



Właściwości LPG

Mizielińska K., Olszak J. „Gazowe i olejowe źródła ciepła małej mocy”

Bąkowski K., „Sieci i instalacje gazowe”

www.greengaz.eu, www.lpg-consulting.pl

Parametr fizyczny	Jednostka	Propan	Butan
Barwa		Bezbarwny	Bezbarwny
Zapach		Bez zapachu	Bez zapachu
Temperatura wrzenia (przy ciśnieniu atmosferycznym)	°C	-42,1	-0,5
Gęstość w stanie skroplonym (0 °C, 1 atm)	kg/m ³	~530	~600
Gęstość w stanie gazowym (0 °C, 1 atm)	kg/m ³	2,011	2,708
Wartość opałowa: - faza ciekła - faza gazowa	MJ/kg MJ/m ³	46,3 91,3	45,6 122,6
Ciepło spalania: - faza ciekła - faza gazowa	MJ/kg MJ/m ³	50,4 99,2	49,7 133,2
Granica wybuchowości (w mieszaninie z powietrzem)	% obj.	2,1-9,5	1,5-8,5

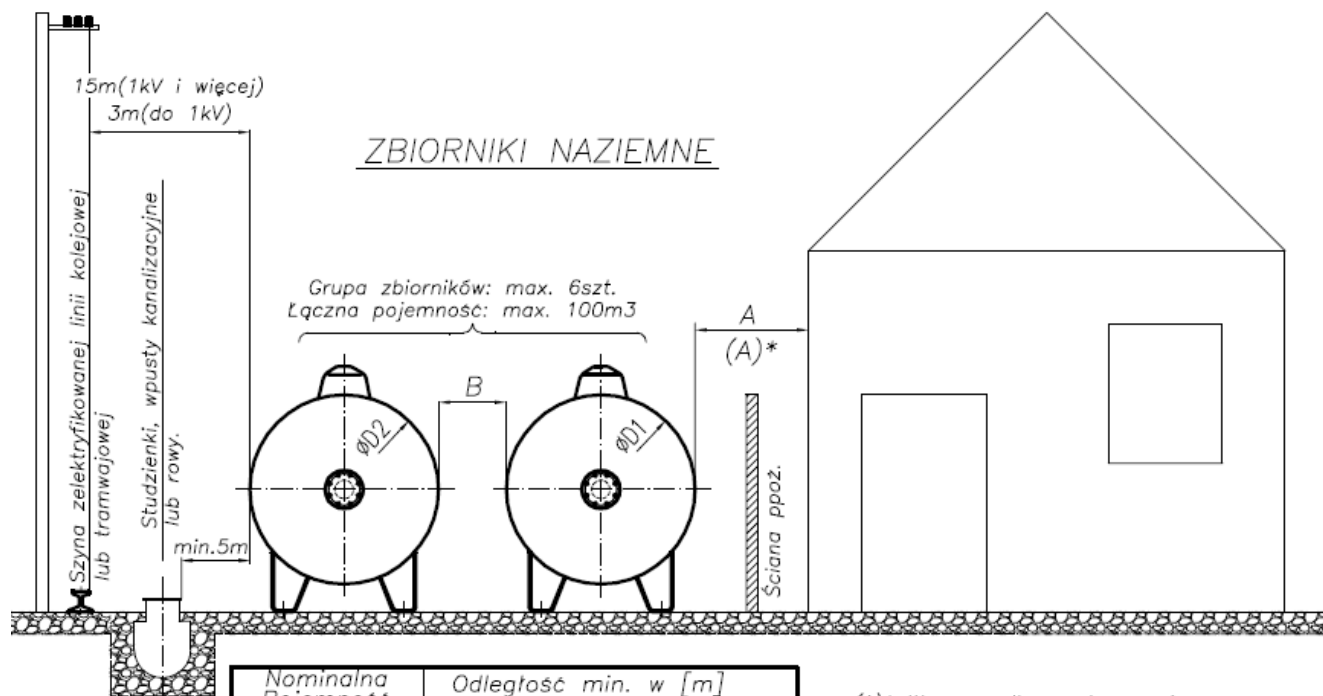
Z 1 m³ skroplonego propanu można otrzymać ok. 250-260 m³ gazu.



Bezpieczne odległości zbiorników

www.poldaw.pl na podstawie:

Dz. U. z 2002 r. Nr 75, poz. 690, z późn. zm.



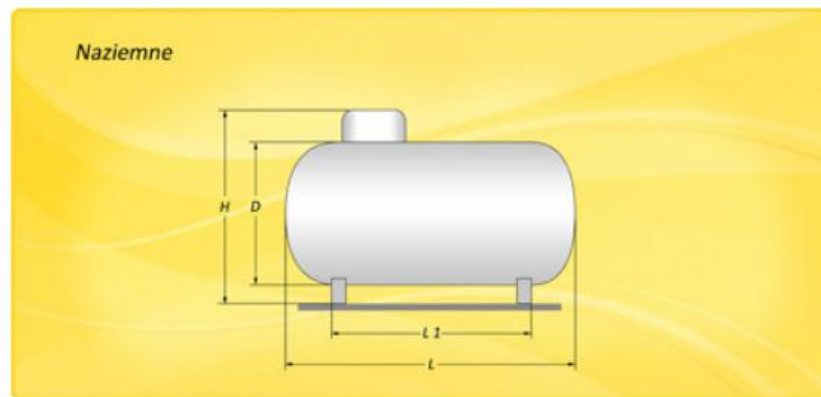
Nominalna Pojemność [m ³]	Odległość min. w [m]		
	A	(A)*	B
do 3	3	1,5	1
pow.3÷5	5	2,5	1
pow.5÷7	7,5	3,75	1,5
pow.7÷10	10	5	1,5
pow.10÷40	20	10	$\frac{1}{4}(D1+D2)$
pow.40÷65	30	15	
pow.65÷100	40	20	

(A)* W przypadku zastosowania
ściany przeciwpożarowej
o kl. min. REI 120.

B- Odległość od sąsiedniego zbiornika
(naziemnego lub podziemnego).

Odległość od sąsiedniej działki powinna wynosić
co najmniej połowę odległości A (wg tabeli),
w zależności od pojemności zbiornika.

Parametry zbiorników z gazem LPG



Pojemność zbiornika	ZBIORNIKI NAZIEMNE				
	L	L1	H	D	waga
2700 l	249 cm	160 cm	162 cm	125 cm	512 kg
4850 l	429 cm	255 cm	162 cm	125 cm	881 kg
6400 l	554 cm	380 cm	162 cm	125 cm	1092 kg

Szczegółowe parametry zbiorników LPG dostępne u producentów zbiorników lub spółek handlujących LPG, np.:

- BAŁTYKGAZ Sp. z o.o., www.baltykgaz.pl
- Chem-Gaz Sp. z o.o., www.chemgaz.pl
- CHEM-LINE Sp. z o.o., www.chemline.pl
- GASPOL, www.gaspol.pl
- ...



Płyty fundamentowe pod zbiorniki

Parametry płyt fundamentowych pod zbiorniki gazu płynnego (na podstawie oferty firmy TRYKACZ www.trykacz.pl)

Pojemność zbiornika	Wymiary płyty			Objętość betonu, m ³	Masa, kg
	Długość, m	Szerokość, m	Wysokość, m		
do 2700 l	2,0	1,3	0,1	0,260	620
do 4850 l	4,35	1,2	0,15	0,783	1840
do 6500 l	5,65	1,3	0,2	1,469	3525

Parametry płyt fundamentowych pod zbiorniki gazu płynnego (na podstawie wytycznych do projektowania firmy GASPOL)

Pojemność zbiornika	Płyta prefabrykowana, wymiary w m	Płyta wylewana na placu budowy, wymiary w m
1 x 2700 l	1,3 x 2,0 x 0,1	1,3 x 2,5 x 0,2
1 x 4850 l	1,3 x 3,5 x 0,12	1,3 x 4,0 x 0,2
1 x 6400 l / 6700 l	1,3 x 4,35 x 0,14	1,3 x 5,5 x 0,2

Uziemienie zbiorników

Mizielińska K., Olszak J. „Gazowe i olejowe źródła ciepła małej mocy”

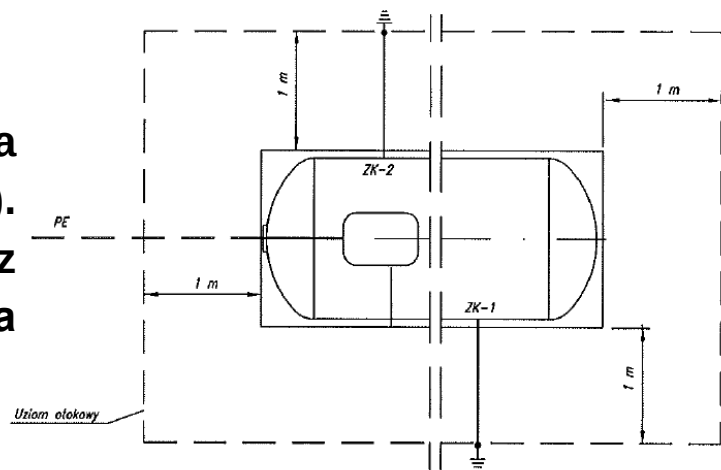
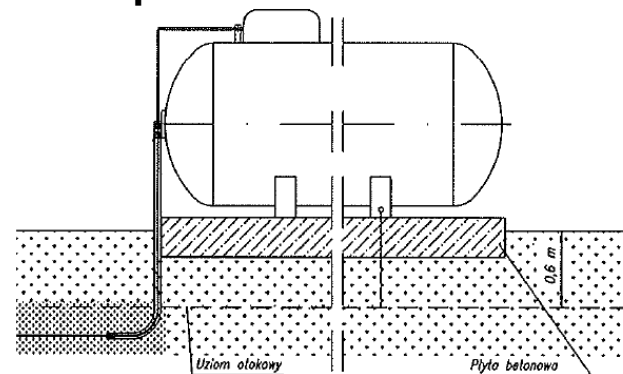
Bąkowski K., „Sieci i instalacje gazowe”

Wytyczne do projektowania firmy GASPOL

Zbiorniki naziemne powinny być **uziemione** przy wykorzystaniu uziomu naturalnego i uziomu otokowego. Zapewnia to ochronę przed wyładowaniami atmosferycznymi i porażeniem (ochrona odgromowa) oraz zapewnia odprowadzenie ładunków elektrostatycznych.

Uziom otokowy wykonuje się z taśmy stalowej ocynkowanej, ułożonej na głębokości nie mniejszej niż 0,6 m i w odległości nie mniejszej niż 1 m od zewnętrznej krawędzi płyty fundamentowej. Rezystancja uziomu nie powinna przekraczać 7 Ω .

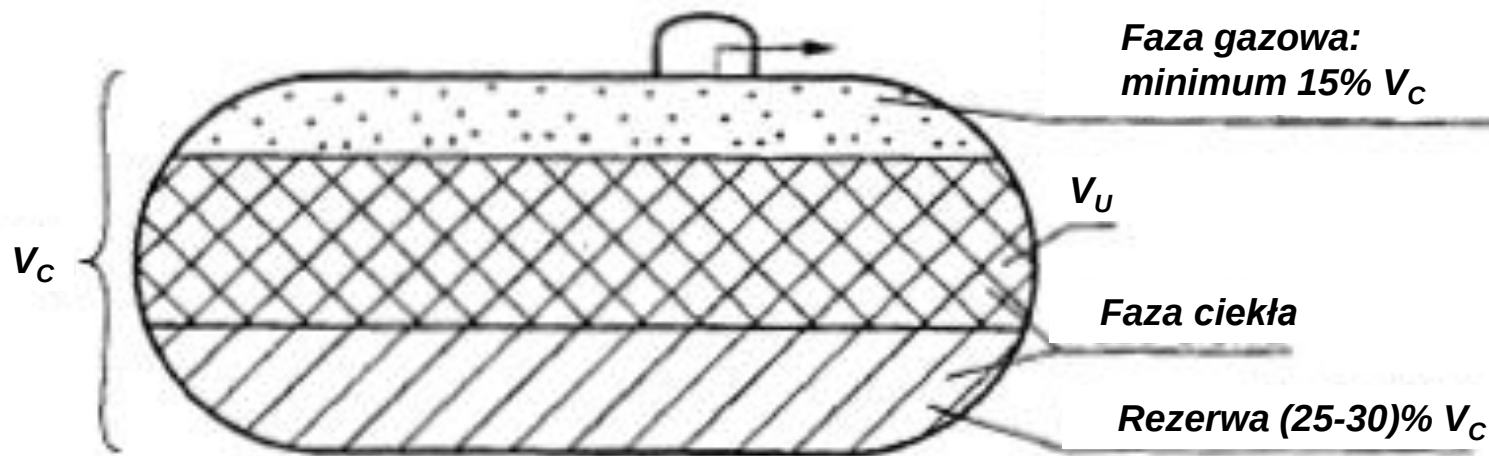
Uziemienie otokowe podłączone jest do zbiornika w dwóch miejscach (przeciwnie podpory). Łączenia układu uziemienia wykonuje się poprzez spawanie, sprasowanie lub poprzez połączenia śrubowe.



Zasady napełniania zbiorników

Mizielińska Krystyna, Olszak Jarosław,
„Gazowe i olejowe źródła ciepła małej mocy”

W przypadku stosowania zbiorników na gaz płynny występuje duża różnica między pojemnością całkowitą zbiornika a jego eksploatacyjną **pojemnością użytkową**. Tylko w czasie pierwszego napełnienia dostarczona ilość gazu stanowi **85 %** jego pojemności nominalnej. W trakcie eksploatacji zbiornika podziemnego do dyspozycji jest około **55-60 %** jego pojemności nominalnej (uwzględniając **rezerwę 25-30 %**).



Pojemność użytkowa zbiornika na gaz płynny



Tabele i wskaźniki doboru zbiorników

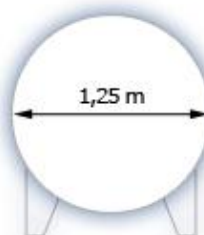
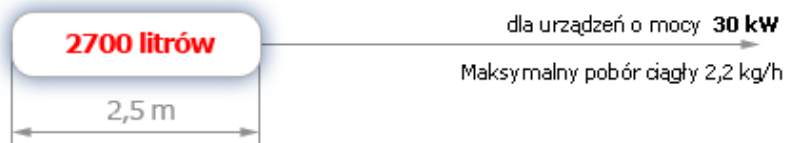
Mizielińska K., Olszak J. „Gazowe i olejowe źródła ciepła małej mocy”

Bąkowski K., „Sieci i instalacje gazowe”

www.gaspol.pl, www.chemgaz.pl

Przybliżony strumień masy fazy gazowej gazu płynnego, możliwy do uzyskania, w najniekorzystniejszych warunkach, z niewielkich, najczęściej oferowanych zbiorników

Pojemność całkowita V_c	Pojemność użytkowa V_U fazy ciekłej w zbiorniku (około 60% V_c)		Zbiornik naziemny (pobór ciągły fazy gazowej)		Zbiornik podziemny (pobór ciągły fazy gazowej)
	dm ³	$(\rho_{0^\circ\text{C}}=0,53\text{kg/dm}^3)$ kg	kg/h		kg/h
dm ³			lato	zima	
2700	1620	859	11,60	2,32	6,80
4850	2910	1542	20,60	4,00	13,20
6700	4020	2131	23,00	4,80	14,20



Średnica wyżej wymienionych zbiorników wynosi 1,25 metra, a maksymalne napełnienie zbiornika wynosi 85%

Zbiorniki naziemne / podziemne:
2700 l dla urządzeń do 30 / 53kW
4850 l dla urządzeń do 50 / 88kW
6700 l dla urządzeń do 65 / 114kW



Tabele i wskaźniki doboru zbiorników

Bąkowski K., „Sieci i instalacje gazowe”



Wskaźniki dopuszczalnego okresowego poboru propanu ze zbiorników *naziemnych* przy naturalnej wymianie ciepła z powietrzem, dopuszczalnym obniżeniu temperatury fazy ciekłej do -25°C i stopniu napełnienia zbiornika w 50 %

Pojemność zbiornika (dm^3)	Powierzchnia całkowita (m^2)	Powierzchnia zwilżana przez ciecz F (m^2)	Pobór gazu (kg/h) przy temperaturze powietrza				
			5°C	-5°C	-10°C	-15°C	-20°C
2700	12,246	6,123	20,99	13,99	10,5	7,0	3,49
4850	19,31	9,655	33,10	22,10	16,55	11,04	5,51
6700	25,375	12,69	43,51	29,01	21,75	14,5	7,25

Wskaźniki dopuszczalnego okresowego poboru propanu ze zbiorników *naziemnych* przy naturalnej wymianie ciepła z powietrzem, dopuszczalnym obniżeniu temperatury fazy ciekłej do -25°C i stopniu napełnienia zbiornika w 35%

Pojemność zbiornika (dm^3)	Powierzchnia		Pobór gazu (kg/h) przy temperaturze powietrza				
	całkowita (m^2)	zwilżana przez ciecz F (m^2)	5°C	-5°C	-10°C	-15°C	-20°C
2700	12,246	4,286	14,68	9,97	7,34	4,89	2,45
4850	19,31	6,758	23,17	15,45	11,58	7,72	3,86
6700	25,375	8,88	30,45	20,30	15,22	10,15	5,07



Tabele i wskaźniki doboru zbiorników

Bąkowski K., „Sieci i instalacje gazowe”



Orientacyjne wskaźniki odparowania propanu w małych zbiornikach *naziemnych* dla przeciętnych warunków eksploatacyjnych

Pojemność geometryczna (dm ³)	Dopuszczalny ciężar fazy płynnej (kg)	Pobór okresowy (kg/h)		Pobór długotrwały (kg/h)	
		lato	zima	lato	zima
2700	1275	14,8	3,16	11,6	2,32
4850	2290	29,0	5,72	20,6	4,0
6700	3164	36	7,1	23	4,8

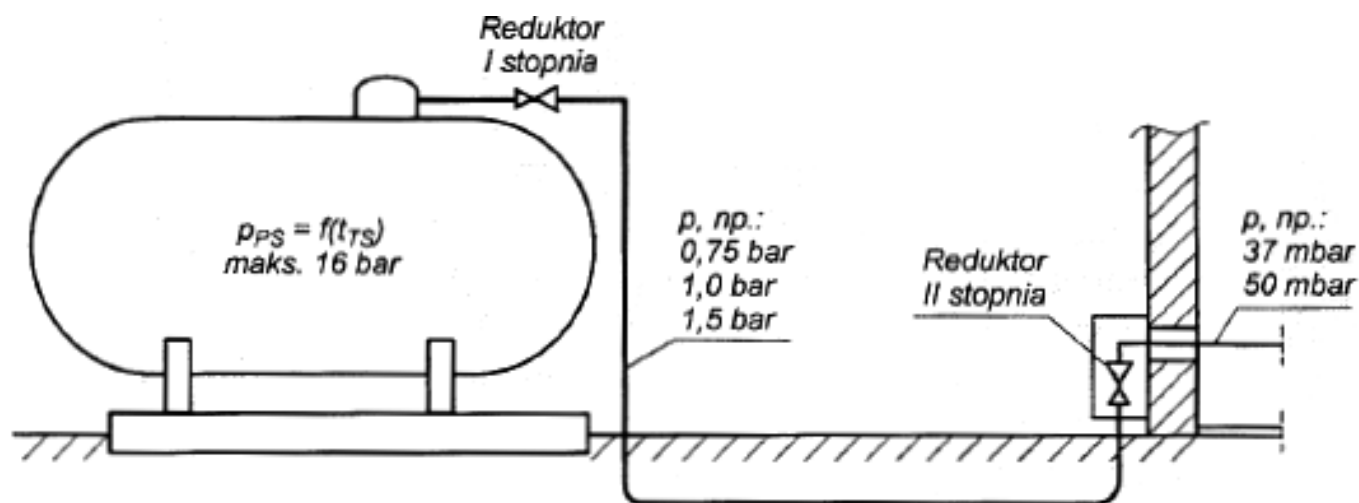
Wartości ciśnienia w poszczególnych punktach instalacji

Mizielińska K., Olszak J. „Gazowe i olejowe źródła ciepła małej mocy”

Z powodu dużej zmienności ciśnienia gazu w zbiorniku i dużej różnicy ciśnienia między ciśnieniem w zbiorniku a wymaganym ciśnieniem przed odbiornikami przewiduje się dwa stopnie redukcji.

Reduktor I° jest umieszczany jak najbliżej zbiornika. Po I° redukcji w przyłączy utrzymuje się nadciśnienie, np. 1,5 bar.

Reduktor II° jest umieszczany w szafce gazowej na budynku. Ciśnienie po II° redukcji musi być wystarczające do pokonania oporów przepływu w instalacji i musi zapewnić wymagane ciśnienie przed urządzeniami gazowymi.



Dobór zbiornika gazu – przykład

Dane budynku:

- budynek jednorodzinny, położony we Wrocławiu,
- liczba mieszkańców $n = 4$,
- zapotrzebowanie na ciepło obliczone metodą wskaźnikową:

$$Q_{c.o.} = 150 \text{ m}^2 \cdot 50 \text{ W/m}^2 = 7500 \text{ W} = 7,5 \text{ kW},$$

- wyposażony w kuchnię gazową z piekarnikiem elektrycznym, o maksymalnym zużyciu propanu $\dot{m}_{KG} = 0,66 \text{ kg/h}$ oraz kocioł dwufunkcyjny o mocy 24 kW i maksymalnym zużyciu propanu $\dot{m}_{K2F} = 2,00 \text{ kg/h}$

Obliczenia:

- I. Maksymalny chwilowy pobór propanu:

$$\dot{m}^{max} = \dot{m}_{KG} + \dot{m}_{K2F} = 0,66 + 2,00 = 2,66 \text{ kg/h}$$



Dobór zbiornika gazu – przykład

II. Obliczenie rocznego zapotrzebowania na paliwo:

$$B = B_{p.p.} + B_{c.w.u.} + B_{c.o.}, \text{ kg}$$

gdzie:

$B_{p.p.}$ – roczne zapotrzebowanie do celów przygotowania posiłków, kg,

$B_{c.w.u.}$ – roczne zapotrzebowanie do celów przygotowania ciepłej wody użytkowej, kg,

$B_{c.o.}$ – roczne zapotrzebowanie do celów centralnego ogrzewania, kg.

1. Oszacowanie rocznego zapotrzebowania na paliwo do celów przygotowania posiłków:

$$B_{p.p.} = \dot{m}_{KG} \cdot f_{KG}^{(n)} \cdot 365 \cdot \tau_{KG}, \text{ kg}$$

gdzie:

$\dot{m}_{KG}$ – nominalne zużycie paliwa przez kuchnię gazową, kg/h,

$f_{KG}^{(k)}$ – współczynnik jednoczesności działania kuchni gazowych dla k urządzeń, -,

τ_{KG} – założony przeciętny czas użytkowania kuchni gazowej w ciągu doby, h.

$$B_{p.p.} = 0,66 \cdot 0,621 \cdot 365 \cdot 2 = 299,2 \text{ kg}$$

Dobór zbiornika gazu – przykład

2. Obliczenie rocznego zapotrzebowania na paliwo do celów przygotowania ciepłej wody użytkowej:

$$B_{c.w.u.} = \frac{Q_{c.w.u.} \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600}{1000 \cdot H_i \cdot \eta_{c.w.u.}}, \text{ kg}$$

gdzie:

$Q_{c.w.u.}$ – średnie godzinowe zapotrzebowanie na moc do przygotowania c.w.u., kW,

H_i – wartość opałowa gazu płynnego; dla propanu przyjęto 46,3 MJ/kg,

$\eta_{c.w.u.}$ – sprawność układu do przygotowania c.w.u.; założono 0,9.

Dobór zbiornika gazu – przykład

Obliczenie średniego zapotrzebowania na moc do przygotowania c.w.u.:

$$Q_{c.w.u.} = \frac{q_j \cdot n \cdot C_p \cdot \rho \cdot \Delta T}{\tau \cdot 3600 \cdot 1000}, \text{ kW}$$

gdzie:

q_j – średnie dobowe zużycie c.w.u. przez 1 mieszkańca; przyjęto $110 \frac{\text{l}}{\text{os} \cdot \text{d}}$,

n – liczba mieszkańców domu, -,

C_p – ciepło właściwe wody.; przyjęto $4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$,

ρ – gęstość wody; przyjęto $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$,

ΔT – różnica temperatur między wodą zimną a wodą ciepłą; przyjęto 50 K, dla

$t_{c.w.u.} = 60^\circ\text{C}$ i $t_{w.z.} = 10^\circ\text{C}$,

τ – liczba godzin użytkowania; przyjęto 18 h/d (z uwzględnieniem 6-godzinnej przerwy nocnej).

$$Q_{c.w.u.} = \frac{110 \cdot 4 \cdot 4,19 \cdot 1000 \cdot 50}{18 \cdot 3600 \cdot 1000} = 1,42 \text{ kW}$$

Dobór zbiornika gazu – przykład

Obliczenie rocznego zapotrzebowania na paliwo do przygotowania c.w.u.:

$$B_{c.w.u.} = \frac{1,42 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600}{1000 \cdot 46,3 \cdot 0,9} = 1075 \text{ kg}$$

3. Obliczenie rocznego zapotrzebowania na paliwo do celów centralnego ogrzewania:

$$B_{c.o.} = \frac{Q_{c.o.} \cdot \varphi \cdot L_r \cdot 24 \cdot 3600}{1000 \cdot H_i \cdot \eta_{c.o.}}, \text{ kg}$$

gdzie:

$Q_{c.o.}$ – obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną dla budynku, kW,

φ – współczynnik zmniejszający – średni stopień obciążenia cieplnego, -,

L_r – liczba dni sezonu grzewczego w ciągu roku, d,

H_i – wartość opałowa gazu płynnego, MJ/kg,

$\eta_{c.o.}$ – sprawność układu c.o.; założono 0,85.



Dobór zbiornika gazu – przykład

Wyznaczenie średniego stopnia obciążenia cieplnego:

$$\varphi = \frac{t_w - t_{zew.r.}}{t_w - t_{zew.obl.}}$$

gdzie:

t_w – średnia temperatura ogrzewanych pomieszczeń; założono 20°C,

$t_{zew.r.}$ – średnia roczna temperatura zewnętrzna w sezonie grzewczym, °C,

$t_{zew.obl.}$ – obliczeniowa temperatura zewnętrzna w danej strefie klimatycznej, ustalona zgodnie z PN-EN 12831:2006; dla warunków Wrocławia (II strefa klimatyczna) $t_{zew.obl.} = 18^\circ\text{C}$.

Ustalenie średniej rocznej temperatury zewnętrznej w sezonie grzewczym i liczby dni sezonu grzewczego:

wariant a) wg PN-B-02025:2001,

wariant b) wg Mizielińska K., Olszak J. *Gazowe i olejowe źródła ciepła małej mocy*, tablica 7.1.



Dobór zbiornika gazu – przykład

wariant a) dla Wrocławia

Stacja meteorologiczna 55 : **Wrocław**

Średnie wieloletnie temperatury miesiąca, °C i liczba dni ogrzewania

Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$T_e(m)$	-1,9	-0,9	2,7	7,9	12,7	16,7	17,8	17,1	13,5	8,7	4,1	0,3
$L_d(m)$	31	28	31	30	10	0	0	0	5	31	30	31

$$L_r = 31 + 28 + 31 + 30 + 10 + 5 + 31 + 30 + 31 = 227 \text{ dni}$$

$$t_{zew.r.} = \frac{-1,9 \cdot 31 - 0,9 \cdot 28 + 2,7 \cdot 31 + 7,9 \cdot 30 + 12,7 \cdot 10 + 13,5 \cdot 5 + 8,7 \cdot 31 + 4,1 \cdot 30 + 0,3 \cdot 31}{227} = 3,67^\circ\text{C}$$

Średni stopień obciążenia cieplnego:

$$\varphi = \frac{20 - 3,67}{20 - (-18)} = 0,43$$



Dobór zbiornika gazu – przykład

wariant b) dla Wrocławia
(II strefa klimatyczna)

Przyjmując początek sezonu
grzewczego przy $t_{eg} = +12^{\circ}\text{C}$

$$L_r = 217 \text{ dni}$$

$$t_{zew.r.} = 2, 1^{\circ}\text{C}$$

Średni stopień obciążenia
ciepłnego:

$$\varphi = \frac{20 - 2,1}{20 - (-18)} = 0,47$$

t_{eg}	Strefa klimatyczna					
	I		II i III		IV i V	
	z	t_{em}	z	t_{em}	z	t_{em}
-10	6	-12,0	9	-12,5	14	-12,1
-9	9	-11,2	12	-11,4	20	-11,4
-8	12	-10,5	15	-10,9	25	-10,8
-7	15	-9,8	19	-10,2	31	-10,1
-6	19	-9,2	23	-9,4	38	-9,5
-5	24	-8,4	30	-8,6	46	-8,8
-4	32	-7,5	38	-7,7	53	-8,2
-3	40	-6,6	45	-7,0	60	-7,7
-2	49	-5,9	54	-6,3	70	-6,9
-1	58	-5,2	64	-5,5	81	-6,2
0	69	-4,4	74	-4,9	95	-5,3
1	83	-3,6	90	-3,9	113	-4,4
2	97	-2,9	105	-3,1	127	-3,8
3	111	-2,2	117	-2,6	139	-3,2
4	124	-1,6	129	-2,0	148	-2,8
5	139	-0,9	141	-1,5	158	-2,4
6	149	-0,5	150	-1,0	166	-2,0
7	160	0,0	159	-0,6	175	-1,5
8	171	0,5	171	0,0	187	-1,0
9	185	1,1	182	0,5	198	-0,4
10	197	1,6	195	1,1	210	0,1
11	210	2,1	206	1,6	223	0,7
12	222	2,6	217	2,1	236	1,3
13	237	3,3	230	2,7	249	1,9
14	253	3,9	245	3,3	265	2,6
15	271	4,6	261	4,0	284	3,4



Dobór zbiornika gazu – przykład

Obliczenie rocznego zapotrzebowania na paliwo do celów c.o.:
(w obliczeniach przyjęto wariant a)

$$B_{c.o.} = \frac{7,5 \cdot 0,43 \cdot 227 \cdot 24 \cdot 3600}{1000 \cdot 46,3 \cdot 0,85} = 1607,2 \text{ kg}$$

Obliczenie rocznego zapotrzebowania na paliwo dla budynku:

$$B = 299,2 + 1075 + 1607,2 = 2981,4 \text{ kg}$$

III. Średni godzinowy pobór propanu:

$$\dot{m}^{sr} = \frac{B}{365 \cdot 24} = \frac{2981,4}{8760} = 0,34 \text{ kg/h}$$

Dobór zbiornika gazu – przykład

IV. Dobór zbiornika:

$\dot{m}^{max} = 2,66 \text{ kg/h} \rightarrow$ strumień chwilowy – odnoszony do poboru **okresowego**
 $\dot{m}^{sr} = 0,34 \text{ kg/h} \rightarrow$ strumień średni – odnoszony do poboru **długotrwałego**

Pojemność geometryczna (dm ³)	Dopuszczalny ciężar fazy płynnej (kg)	Pobór okresowy (kg/h)		Pobór długotrwały (kg/h)	
		lato	zima	lato	zima
2700	1275	14,8	3,16	11,6	2,32
4850	2290	29,0	5,72	20,6	4,0
6700	3164	36	7,1	23	4,8

Na podstawie orientacyjnych wskaźników odparowania propanu w przeciętnych warunkach eksploatacyjnych (K.Bąkowski, *Sieci i instalacje gazowe*) w okresie zimowym dobrano zbiornik o pojemności nominalnej 2700 dm³.



Dobór zbiornika gazu – przykład

V. Oszacowanie liczby napełnień zbiornika w roku:

$$N = \frac{B}{m_{LPG}},$$

gdzie:

B – roczne zapotrzebowanie na paliwo, kg,

m_{LPG} – masa paliwa w zbiorniku przy pojemności użytkowej równej 60% pojemności nominalnej, kg.

Dla zbiornika 2700 dm³ masa propanu przy pojemności użytkowej 1620 dm³ jest równa ok. 859 kg (Mizielińska K., Olszak J. *Gazowe i olejowe źródła ciepła małej mocy*).

$$N = \frac{2981}{859} = 3,5$$

Dla przyjętego zbiornika konieczne będzie (3÷4)-krotne napełnianie w ciągu roku.