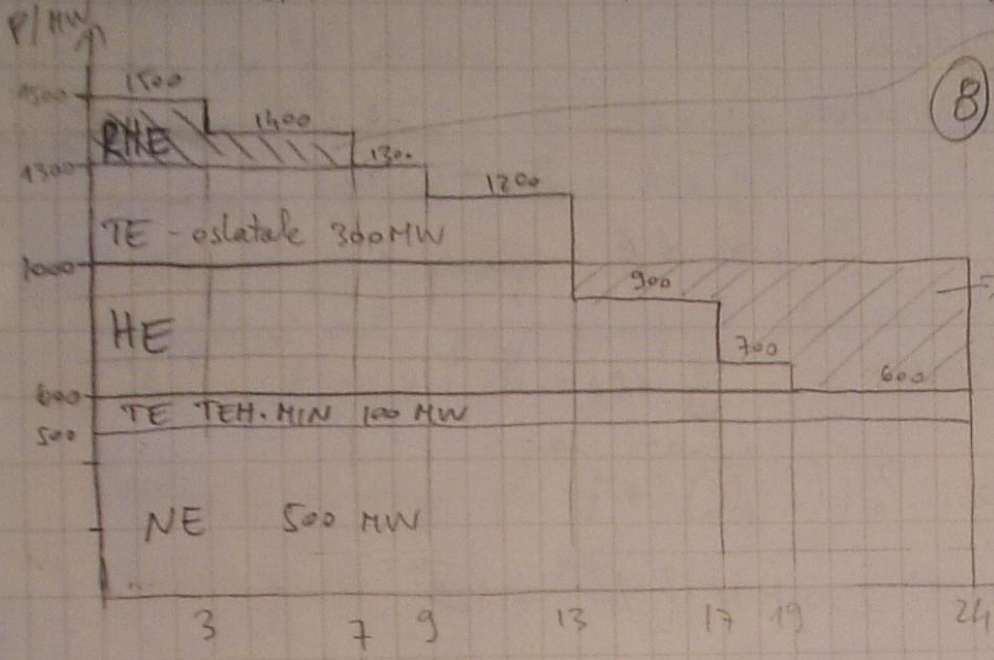
$M(CO_2) = M(C) + M(O_2) =$ IZ PODSJETNIKA $= 12 + 32 = 44\ \frac{g}{mol}$

$m(CO_2) = 110\ 376\ 000\ kg$

$m(CO_2) = 110 \cdot 10^3\ t$

EE ⑥

t[h]	0-4	4-6	6-9	9-12	12-14	14-18	18-22	22-23	23-24
P[MW]	600	700	900	1500	1300	1200	1400	900	600



⑧ W_{RHE} = 1000 MWh

USKLADIŠTENO KROZ DAN

$W = 1440 - 1000 = 440$ MWh

PUMPA SE U SPREMNIK

RHE UZ $\eta = 0.48$

$E = 3000 \cdot 0,48 = 1440$ MWh

NE : 500 MW

TE : 400 MW $P_{teh.min} = 100$ MW

HE : 400 MW

RHE : 400 MW

koliko TE radi na 100 MW?

↳ $t = 24 - 13 = 11$ h

⑦ $\alpha = 0,9 \cdot \beta$, $\alpha = ?$ $\beta = \frac{\alpha}{0.9}$

$\alpha + \beta = 2 \cdot \frac{W_v}{T_v \cdot P_v}$

$\alpha + \frac{\alpha}{0.9} = 2 \cdot \frac{11\,100\ \text{MWh}}{19\ \text{h} \cdot 900\ \text{MW}}$

$\alpha \left(1 + \frac{1}{0.9}\right) = 1.298$

$\alpha = 0,615$

$T_v = 19$ h

$P_v = 1500 - 600 = 900$ MW

$W_v = 900 \cdot 3 + 800 \cdot 4 + 700 \cdot 2 + 600 \cdot 4 + 300 \cdot 4 + 100 \cdot 2$

$W_v = 11\,100$ MWh

(8) graf iz 6. zadatka

RHE - CRPNO-AKUMULACIJSKA - koristi se za vršna opterećenja, energiju za crpljenje uzima iz mreže, u ovom slučaju koristi se prelijev protočnih HE

IZ GRAFA :- PROIZVELA JE 1000 MWh

- PROTOČNA JOJ NAPAJALA PUMPE SA 3000 MWh, ALI UČINKOVITOST SKLADIŠTENJA JE 0,48
- UKUPNO USKLADIŠTENO = $3000 \cdot 0,48 - 1000 = 440$ MWh

(9) NE PWR

241 gorivni element → svaki 264 gorivne šipke duljine 4,2 m

gustoća u jezgri 15,5 $\frac{kW}{m}$

↳ $P_{jezgre} = 241 \cdot 264 \cdot 4.2\ m \cdot 15,5 \frac{kW}{m} = 4,142\ GW$

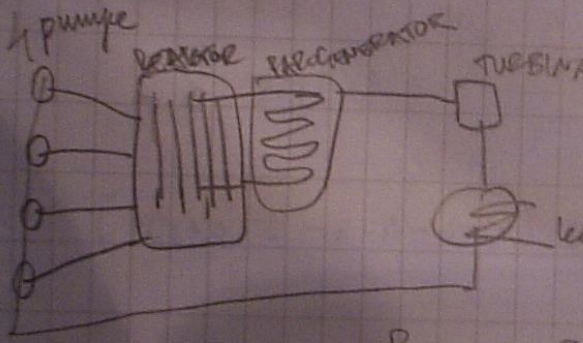
4 rashladne petlje u svakoj $\dot{v} = 28\,330 \frac{m^3}{h} = 28\,330 \frac{m^3}{3600\ s}$

$\dot{v} = 7,87 \frac{m^3}{s}$

- na svakoj od 4 pumpe → $\Delta p_{PUMPA} = 686\ kPa$

- rashladni fluid: $\dot{Q} = 2621\ MW$ odvodi se iz kondenzatora.

$\eta_{TERMIČKI} = ?$



$\eta_{TERMIČKI} = \frac{P_{turbina}}{P_{jezgre}}$

$P_{jezgra} = P_{PAROGENERATOR} - 4 \cdot P_{PUMPA}$

(dobijemo od sustava; ulažemo u sustav)

$P_{PUMPA} = \dot{v}\,\Delta p_{PUMPA} = 7,87 \frac{m^3}{s} \cdot 686 \cdot 10^3\ Pa = 5,39\ MW$

$P_{PAROGENERATOR} = 4163,56\ MW = P_{TURBINA} + P_{KONDENZATOR}$

$P_{TURBINA} = 4163,56\ MW - 2621\ MW = 1,5426\ GW$

$\eta_{TERMIČKI} = \frac{1,5\ GW}{4,142\ GW} = 0,37 = 37\ \%$

(10) NE

$P = 4250\ MW_t$

$t_0 = 14$ mjeseci < 420 dana

$t = t_0 + 4\ dana = 424\ dana$

$\Delta T = 15\ K$

$c = 5,2\ \frac{kJ}{kgK}$

$\dot{m} = ?$ → RASHLADNO SREDSTVO

$$P_{OSTATNO} = 0,0061 \cdot P_0 \cdot \left[(t - t_0)^{-0.2} - t^{-0.2} \right]$$

$$P_{OSTATNO} = 0,0061 \cdot 4250\ MW \cdot \left[4^{-0.2} - 424^{-0.2} \right]$$

$$P_{OSTATNA} = 11,9163\ MW$$

$$P_{OSTATNO} = \dot{m} \cdot c \cdot \Delta T$$

$$\dot{m} = \frac{P_{OSTATNA}}{c \cdot \Delta T} = 152,773\ \frac{kg}{s}$$

(11) BINARNA GEOTERMALNA TE

RANKINE

$\dot{m} = 190 \frac{kg}{s}$ → PARA

- ulaz u turbinu: $h = 530 \frac{kJ}{kg}$
- izlaz iz turbine: $h = 453 \frac{kJ}{kg}$
- izlaz iz pojne pumpe: $h = 18,2 \frac{kJ}{kg}$
- specifični rad pojne pumpe: $\Delta h = 3.14 \frac{kJ}{kg}$
- ulaz u postrojenje: $h = 697 \frac{kJ}{kg}$
- izlaz iz postrojenja: $h = 569 \frac{kJ}{kg}$

Maseni protok geotermalne vode = ? $\dot{m}_{GV}$?

- TOPLINSKA SNAGA → $P = \dot{m}_{GV} \cdot (\Delta h - \dot{m} \cdot \Delta h_{PUMPE})$ → ulaz/izlaz geoterm. vode u postrojenje; ↳ ulazeno u sustav

$$\hookrightarrow P = \dot{m} \cdot (530 - 18,2 - 3.14) = 96.6454 \text{ MW}$$

$$\dot{m}_{GV} = \frac{P + \dot{m} \Delta h_{PUMPE}}{\Delta h_{GEO.VODE}} = \frac{96,6454 \cdot 10^6 + 190 \cdot 3140}{(697 - 569) \cdot 1000}$$

$$\dot{m}_{GV} = 759,7 \frac{kg}{s}$$

(12) VJETROAGREGAT

$P = 1\ MW$

$D = 60\ m$

$W_e = ?$

$v_i\ [m/s]$	5-11	12-24	<4 i >25
$t_i\ [\%]$	40	15	45
$p_i\ [\%]$	60	100	0

kroz jednu godinu:

$$W = [0.4 \cdot 0.6 \cdot 1\ MW + 0.15 \cdot 1\ MW] \cdot 8760\ h$$

$$W = 3416.4\ MWh = \underline{3{,}42\ GWh}$$

(13) VE

$P = 2\ MW$ - NAZIVNA

$\xi = 31\% = 0{,}31$ → FAKTOR OPTEREĆENJA

NAZIVNA SNAGA: $v = 11\ \frac{m}{s}$ $c_{pe} = 0{,}4$ → ELEKTRIČNA EFIKASNOST

$\rho = 1{,}225\ \frac{kg}{m^3}$

površina Ba svaki VA 20 puta veći od površine kuga koji opisuje lopatice = 20 A

Kolika je potrebna površina za $W = 1700\ GWh$ godišnje

1 VA proizvede godišnje: $W = 8760 \cdot 0{,}31 \cdot 2\ MWh = 5431.2\ MWh$

$$\text{Potrebno} = \frac{1700\ GWh}{5{,}4312\ GWh} = 313 \Rightarrow 313\ \text{Vjetroagregata za } 170\ GWh$$

$$P = P_{NAZIVNA} = c_{pe} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \cdot 0.5$$

$$\text{POVRŠINA} = 32 \cdot 20 \cdot A = \frac{P}{c_{pe} \cdot \rho \cdot v^3 \cdot 0.5} \cdot 313 \cdot 20 = 38{,}4 \cdot 10^6\ m^2$$

$$= \underline{38{,}4\ km^2}$$

SUNČEVA TE

(14) $\eta = 16\% = 0,16$

$= 1600\ kWh/m^2$ - godišnja ozračenost

$= 85\% = 0,85$ - udio direktne komponente sunčeva zračenja

$= 35\% = 0,35$ - dobitak od praćenja ogledala

- ukupna površina 3 puta veća od aktivne površine ogledala
- treba proizvesti $W = 1700 GWh$ godišnje
- površina = ?

godišnja dozračena energija na horizontalnu plohu:

$$W_{god.hor} = 1600 \frac{kWh}{m^2}$$

$$W_{god.usmjereno} = 1,35 \cdot 0,85 \cdot 1600 = 1836 \frac{kWh}{m^2}$$

$$W_e = 0.16 \cdot W_{god.usmjereno} = 293.76 \frac{kWh}{m^2}$$

za $W = 170 GWh$ treba nam:

$$3 \cdot \frac{1700 \cdot 10^9 \ Wh}{293.76 \cdot 10^3 \frac{Wh}{m^2}} = 17,36 \cdot 10^6 m^2 = 17,36 km^2$$

- određeno ogledala tako da se 85% direktnog zračenja reflektira u toranj i dobijeno dodatnih 35% ozračenosti

5) BIOMASA

$H = 11\ MJ/kg =$

PRINOS: 15 t/ha srake godine $= 15 \cdot \frac{1000\ kg}{0.01\ km^2} = 1.5 \cdot 10^6\ \frac{kg}{km^2}$

$\eta = 0,31$

$W = 1700\ GWh$

$ha = 10\,000\ m^2$

$= 0.01\ km^2$

Kolika je potrebna obradiva površina

$$\dot{W} = 11 \cdot 10^6\ \frac{J}{kg} \cdot 1,5 \cdot 10^6\ \frac{kg}{km^2} \cdot 0,31 = 5.115 \cdot 10^{12}\ \frac{J}{km^2}$$

$J = W_s$

$W = 1700 \cdot 10^9 \cdot 3600 \quad W_s = 6.12 \cdot 10^{15}\ J$

$$\text{Površina} = \frac{W}{\dot{W}} = \frac{6.12 \cdot 10^5\ J}{5.115 \cdot 10^{12}\ \frac{J}{km^2}} = \underline{1196.48\ km^2}$$