

I. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA

Charakterystyka energetyczna opracowana zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dn. 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej* (Dz.U. z 2015 r. poz. 376 z późn. zm.).

1. DANE OGÓLNE

Rodzaj budynku	użyteczności publicznej
Przeznaczenie budynku	na potrzeby kultury – Opera Nova
Typ budynku	wolnostojący
Cel wykonywania charakterystyki energetycznej	projekt budowlany przebudowy stropodachu wraz z układem sufitu podwieszanego nad salą Manru

2. CECHY GEOMETRYCZNE I WYMIAROWE ANALIZOWANEJ CZĘŚCI BUDYNKU

Liczba kondygnacji	1
Powierzchnia użytkowa	254,24 m ²
Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana lub chłodzona), A _f	254,24 m ²
Powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku, A _{f, H}	254,24 m ²
Powierzchnia użytkowa chłodzona budynku, A _{f, C}	254,24 m ²

3. NORMATYWNE WARUNKI UŻYTKOWANIA I DANE KLIMATYCZNE

Przyjęty profil użytkowania:	500 h/rok
Normalna temperatura eksploatacyjna – zima (wg <i>Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dn. 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie</i> (t.j. Dz. U. z 2019 r. poz. 1065))	20°C
Normalna temperatura eksploatacyjna – lato (przyjęte)	24°C
Temperatury wewn. w sąsiednich pomieszczeniach:	5; 12; 16; 20°C
Stacja meteorologiczna, według której danych jest wyznaczana charakterystyka energetyczna (klimatyczne warunki odniesienia)	Bydgoszcz

4. PRZEGRODY ANALIZOWANEJ CZĘŚCI BUDYNKU

Nazwa przegrody	Opis przegrody	Współczynnik przenikania ciepła przegrody U [W/(m ² K)]	
		uzyskany	wymagany (maks.)
1a) ściany zewnętrzne (S1a)	ściana istniejąca gr. 25 cm, projektowana wymiana ocieplenia od zewnątrz na ocieplenie wełną mineralną gr. 24 cm (charakterystykę policzono przy współczynniku przewodzenia ciepła wełny $\lambda=0,037$ W/(mK)) z wykończeniem ochronno-dekoracyjnym tynkiem mineralnym	0,15	0,23
1b) ściany zewnętrzne (S1b)	ściany projektowane w miejsce likwidowanych przeszkleń; wełna mineralna gr. 24 cm (charakterystykę policzono przy współczynniku przewodzenia ciepła wełny $\lambda=0,037$ W/(mK)); od zewnątrz sklejka wodoodporna gr. 15 mm na konstrukcji stalowej, paroizolacja z folii PE, wełna mineralna twarda o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,037$ W/(mK) gr. 24 cm pokryta warstwą bitumiczną i ochronno-dekoracyjny tynk mineralny; od wewnątrz płyty g-k gr. 1,25 cm na stelażu systemowym	0,08	0,23
1c) ściany zewnętrzne (S2)	ściana istniejąca gr. 25 cm, projektowana wymiana ocieplenia od zewnątrz na ocieplenie wełną mineralną gr. 18 cm (charakterystykę policzono przy współczynniku przewodzenia ciepła wełny $\lambda=0,037$ W/(mK)) z wykończeniem ochronno-dekoracyjnym tynkiem mineralnym	0,19	0,23
2a) stropodach (D1a)	istniejący dwudzielny z płytami g-k gr. 1,25 cm od wewnątrz; projektowana wymiana ocieplenia od zewnątrz na ocieplenie wełną mineralną twardą o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,037$ W/(mK) gr. 24 cm pokrytą warstwą bitumiczną na paroizolacji z folii PE; pokrycie z jednej warstwy papy termozgrzewalnej	0,14	0,18
2b) dach (D1b)	istniejący z płytami dźwiękochłonnymi typu Focus firmy Ecophon od wewnątrz; projektowana wymiana ocieplenia od zewnątrz na ocieplenie wełną mineralną twardą o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,037$ W/(mK) gr. 24 cm pokrytą warstwą bitumiczną na paroizolacji z folii PE; pokrycie z jednej warstwy papy termozgrzewalnej	0,14	0,18
2c) dach (D2)	dach projektowany w miejsce likwidowanych przeszkleń; wełna mineralna gr. 24 cm (charakterystykę policzono przy współczynniku przewodzenia ciepła wełny $\lambda=0,037$ W/(mK)); od zewnątrz sklejka wodoodporna gr. 15 mm na konstrukcji stalowej, paroizolacja z folii PE, wełna mineralna twarda o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,037$ W/(mK) gr. 24 cm pokryta warstwą bitumiczną i pokrycie z jednej warstwy papy termozgrzewalnej; od wewnątrz płyty g-k gr. 1,25 cm na stelażu systemowym	0,08	0,23

Izolacje dachów połączone ze sobą i z izolacją ścian zewn. - brak mostków cieplnych.

5. SYSTEM OGRZEWANIA ANALIZOWANEJ CZĘŚCI BUDYNKU

Elementy składowe systemu	Opis	Średnia sezonowa sprawność
Wytwarzanie ciepła	trzyfunkcyjny (centralne ogrzewanie, ciepło technologiczne dla wentylacji i przygotowanie ciepłej wody użytkowej) węzeł ciepłowniczy o mocy ponad 300 kW	0,99
Przesył ciepła	ogrzewanie powietrzne z nagrzewnicą wodną zasilaną w ciepło z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej; instalacja ciepła technologicznego – niskotemperaturowa, pompowa, dwururowa, systemu zamkniętego	0,96
Akumulacja ciepła	brak elementów pojemnościowych	1,00
Regulacja i wykorzystanie ciepła	ogrzewanie powietrze za pomocą układu wentylacji, automatyczna regulacja centralna i miejscowa	0,88
Średnia sezonowa sprawność całkowita systemu ogrzewania		0,84

6. WENTYLACJA ANALIZOWANEJ CZĘŚCI BUDYNKU

Wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna z recyrkulacją powietrza działająca okresowo (działa w trakcie użytkowania sali i jakiś czas przed, żeby nagrzać powietrze w sali do temperatury obliczeniowej) obsługiwana przez centralę wentylacyjną nawiewno-wywiewną o wydajności 12 000 m³/h wyposażoną w nagrzewnicę wodną zasilaną w ciepło technologiczne z węzła ciepłowniczego i chłodnicę powietrza oraz pełną automatykę. Centrala pracuje średnio na ok. 60% wydajności.

Moc znamionowa silników wentylatorów: nawiew 7,5 kW, wywiew 5,5 kW;

Charakterystykę energetyczną policzono przy czasie pracy wentylacji: 1 000 h/rok.

7. SYSTEM CHŁODZENIA ANALIZOWANEJ CZĘŚCI BUDYNKU

Centralne chłodzenie powietrzem.

Elementy składowe podsystemu	Opis	Średnia sezonowa sprawność
Wytwarzanie chłodu	sprężarka ze skraplaczem chłodzonym powietrzem napędzana elektrycznie	4,0
Przesył chłodu	chłodzenie powietrzem	0,90
Akumulacja chłodu	brak zasobnika chłodu	1,00
Regulacja i wykorzystanie chłodu	automatyczna regulacja	0,94
Średnia sezonowa sprawność całkowita podsystemu chłodzenia		3,38

8. SYSTEM PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ ANALIZOWANEJ CZĘŚCI BUDYNKU

W analizowanej części budynku brak systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.

9. SYSTEM WBUDOWANEJ INSTALACJI OŚWIETLENIA ANALIZOWANEJ CZĘŚCI BUDYNKU

Oświetlenie podstawowe i awaryjne ewakuacyjne. Łączna moc opraw oświetlenia podstawowego ok. 8 kW.

Czterostopniowa regulacja natężenia oświetlenia.

Charakterystykę energetyczną policzono przy czasie użytkowania oświetlenia podstawowego wynoszącym 500 h/rok.

10. WSKAŹNIKI ROCZNEGO ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ ANALIZOWANEJ CZĘŚCI BUDYNKU

10.1 WSKAŹNIK ROCZNEGO ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ UŻYTKOWĄ EU

	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda użytkowa	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	235,4	0,0	0,0		235,4
Udział	100,0%	0,0%	0,0%		100%

10.2 WSKAŹNIK ROCZNEGO ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ EK [kWh/(m²rok)]

Rodzaj nośnika energii lub energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda użytkowa	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
1) ciepło sieciowe z kogeneracji – nośnik energii: węgiel kamienny i ciepłowni - nośnik energii: odpady komunalne	280,2	0,0			280,2
2) energia elektr. z sieci elektroenerget. systemowej	77,8	0,0		15,2	93,0
Suma	358,1	0,0	0,0	15,2	373,2
Udział	95,9%	0,0%	0,0%	4,1%	100%

10.3 WSKAŹNIK ROCZNEGO ZAPOTRZEBOWANIA NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ EP [kWh/(m²rok)]

Rodzaj nośnika energii lub energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda użytkowa	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
1) ciepło sieciowe z kogeneracji – nośnik energii: węgiel kamienny i ciepłowni - nośnik energii: odpady komunalne	224,2				224,2
2) energia elektr. z sieci elektroenerget. systemowej	233,5		0,0	45,5	279,0
Suma	457,7	0,0	0,0	45,5	503,1
Udział	91,0%	0,0%	0,0%	9,0%	100%

11. OCENA CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ ANALIZOWANEJ CZĘŚCI BUDYNKU

Wskaźniki charakterystyki energetycznej	Oceniany budynek		
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię użytkową	EU =	235,4	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową	EK =	373,2	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną	EP =	503,1	kWh/(m ² ·rok)
Jednostkowa wielkość emisji CO ₂	E _{CO2} =	0,1718	t CO ₂ /(m ² ·rok)

Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową	$U_{OZE} =$		%
---	-------------	--	---

12. OBLICZENIOWE ROCZNE ZAPOTRZEBOWANIE NA NOŚNIKI ENERGII LUB ENERGIE PRZEZ ANALIZOWANĄ CZĘŚĆ BUDYNKU

System techniczny	Rodzaj nośnika energii lub energii	Ilość nośnika energii lub energii	Jednostka/ (m ² ·rok)
Ogrzewania	1) ciepło sieciowe	280,23	kWh/(m ² ·rok)
	2) energia elektr.	77,83	kWh/(m ² ·rok)
Przygotowania ciepłej wody użytkowej	1) ciepło sieciowe	0,00	kWh/(m ² ·rok)
	2) energia elektr.	0,00	kWh/(m ² ·rok)
Chłodzenia	1) energia elektr.	0,00	kWh/(m ² ·rok)
Wbudowanej instalacji oświetlenia	1) energia elektr.	15,16	kWh/(m ² ·rok)

13. SPRAWDZENIE WYMAGAŃ DOTYCZĄCYCH OSZCZĘDNOŚCI ENERGII ZAWARTYCH W PRZEPISACH TECHNICZNO-BUDOWLANYCH

Przebudowa stropodachu sali Manru w budynku Opery Nova została zaprojektowana w sposób zapewniający spełnienie wymagań minimalnych dotyczących oszczędności energii zawartych w *Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dn. 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* (t.j. Dz. U. z 2019 r. poz. 1065) dla budynku podlegającego przebudowie tzn. przegrody budynku podlegające przebudowie odpowiadają wymaganiom izolacyjności cieplnej wg tego rozporządzenia tzn. współczynniki przenikania ciepła tych przegród są mniejsze niż wartości wymagane $U_{(max)}$ (pkt. 4. niniejszej charakterystyki).

II. ANALIZA MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA WYSOKOEFEKTYWNYCH SYSTEMÓW ALTERNATYWNYCH ZAOPATRZENIA W ENERGIĘ I CIEPŁO

Opracowanie zawiera analizę możliwości racjonalnego wykorzystania, o ile są dostępne techniczne, środowiskowe i ekonomiczne możliwości, wysokoefektywnych systemów alternatywnych zaopatrzenia w energię i ciepło, do których zalicza się zdecentralizowane systemy dostawy energii oparte na energii ze źródeł odnawialnych, kogenerację, ogrzewanie lub chłodzenie lokalne lub blokowe, w szczególności gdy opiera się całkowicie lub częściowo na energii ze źródeł odnawialnych, w rozumieniu przepisów Prawa Energetycznego, oraz pompy ciepła.

1. DOSTĘPNE NOŚNIKI ENERGII

- olej opałowy - dostępny,
- gaz ziemny sieciowy - dostępny,
- gaz płynny – dostępny,
- węgiel kamienny - dostępny,
- biomasa - dostępna,
- energia słoneczna poprzez kolektory słoneczne (termiczne) - dostępna,
- energia słoneczna poprzez ogniwa fotowoltaiczne (elektryczne) – dostępna,
- ciepło sieciowe - dostępne,
- energia elektryczna – dostępna,
- energia gruntu – dostępna,
- energia powietrza – dostępna,
- energia wody – niedostępna.

2. WYBÓR SYSTEMÓW ZAOPATRZENIA W ENERGIĘ DO ANALIZY PORÓWNAWCZEJ

Do analizy porównawczej wybrano dwa systemy:

- system konwencjonalny oparty o zasilanie z sieci elektroenergetycznej systemowej,
- system hybrydowy (rozumiany jako połączenie systemu konwencjonalnego i alternatywnego) oparty o zasilanie z ogniw fotowoltaicznych o mocy 10 kW (system alternatywny oparty na energii ze źródeł odnawialnych) ustawionych pod kątem 45° i skierowanych na południe oraz o zasilanie z sieci elektroenergetycznej systemowej (system konwencjonalny).

3. OBLICZENIA OPTIMALIZACYJNO-PORÓWNAWCZE DLA WYBRANYCH SYSTEMÓW ZAOPATRZENIA W ENERGIĘ

Wyszczególnienie	Jedn.	System konwencjonalny	System hybrydowy
Roczne zapotrzebowanie na energię elektr. do chłodzenia i do napędów urządzeń pomocniczych w systemach wentylacji*	kWh/rok	19 500	19 500
Ilość energii słonecznej**	kWh/rok		9 350
Opłata jedn. (z VAT) za energię zmienna (przyjęta)	zł/kWh	0,70	0,70
Koszty energii elektrycznej zmienne brutto***	zł/rok	13 650,00	7 105,00
Nakłady inwestycyjne z VAT	zł		70 000
Czas zwrotu nakładów (SPBT) na system alternatywny	lata		10,7

*Roczne zapotrzebowanie na energię końcową elektryczną obliczono zgodnie z przepisami dotyczącymi metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynków (**Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dn. 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej** (Dz.U. z 2015 r., poz. 376 z późn. zmianami)).

**Sumy miesięczne całkowitego promieniowania słonecznego w watogodzinach na metr kwadratowy, na powierzchnię nachyloną do poziomu pod kątem 45° i zorientowaną na południe przyjęto dla stacji meteorologicznej Bydgoszcz bazy statystycznych danych klimatycznych dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków ze strony internetowej Ministerstwa Infrastruktury i Budownictwa. Ilość całkowitego promieniowania słonecznego padająca na powierzchnię 67 m² (powierzchnia odpowiadająca mocy 10 kW) określona na podstawie powyższych danych, wynosi 64 276 kWh/rok. Średnią sprawność instalacji fotowoltaicznej przyjęto w wysokości 15%, co określa średni stopień wykorzystania całkowitego promieniowania słonecznego w ciągu roku.

***Energia pozyskana ze słońca nie ma wpływu na koszty stałe nośnika energii.

4. WYNIKI ANALIZY PORÓWNAWCZEJ I WYBÓR SYSTEMU ZAOPATRZENIA W ENERGIĘ

Z przeprowadzonej analizy porównawczej wynika, że montaż instalacji fotowoltaicznej (system alternatywny zaopatrzenia w energię) jest ekonomicznie opłacalny.

Opracowała:

mgr inż. Anna Pawlak