

**NUKLEARNA ENERGIJA****1)** Gustoća reakcija:  $R = \sigma I N_A$  $R$  – br. sudara u jedinici vremena po jedinici površine [ $\frac{\#}{cm^2 s}$ ] $\sigma$  – neutronske mikroskopske udar [ $cm^2$ ] $I$  – intenzitet neutrona u snopu [ $\frac{\#}{cm^2 s}$ ] $N_A$  – plošna gustoća jezgara mete [ $\frac{\#}{cm^2}$ ]**2)** Energetski ekvivalent defekta mase:  $1 \text{ amj} \sim 931.49 \text{ MeV}$  ( $eV = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ )**3a)** Zakon radioaktivnog raspada:  $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ **3b)** Konstanta radioaktivnog raspada:  $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$ **4a)** Aktivnost izvora:  $A = \lambda N$ **4b)** Početna aktivnost izvora:  $A_0 = \lambda N_0$ **4c)** Toplinska snaga izvora:  $P = N \lambda Q = \frac{P_e}{\eta}$ **4d)** Masa u trenutku stavljanja izvora:  $m = \frac{N_0 A}{N_A}$ **5a)** Snaga jezgre zadane parametrima: veličina  $X' \times Y'$ , br. mjesta kontrolnih šipki  $Z'$ , br. mjesta za instrumentaciju  $W'$ , dužina goriva  $L'$ , nazivna linearna gustoća snage  $Q'$ :

$$P_0 = (X' \cdot Y' - (Z' + W')) \cdot L \cdot Q'$$

**5b)** Snaga određena rashladnim sustavom:  $P = X \dot{m} c \Delta T$ **6a)** Br. jezgara elementa  $i$  u masi  $m$ :  $N_i = m_i \frac{N_A}{A_i}$ **6b)** Br. jezgara od  $i$  u jedinici volumena:  $N = \rho \frac{N_A}{A_i}$ **6c)** Br. jezgara U-235 (masa  $UO_2$ , obogaćenje  $e$ ):  $N_{U-235} = e m_{UO_2} \frac{238}{270} \frac{N_A}{235}$  $\rho$  – gustoća od  $i$  $A_i$  – atomska masa od  $i$ **7)** Toplinska snaga reaktora:  $P = 200 \cdot 1.6 \cdot 10^{-13} N_{U-235} \cdot \sigma_f \cdot \Phi$  $\Phi$  – srednji neutronske protok**8a)** Ostatak toplinske snage u ovisnosti o vremenu  $t$  [dan] nakon  $t_0$  dana pogona na snazi  $P_0$ :

$$P(t) = 0.0061 P_0 [(t - t_0)^{-0.2} - t^{-0.2}]$$

**8b)** Toplina:

$$Q = 0.0061 P_0 \int_{t_1}^{t_2} [(t - t_0)^{-0.2} - t^{-0.2}] dt$$

Ako drugačije ne piše ispod formule,  $N_A$  je Avogadrova konstanta!

$$N_A = 6.022 \cdot 10^{23} [\text{za grame}] = 6.022 \cdot 10^{26} \text{ kmol}^{-1} [\text{za kilograme}]$$

**9a)** Toplina koja se predaje/uzima sredstvu:  $Q = mc\Delta T$

**9b)** Snaga elementa u krugu:

– uz zadane entalpije:  $P_{\text{elementa}} = \dot{m}(h_{\text{ulaz elementa}} - h_{\text{izlaz elementa}})$

– uz zadane druge parametre:  $P_{\text{elementa}} = \dot{m}E_{\text{koju fluid uzme/preda}}$

**9c)** Rad pumpe:  $W_{\text{pumpe}} = V(p_{\text{ulaz pumpe}} - p_{\text{izlaz pumpe}})$

– snaga pumpe:  $P_{\text{pumpe}} = v(p_{\text{ulaz pumpe}} - p_{\text{izlaz pumpe}}) = \frac{v}{\rho}(p_{\text{ulaz pumpe}} - p_{\text{izlaz pumpe}})$

$\dot{m}$  – maseni protok (u zatvorenom krugu je svugdje jednak)

**10a)** Stupanj djelovanja – generator:  $\eta_{\text{parogenerator}} = \frac{P_E}{P_{\text{parogenerator}} - P_{\text{kondenzator}}}$

**10b)** Stupanj djelovanja – stezaljke generatora:  $\eta_{\text{generator}} = \frac{P_E}{P_{\text{parogeneratori}}}$

**10c)** Stupanj djelovanja:  $\eta = \frac{P_E}{P_{\text{jezgre}} + nP_{\text{pumpe}}}$

$P_E$  – električna snaga na pragu

**11)** Protok pare po parogeneratoru:  $\dot{m} = \frac{\frac{P_{\text{parogenerator}}}{n_{\text{pumpi}}}}{h_{\text{zasićena para}} - h_{\text{pojna voda}}}$

**12a)** Linearna gustoća snage šipke:  $q' = \frac{\eta P}{N_{\text{gor.elem.}} N_{\text{šipke}} L_{\text{šipke}}}$

**12b)** Toplinski tok na površini šipke:  $q'' = \frac{\eta P}{2\pi r_{\text{šipke}} N_{\text{gor.elem.}} N_{\text{šipke}} L_{\text{šipke}}}$

**13)** Maseni protok pumpe:  $\dot{m} = \frac{\rho}{\Delta p_{\text{pumpe}}} P_{\text{pumpe}}$

**14)** Snaga jezgre:  $P_{\text{jezgre}} = n_{\text{pumpi}} \dot{m}_{\text{pumpe}} c \Delta T$

## HIDROELEKTRANE

**1)** Bruto energija vodotoka:

$$W = 8760 \cdot 9.81 \cdot 1000 \cdot \int_{H_{\text{ušća}}}^{H_{\text{izvora}}} Q_{\text{sr}}(H) dH$$

**2)** Neto visina:

a) Pribranske HE:  $H_n = H_{\text{brane}}$

b) Derivacijske HE:  $H_n = H_{\text{brane}} + (H_{\text{zahvata}} - H_{\text{postrojenja}})$

**3)** Srednji protok:  $Q_{\text{sr}}(H = H_{\text{zahvata}})$

**4)** Snaga:  $P = 9.81 Q_{\text{sr}} H_n \eta \rho$

**5)** Protok uz biološki minimum:  $Q_{\text{sr-bm}} = Q_{\text{sr}}(H = H_{\text{zahvata}}) - Q_{\text{bm}}$

6) Godišnje proizvedena električna energija:  $W = 8760PX$

$X$  - vremenska dostupnost srednjeg protoka

7) Vjerojatna godišnja potrošnja električne energije:

$$W = 9.81\rho \left[ Q_i \eta_i \int_0^{t_1} H_n(t) dt + \int_{t_1}^{12} Q(t) H_n(t) \eta(t) dt \right]$$

$$W = 9.81\rho \left[ Q_i \eta H_n t_1 + H_n \eta \int_{t_1}^{12} Q(t) dt \right]$$

8a) Najveća snaga HE:  $P_{max} = P_i = 9.81Q_i \eta H_n$

8b) Najmanja snaga HE:  $P_{min} = 9.81Q_{min} \eta H_{min}$  ;  $Q_{min} = Q(12 \text{ mj.})$

9) Faktor opterećenja:

$$m = \frac{Q_{sr.i}}{Q_i}$$

$$Q_{sr.i} = \frac{t_i Q_i + (12 - t_i) \left( \frac{Q_i + Q_{12}}{2} \right)}{12}$$

10) Brzina na izlazu iz turbine:  $c_D = \frac{Q}{A_T}$

11a)  $H_n$  bez difuzora:  $H_n = H_{gornje \text{ vode}} - H_{turbine} - \frac{c_T^2}{2g}$

11b)  $H_n$  sa difuzorom:  $H_n = H_{gornje \text{ vode}} - H_{donje \text{ vode}} - \frac{c_T^2}{2g}$

12) Reverzibilne HE:  $W_{pumpe} = \frac{W}{\eta_{pumpe} \eta_{pr.} (1 - gubici)}$

### POTROŠNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE

1) Konstantna energija:  $W_K = 24P_{min}$

2) Varijabilna energija:  $W_V = W - W_K$

3) Faktor opterećenja:  $m = \frac{W}{24P_{max}}$

4) Vrijeme korištenja maksimane snage:  $T_{P_{max}} = \frac{W}{P_{max}}$

5) Varijabilna snaga:  $P_V = P_{max} - P_{min}$

6) Relacija za  $\alpha$  i  $\beta$ :  $\alpha + \beta = \frac{2W_V}{T_V P_V}$

