

1. zadatak.

Za zgradu oblika kocke volumena $V_e=25000\text{m}^3$ sa 6 jednakih etaža potrebno je izračunati troškove grijanja (kn), bez fiksnih naknada, prirodnim plinom (cijena $Ts1=0,284875\text{kn/kWh}$ -PDV uključen za tarifni model TM5 za GPZ-Opskrba i $\eta_K=0,92$), električnom energijom u tarifnom modelu „bijeli“ ako se 2/3 energije potroši u nižoj, a 1/3 u višoj tarifi ($VT=1,06\text{kn/kWh}$, $NT=0,53\text{kn/kWh}$ – PDV uključen) i UNP-om ($H_d=46000\text{kJ/kg}$ po cijeni $6,75\text{kn/kg}$ i $\eta_K=0,92$). Pretpostavite da se preko cijelog oplošja kocke gubi toplina.

Rješenje:

Na temelju zadanog volumena možemo izračunati duljinu brida kocke koje je zgrada oblika:

$$V_e = a^3 \quad \Rightarrow \quad a = \sqrt[3]{V_e} = \sqrt[3]{25000} = 29,2\text{m} \quad (1)$$

Sada izračunajmo faktor oblika zgrade:

$$f_0 = \frac{A}{V_e} = \frac{6 \cdot a^2}{a^3} = \frac{6}{a} = 0,205\text{m}^{-1} \quad (2)$$

U nazivniku se nalaze sve površine koje omeđuju grijani volumen V_e i kroz koje se izmjenjuje toplina s okolinom. Za ovaj faktor oblika zgrade možemo, pazeći u kojem intervalu nalazi, izračunati potrebnu toplinu za grijanje:

$$Q_h^* = 41,03 + 51,41 \cdot f_0 = 41,03 + 51,41 \cdot 0,205 = 51,57 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{a}} \quad (3)$$

gdje „a“ u nazivniku jedinice ima značenje „godine“. Također je važno naglasiti da se jedinica površine m^2 koja se nalazi u nazivniku iste jedinice odnosi na tlocrtnu površinu prostora koji grijemo i nema veze s istom jedinicom iz koje smo izračunali faktor oblika zgrade u izrazu (2). Te dvije površine imaju potpuno različiti smisao.

Imajući to na umu izračunat ćemo tlocrtnu površinu grijanog prostora. Kako je u tekstu zadatka navedeno zgrada ima šest grijanih etaža (katova) koje su oblika kvadrata površine axa .

Prema tome je ukupna grijana površina:

$$A_{gr} = 6 \cdot a^2 = 6 \cdot 29,2^2 = 5115,84\text{m}^2 \quad (4)$$

Množenjem ove vrijednosti (4) za toplinom potrebnom za grijanje (3) dobivamo potrebnu količinu za grijanje cijele zgrade:

$$Q_{gr} = Q_h^* \cdot A_{gr} = 51,57 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{a}} \cdot 5115,84\text{m}^2 = 263823,87 \frac{\text{kWh}}{\text{a}} \quad (5)$$

Sada možemo izračunati troškove grijanja za:

prirodni plin:

potrebna energija za grijanje je uz (5) i zadanu iskoristivost kotla:

$$E_{pp} = \frac{Q_{gr}}{\eta_K} = \frac{263823,87 \frac{\text{kWh}}{\text{a}}}{0,92} = 286765,1 \frac{\text{kWh}}{\text{a}} \quad (6)$$

u kunama to godišnje iznosi:

$$\text{Trošak}_{pp} = E_{pp} \cdot Ts1 = 286765,1 \frac{\text{kWh}}{\text{a}} \cdot 0,284875 \frac{\text{kn}}{\text{kWh}} = 81692,20 \frac{\text{kn}}{\text{a}}$$

električnu energiju:

uzimajući u obzir da se 2/3 električne energije troši u nižoj tarifi a 1/3 u višoj tarifi. U obzir uzimamo vrijednost (5) ali uz pretpostavku 100%-tnog iskorištenja električne energije tj. potpunog pretvorbi električne energije u toplinsku:

$$E_{el} = \left(\frac{2}{3} \cdot VT + \frac{1}{3} \cdot NT \right) \cdot Q_{gr} = \left(\frac{2}{3} \cdot 1,06 \frac{kn}{kWh} + \frac{1}{3} \cdot 0,53 \frac{kn}{kWh} \right) \cdot 263823,87 \frac{kWh}{a} =$$

$$= 186435,50 \frac{kn}{a} \quad (7)$$

ukapljenim naftnim plinom UNP-om.

računica je slična onoj kod korištenja prirodnog plina jer se mora uzeti u obzir iskoristivost kotla. prvo ćemo izračunati potrošnju UNP-a:

$$D_{UNP} = \frac{Q_{gr}}{H_d \cdot \eta} = \frac{263823,87 \frac{kWh}{a} \cdot 3600}{46000 \frac{kJ}{kg} \cdot 0,92} = 22442,5 \frac{kg}{a} \quad (8)$$

U kunama to godišnje iznosi:

$$Trošak_{UNP} = D_{UNP} \cdot cijena_{UNP} = 22442,5 \frac{kg}{a} \cdot 6,75 \frac{kn}{kg} = 151486,74 \frac{kn}{a} \quad (9)$$

2. zadatak

Za grijanje kuće u nizu površine 120m² u jednoj godini potrošeno je 1021,08m³ prirodnog plina donje toplinske vrijednosti 33400kJ/m³. Stupanj iskorištenja kotla (η_K) je 93%. Koliko iznosi faktor oblika zgrade f_0 ? Zbog rekonstrukcije zgrada koje su se na nju naslanjale iste su se morale ukloniti što je dovelo do 70%-tnog uvećanja koeficijenta oblika promatrane zgrade. Koliki je sada faktor oblika zgrade f_0' ? Koliki je trošak prirodnog plina potrebnog za grijanje u oba slučaja ako je njegova cijena $Ts1=0,294625kn/kWh$ za tarifni model TM2 za HEP-Plin Osijek?

Rješenje:

Iz potrošnje prirodnog plina, donje toplinske vrijednosti i iskoristivosti možemo izračunati godišnji iznos topline potrebne za grijanje prostora:

$$Q_{gr} = V_{pp} \cdot \eta_K \cdot H_d = 1021,08m^3_{pp} \cdot 0,93 \cdot 33400 \frac{kJ}{kg} \cdot \frac{1}{3600} = 8810,22 \frac{kWh}{a} \quad (1)$$

Odavde možemo izračunati toplinu potrebnu za grijanje svedenu na jedinicu tlocrtna površine grijanog objekta:

$$Q_h'' = \frac{Q_{gr}}{A} = \frac{8810,22 \frac{kWh}{a}}{120m^2} = 73,42 \frac{kWh}{m^2a} \quad (2)$$

Sada možemo izračunati faktor oblika zgrade pazeći na intervale u kojima se vrijednost te topline nalazi:

$$Q_h'' = 41,03 + 51,41 \cdot f_0 \quad \Rightarrow \quad f_0 = \frac{Q_h'' - 41,03}{51,41} = \frac{73,42 - 41,03}{51,41} = 0,63m^{-1} \quad (2)$$

Zbog rekonstrukcije i rušenja susjedne zgrade došlo je do 70%-tnog uvećanja faktora oblika zgrade pa je:

$$f'_0 = 1,7 \cdot f_0 = 1,7 \cdot 0,63 = 1,071m^{-1} \quad (3)$$

Odavde možemo, opet pazeći na intervale očitati novu vrijednost, topline potrebne za grijanje:

za $f'_0 = 1,071m^{-1}$ je $Q''_{hnovi} = 95,01 \frac{kWh}{m^2 a}$ što daje novu vrijednost godišnje topline potrebne za grijanje prostora:

$$Q'_{gr} = Q''_{hnovi} \cdot A = 95,01 \frac{kWh}{m^2 a} \cdot 120m^2 = 11401,2 \frac{kWh}{a} \quad (4)$$

Potrošnja prirodnog plina može se odmah izraziti u kWh/a te je nije potrebno računati preko donje toplinske vrijednosti, ali ne smije se ispustiti iskoristivost kotla.

$$E'_{pp} = \frac{Q'_{gr}}{\eta_K} = \frac{11401,2 \frac{kWh}{a}}{0,93} = 12259,35 \frac{kWh}{a} \quad (5)$$

Na kraju godišnji trošak prirodnog plina za oba slučaja u kunama iznosi:

za $f_0 = 0,63m^{-1}$

$$Trošak_{pp} = E_{pp} \cdot Ts1 = 9473,35 \frac{kWh}{a} \cdot 0,294625 \frac{kn}{kWh} = 2791,09 \frac{kn}{a} \quad (6)$$

gdje je energija utrošenog prirodnog plina $E_{pp} = \frac{1021,08m^3_{pp} \cdot 33400 \frac{kJ}{m^3}}{3600} = 9473,35 \frac{kWh}{a}$,

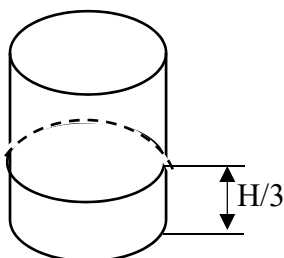
za $f'_0 = 1,071m^{-1}$

$$Trošak'_{pp} = E'_{pp} \cdot Ts1 = 12259,35 \frac{kWh}{a} \cdot 0,294625 \frac{kn}{kWh} = 3611,91 \frac{kn}{a} \quad (7)$$

3. zadatak

Zgrada oblika uspravnog valjka polumjera R i visine H ima tri grijane etaže i jednom trećinom svoje visine ukopana je u zemlju. Uz dovoljnu točnost može se pretpostaviti da kroz površine ukopane u zemlju nema izmjene topline s okolinom. Zgrada je spojena na toplanu. Izračunajte godišnje (12 mjeseci) troškove grijanja cijele zgrade, uključujući i tarifnu stavku snage. Koristite podatke za Grad Osijek (kućanstva). Zadano je R=9m, H=17m, P=15kW (snaga grijaćih tijela).

Rješenje:



Označena trećina visine H valjka ukopana je u zemlju i kroz te površine nema izmjene topline (v. tekst) što treba uzeti u obzir kod računanja faktora oblika zgrade:

$$f_0 = \frac{A}{V_c} = \frac{R^2 \cdot \pi + \frac{2}{3} \cdot H \cdot 2 \cdot R \cdot \pi}{R^2 \cdot \pi \cdot H} = \frac{R + \frac{4}{3} \cdot H}{R \cdot H} = 0,206977 m^{-1} \quad (1)$$

Toplina potreban za grijanje je:

$$Q_h^* = 41,03 + 51,41 \cdot f_0 = 41,03 + 51,41 \cdot 0,206977 = 51,67 \frac{kWh}{m^2 a} \quad (2)$$

Tlocrtna površina grijanog prostora na tri etaže je:

$$A = 3 \cdot R^2 \cdot \pi = 3 \cdot 9^2 \cdot \pi = 763 m^2 \quad (3)$$

Ukupna toplina za grijanje je.

$$Q_{gr} = Q_h^* \cdot A = 51,67 \frac{kWh}{m^2 a} \cdot 763 m^2 = 39445,24 \frac{kWh}{a} \quad (4)$$

I konačno godišnji trošak grijanja uz uključene obje tarifne stavke energije Te1 i snage Te2 je:

$$Trošak = Te1 \cdot Q_{gr} + Te2 \cdot 12 \cdot P =$$

$$= 0,16 \frac{kn}{kWh} \cdot 39445,24 \frac{kWh}{a} + 11,41 \frac{kn}{mj} \cdot 12 \cdot 15 kW = 8365,04 kn \quad (5)$$