

## 1. zadatak

Termoenergetsko postrojenje koristi prirodni plin donje toplinske vrijednosti  $H_d=34630\text{kJ/m}^3$  a satna potrošnja kotla iznosi  $1500\text{m}^3/\text{h}$ . Koliko je sati radio pogon ako proizvedena toplinska energija iznosi  $Q_t=1,2713539 \cdot 10^8\text{MJ}$ . Pretpostavite iskorištenje kotla  $\eta_K=89\%$ . Izrazite proizvedenu toplinsku energiju u tEn i tEu, te potrošnju prirodnog plina u kWh!

Rješenje:

Toplinska energija dobivena izgaranjem zadanog prirodnog plina računa se prema izrazu:

$$Q_t = V_{PL} \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \cdot H_d \left[ \frac{\text{kJ}}{\text{m}^3} \right] \cdot \eta_K \cdot \tau [\text{h}] \quad (1)$$

Pojasnimo ovaj vrlo jednostavan izraz!

Prirodni plin kao nositelj kemijske energije u procesu izgaranja oslobađa toplinsku energiju. Ta kemijska energija sadržana je u umnošku  $V_{PL} \cdot H_d$ . Obzirom da je  $V_{PL}$  iskazan u jedinici

$\left[ \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$  takvu potrošnju nazivamo satnom potrošnjom prirodnog plina koja pomnožena s

donjom toplinskom vrijednošću  $H_d \left[ \frac{\text{kJ}}{\text{m}^3} \right]$  daje raspoloživu toplinsku energiju po jedinici

vremena  $\left[ \frac{\text{kJ}}{\text{h}} \right]$  što predstavlja toplinsku snagu. Praktično tu svu energiju (snagu) nije moguće

iskoristiti na što nam ukazuje iskorištenje kotla  $\eta_K$ . Pomnožimo li još to sve iznosom vremena  $\tau [\text{h}]$  dobit ćemo ukupno dobivenu toplinsku energiju  $Q_t [\text{kJ}]$  u promatranom trajanju rada pogona.

Iz izraza (1) možemo izračunati vrijeme:

$$\tau = \frac{Q_t}{V_{PL} \cdot H_d \cdot \eta_K} = \frac{1,2713539 \cdot 10^8 \cdot 10^3 \text{ kJ}}{1500 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot 34630 \frac{\text{kJ}}{\text{m}^3} \cdot 0,89} = 2750 \text{ h} \quad (2)$$

Na temelju poznatih odnosa SI i ekvivalentnih jedinica za energiju možemo izraziti toplinu  $Q_t$  u tonama ekvivalentne nafte i tonama ekvivalentnog ugljena.

Tako vrijedi za 1 tonu ekvivalentne nafte:

1tEn=41,868GJ pa je  $Q_t$  izražen u tEn:

$$\frac{Q_t}{41,868\text{GJ}} = \frac{1,2713539 \cdot 10^5 \text{ GJ}}{41,868\text{GJ}} = 3036,6\text{tEn} \quad (3)$$

i za 1 tonu ekvivalentnog ugljena:

1tEu=29,31GJ pa je  $Q_t$  izražen u tEu:

$$\frac{Q_t}{29,31\text{GJ}} = \frac{1,2713539 \cdot 10^5 \text{ GJ}}{29,31\text{GJ}} = 4337,6\text{tEu} \quad (4)$$

Na kraju, potrošnja prirodnog plina u kWh uz  $1\text{kWh}=3600\text{kJ}$  iznosi:

$$\begin{aligned}
 E_{PP} &= V_{PL} \left[ \frac{m^3}{h} \right] \cdot H_d \left[ \frac{kJ}{m^3} \right] \cdot \tau [h] \cdot \frac{1}{3600} = \\
 &= 1500 \frac{m^3}{h} \cdot 34630 \frac{kJ}{m^3} \cdot 2750h \cdot \frac{1}{3600} = 3,968 \cdot 10^7 kWh
 \end{aligned} \tag{5}$$

Iako je prikazivanje satne ( $m^3/h$ ) i ukupne potrošnje prirodnog plina ( $m^3$ ) na prvi pogled logičnije pogotovo što mjerila potrošnje (brojila) bilježe utrošeni volumen prirodnog plina ipak je prikaz potrošnje u jedinicama kWh/h i kWh jedini koji nam daje točnu vrijednost utrošene energije. Naime, sastav prirodnog plina se u određenim dopuštenim granicama mijenja što se ne vidi kroz jedinicu volumena. Stoga je postalo uobičajeno, a i zakonski je propisano, da se utrošak plina iskazuje u  $m^3$ .

Također uočimo da je na ovaj način satnu potrošnju  $V_{PL} \left[ \frac{m^3}{h} \right] \cdot H_d \left[ \frac{kJ}{m^3} \right] \cdot \frac{1}{3600}$  moguće zadati kao kWh/h jer je 1/3600 pretvorbeni faktor između kJ i kWh, pa nam u tom slučaju nije potrebno znati donju toplinsku vrijednost plina.

## 2. zadatak

Električno trošilo snage 1,7kW radilo je 150 h. Koliki je utrošak električne energije? Izrazite potrošnju električne energije u kJ!

Rješenje:

Utrošena električna energija jednostavno se izračuna:

$$E = P \cdot \tau = 1,7kW \cdot 150h = 255kWh \tag{1}$$

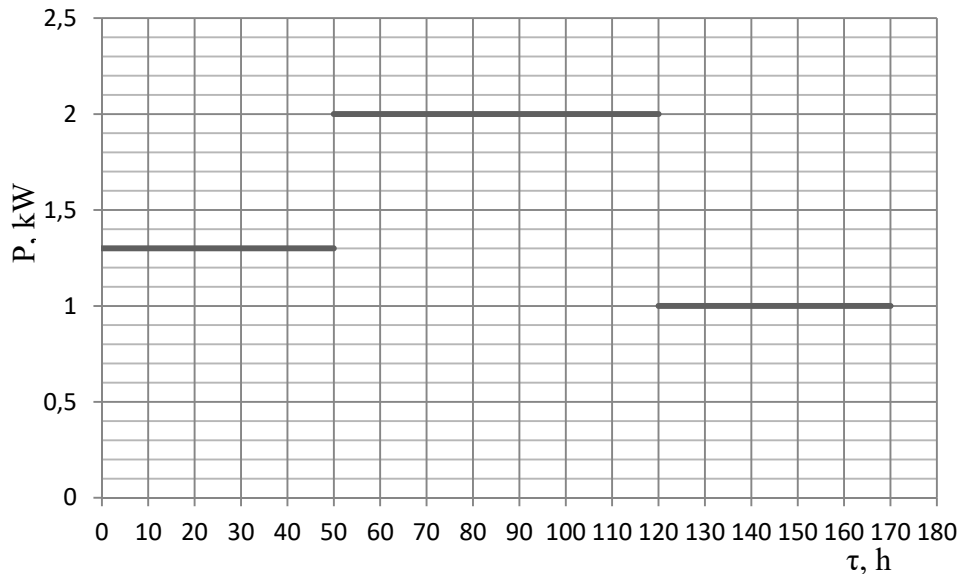
a uz 1kWh=3600kJ to je:

$$E_{kJ} = 255kWh \cdot 3600 = 918000kJ \tag{2}$$

Napomenimo da se utrošak električne energije uvijek daje u kWh, a nikada u KJ, iako naravno nije pogrešno. Razlog tome što je snaga električnih trošila uvijek iskazana u kW što možete vidjeti na natpisnim pločicama (naljepnicama) svih električnih trošila.

## 3. Zadatak

Zadana je karakteristika rada električnog grijača. Koliko iznosi ukupno utrošena električna energija (kWh) za ukupno vrijeme trajanja rada grijača? Izračunajte snagu plinskog plamenika koji može dati isti iznos toplinske energije za četvrtinu kraće vrijeme od ukupnog vremena rada električnog grijača. Kolika je satna potrošnja prirodnog plina ( $\text{m}^3/\text{h}$  i  $\text{kWh}/\text{h}$ ) donje toplinske vrijednosti  $H_d=34100\text{kJ}/\text{m}^3$  ako je u cijelom razdoblju rada plamenik radio nepromijenjenom snagom. Gubitke zanemarite!



Rješenje:

Ukupno utrošena električna energija jednaka je površini ispod krivulja, u konkretnom slučaju to su konstantne vrijednosti u određenom vremenskom intervalu:

$$E_{UKel} = 1,3kW \cdot 50h + 2kW \cdot (120 - 50)h + 1kW \cdot (170 - 120)h = 255kWh \quad (1)$$

Izračunajmo sada snagu plinskog plamenika za zadane uvjete tj. istu utrošenu energiju i četvrtinu kraće vrijeme rada plamenika:

$$P_{Pl} \cdot \frac{3}{4} \cdot \tau_{uk} = E_{UKel} \quad (2)$$

Iz čega je snaga plamenika:

$$P_{Pl} = \frac{4}{3} \cdot \frac{E_{UKel}}{\tau_{uk}} = \frac{4}{3} \cdot \frac{255kWh}{170h} = 2kW \quad (3)$$

Satna potrošnja prirodnog plina je:

$$\frac{255kWh \cdot 3600}{34100kJ \cdot 170h} = 0,211 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad (4)$$

ili:

$$\frac{255kWh}{127,5h} = 2 \frac{kWh}{h} \quad (5)$$