

2.MI ET rješenja zadataka 2009.

HE teorija

Glavni je problem s kavitacijom oštećivanje opreme.

Biološki minimum se određuje prema potrebama živog svijeta u vodotoku.

Izbor turbine određuje raspoloživi pad i protok vode.

HE1 Odredite instalirani protok derivacijske HE, na obali mora, koja ima maksimalnu snagu 100 MW uz ukupni stupanj djelovanja od 90%. Vjerojatnosnu krivulju protoka, na mjestu zahvata na 60 m n.v., aproksimira izraz $Q_v = 200 - 10t$ (m³/s, t u mjesecima). Razina vode pred branom je određena konsumpcionom krivuljom $H_z = Q/2 - 60$ m, a iza turbine je na razini mora.

$$P = 9,81 H Q_i \eta$$

$$H = H_z(Q_{v,max}) + 60 = 200/2 - 60 + 60 = 100 \text{ m}$$

$$Q_i = P / (9,81 H \eta) = 100000 / (9,81 \cdot 100 \cdot 0,90) = 113 \text{ m}^3/\text{s}$$

HE2 Odredite vjerojatnu godišnju proizvodnju HE koja ima faktor opterećenja 0.70. Vjerojatnosnu krivulju na lokaciji protoka aproksimira izraz $Q_v = 120 - 10t$ (m³/s, t u mjesecima). Računati s nepromjenjivom aktivnom visinom (50 m) i ukupnim stupnjem djelovanja (90%).

m je omjer očekivane proizvodnje i maksimalno moguće uz nazivnu snagu. Uz sve konstantno izuzev protoka to se svodi na omjer $Q_{sr,i}$ i Q_i , korištenjem grafičkog izraza za $Q_{sr,i}$

$$Q_{sr,i} = \frac{t_i \cdot Q_i + \frac{[Q_i + Q(12)]}{2} \cdot (12 - t_i)}{12} \quad \text{izraz se dalje pojednostavljuje jer je } Q(12) = 0:$$

$$Q_{sr,i} = \frac{6 \cdot Q_i + \frac{Q_i \cdot t_i}{2}}{12} = Q_i \cdot \frac{12 + t_i}{24} \quad \text{tako da se za } m \text{ može pisati:}$$

$$m = (12 + t_i)/24 \quad t_i = 24m - 12 = 4.80 \quad Q_i = Q_v(4.8) = 72 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$W = 8760 \cdot 9,81 \cdot 50 \cdot 72 \cdot 0,70 \cdot 0,90 = 195E06 \text{ kWh}$$

Isti rezultat se može dobiti i integriranjem...

NE teorija

Moderatoru je uloga raspršenjem usporavati, a ne apsorbirati neutrone.

Energija vezanja za lagane i teške elemente je manja od elemenata u sredini: raste pa pada. Za lagane elemente možemo dobiti energiju fuzijom, a za teške fisijom.

Energija dobivena u nuklearnoj reakciji dolazi od defekta mase i stoga npr. u fuziji ili fisiji mora masa nakon reakcije biti manja od početne.

PWR i BWR reaktori rade na istom principu i bitno se razlikuje po pogonskom tlaku.

NE1 Radioizotopni generator efikasnosti 15 % pogoni neki električni uređaj. Kao izvor energije koristi se α raspad Am-241. Za pogon uređaja potrebna je minimalna električna snaga od 16 We. U kojem trenutku će uređaj prestati funkcionirati ako je početna masa Am-241 1 kg? Konstanta radioaktivnog raspada Am-241 je $51 \cdot 10^{-12} \text{ s}^{-1}$, a energija dobivena jednim raspadom 5,6 MeV.

$$P_{el} = N \cdot \lambda \cdot Q \cdot \eta = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \cdot \lambda \cdot Q \cdot \eta$$

$$N_0 = m_0 \cdot N_A / A_{\text{Am-241}}$$

$$N_0 = 1 \cdot 6,022 \cdot 10^{26} / 241 = 2.5 \cdot 10^{24}$$

$$t = -\frac{\ln \frac{P_{el}}{\lambda Q \eta N_0}}{\lambda} = 42 \text{ godine}$$

NE Nuklearna elektrana tipa PWR ima 4 rashladne petlje. Temperatura rashladnog fluida na ulazu u jezgru je 290 °C, a na izlazu iz jezgre 325 °C. Svaka od 4 primarne pumpe unosi u krug toplinsku snagu od 5 MW. Promjena tlaka na primarnoj pumpi je 700 kPa. Srednja gustoća primarnog rashladnog fluida je 727 kg/m³, a efektivni specifični toplinski kapacitet 5.46 kJ/kgK. Izračunati:

NE2 Masu 3% obogaćenog UO₂ goriva za proizvodnju 1 MW snage jezgre, ako je srednji neutronske tok u jezgri $3 \cdot 10^{17} \text{ n/m}^2\text{s}$. Efektivni udarni presjek za fisiju je $580 \cdot 10^{-28} \text{ m}^2$. Prinos energije po fisiji je 200 MeV.

$$N_{U-235} = P_j / (200 \cdot 1.6 \cdot 10^{-13} \cdot \phi \cdot \sigma_f)$$

$$N_{U-235} = 1 \cdot 10^6 / (3.2 \cdot 10^{-11} \cdot 3 \cdot 10^{17} \cdot 580 \cdot 10^{-28}) = 1.8 \cdot 10^{24}$$

$$m_{\text{UO}_2} = \frac{N_{U-235}}{e} \cdot \frac{270}{238} \cdot \frac{235}{N_A} = 26.5 \text{ kg}$$

NE3 Električnu snagu elektrane, ako je termički stupanj djelovanja 0.33.

$$\dot{m}_{\text{pumpe}} = \frac{\rho}{\Delta p_{\text{pumpe}}} \cdot P_{\text{pumpe}} = \frac{727}{700} \cdot 5000 = 5193 \text{ kg/s}$$

$$P_T = 4 \dot{m}_{\text{pumpe}} c \Delta T + 4 \cdot P_{\text{pumpe}} = 3990 \text{ MW}$$

$$P_e = P_T \eta = 1317 \text{ MW}$$

EE teorija

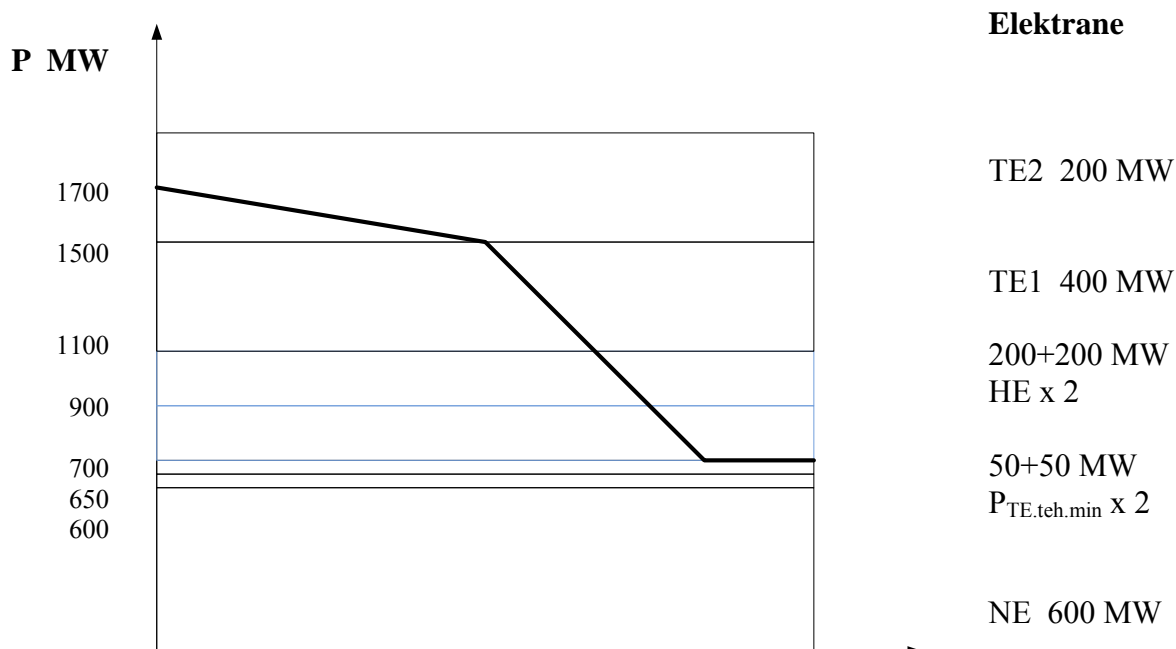
Radni gubici proporcionalni su kvadratu struje.

Prekidač služi prekidanju krugova kroz koje teče struja, a rastavljač se ne smije isklapati kada teče struja niti uklapati pod naponom.

EE U sustavu je raspoloživo sedam elektrana: nuklearna elektrana nazivne snage 600 MW, četiri termoelektrane nazivnih snaga 450 MW i tehničkih minimuma 50 MW, te dvije protočne hidroelektrane koje cijeli dan mogu davati 200 MW svaka. Cijena električne energije proizvedene iz TE je različita, najjeftinija iz TE1, pa redom do najskuplje TE4. Zanimarite sve gubitke snage. Dnevna krivulja trajanja opterećenja određena je s $P_{\max}=1700$, $P_{\min}=700$, $T_v=20h$, $\alpha=0,6$ i $\beta=0,8$.

EE1 Odredi ukupnu energiju koju proizvede TE2

Kada se usporedi P_{\max} i suma svih elektrana vidljivo je da dvije TE (3 i 4) nisu potrebne:



Iz rasporeda je vidljivo da TE2 radi na tehničkom minimumu (50 MW) 24 sata i da radi na dodatnoj snazi od 200 MW i to se smanjuje sve do vremena $\alpha \cdot T_v$ (12h) kada je snaga na dijagramu $P_{\min} + \beta \cdot P_v$ (1500 MW). Time je ukupna energija koju proizvodi TE2:

$$24 \cdot 50 + 200 \cdot 12/2 = 2400 \text{ MWh}$$

EE2 Odredite faktor opterećenja sustava

$$m = W_{uk} / (P_{\max} \cdot 24)$$

$$W_{uk} = W_v + W_k$$

$$W_v \text{ se može odrediti preko izraza (podsjetnik) } \alpha + \beta = 2 \cdot W_v / (T_v \cdot P_v)$$

$$W_v = (\alpha + \beta) \cdot (T_v \cdot P_v) / 2 = (0.6 + 0.8) \cdot 20 \cdot 1000 / 2 = 14000 \text{ MWh}$$

$$W_{uk} = 14000 + 700 \cdot 24 = 14000 + 16800 = 30800 \text{ MWh}$$

$$m = 30800 / (1700 \cdot 24) = 0.75$$