

CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA OBIEKTU BUDOWLANEGO ORAZ ANALIZA MOŻLIWOŚCI RACJONALNEGO WYKORZYSTANIA POD WZGLĘDEM TECHNICZNYM, EKONOMICZNYM I ŚRODOWISKOWYM, WYSOKOEFEKTYWNYCH SYSTEMÓW ALTERNATYWNYCH ZAOPATRZENIA W ENERGIĘ I CIEPŁO

stadium	PROJEKT BUDOWLANY
temat opracowania	CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA OBIEKTU BUDOWLANEGO DLA ZAMIERZENIA PN: „ BUDOWA BUDYNKÓW MIESZKALNYCH WIELORODZINNYCH NA DZ. NR 7064/4, NR 7064/6 ŻYWIEC, WRAZ Z INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNĄ ORAZ ZE ZJAZDEM Z DZ. NR 5561 PRZY UL. BROWARNEJ W ŻYWCU ”
inwestor	ŻYWIECKIE TOWARZYSTWO BUDOWNICTWA SPOŁECZNEGO SP Z O.O. UL. ZAMKOWA 14, 34-300 ŻYWIEC
adres inwestycji	7064/4, 7064/6, PRZY UL. BROWARNEJ W ŻYWCU
jednostka projektowa	GOWIN/SIUTA PLAC SZCZEPAŃSKI 3/37 31-011 KRAKÓW.

OPRACOWANIE:	MARZEC 2018	CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA
--------------	-------------	------------------------------

*Wszelkie prawa zastrzeżone. Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentu niniejszej dokumentacji w celu powtórnego wykorzystania zabronione. Ustawa: „ O prawie autorskim i prawach pokrewnych z dnia 04.02.1994r.”
(DZ.U.NR 24 poz. 83 z dnia 23.02.1994r.).*

SPIS TREŚCI

1. *Przedmiot opracowania*
2. *Opis ogólny zamierzenia budowlanego*
3. *Założenia do obliczeń i podstawowe parametry budynku*
4. *Zestawienie wyników dla budynku*
5. *Sprawdzenie wskaźnika EP_{max}*
6. *Analiza możliwości racjonalnego wykorzystania pod względem technicznym, ekonomicznym i środowiskowym, wysokoefektywnych systemów alternatywnych zaopatrzenia w energię i ciepło*

1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest sporządzenie charakterystyki energetycznej oraz analizy możliwości racjonalnego wykorzystania pod względem technicznym, ekonomicznym i środowiskowym, wysokoefektywnych systemów alternatywnych zaopatrzenia w energię i ciepło dla inwestycji polegającej na budowie zespołu budynków mieszkalnych wielorodzinnych z instalacjami wewnętrznymi oraz zewnętrznymi oraz infrastrukturą towarzyszącą przy ul. Browarnej w Żywcu.

na działce nr: 7064/4, 7064/6, ul. Browarna w Żywcu zlokalizowanego na terenie województwa Śląskiego.

Opracowanie stanowi integralną część dokumentacji Architektoniczno-budowlanej wraz z projektami branżowymi.

2. Opis ogólny zamierzenia budowlanego

W ramach realizacji zadania przewidziano wykonanie trzech budynków mieszkalnych wielorodzinnych, które zostaną wykonane w technologii tradycyjnej murowanej/żelbetowej. Przedmiotowe budynki są trzykondygnacyjne bez podpiwniczenia, budynki o dachu stromym pogrążonym, bryła zwarta, prostopadłościenna- patrz rysunki architektury. Każdy z budynków jest powtarzalny i stanowi takie same wyposażenie instalacyjno-materiałowe zatem charakterystykę energetyczną obliczono dla jednego budynku a dla pozostałych należy przyjąć jako tożsame. Budynki wyłącznie o funkcji mieszkalnej.

Budynek wyposażony w następujące instalacje:

- Instalacja wod-kan,
- Instalacja C.O.,
- Instalacja gazowa wraz ze źródłem ciepła (kocioł gazowy kondensacyjny do 60kW),
- Wentylacja mechaniczna, wyciągowa aereco
- Instalacje elektryczna.

3. Założenia do obliczeń i podstawowe parametry budynku

Do obliczeń założono:

- rodzaj konstrukcji: tradycyjna murowana, żelbetowa, stropodach,
- rodzaj przeszkleń: okna PCV, wsp. $U < 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$,
- powierzchnia użytkowa (ogrzewana): $549,00 \text{ m}^2$
- ilość kondygnacji: 3,
- Warunki klimatyczne dla stacji meteorologicznej: Bielsko-Biała
- instalacja ogrzewania: wodne -grzejniki płytowe, źródło zasilania kocioł kondensacyjny gazowy z zamkniętą komorą spalania,
- instalacja chłodzenia: nie,
- instalacja przygotowania CWU: zasobnik c.w.u. o pojemności 500l zasilany z kotła gazowego.

Parametry budynku

Przeznaczenie budynku

Wielorodzinny

Masa budynku

Ciężka

Klasa osłonięcia budynku

Średnio osłonięty

Szczelność budynku

Średnia

Temperatury

Projektowa temperatura zewnętrzna	θ_e	-20 °C
-----------------------------------	------------	--------

Roczna średnia temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ 7,6 °C

Temperatura wewn. zgodna z normą

Wymiary charakterystyczne budynku

Szerokość budynku	b_{bud}	15,00 m
Długość budynku (max)	a_{bud}	15,00 m
Powierzchnia podłóg na gruncie	A_{bud}	223,98 m ²
Pow. użytkowa (ogrzewana)	A_f	549,00 m ²
Liczba kondygnacji	n	3 [-]
Kubatura ogrzewana netto	V_e	1372,50 m ³
Wysokość budynku	h_{bud}	11,10 m
Wskaźnik zawartości budynku	A/V_e	0,82

Dane gruntu

Zagłębienie budynku	z	0,00 m
Obwód podłogi na gruncie	P	60,98 m
Wymiar char. podł.	B'	7,35 m

Wentylacja mechaniczna. wyciągowa

Krotność wymiany powietrza (wartość minimalna)	n_{50}	0,5 1/h
--	----------	---------

4. Zestawienie wyników dla budynku

Współczynniki przenikania ciepła dla projektowanej przegrody zewnętrznej (dla najmniej korzystnego wariantu przegrody)

Współczynniki przenikania ciepła obliczone na podstawie normy PN-EN-ISO 6946.
Kolejność układu warstw podana od wnętrza budynku.

Ściana zewnętrzna warstwowa

Materiał	Grubość warstwy d_i [m]	Wsp. przewodzenia ciepła λ_i [W/(m·K)]
Tynk cem-wapienny	0,01	0,80
Ściana z bloczków betonu komórkowego	0,30	0,71
Styropian EPS 70 040	0,15	0,04
Tynk cienkopowłokowy	0,01	0,82

Obliczenia przejmowania ciepła

Grubość warstwy d_i [m]	Wsp. przewodzenia ciepła λ_i [W/(m·K)]	Działanie $R_{\lambda} = \Sigma d_i / \lambda_i$	Opór cieplny R [m ² K/W]
0,01	0,80	0,01 / 0,80	$R_1 =$ 0,01
0,30	0,10	0,30 / 0,10	$R_2 =$ 3,00
0,15	0,04	0,15 / 0,04	$R_3 =$ 3,75
0,01	0,82	0,01 / 0,82	$R_4 =$ 0,01
Opór przejmowania ciepła poziomy dla ściany zewnętrznej			$R_{sj} + R_{se} =$ 0,17
Całkowity opór cieplny przegrody			$\Sigma R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$ 6,94 m ² K/W
Obliczenia współczynnika przenikania ciepła			$U = 1/R$ 0,155* W/m ² K

*uwzględniono dodatek z uwagi na otwory okienne i drzwiowe

WARUNEK SPEŁNIONY

Zgodnie z ustawą (Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakimi powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie poz. 2285 z 2017r.) obliczeniowy współczynnik przenikania ciepła U dla budynków użyteczności publicznej oraz budynków mieszkalnych i zamieszkania zbiorowego dla $t_i > 16^\circ\text{C}$ nie większy od $U_{\max} = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Podłoga na gruncie

Materiał	Grubość warstwy d_i [m]	Wsp. przewodzenia ciepła λ_i [W/(m·K)]
Płytki ceramiczne	0,025	1,05
Wylewka jastrychowa, zbrojona	0,05	1,10
Folia PE	0,001	Nie oblicza się
Styropian twardy floormate 500	0,10	0,036
Płyta fundamentowa żelbetowa	0,40	1,70
Hydroizolacja	0,01	Nie oblicza się
Chudy beton	0,10	1,10
Podsypka piaskowo-żwirowa	0,30	0,95

Obliczenia przejmowania ciepła

Grubość warstwy d_i [m]	Wsp. przewodzenia ciepła λ_i [W/(m·K)]	Działanie $R_\lambda = \Sigma d_i / \lambda_i$	Opór cieplny R [m ² K/W]
0,025	1,05	0,025 / 1,05	$R_1 = 0,02$
0,05	1,10	0,05 / 1,10	$R_2 = 0,04$
0,10	0,036	0,10 / 0,036	$R_3 = 2,78$
0,40	1,70	0,40 / 1,70	$R_4 = 0,23$
0,10	1,10	0,10 / 1,10	$R_5 = 0,09$
0,30	0,95	0,30 / 0,95	$R_6 = 0,31$
Opór przejmowania ciepła pionowy dla podłogi			$R_{si} = 0,17$
Całkowity opór cieplny przegrody		$\Sigma R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6$	3,64 m²K/W
Obliczenia współczynnika przenikania ciepła		$U = 1/R$	0,275 W/m²K

WARUNEK SPEŁNIONY

Zgodnie z ustawą (Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakimi powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie poz. 2285 z 2017r.) obliczeniowy współczynnik przenikania ciepła U dla budynków użyteczności publicznej oraz budynków mieszkalnych i zamieszkania zbiorowego dla $t_i > 16^\circ\text{C}$ nie większy od $U_{\max} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Dach

Materiał	Grubość warstwy d_i [m]	Wsp. przewodzenia ciepła λ_i [W/(m·K)]
Samoprzylepna membrana	0,001	nie oblicza się
Izolacja termiczna Rofmate SL 10+10	0,20	0,036
Samoprzylepna membrana	0,001	nie oblicza się
Płyta żelbetowa	0,25	1,70
Tynk cementowo-wapienny	0,01	0,80

Uwaga. Do obliczeń nie uwzględnia się przewodności cieplnej warstw izolacji przeciwwilgociowej.

Obliczenia przejmowania ciepła

Grubość warstwy d_i [m]	Wsp. przewodzenia ciepła λ_i [W/(m·K)]	Działanie $R_\lambda = \Sigma d_i / \lambda_i$	Opór cieplny R [m ² K/W]
0,20	0,036	0,20 / 0,036	$R_1 = 5,55$
0,25	1,70	0,25 / 1,70	$R_2 = 0,15$
0,01	0,80	0,01 / 0,80	$R_3 = 0,01$

Opór przejmowania ciepła pionowy dla połaci dachowej		$R_{si} + R_{se} =$	0,14
Całkowity opór cieplny przegrody	$\Sigma R = R_1 + R_2 + R_3$		5,85 m²K/W
Obliczenia współczynnika przenikania ciepła	$U = 1/R$		0,171 W/m²K

WARUNEK SPEŁNIONY

Zgodnie z ustawą (Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakimi powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie poz. 2285 z 2017r.) obliczeniowy współczynnik przenikania ciepła U dla budynków użyteczności publicznej oraz budynków mieszkalnych i zamieszkania zbiorowego dla $t_i > 16^\circ\text{C}$ nie większy od $U_{\max} = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Współczynniki przenikania ciepła dla okien oraz drzwi zewnętrznych

a) Okna

Okna PCV z przekładką termoizolacyjną z szybami zespolonymi (przy $t > 16^\circ\text{C}$)

$U_{okna} \leq 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Wg. WT $U_{(max)} = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$).

b) Drzwi zewnętrzne wejściowe

Drzwi zewnętrzne wejściowe aluminiowe, profil ciepły $U \leq 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Wg. WT $U_{(max)} = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Współczynniki strat ciepła

W/K

Współczynnik strat ciepła przez przenikanie:

do otoczenia przez obudowę budynku	ΣHT_{ie}	224,30
do gruntu	ΣHT_{ig}	20,16
Współczynnik strat ciepła na wentylację	ΣHT_v	285,02
Sumaryczny współczynnik strat ciepła	ΣH	529,48

Straty ciepła budynku w poszczególnych miesiącach

kWh/m-c

Straty ciepła przez przenikanie

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Q_{TR}	3873,5	3712,8	3055,8	2059,7	1200,7	316,0	454,9	454,9	1091,2	1946,4	3185,7	3783,3

Straty ciepła przez wentylację

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Q_{VE}	4516,6	4328,9	3562,9	2401,0	1399,7	369,5	530,9	530,9	1272,2	2269,4	3714,9	4410,4

Powierzchnia okien na poszczególnych elewacjach

m²

N-północ	22,50 m²
S- południe	20,30 m²
E- wschód	25,50 m²
W-zachód	25,50 m²

Wewn. zyski ciepła i od promieniowania słonecznego w poszczególnych miesiącach

kWh/m-c

Wewn. zyski ciepła i od promieniowania słonecznego

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Q_{GN}	3406,0	3499,7	4889,9	5908,6	7302,1	7436,5	7592,0	6579,4	5417,7	4415,3	3461,0	3331,8

Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji

kWh/rok

Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji: $Q_{H,nd}=20\ 007\ kWh/rok$

Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do podgrzewania ciepłej wody użytkowej

kWh/rok

Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do podgrzewania CWU: $Q_{W,nd}=10\ 390\ kWh/rok$

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową do ogrzewania i wentylacji

kWh/rok

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową do ogrzewania i wentylacji: $Q_{K,H}=21\ 721\ kWh/rok$

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową do podgrzewania CWU

kWh/rok

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową do podgrzewania CWU: $Q_{K,W}=14\ 337\ kWh/rok$

Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą do ogrzewania, wentylacji i podgrzewania CWU

kWh/rok

Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą do ogrzewania, wentylacji i podgrzewania CWU:

$E_{I,pom}=2\ 066\ kWh/rok$

Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową EK

kWh/m²·rok

Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową:

$EK=69,4\ kWh/m^2\cdot rok$

Wskaźnik zapotrzebowania na energię pierwotną EP

kWh/m²·rok

Wskaźnik zapotrzebowania na energię pierwotną:

$EP=83,5\ kWh/m^2\cdot rok$

Wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową EU

kWh/m²·rok

Wskaźnik zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania, wentylacji i podgrzewania CWU

$EU=55,4\ kWh/m^2\cdot rok$

Wskaźnik emisji CO₂

t CO₂/m²·rok

Wskaźnik emisji CO₂:

$E_{CO_2}=0,0145\ t\ CO_2/m^2\cdot rok$

Uwaga.

Metodyka obliczania rocznego zapotrzebowania na energię użytkową, końcową i pierwotną dla potrzeb ogrzewania, wentylacji i CWU w oparciu o Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008r z późniejszymi zmianami w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej.

5. Sprawdzenie wskaźnika EP_{max}

Obliczeniowy wskaźnik EP dla budynku wynosi 83,5 kWh/m²·rok

Maksymalna wartość wskaźnika EP_{max} wg. WT 2017 nie może przekroczyć 85 kWh/m²·rok

$$EP = 83,5\ kWh/m^2\cdot rok < EP_{max}\ 85\ kWh/m^2\cdot rok$$

Warunek spełniono $EP < EP_m$

6. Analiza możliwości racjonalnego wykorzystania pod względem technicznym, ekonomicznym i środowiskowym, wysokoefektywnych systemów alternatywnych zaopatrzenia w energię i ciepło

Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i przygotowania CWU:

30 397 kWh/m²·rok

Dostępne nośniki energii: gaz ziemny z sieci, energia elektryczna z sieci,

Warunki przyłączenia do sieci zewnętrznych: uzyskano warunki przyłączenia do sieci gazowej i elektroenergetycznej na warunkach zarządców sieci.

Wybór dwóch systemów zaopatrzenia w energię do analizy porównawczej:

System konwencjonalny: zaopatrzenie w energię cieplną i c.w.u. z wbudowanego kotła kondensacyjnego na gaz ziemny.

Zalety: niskie nakłady inwestycyjne, sprawdzona technologia, niskie ryzyko wahań kosztów pozyskania energii. Wady: brak niezależności od sieci zewnętrznych, wyższe koszty użytkowania, emisja CO₂.

System alternatywny: pompa ciepła o wymienniku powietrznym.

Zalety: niższe koszty pozyskania energii w temperaturach powyżej -5°C, niezależność od sieci gazowej, brak emisji spalin.

Wady: wysokie koszty inwestycyjne, uzależnienie od sieci energetycznej. Niska efektywność (sprawność wytworzenia ciepła) w temperaturach poniżej -5°C (konieczne dodatkowe źródło ciepła).

Obliczenia optymalizacyjno-porównawcze dla wybranych systemów:

Koszty jednostkowe poszczególnych paliw:

- średnia cena energii elektrycznej: 0,45 zł/kWh

- średnia cena gazu ziemnego: 2,10 zł/m³

- wartość opałowa gazu ziemnego: 9,7 kWh/m³

Gaz ziemny: kocioł kondensacyjny (sprawność ok. 105%)

Energia elektryczna: pompa ciepła powietrzna (COP ok. 3,5 w temp. powyżej 0 °C)

/Uwaga. Ceny energii elektrycznej (koszty ogrzewania), zależą w dużym stopniu od sprzedawcy prądu i wyboru taryfy - różnice mogą wynieść od kilkunastu do ponad 1.000 zł/rok./

Koszt kotła gazowego: ok. 11 000 zł. Roczny koszt ogrzewania i przygotowania CWU: ok. 7 841 zł.

Koszt pompy ciepła: ok. 46 300 zł. Roczny koszt ogrzewania i CWU: ok. 5 387 zł.

Wyniki analizy porównawczej i wybór zaopatrzenia w energię:

Wybrano system konwencjonalny ze względu na niższe nakłady inwestycyjne i rachunek opłacalności (stopa zwrotu) oraz stabilność sprawności w sezonie zimowym w stosunku do systemu alternatywnego (pompy ciepła z wymiennikiem powietrznym).

Opracował:
mgr inż. Michał Baran

Projektował:
mgr inż. Paweł Deryło