

3. Proračuni

1/ PODACI O PLINU

Energent je zemni plin donje ogrijevne moći $H_d = 9,38 \text{ kWh/m}^3$ i tlaka do 50-100 mbara na mjestu priključenja, te relativne gustoće $0,753 \text{ kg/m}^3$.

Tehničke karakteristike prirodnog plina:

$H_d = 9,38 \text{ kWh/m}^3$ - donja ogrijevna moć
 $p_{\text{maks}} = 100 \text{ mbar}$ - maksimalni tlak plina na ulazu u parcelu
 $p_{\text{min}} = 50 \text{ mbar}$ - minimalni tlak plina na ulazu u parcelu
 $p_{\text{rad}} = 20 \text{ mbar}$ - radni tlak trošila u kuhinji

1/ POTROŠAČI PLINA

Potrošači plina su:

a/ Potrošači plina u kuhinji, kom 8 plinskih trošila.

Ova instalacija plinskih trošila u kuhinji je obrađene projektom broj: W-6536, izrađenim od Urbis doo u rujnu 2013.

Za predmetnu instalaciju plina vrijedi slijedeće:

- 1 - Plinsko trošilo; $Q=8 \text{ kW}$, $p=20 \text{ mbar}$; $V=1,0 \text{ m}^3/\text{h}$
- 2 - Plinsko trošilo; $Q=9 \text{ kW}$, $p=20 \text{ mbar}$; $V=1,1 \text{ m}^3/\text{h}$
- 3 - Plinsko trošilo; $Q=21,5 \text{ kW}$, $p=20 \text{ mbar}$; $V=2,6 \text{ m}^3/\text{h}$
- 4 - Plinsko trošilo; $Q=14,5 \text{ kW}$, $p=20 \text{ mbar}$; $V=1,7 \text{ m}^3/\text{h}$
- 5 - Plinsko trošilo; $Q=9 \text{ kW}$, $p=20 \text{ mbar}$; $V=1,1 \text{ m}^3/\text{h}$
- 6 - Plinsko trošilo; $Q=8 \text{ kW}$, $p=20 \text{ mbar}$; $V=1,0 \text{ m}^3/\text{h}$
- 7 - Plinsko trošilo; $Q=16 \text{ kW}$, $p=20 \text{ mbar}$; $V=1,9 \text{ m}^3/\text{h}$
- 8 - Plinsko trošilo; $Q=11 \text{ kW}$, $p=20 \text{ mbar}$; $V=1,3 \text{ m}^3/\text{h}$

Redni broj trošila označava pojedinu poziciju na nacrtu.

Uz stupanj iskorištenja 0,9 i predviđenu donju ogrijevnu moć zemnog plina, potrebna količina plina je:

$V = Q/(H_d \times 0,9) = 97 \text{ kW}/(9,38 \text{ kWh/m}^3 \times 0,9) = 11,5 \text{ m}_n^3/\text{h}$, te
uz faktor istovremenosti od $\varphi=0,95$ stvarna potrošnja iznosi: $Q = 11 \text{ m}_n^3/\text{h}$
Instalacija je u pogonu od veljače 2014.

b/ Potrošači plina u slastičarnici:

Potrošači plina: pećnica (kom 1), ploča za pečenje (kom 1) i otvoreni plamen (kom 2), ukupne toplinske snage: 53 kW , što uz stupanj iskorištenja 0,9 i predviđenu donju ogrijevnu moć zemnog plina, potrebna količina plina je:

$V = Q/(H_d \times 0,9) = 53 \text{ kW}/(9,38 \text{ kWh/m}^3 \times 0,9) = 6,3 \text{ m}_n^3/\text{h}$, te uz
uz faktor istovremenosti od $\varphi=0,70$ stvarna potrošnja iznosi: $Q = 4,4 \text{ m}_n^3/\text{h}$

Napomena: Za potrošače kuhinje, koji su u funkciji i buduće potrošače slastičarnice odabran je i ugrađen slijedeći plinomjer, prema navedenom projektu:

Zahtijevane karakteristike:

- protočna količina plina: $Q = 11 \text{ m}^3/\text{h}$

Za mjerenje potrošnje plina odabran je plinomjer na mijeh plina tip G-10 sa ugrađenim mehaničkim korektorom volumnog protoka po temperaturi , proizvođač kao "Elster-Instromet", slijedećih tehničkih karakteristika:

$Q_{\min} = 0,1 \text{ m}^3/\text{h}$

$Q_{\max} = 16 \text{ m}^3/\text{h}$ (11,0+4,4=15,4 m^3/h)

navojni priključci: NO40.

+ regulator tlaka plina:

Zahtijevane karakteristike:

- protočna količina plina: $Q = 15,4 \text{ m}^3/\text{h}$

- ulazni tlak: $p_{\text{ulazni}} = 100 \text{ mbar}$

- izlazni tlak: $p_{\text{izlazni}} = 22 \text{ mbar}$

Odabran je regulator tlaka plina tip ZR 10 S (6/4"), proizvod kao "Elster-Instromet" (za plinomjere: G10 i G16), slijedećih tehničkih karakteristika:

- ulazni tlak: $p_1 = 100 \text{ mbar}$

- izlazni tlak: $p_2 = 18\text{-}35 \text{ mbar}$

- AC10; SG20

c/ Potrošač plina u kotlovnici:

Plinski kotao toplinskog kapaciteta potrebnog za zadovoljavanje slijedećih toplinskih potreba:

1/	Grijanje PTV:	67 000 kW
2/	Grijanja primarnog zraka sustava klimatizacije	44 000 kW
3/	Grijanje ventilokonvektorima i radiatorima	87 000 kW
4/	Potrebe grijanja postojećeg djela	100 000 kW
Ukupno:		295 000 kW

Uzimajući u obzir gubitke u mreži od 10%, te faktor istovremenosti 0,9 dobivamo : cca. 292,050 kW. Kotao: VITOCROSSAL 200, toplinskog učina: 98-293 kW.

Potrošači plina: plinski kotao toplinske snaga: 292,05 kW, što uz stupanj iskorištenja 1,06 i predviđenu donju ogrijevnu moć zemnog plina, potrebna količina plina je:

$V = Q/(H_d \times 0,9) = 292,05 \text{ kW}/(9,38 \text{ kWh/m}^3 \times 1,08) = 28,8 \text{ m}_n^3/\text{h}$.

Uz rezervu od cca. 5% ta potrošnja iznosi: 30 m_n^3/h .

2/ PODACI O PLINU

$H_d = 9,38 \text{ kWh/m}_n^3$ - donja ogrijevna moć

$p_m = 100 \text{ mbar}$ - tlak plina u mreži _ niskotlačni plinovod

$p_{\text{rad}} = 20 \text{ mbar}$ - priključni/radni tlak plina

3/ KOLIČINA PLINA

Ukupna potrošnja plina: $a+b+c: 11,0+4,4+30,0 = 45,4 \text{ m}_n^3/\text{h}$.

4/ DIMENZIONIRANJE PLINOVODA

Dimenzioniranje plinovoda izvršeno je prema jednadžbi za proračun gubitka tlaka nekompresibilnog fluida za plinovode niskog tlaka. Dimenzije plinovoda dobivene proračunom unesene su u shemu plinske instalacije.

Dionica I ***Od priključka na magistralni plinovod, do odvojka za kuhinju***

A/ *Plastični ukopani cjevovod*

a/ Pad tlaka u ravnom djelu plinovoda

Za tlak plina u mreži $p = 100 \text{ mbar}$ i preporučljivu brzinu od 3-9 m/s promjer cijevi iznosi: d63, SDR 11

$$V = 45,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$p = 100 \text{ mbar}$$

za cijev dimenzija d63, SDR 11 ($d_u = 63-2 \times 5,8 = 51,4 \text{ mm}$), $\lambda = 0,023$

$$\text{brzina: } v = V / (3600 \times A) = 6,08 \text{ m/s}$$

Pad tlaka plina u plinovodu d63 za *dionicu I* po osnovnoj jednadžbi iznosi:

$$P_1 - P_2 = 6,25 \cdot \lambda \cdot \rho_n \cdot L_{uk} \cdot Q_{vn}^2 \cdot (100D)^{-5} \text{ (bar)}$$

$$P_1 - P_2 = 6,25 \cdot 0,023 \cdot 0,753 \cdot 25 \cdot 45,4^2 \cdot (100 \cdot 0,0514)^{-5} \text{ (bar)}$$

$$P_1 - P_2 = 1,55 \text{ mbar}$$

b/ Pad tlaka uslijed lokalnih otpora

$$dp_f = 3,05 \times w^2 \times \sum \zeta / 1000 \text{ [mbar]} \quad \sum \zeta = 2,5 \quad (3 \times \text{koljeno} + \text{ventil})$$

$$dp_f = 3,05 \times 6,08^2 \times 2,5 / 1000 \text{ [mbar]}$$

$$dp_f = 0,282 \text{ [mbar]}$$

B/ *Čelični nadzemni cjevovod*

a/ Pad tlaka u ravnom djelu plinovoda

Za tlak plina u mreži $p = 100 \text{ mbar}$ i preporučljivu brzinu od 3-9 m/s promjer cijevi iznosi: NO 50, bešavne, srednje teške cijevi, prema: DIN 2440

$$V = 45,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$p = 100 \text{ mbar}$$

za cijev dimenzija NO50, ($d_u = 60,3-2 \times 3,65 = 53 \text{ mm}$), $\lambda = (0,02-0,1) = 0,06$

brzina: $v = V / (3600 \times A) = 5,72 \text{ m/s}$

Pad tlaka plina u plinovodu NO 50 za *dionicu I* po osnovnoj jednadžbi iznosi:

$$P_1 - P_2 = 6,25 \cdot \lambda \cdot \rho_n \cdot L_{uk} \cdot Q_{vn}^2 \cdot (100D)^{-5} (\text{bar})$$

$$P_1 - P_2 = 6,25 \cdot 0,06 \cdot 0,753 \cdot 5 \cdot 45,4^2 \cdot (100 \cdot 0,053)^{-5} (\text{bar})$$

$$P_1 - P_2 = 0,696 \text{ mbar}$$

b/ Pad tlaka uslijed lokalnih otpora

$$dp_f = 3,05 \times w^2 \times \sum \zeta / 1000 \quad [\text{mbar}] \quad \sum \zeta = 1,5 \quad (2 \times \text{koljeno} + \text{redukcija})$$

$$dp_f = 3,05 \times 5,72^2 \times 1,5 / 1000 \quad [\text{mbar}]$$

$$dp_f = 0,150 \quad [\text{mbar}]$$

Dionica II *Od priključka za kuhinju do plinskog plamenika u kotlovnici*

A/ Čelični nadzemni cjevovod

a/ Pad tlaka u ravnom djelu plinovoda

Za tlak plina u mreži $p = 100 \text{ mbar}$ i preporučljivu brzinu od 3-9 m/s promjer cijevi iznosi: NO 40, bešavne, srednje teške cijevi, prema: DIN 2440

$$V = 30 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$p = 100 \text{ mbar}$$

za cijev dimenzija NO 40, ($d_u = 48,3 - 2 \times 4,05 = 40,2 \text{ mm}$), $\lambda = (0,02 - 0,1) = 0,06$

brzina: $v = V / (3600 \times A) = 6,57 \text{ m/s}$

Pad tlaka plina u plinovodu NO 50 za *dionicu II* po osnovnoj jednadžbi iznosi:

$$P_1 - P_2 = 6,25 \cdot \lambda \cdot \rho_n \cdot L \cdot Q_{vn}^2 \cdot (100D)^{-5} (\text{bar})$$

$$P_1 - P_2 = 6,25 \cdot 0,06 \cdot 0,753 \cdot 35 \cdot 30^2 \cdot (100 \cdot 0,0402)^{-5} (\text{bar})$$

$$P_1 - P_2 = 8,473 \text{ mbar}$$

b/ Pad tlaka uslijed lokalnih otpora

$$dp_f = 3,05 \times w^2 \times \sum \zeta / 1000 \quad [\text{mbar}] \quad \sum \zeta = 7,0$$

(8xkoljeno+3xventil)

$$dp_f = 3,05 \times 6,57^2 \times 7,0 / 1000 \quad [\text{mbar}]$$

$$dp_f = 0,921 \quad [\text{mbar}] + 1,0 \text{ mbar (plinomjer)} = 1,921 \text{ mbara}$$

Ukupni pad tlaka na priključku plamenika: $100 - (1,55 + 0,282 + 0,69)$

$0,15+8,473+1,921 = 100-13,07 = 86,93$ mbara.

Pad tlaka plina je zadovoljavajući. Plamenik ima u sebi ugrađen kombinirani regulator tlaka plina na izlaznu vrijednost od: 20 mbara.

5/ DIMENZIONIRANJE PLINOMJERA ZA KOTLOVNICU

Odabire se **plinomjer sa mjehom**, tip: BK-G25 (Berhe), vatrootporna izvedba, $Q=0,25-40$ m³/h prirodnog plina, prema EN -1359, razmak priključaka: 335 mm, nazivni priključak DN50, navojni, prema DIN 3376, Reed kontakt u glavi brojčanika, baždaren....+

elektronski korektor volumena sa korekcijom temperature tip: TC 210, „Elster-Instromet“ za izračun potrošnje plina uz korekciju temperature i stalni tlak (iznad 25 mbara). Vrijednosti tlaka se programiraju na željenu vrijednost. Plastično kućište IP65. Temperaturna sonda (Pt 500 klase B) je fiksno učvršćena na uređaj, isporučeni impulsni vod dovodi impulse sa mjerila. Uređaj ima memoriju za poslijednjih 12 mjeseci. Pohranjene vrijednosti se mogu očitati preko ugrađenog izlaza

(RS 232/V.24) neposredno na računalu. Vijek ugrađene baterije, cca. 8 godina rada (kod zamjene baterije podaci sačuvani u EEPROM-u), bažraden....+

niskotlačni regulator plina tip:HR 40 (S) DN40, „Elster-Instromet“ za $p_u = 100$ mbara, $p_i = 22$ mbara, priključak G 2¼ (vanjski navoj), protok do 130 m³/h, s osiguranjem od nestanka plina, kućište od sivog lijeva, prema DIN 33822, DIN-DVGW, HTB.

6/ VENTILACIJA KOTLOVNICE

Kotlovnica je nadzemna i primjenjuje se prirodna ventilacija (putem dozračnog i odzračnog otvora) koja mora osigurati slijedeće uvjete:

- dovod dovoljne količine zraka za potpuno izgaranje pri čemu ulazna brzina ne smije prijeći 1 m/s
- odvođenje suvišne topline koju odaju kotlovske jedinice
- kada kotlovnica nije u pogonu mora se prozračivanjem postići barem 5 izmjena na sat, kako bi se spriječilo stvaranje eksplozivnih smjesa od eventualnog propuštanja plina

Ukupno instalirani učin kotlovnice:

$Q = 293$ kW

Minimalna efektivna površina dozračnog otvora

Minimalna efektivna površina dozračnog otvora A_D za ventilaciju i dovod zraka za izgaranje prema Pravilniku iznosi:

- za kotlovnice ukupnog kapaciteta do $Q = 1200$ kW:

$$A_D = 5,8 \times Q^{0,5} \text{ (cm}^2\text{)}$$

Potrebna efektivna površina dozračnog otvora:

$$A_D = 99,3 \text{ cm}^2 = 0,0993 \text{ m}^2$$

Kako je ova površina manja od 500 cm^2 (minimalna površina, bez obzira na proračun), to se za daljni izbor površine dozračnog usvaja ova vrijednost: $A_D = 500 \text{ cm}^2$

Dovod zraka osigurava se preko otvora u vratima kotlovnice, ugradnjom aluminijske fiksne vanjske žaluzije, tip: AFŽM 397 x 197, slobodne površine: 580 cm^2 , proizvod kao Klima oprema.

Minimalna potrebna efektivna površina odzračnog otvora A_O iznosi:

1/3 površine dozračnog otvora, odnosno: $540/3 = 180 \text{ cm}^2$.

Kako je ova površina manja od 250 cm^2 (minimalna površina, bez obzira na proračun), to se za daljni izbor površine odzračnog usvaja ova vrijednost: $A_O = 250 \text{ cm}^2$

Odvod zraka osigurava se preko otvora pod stropom kotlovnice, ugradnjom aluminijske fiksne vanjske žaluzije, tip: AFŽM 297 x 197, slobodne površine: 385 cm^2 , proizvod kao Klima oprema.

Kontrola broja izmjena zraka

Volumen kotlovnice:

$$V = 29,25 \times 3,65 = 106,76 \text{ m}^3$$

sa koeficijentom zapunjenosti 0,94 iznosi: $100,4 \text{ m}^3$

Izlazna brzina zraka kroz odzračni otvor iznosi:

$$w_0 = \{[g \times h \times \Delta t / T_D] / [1 + (A_O / A_D)^2]\}^{0,5} \quad \text{gdje je:}$$

w_0 - brzina na odzračnom otvoru

g – ubrzanje sile teže [$9,81 \text{ m/s}^2$]

H – visinska razlika dozračnog i odzračnog otvora ($3,0 \text{ m}$)

Δt – kod vanjske $+10^\circ\text{C}$ i temp. kotlovnice 15°C : 5°C

T_D – temperatura na dozračnom otvoru, uzima se $273 + 10 = 283 \text{ K}$

$$w_0 = 0,6 \text{ m/s}$$

Iz čega slijedi broj izmjena zraka u toku jednog sata:

$$i = A_0 \times w_0 \times 3600 / V = 0,0385 \times 0,6 \times 3600 / 100,4 = 0,83 \text{ i/h} < 5 \text{ i/h}$$

Prirodna ventilacija ovako koncipirana *ne zadovoljava*, stoga je potrebno povećati površine dovodnog i odvodnog otvora.

Za dovod zraka se predviđa jedna rešetka dimenzija : AFŽM 497x897, površine slobodnog presjeka: $0,4258 \text{ m}^2$ (A_D), proizvod kao Klima oprema.

Za odvod zraka se predviđa jedna rešetka dimenzija : AFŽM 497x497, površine slobodnog presjeka: 0,2270 m² (A_O), proizvod kao Klima oprema.

Izlazna brzina zraka kroz odzračni otvor sada iznosi:

$$w_0 = \{[g \times h \times \Delta t / T_D] / [1 + (A_o / A_D)^2]\}^{0,5}$$

$$w_0 = 0,636 \text{ m/s}$$

Iz čega slijedi broj izmjena zraka u toku jednog sata:

$$i = A_0 \times w_0 \times 3600 / V = 0,2270 \times 0,634 \times 3600 / 100,4 = 5,16 \text{ i/h} > 5 \text{ i/h}$$

NOVI IZBOR VANJSKIH ŽALUZINA POTVRĐUJE DOVOLJAN TRAŽENI
BROJ IZMJENA ZRAKA U PROSTORU – PRIRODNA VENTILACIJA
.....**ZADOVOLJAVA**

Projektant:
Milovan Kuzmanić dipl.ing.str.