

AUDYT ENERGETYCZNY

budynku Mszczonowskiego Ośrodka Kultury

przy ul. Warszawskiej 33 w Mszczonowie

INWESTOR: *Gmina Mszczonów
Pl. Piłsudskiego 1
96-320 Mszczonów*

Warszawa, styczeń 2020 r.

1 STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2 Rok rozpoczęcia budowy	1920, przebudowa 2005
1.3 Właściciel / zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Gmina Mszczonów Pl. Piłsudskiego 1 96-320 Mszczonów	1.4 Adres budynku	Warszawska 33 96-320 Mszczonów
2. Nazwa, nr REGON i adres firmy wykonującej audyt: Narodowa Agencja Poszanowania Energii S.A., 010691500, 00-002 Warszawa, ul. Świętokrzyska 20			
3. Imię i nazwisko, nr PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis : dr inż. Paweł Kędzierski, audytor KAPE 0142, 00-002 Warszawa, ul. Świętokrzyska 20			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje:			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)
1.	dr inż. Paweł Kędzierski	inwentaryzacja instalacyjno – budowlana obliczenia i opracowanie wyników	KAPE 0142
5. Miejscowość:	Warszawa	data wykonania opracowania:	2020-01-15
6. Spis treści			
1. Strona tytułowa			Str. 1
2. Karta audytu energetycznego			Str. 2
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora			Str. 4
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			Str. 5
5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku			Str. 7
6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego			Str. 9
7. Określenie optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			Str. 10
8. Opis optymalnego wariantu			Str. 24
9. Załączniki			Str. 26



2 KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja / technologia budynku	tradycyjna	bez zmian
2.	Liczba kondygnacji	2	bez zmian
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	5 191	bez zmian
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	1 366,12	bez zmian
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	-	-
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	1 366,12	bez zmian
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	-
8.	Liczba osób użytkujących budynek	ok. 20	bez zmian
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	elektryczne podgrzewacze przepływowe	bez zmian
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	niskoparametrowa sieć, rozdzielnia, instalacja c.o.	bez zmian
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,56	bez zmian
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła W/(m²K)		przed	po
1.	Ściany zewnętrzne	0,32	0,20
2.	Podłoga na gruncie	0,39	0,39
3.	Stropodach	0,29	0,15
4.	Strop zewnętrzny (nadwieszony)	0,39	0,14
5.	Okna	2,00	0,90
6.	Drzwi zewnętrzne	2,50	1,30
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłu	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,88	0,93
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,91	0,91
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłu	1,00	1,00
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna/mechaniczna	naturalna/mechaniczna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanaly wentylacyjne	okna/kanaly wentylacyjne
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	3 024	2 816
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,58	0,54
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	116,1	66,3
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	4,4	4,4
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	502	148
4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	464	130
5.	Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu [GJ/rok]	42	42



6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	447	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	b.d.	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	102,1	30,1
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	94,4	26,4
10.	Udział odnawialnych źródeł energii w produkcji ciepła [%]	0,0	8,3
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)			
1.	Koszt za 1GJ ciepła do ogrzewania budynku *) [zł/GJ]	80,25	70,73
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc**) [zł/MWmc]	15 850,30	15 120,49
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ wody użytkowej *) [zł/m ³]	25,57	0,00
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc**) [zł/MWmc]	-	-
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/mc]	3,62	1,40
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/mc]	-	-
7.	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (bez instalacji fotowoltaicznej i oświetlenia***)			
Planowana kwota kredytu [zł]	-	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	66,1
Planowane koszty całkowite [zł]	1 463 000	Premia termomodernizacyjna [zł]	-
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	36 335		
9. Charakterystyka energetyczno-ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wraz z instalacją fotowoltaiczną i oświetleniem			
Średnioroczna produkcja energii elektrycznej [kWh]	33 106	Koszt realizacji usprawnienia [zł]	215 000
Średnia cena jednostkowa energii elektrycznej (brutto) [zł/kWh]	0,483	Planowane koszty całkowite (termomodernizacja + panele PV i oświetlenie) [zł]	1 678 000****
Roczna oszczędność kosztów energii elektrycznej [zł/rok]	16 000	Roczna oszczędność kosztów energii (ciepłej i elektrycznej) [zł/rok]	79 791*****
* - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii ** - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii *** - audyt oświetlenia stanowi osobne opracowanie **** - w tym modernizacja oświetlenia 80 000 zł. ***** - w tym oszczędności z tytułu modernizacji oświetlenia 27 456 zł/rok.			



3 DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTTCZNE I UWAGI INWESTORA

3.1 Dokumentacja projektowa

- PB architektoniczno-konstrukcyjny rozbudowy i modernizacji MOK,
- PB wewnętrznej instalacji c.o.,
- PB wewnętrznej instalacji wentylacji mechanicznej.

3.2 Inne dokumenty

- Informacja o kosztach nośnika energii, faktury za ciepło.

3.3 Osoba udzielająca informacji

Pan Marek Baumel – Kierownik Mszczonowskiego Ośrodka Kultury

3.4 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zlecniodawcy)

- obniżenie kosztów zaopatrzenia w ciepło budynku,
- wykorzystanie pomocy Państwa / pomocy z innych źródeł na cele termomodernizacji budynku na podstawie sporządzonego audytu energetycznego.

3.5 Data wizji lokalnej

03 stycznia 2020 r.



4 INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA BUDYNKU

4.1 Dane ogólne

Adres:	ul. Warszawska 33, 96-320 Mszczonów
Zarządca:	Gmina Mszczonów Pl. Piłsudskiego 1 96-320 Mszczonów
Rok budowy	ok. 1920 (sala teatralno-kinowa), przebudowa 2005
Technologia	tradycyjna
Powierzchnia zabudowy	891 m ²
Powierzchnia netto budynku	1 366,12 m ²
Kubatura ogrzewana budynku	5 191 m ³
Współczynnik kształtu A/V	0,56 m ² /m ³
Wysokość kondygnacji w świetle	3,8 m (średnia)
Liczba użytkowników	ok. 20

4.2 Rysunki i zdjęcia budynku – załączniki do audytu

4.3 Konstrukcja budynku

Budynek 2-kondygnacyjny, częściowo podpiwniczony, wykonany w technologii tradycyjnej płytowo-słupowej żelbetowej, całkowicie przebudowany w latach 2004-5. Ściany zewnętrzne wykonane z cegły ceramicznej pełnej lub z bloczków betonowych, ocieplone styropianem o grubości 5-10 cm. Stropy żelbetowe, dach konstrukcji drewnianej ocieplony wełną mineralną o grubości ok. 15 cm.

4.4 Stolarka okienna i drzwiowa

W budynku zamontowano okna i drzwi w ramach aluminiowych, zespolone, dwuszybowe.



4.5 Zapotrzebowanie mocy i ciepła na potrzeby CO

Obliczenia wykonano programem AUDYTOR OZC 6.6 Pro

Moc zamówiona	MW	0,1620
Zapotrzebowanie na moc szczytową	MW	0,1161
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	502
Ogólna sprawność systemu ogrzewania η	%	83,6
Obniżenie nocne	%	91,0
Obniżenie tygodniowe	%	85,0
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	464

4.6 Roczny koszt ogrzewania budynku (stan aktualny)

Cena wg Geotermia Mazowiecka S.A. z podatkiem VAT.

Oz*	zł/GJ	80,25
Om**	zł/MWmc	15 850,30
Ab	zł/mc	0,00
Moc zamówiona	MW	0,1620
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	464
Roczna opłata zmienna	zł/rok	37 256
Roczna opłata stała	zł/rok	30 813
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym (Sd 3686)	zł/rok	68 069
*) - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesylem jednostki energii		
**) - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesylem energii		

4.7 Źródło ciepła

Źródłem ciepła dla budynku jest lokalna sieć ciepłownicza niskoparametrowa należąca do Geotermia Mazowiecka S.A. Zmiana parametrów sieciowych odbywa się w rozdzielni zlokalizowanej w piwnicy budynku.

4.8 Instalacja centralnego ogrzewania

Parametry obliczeniowe instalacji 85/60°C. Jest to instalacja tradycyjna, pompowa, dwururowa, w układzie rozdzielaczowo-pętlicowym, systemu zamkniętego. W instalacji zastosowano rury tworzywowe i stalowe, grzejniki stalowe płytowe. Przy grzejnikach zamontowane są zawory termostaticzne, niewyregulowane, odpowietrzenie automatyczne.



4.9 Instalacja ciepłej wody użytkowej

Ciepła woda na potrzeby użytkowników budynku przygotowywana jest w elektrycznych podgrzewaczach przepływowych.

4.10 Wentylacja

W części pomieszczeń obiektu zastosowano układ wentylacji grawitacyjnej, w sanitariatach i części pomieszczeń użytkowych (np. sale lekcyjne) funkcjonują układy wentylacji mechanicznej wywiewnej, natomiast w sali teatralno-kinowej, sali tanecznej i w klubie system wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej bez odzysku ciepła.

4.11 Pozostałe instalacje

Rozpatrywany budynek wyposażony jest ponadto w instalacje:

- zimnej wody i kanalizacji,
- elektryczną.

5 OCENA AKTUALNEGO STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

5.1 Przegrody zewnętrzne

Współczynniki przenikania ciepła przegród zewnętrznych są następujące:

Przegroda	R, m ² K/W	U, W/m ² K	
	Istniejące	Wymagane	
Ściany zewnętrzne	3,13	0,32	0,20
Strop zewnętrzny	2,57	0,39	0,15
Stropodach	3,50	0,29	0,15

Współczynniki przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych są wyższe od obowiązujących od roku 2021. W audycie zostanie rozpatrzone docieplenie ścian zewnętrznych, stropodachu oraz stropu zewnętrznego (podcień). W ramach niezbędnych prac towarzyszących ociepleniu stropodachu należy przedłużyć i zaizolować połacie dachu nad pustką w środkowej części budynku oraz naprawić/wymienić zewnętrzne warstwy papy na środkowej i południowej części budynku (ok. 60%).



5.2 Okna i drzwi

Współczynniki przenikania ciepła okien i drzwi zewnętrznych są następujące:

Przegroda	U, W/m ² K
Okna	2,0
Drzwi zewnętrzne	2,5

Okna i drzwi zewnętrzne są w złym stanie technicznym. Szczególnie nieocieplone ramy aluminiowe, mające znaczący udział w powierzchni okien, powodują zawyżone straty ciepła przez przenikanie. W audycie zostanie rozpatrzona wymiana wszystkich okien i drzwi zewnętrznych. W pomieszczeniu narożnym nad wejściem głównym należy przy okazji wymiany okien zamurować 25% ich powierzchni od dołu.

5.3 Instalacja wentylacji mechanicznej

Obecnie używana jest tylko wentylacja wywiewna z wybranych pomieszczeń. Instalacja nawiewno-wywiewna sali teatralno-kinowej nie jest uruchamiana ze względu na nadmierny hałas uniemożliwiający odbiór przedstawień/seansów. Instalacja w klubie jest niesprawna i posiada niewystarczający przekrój kanału nawiewnego.

Przewiduje się modernizację istniejącej instalacji wraz z doposażeniem pozostałych pomieszczeń w wentylację mechaniczną z odzyskiem ciepła.

5.4 Instalacja klimatyzacji

Ze względu na charakter i standard obiektu przewiduje się doposażenie części budynku (80% pomieszczeń) w instalację klimatyzacji opartej na centralnych systemach freonowych VRF, w których dana jednostka zewnętrzna obsługuje kilka jednostek wewnętrznych. Przy projektowaniu układów VRF należy każde z pomieszczeń wyposażać w sterownik do zmiany zadanej temperatury i regulacji prędkości obrotowej wentylatora.

Wszystkie układy VRF powinny mieć możliwość pracy w układzie pompy ciepła i wykorzystania do zapewnienia ogrzewania pomieszczeń w zakresie temperatury zewnętrznej od początku sezonu ogrzewczego do ok. +7°C. System VRF może wspomagać instalację centralnego ogrzewania wodnego w zakresie temperatury zewnętrznej od +7 do -5°C, poniżej tej wartości powinien być wyłączany ze względu na spadek jego sprawności.



5.5 Instalacja centralnego ogrzewania

Istniejąca instalacja centralnego ogrzewania odpowiada obecnym standardom technicznym. W audycie przewiduje się jedynie wykonanie i realizację projektu regulacji hydraulicznej instalacji c.o. po ociepleniu i wymianie okien oraz drzwi w budynku.

5.6 Instalacja ciepłej wody użytkowej

Indywidualne podgrzewacze elektryczne są w dobrym stanie technicznym, nie przewiduje się ich wymiany.

5.7 Źródło ciepła

Źródło ciepła odpowiada obecnym wymaganiom technicznym, nie przewiduje się jego modernizacji.



**6 WYKAZ RODZAJÓW USPRAWNIEŃ I PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH
WYBRANYCH NA PODSTAWIE OCENY STANU TECHNICZNEGO**

Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Docieplenie ścian zewnętrznych – metoda lekka mokra (styropian)
2	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez stropy zewnętrzne	Docieplenie stropów zewnętrznych (styropian)
3	Zmniejszenie strat ciepła przez stropodachy	Docieplenie przestrzeni powietrznej stropodachów granulatem wełny mineralnej
4	Zmniejszenie strat ciepła przez okna	Wymiana okien na nowe o niskim całkowitym współczynniku przenikania ciepła U
5	Zmniejszenie strat ciepła przez drzwi zewnętrzne	Wymiana drzwi zewnętrznych na nowe o niskim całkowitym współczynniku przenikania ciepła U
6	Modernizacja instalacji wentylacji	Budowa/modernizacja instalacji wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła.
7	Wprowadzenie instalacji klimatyzacji	Budowa instalacji klimatyzacji (VRF) w części budynku.
8	Zmniejszenie zużycia energii elektrycznej, zastosowanie OZE	Budowa instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku.



7 OKREŚLENIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO**7.1 Dane do obliczeń**

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

t_{w0} dla pomieszczeń budynku	$^{\circ}\text{C}$	+20
t_{z0}	$^{\circ}\text{C}$	-20
Sd dla pomieszczeń budynku	dzień*K/a	3 686
Om *	zł/MWmc	15 850,30
Oz *	zł/GJ	80,25
Ab *	zł/mc	0,00

* Cena ciepła podatkiem VAT z dnia sporządzania audytu.



7.2 Usprawnienie dotyczące ścian zewnętrznych

Rozpatruje się docieplenie ścian zewnętrznych budynku warstwą styropianu metodą „lekką mokrą” o grubościach 4, 6 i 8 cm. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych oraz robót towarzyszących z podatkiem VAT, ceny rynkowe styczeń 2020 r.

Powierzchnia do ocieplenia: $P = 964 \text{ m}^2$ (netto - po odliczeniu powierzchni okien i drzwi zewnętrznych)					
Dod. izolacja: $\lambda = 0,032 \text{ W} / \text{m} \cdot \text{K}$ (materiał izolacyjny: styropian „szary”)					
Lp.	Opis	Stan istniejący	Warianty		
			1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g		0,04	0,06	0,08
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$)		1,25	1,88	2,50
3	Opór cieplny R ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$)	3,14	4,39	5,01	5,64
4	U_0, U_1 ($\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$)	0,318	0,228	0,200	0,177
5	Q_{0U}, Q_{1U} (GJ/a)	97,77	69,93	61,28	54,43
6	q_{0U}, q_{1U} (MW)	0,0123	0,0088	0,0077	0,0068
7	Roczna oszczędność kosztów ΔOru (zł/a)		2 234	2 928	3 478
8	Cena jednostkowa usprawnienia (zł/m ²)		229,0	249,0	300,0
9	Koszt realizacji usprawnienia N_u (zł)		220 720	240 000	289 164
10	$\text{SPBT} = N_u / \Delta \text{Oru}$ (lata)		98,8	82,0	83,1
Wybrany wariant: 2		Koszt: 240 000 zł	SPBT= 82,0 lat		

Rozwiązaniem przyjmowanym do dalszej analizy jest wariant nr 2 polegający na dociepleniu ścian zewnętrznych styropianem ($\lambda = 0,032 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$) o gr. 6 cm.

Pomimo długiego czasu zwrotu rozwiązanie to spełnia wymagania określone w procedurze wyboru optymalnego rozwiązania.



7.3 Usprawnienie dotyczące stropów zewnętrznych

Rozpatruje się docieplenie stropów zewnętrznych (nadwieszonych) od strony zewnętrznej warstwą styropianu o optymalnej grubości. Pod uwagę wzięto grubości 12, 14 i 16 cm. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych i robót towarzyszących z podatkiem VAT, ceny rynkowe styczeń 2020 r.

Powierzchnia do ocieplenia: $P = 65 \text{ m}^2$					
Dod. izolacja: $\lambda = 0,032 \text{ W} / \text{m} \cdot \text{K}$ (materiał izolacyjny: styropian)					
Lp.	Omówienie	Stan istniejący	Warianty		
			1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m	0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	3,75	4,38	5,00
3	Opór cieplny R	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	2,51	6,26	6,89
4	U_0, U_1	$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	0,398	0,16	0,145
5	Q_{0U}, Q_{1U}	GJ/a	8,25	3,31	3,00
6	q_{0U}, q_{1U}	MW	0,0010	0,0004	0,0004
7	Roczna oszczędność kosztów ΔOru	zł/a	396	421	441
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²	185,0	200,0	218,0
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł	12 025	13 000	14 170
10	$\text{SPBT} = \text{Nu} / \Delta \text{Oru}$	lata	30,3	30,9	32,2
Wybrany wariant: 2		Koszt: 13 000 zł	SPBT= 30,9 lat		

Rozwiązaniem przyjmowanym do dalszej analizy jest wariant nr 2 polegający na dociepleniu stropów zewnętrznych styropianem ($\lambda = 0,032 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$) o gr. 14 cm.



7.4 Usprawnienie dotyczące stropodachów

Rozpatruje się docieplenie przestrzeni powietrznej stropodachów warstwą granulatu wełny mineralnej o optymalnej grubości. Pod uwagę wzięto grubości 12, 14 i 16 cm. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych i robót towarzyszących z podatkiem VAT, ceny rynkowe styczeń 2020 r.

Powierzchnia do ocieplenia: $P = 840 \text{ m}^2$					
Dod. izolacja: $\lambda = 0,043 \text{ W} / \text{m} \cdot \text{K}$ (materiał izolacyjny: granulatu wełny mineralnej)					
Lp.	Opis	Stan istniejący	Warianty		
			1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g		0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$)		2,79	3,26	3,72
3	Opór cieplny R ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$)	3,5	6,29	6,75	7,22
4	U_0, U_1 ($\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$)	0,286	0,159	0,148	0,139
5	Q_{0U}, Q_{1U} (GJ/a)	76,43	42,53	39,63	37,05
6	q_{0U}, q_{1U} (MW)	0,0096	0,0053	0,0050	0,0047
7	Roczna oszczędność kosztów ΔOru (zł/a)		2 720	2 953	3 160
8	Cena jednostkowa usprawnienia (zł/ m^2)		164,8	179,8	197,8
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu (zł)		138 400	151 000	166 120
10	$\text{SPBT} = \text{Nu} / \Delta \text{Oru}$ (lata)		50,9	51,1	52,6
Wybrany wariant: 2		Koszt: 151 000 zł	SPBT= 51,1 lat		

Rozwiązaniem przyjmowanym do dalszej analizy jest wariant nr 2 polegający na dociepleniu stropodachów granulem wełny mineralnej ($\lambda = 0,043 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$) o gr. 14 cm. Pomimo długiego czasu zwrotu rozwiązanie to spełnia wymagania określone w procedurze wyboru optymalnego rozwiązania.

W ramach niezbędnych prac towarzyszących należy przedłużyć i zaizolować połacie dachu nad pustką w środkowej części budynku oraz naprawić/wymienić zewnętrzne warstwy papy na środkowej i południowej części budynku (ok. 60%).



7.5 Usprawnienie dotyczące okien

Rozpatruje się wymianę wszystkich okien na nowe o współczynnikach przenikania ciepła U równych 1,1; 0,9 oraz 0,7 W/m^2K . Cena No zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe styczeń 2020 r.

Powierzchnia okien do wymiany : $P = 181 \text{ m}^2$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m^2K	2,0	1,1	0,9	0,7
2	Współczynnik C_r		1,0	0,85	0,85	0,85
3	Współczynnik C_m	-	1,0	1,0	1,0	1,0
4	Q_0, Q_1	GJ/a	567,84	448,08	436,55	425,03
5	q_0, q_1	MW	0,0713	0,0648	0,0633	0,0619
6	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		9 610,6	10 535,8	11 460,2
7	Jednostkowy koszt wymiany okien	zł/ m^2		890,3	950,3	1100,3
8	Koszt wymiany okien N_{OK}	zł		161 140	172 000	199 150
9	SPBT	lata		16,8	16,3	17,4
Wybrany wariant: 2		Koszt: 172 000 zł		SPBT= 16,3 lat		

Rozwiązaniem spełniającym warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia wg „Rozporządzenia dotyczącego audytu termomodernizacyjnego” na minimalny czas zwrotu ($SPBT_{min}$) i wg Warunków Technicznych (obowiązujących od 2021 r.) na maksymalny współczynnik przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2K$ jest wariant nr 2 polegający na wymianie okien na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2K$.

W ramach prac towarzyszących w pomieszczeniu narożnym nad wejściem głównym należy przy okazji wymiany okien zamurować 25% ich powierzchni od dołu.



7.6 Usprawnienie dotyczące drzwi zewnętrznych

Rozpatruje się wymianę drzwi zewnętrznych w budynku na nowe o współczynnikach przenikania ciepła U równych 1,5; 1,3 oraz 1,1 W/m^2K . Cena No zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe styczeń 2020 r.

Powierzchnia drzwi do wymiany : $P = 44 m^2$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania drzwi U	W/m^2K	2,5	1,5	1,3	1,1
2	Współczynnik C_r		1,0	1,0	1,0	1,0
3	Współczynnik C_m	-	1,0	1,0	1,0	1,0
4	Q_0, Q_1	GJ/a	156,05	131,03	128,23	125,43
5	q_0, q_1	MW	0,0182	0,0164	0,0161	0,0157
6	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		2 007,5	2 232,2	2 456,9
7	Jednostkowy koszt wymiany drzwi	zł/ m^2		2 035	2 205	2 455
8	Koszt wymiany drzwi N_0	zł		89 520	97 000	108 000
9	SPBT	lata		44,6	43,5	44,0
Wybrany wariant: 2		Koszt: 97 000 zł		SPBT= 43,5 lat		

Rozwiązaniem spełniającym warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia wg „Rozporządzenia dotyczącego audytu termomodernizacyjnego” na minimalny czas zwrotu ($SPBT_{min}$) i wg Warunków Technicznych (obowiązujących od 2021 r.) na maksymalny współczynnik przenikania ciepła $U = 1,3 W/m^2K$ jest wariant nr 2 polegający na wymianie drzwi na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 W/m^2K$.



7.7 Usprawnienie dotyczące wentylacji mechanicznej w sali teatralno-kinowej

Rozpatruje się zastosowanie w całym budynku instalacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła. Koszt doposażenia/modernizacji instalacji wentylacji oszacowano na 380 tys. zł. Roczne oszczędności kosztów eksploatacji możliwe do uzyskania w wyniku tej modernizacji przy obecnym czasie użytkowania w ciągu roku wynoszą 13 660 zł/rok.

Prosty czas zwrotu takiej inwestycji wyniesie zatem $SPBT = 27,8$ lat.



7.8 Przedsięwzięcia poprawiające sprawność systemu zaopatrzenia w ciepło i chłód

Przewiduje się doposażenie części budynku (ok. 80% powierzchni) w instalację klimatyzacji opartej na centralnych systemach freonowych VRF oraz regulację hydrauliczną instalacji c.o. wraz z obniżeniem mocy zamówionej po termomodernizacji budynku, zgodnie z obowiązującymi standardami technicznymi.

L.p.	Rodzaj usprawnienia	Zmiana wartości współczynników sprawności
1	Wytwarzanie ciepła – bez zmiany	$\eta_g = 0,99$
2	Przesyłanie ciepła – bez zmiany	$\eta_d = 0,96$
3	Akumulacja – bez zmiany	$\eta_s = 1,00$
4	Regulacja i wykorzystanie ciepła	$\eta_e = 0,88 \rightarrow 0,93^*$
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_s \cdot \eta_e =$	$\eta = 0,836 \rightarrow 0,884$
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 0,85$
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d = 0,91$

* regulacja z funkcją adaptacyjną i optymalizującą

Efekt finansowy dla tego przedsięwzięcia określono w następujący sposób:

		Stan aktualny	Stan docelowy
Rodzaj systemu zasilania		Sieć ciepłownicza	Sieć ciepłownicza
Zapotrzebowanie na moc	MW	0,1161	0,1161
Zapotrzebowanie na ciepło na c.o.	GJ/rok	502	502
Ogólna sprawność systemu	%	83,6	88,4
Obniżenie nocne	%	91,0	91,0
Obniżenie tygodniowe	%	85,0	85,0
Zapotrzebowanie na ciepło na c.o. po uwzględnieniu sprawności	GJ/rok	464	439
O_m - opłata stała	zł/MWmc	15 850,30	15 850,30
O_z - opłata zmienna	zł/GJ	80,25	80,25
A_b – abonament/opłata handlowa	zł/mc	-	-
Łączny koszt c.o.	zł/rok	59 338	57 335



Szacunkowe koszty inwestycyjne proponowanego usprawnienia wynoszą 330 tys. zł.

Efekt finansowy dla tych usprawnień:

$$\text{Efekt} = 59\,338 - 57\,335 = 2\,003 \text{ zł/rok}$$

Zatem SPBT wynosi: (Koszt modernizacji instalacji / Efekt)

$$\text{SPBT} = 330\,000 / 2\,003 = \mathbf{165} \text{ lat}$$



7.9 Zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości SPBT

Wybrane i zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody budowlane uszeregowane według rosnącej wartości SPBT (oprócz modernizacji systemu zaopatrzenia w ciepło i chłód).

L.p.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót (ceny z VAT, zł)	SPBT lata
1	Modernizacja sytemu zaopatr. w ciepło i chłód	330 000	165
2	Wymiana okien	172 000	16,3
3	Budowa/modernizacja wentylacji	380 000	27,8
4	Ocieplenie stropu podcieni	13 000	30,9
5	Wymiana drzwi zewnętrznych	97 000	43,5
6	Ocieplenie stropodachu	151 000	51,1
7	Ocieplenie ścian zewnętrznych	240 000	82,0

Dodatkowo uwzględniono w audycie koszt opracowania dokumentacji oraz nadzoru budowlanego i instalacyjnego w wysokości 80 000 zł.

7.10 Określenie wariantów termomodernizacji budynku

Przyporządkowuje się każdemu z usprawnień numer od (1) – Modernizacja sytemu zaopatr. w ciepło i chłód, do (7) – Ocieplenie ścian zewnętrznych.

Określenie wariantów termomodernizacji budynku:

Wariant	Usprawnienia
I	1+2+3+4+5+6+7
II	1+2+3+4+5+6
III	1+2+3+4+5
IV	1+2+3+4
V	1+2+3
VI	1+2
VII	1



7.11 Zapotrzebowanie na moc i ciepło oraz określenie efektów finansowych dla każdego z wariantów

Wariant	Moc CO	Moc CWU	Zapotrz CO*	Zapotrz CO**	Zapotrz CWU	Efekt	Koszt	Efekt
	MW	MW	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	zł/rok	zł/rok
I	0,0663	0,0044	148	130	42	335	28 613	36 334,69
II	0,0710	0,0044	179	157	42	308	31 684	33 263,77
III	0,0756	0,0044	212	186	42	279	34 877	30 071,41
IV	0,0777	0,0044	225	197	42	267	36 189	28 759,06
V	0,0783	0,0044	229	200	42	264	36 584	28 364,04
VI	0,1017	0,0044	375	328	42	136	51 288	13 660,47
VII	0,1161	0,0044	502	439	42	25	62 945	2 003,00
Stan istn.	0,1161	0,0044	502	464	42		64 948	

*- wynik z programu AUDYTOR OZC 6.6 Pro

** - zapotrzebowanie z uwzględnieniem sprawności systemu CO

7.12 Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna		
					zł	%	20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
-	-	zł	zł	%	zł	%	zł	zł	zł
1	2	3	4	5	6		7	8	9
1	Ocieplenie ścian zewnętrznych Ocieplenie stropodachu Wymiana drzwi zewnętrznych Ocieplenie stropu podcieni Budowa/modernizacja wentylacji Wymiana okien Modernizacja syst. zaop. w ciepło/chłód	1 463 000	36 334,69	66,1	0	0,0%	292 600,00	234 080,00	72 669,38
					1 463 000	100,0%			
2	Ocieplenie stropodachu Wymiana drzwi zewnętrznych Ocieplenie stropu podcieni Budowa/modernizacja wentylacji Wymiana okien Modernizacja syst. zaop. w ciepło/chłód	1 223 000	33 263,77	60,8	0	0,0%	244 600,00	195 680,00	66 527,53
					1 223 000	100,0%			
3	Wymiana drzwi zewnętrznych Ocieplenie stropu podcieni Budowa/modernizacja wentylacji Wymiana okien Modernizacja syst. zaop. w ciepło/chłód	1 072 000	30 071,41	55,1	0	0,0%	214 400,00	171 520,00	60 142,83
					1 072 000	100,0%			
4	Ocieplenie stropu podcieni Budowa/modernizacja wentylacji Wymiana okien Modernizacja syst. zaop. w ciepło/chłód	975 000	28 759,06	52,8	0	0,0%	195 000,00	156 000,00	57 518,13
					975 000	100,0%			
5	Budowa/modernizacja wentylacji Wymiana okien Modernizacja syst. zaop. w ciepło/chłód	962 000	28 364,04	52,1	0	0,0%	192 400,00	153 920,00	56 728,09
					962 000	100,0%			
6	Wymiana okien Modernizacja syst. zaop. w ciepło/chłód	582 000	13 660,47	26,9	0	0,0%	116 400,00	93 120,00	27 320,94
					582 000	100,0%			
7	Modernizacja syst. zaop. w ciepło/chłód	410 000	2 003,00	4,9	0	0,0%	82 000,00	65 600,00	4 006,00
					410 000	100,0%			

Do każdego wariantu doliczono koszt opracowania dokumentacji technicznej oraz nadzoru budowlanego i instalacyjnego w wysokości 80 000 zł.



Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalne rozwiązanie, przyjmuje się **wariant nr 1** obejmujący następujące przedsięwzięcia:

- modernizacja systemu zaopatrzenia w ciepło/chłód,
- modernizacja/budowa instalacji wentylacji,
- ocieplenie ścian zewnętrznych,
- ocieplenie stropodachu,
- ocieplenie stropu podcieni,
- wymiana okien,
- wymiana drzwi zewnętrznych.

Dodatkowo w audycie rozpatrzono przedsięwzięcie związane z racjonalizacją użytkowania energii elektrycznej – budowę instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku.



7.13 Usprawnienie dotyczące zastosowania dodatkowego odnawialnego źródła energii

W rozpatrywanym obiekcie, jako dodatkowe źródło energii odnawialnej proponuje się zainstalowanie na dachu systemu fotowoltaicznego produkującego energię elektryczną, zmniejszając w ten sposób ilość energii elektrycznej pobieranej z sieci elektroenergetycznej. Energia produkowana z instalacji fotowoltaicznej będzie wykorzystywana na potrzeby własne, jak: chłodzenie, oświetlenie, nagłośnienie, ciepła woda użytkowa, napędy i energia pomocnicza projektowanych instalacji, sprzęt biurowy, inne odbiorniki itp., a jej nadmiar odsprzedawany do sieci.

Produktywność instalacji PV odpowiada szacowanemu zapotrzebowaniu na chłód do instalacji klimatyzacji, napędy pomocnicze i częściowo na oświetlenie po modernizacji, co pozwoli w pełni wykorzystać wyprodukowaną energię w systemie off grid.

Ocena opłacalności montażu instalacji wytwarzającej energię elektryczną z OZE				
Opis wariantów usprawnienia Usprawnienie polega na montażu zestawu 120 paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Instalacja będzie produkowała energię elektryczną na potrzeby własne budynku.				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Stan po montażu instalacji
1	Moc znamionowa instalacji	kW	0	30,00
2	Całkowity roczny uzysk energii	kWh/rok	0	33 106
3	Jednostkowe opłaty za energię elektryczną	zł/kWh		0,483
4	Roczny koszt oszczędności na opłatach za energię elektryczną	zł/rok		16 000,3
5	Koszt montażu instalacji N_U	zł		135 000
6	$SPBT_i = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		8,4
Podstawa przyjętych wartości N_U Obliczenie produktywności i kalkulacja kosztów w załączniku				
Wybrany wariant : 1		Koszt : 135 000 zł		SPBT _i = 8,4 lat



8 OPIS OPTIMALNEGO WARIANTU

Modernizacja systemu zaopatrzenia w ciepło i chłód

Przewiduje się doposażenie 80% powierzchni budynku w instalację klimatyzacji opartej na centralnych systemach freonowych VRF, wspomagając również instalację centralnego ogrzewania oraz regulację hydrauliczną istniejącej instalacji po termomodernizacji obiektu, zgodnie z obowiązującymi standardami technicznymi.

Budowa/modernizacja instalacji wentylacji

Przewiduje się modernizację istniejącej instalacji wraz z doposażeniem pozostałych pomieszczeń w wentylację mechaniczną z odzyskiem ciepła.

Docieplenie ścian zewnętrznych

Ściany zewnętrzne proponuje się docieplić styropianem ($\lambda = 0,032 \text{ W/(mK)}$) o grubości nie mniejszej niż 6 cm, metodą lekką mokrą, wykończenie tynkiem. Należy przewidzieć odpowiednią izolację gliców okiennych i drzwiowych celem poprawy szczelności budynku.

Docieplenie stropodachów

Stropodachy proponuje się ocieplić granulatem wełny mineralnej ($\lambda = 0,043 \text{ W/(mK)}$), rozłożonym w przestrzeni powietrznej, o grubości nie mniejszej niż 14 cm. W ramach niezbędnych prac towarzyszących należy przedłużyć i zaizolować połac dachu nad pustką w środkowej części budynku oraz naprawić/wymienić zewnętrzne warstwy papy na środkowej i południowej części budynku (ok. 60%).

Docieplenie stropów podcieni (zewnętrznych, nadwieszonych)

Stropy podcieni proponuje się docieplić styropianem ($\lambda = 0,032 \text{ W/(m}^2\text{K)}$) o grubości nie mniejszej niż 14 cm, metodą lekką mokrą, wykończenie tynkiem.

Wymiana okien

Proponuje się wymianę okien w budynku na nowe, o współczynniku $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$. W ramach prac towarzyszących w pomieszczeniu narożnym nad wejściem głównym należy przy okazji wymiany okien zamurować 25% ich powierzchni od dołu.

Wymiana drzwi zewnętrznych

Proponuje się wymianę drzwi zewnętrznych na nowe, o współczynniku $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Charakterystyka finansowa **wariantu 1:**

Kalkulowany koszt robót wyniesie (z VAT)	1 598 000 zł.
Przewidywane oszczędności roczne	52 335 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT	30,5 lat

Efekt ekologiczny dla **wariantu 1:**

Emisja stan istniejący 15,627 ton/rok.

Emisja po modernizacji 4,360 ton/rok.

Redukcja emisji równoważnika CO₂ (geotermia 40%, gaz 60%) 11,267 ton/rok.

Efekt energetyczny (oszczędność energii końcowej) dla **wariantu 1:**

Zużycie stan istniejący 506,1 GJ/rok.

Zużycie po modernizacji 129,5 GJ/rok.

Efekt energetyczny 376,5 GJ/rok.

Oszczędność energii pierwotnej dla **wariantu 1:**

Zużycie stan istniejący 431,8 GJ/rok.

Zużycie po modernizacji 130,0 GJ/rok.

Oszczędność energii pierwotnej 301,8 GJ/rok.



9 ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

9.1 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

9.2 Obliczenie zapotrzebowania na moc i ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

9.3 Obliczenie ilości wyprodukowanej energii elektrycznej przez instalację fotowoltaiczną

9.4 Obliczenie zapotrzebowania na moc cieplną sezonowego zużycia energii na ogrzewanie budynku - wydruki komputerowe z programu Audytor OZC 6.6 Pro.

- stan istniejący – wyjściowy,
- wariant 1 – optymalny.

9.5 Rysunki i zdjęcia



Załącznik 9.1 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

(wyniki obliczeń z Audytora OZC)

Wg Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.

Stan istniejący:

Podstawowy strumień powietrza zewnętrznego $V_{ve\ 1n} = 2\ 288,0\ m^3/h$

Dodatkowy strumień powietrza infiltrującego $V_{inf} = 736,1\ m^3/h$

Strumień całkowity $V = 3\ 024,1\ m^3/h$

Stan po modernizacji:

Podstawowy strumień powietrza zewnętrznego $V_{ve\ 1n} = 2\ 288,0\ m^3/h$

Dodatkowy strumień powietrza infiltrującego $V_{inf} = 528,1\ m^3/h$

Strumień całkowity $V = 2\ 816,1\ m^3/h$



Załącznik 9.2 Obliczenie zapotrzebowania na moc i ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym

Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący
(1)	(2)	(3)
ciepło właściwe wody c_w	$\text{kJ/kg}^{\circ}\text{C}$	4,19
gęstość wody ρ	kg/m^3	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw}	$\text{l/m}^2/\text{doba}$	0,80
jed.odniesienia - powierzchnia ogrzewana A_f	m^2	1 366
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu θ_{cw}	$^{\circ}\text{C}$	55
temperatura wody zimnej θ_0	$^{\circ}\text{C}$	10
współczynnik korekcyjny temp. k_R	-	0,55
czas użytkowania $t_{u,z}$	doba	365
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{cw} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw}-\theta_0) \cdot k_R \cdot t_{uz}/(1000 \cdot 3600)$	kWh/rok	11 491
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,99
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	-	1,00
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	1,00
sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,00
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,990
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	kWh/a	11 607
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	GJ/a	42



Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
Liczba użytkowników L	os	20	20
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody, obliczenia wg PN-B-01706:1992 V_{cw}	l/os/doba	30	30
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}r} = (A \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$	m ³ /h	0,033	0,033
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	4,487	4,487
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_t / \eta_{w, tot} / 10^6$	GJ/m ³	0,105	0,105
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\acute{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	4,4	4,4
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	1,0	1,0
Koszt przygotowania c.w.u. $Q_{cwu} \cdot Oz + q_{sr} \cdot Om \cdot 12$	zł/rok	5 610	0
Roczne zapotrzebowanie na c.w.u. $V_{cwu} = V_{cw} \cdot Af \cdot kt \cdot t_{uz} / 1000$	m ³	219,4	219,4
Średni koszt 1 m ³ c.w.u.	zł/m ³	25,57	0,00



Załącznik 9.3 Obliczenie ilości wyprodukowanej energii elektrycznej przez instalację fotowoltaiczną

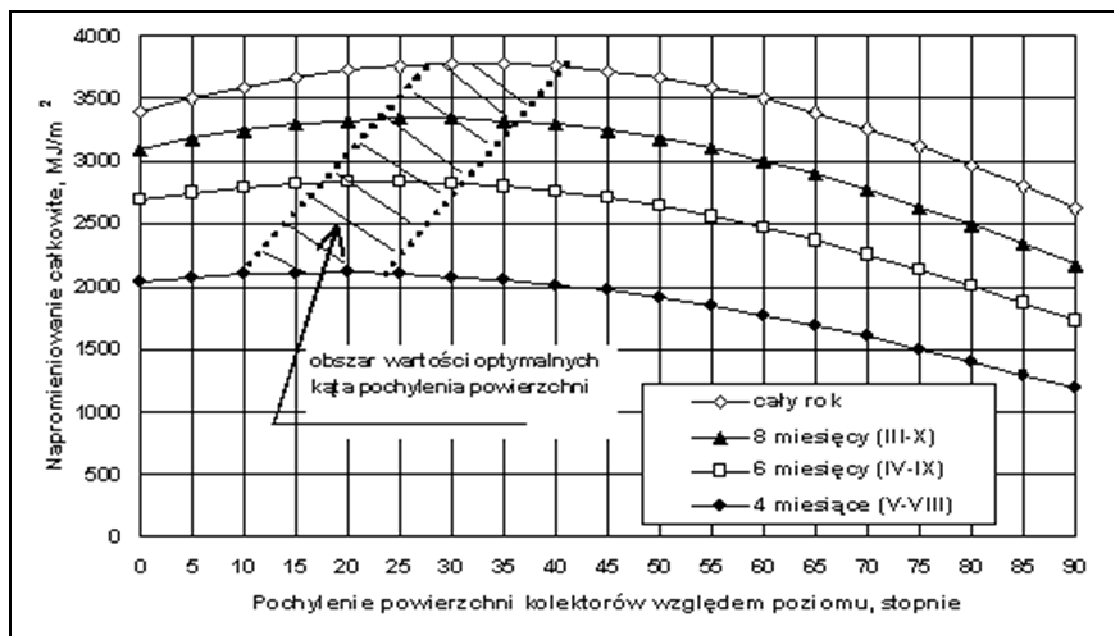
Ilość godzin usłonecznienia, kiedy strumień promieniowania wynosi min. 200 W / m², wg danych IMiGW:



$\tau =$

1579 h/rok

Warunki usłonecznienia w miejscu lokalizacji budynku:



Dla całorocznego wykorzystania instalacji solarnej najlepsze wyniki zapewnią pochylenie między 30° i 35°.



Całkowite roczne promieniowanie słoneczne

padające na pow. skierowaną na południe, nachyloną 30° do poziomu
wg **PN-B-02025:2001** dla stacji aktynometrycznej Warszawa-Bielany:

miesiąc	[Wh / m ²]	
I	34 224	} 1 131,84 kWh / m² / rok
II	58 464	
III	92 256	
IV	118 080	
V	153 264	
VI	151 920	
VII	151 032	
VIII	139 872	
IX	99 360	
X	69 936	
XI	38 880	
XII	24 552	

Moc promieniowania słonecznego

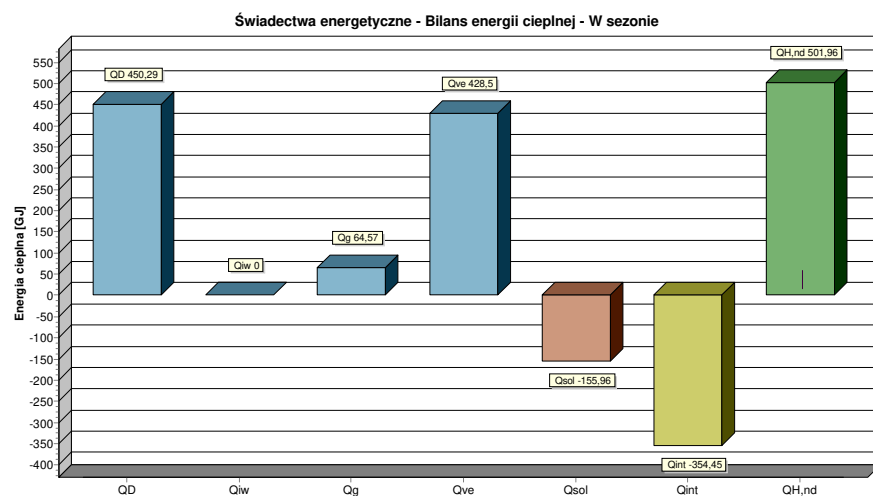
Maksymalna moc promieniowania słonecznego docierającego do granic
atmosfery ziemskiej wynosi; **1366 W/m²**
Max. moc docierająca do powierzchni Ziemi
na szerokości geograficznej obiektu wynosi: **1000 W/m²**

Powierzchnia dachów do wykorzystania:**650 m²****Powierzchnia paneli fotowoltaicznych:****201,6 m²****Powierzchnia ogniw PV****175,2 m²****Sprawność wykorzystania promieniowania w instalacji:****16,7 %****Max. moc instalacji:****30 kWp****Rekomendowana moc instalacji (400 paneli):****29,25 kWp****Ilość energii generowanej w ciągu roku:****33 106,32 kWh/rok****= 119,18 GJ/rok****Koszt instalacji:**

Instalacja fotowoltaiczna (on-grid)			
1	Panele		120 szt.
	polikrystaliczne	ilość	
	1,001x1,675 m ²		
2	System montażowy		1 szt.
	dla dachu konstr.	ilość	
	stalowej		
3	Falownik sieciowy		1 szt.
	do połączenia	ilość	
	instalacji z siecią		
4	Okablowanie		1 szt.
5	Rozdzielnia DC		1 szt.
6	Dokumentacja		1 szt.
7	Dostawa i montaż		1 szt.

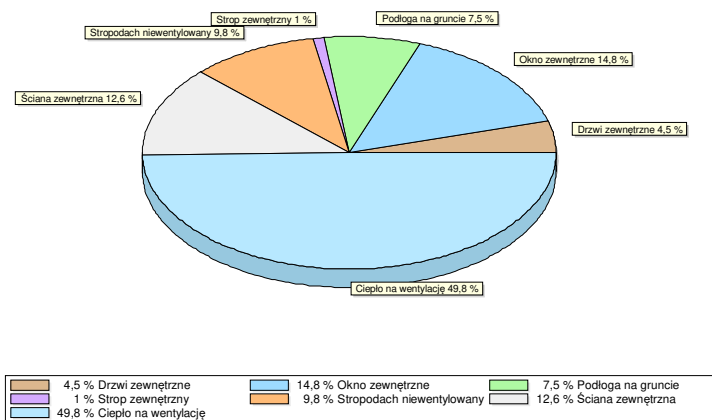
Koszt jednostkowy: **4,62 zł/W**Koszt konstrukcji systemu montażowego: **9 000 zł****CAŁKOWITY KOSZT brutto 135 000 zł****Koszt zaoszczędzonej energii elektrycznej
generowanej w instalacji****16 000,28 zł****Prosty okres zwrotu nakładów SPBT_{PV} =****8,4 LAT**

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Miejski Ośrodek Kultury. Stan aktualny.	
Miejscowość:	Mszczonów	
Adres:	ul. Warszawska 33	
Projektant:	dr inż. Paweł Kędzierski	
Data obliczeń:	Wtorek 14 Stycznia 2020 14:16	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Warszawa Okęcie	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	1366,1	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	5191,3	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	56740	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	59357	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	116098	W
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1038,3	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,8	
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	2511,7	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	436,36	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	121212	kWh/rok
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	319,4	MJ/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	88,7	kWh/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	84,1	MJ/ (m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	23,3	kWh/ (m ³ ·rok)



Bil	Miesiąc	L _{d,m} dni	T _{em,m} °C	Q _D GJ/rok	Q _{iw} GJ/rok	Q _g GJ/rok	Q _{ve} GJ/rok	η _{H,gn}	Q _{sol} GJ/rok	Q _{int} GJ/rok	Q _{H,nd} GJ/rok	C _m kJ/K	H _{tr,adj} W/K	H _{ve,adj} W/K	τ _H h	a _H	γ _{H,m}	γ _{H,lim}	f _{H,m}	L _{H,m} h
■	Styczeń	31	-1,2	72,73	0,00	10,43	67,54	0,987	7,87	40,25	103,20	355191,2	2929,2	2378,9	37	3,48	0,319	1,287	1,000	744
■	Luty	28	-0,9	64,76	0,00	9,29	66,58	0,986	10,10	36,35	94,85	355191,2	2929,2	2378,9	37	3,48	0,330	1,287	1,000	672
■	Marzec	31	4,4	53,52	0,00	7,67	49,70	0,944	19,20	40,25	54,81	355191,2	2929,2	2378,9	37	3,48	0,536	1,287	1,000	744
■	Kwiecień	30	6,3	45,49	0,00	6,52	43,65	0,891	28,01	38,95	35,98	355191,2	2929,2	2378,9	37	3,48	0,700	1,287	1,000	720
■	Maj	31	12,2	26,76	0,00	3,84	24,85	0,625	38,69	40,25	6,08	355191,2	2929,2	2378,9	37	3,48	1,424	1,287	0,312	232
■	Czerwiec	0	17,1	9,63	0,00	1,38	9,24	0,248	42,18	38,95	0,12	355191,2	2929,2	2378,9	37	3,48	4,007	1,287	0,000	0
■	Lipiec	0	19,2	2,74	0,00	0,39	2,55	0,069	42,28	40,25	0,00	355191,2	2929,2	2378,9	37	3,48	14,51	1,287	0,000	0
■	Sierpień	0	16,6	11,66	0,00	1,67	10,83	0,309	36,90	40,25	0,29	355191,2	2929,2	2378,9	37	3,48	3,192	1,287	0,000	0
■	Wrzesień	30	12,8	23,90	0,00	3,43	22,94	0,676	24,93	38,95	7,07	355191,2	2929,2	2378,9	37	3,48	1,271	1,287	0,509	366
■	Październik	31	8,2	40,48	0,00	5,81	37,59	0,907	14,63	40,25	34,10	355191,2	2929,2	2378,9	37	3,48	0,654	1,287	1,000	744
■	Listopad	30	2,9	56,77	0,00	8,14	54,48	0,978	6,97	38,95	74,51	355191,2	2929,2	2378,9	37	3,48	0,385	1,287	1,000	720
■	Grudzień	31	0,8	65,87	0,00	9,45	61,17	0,985	5,56	40,25	91,36	355191,2	2929,2	2378,9	37	3,48	0,336	1,287	1,000	744
	W sezonie	273	8,3	450,29	0,00	64,57	428,50	0,865	155,96	354,45	501,96	355191,2	1464,6	1189,5	37	3,48		1,287		5686

Świadectwa energetyczne - zestawienie strat energii cieplnej



Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	38,88	10801	4,5
Okno zewnętrzne	127,60	35444	14,8
Podłoga na gruncie	64,57	17937	7,5
Strop zewnętrzny	8,90	2472	1,0
Stropodach niewentylowany	84,34	23429	9,8
Ściana zewnętrzna	108,20	30056	12,6
Ciepło na wentylację	428,50	119027	49,8
Razem	860,99	239165	100,0

Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	Rodzaj	R	U	U _{max}	WT	Φ _T	A _{G1}	Gl _s	g _G	A	A _{G1}	Q _T	Q _{Tu}	Q _{sol}	Q _{proc}
		m ² ·K/W	W/m ² ·K	W/m ² ·K	OK	W	m ²	%	(TR)	m ²	m ²	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	%
 DZ	Drzwi zewnętrzne		2,500	1,300	 Nie	4424		60,0	0,75	44,24	26,55	40,96		54,35	7,8
 DZ_N	Drzwi zewnętrzne		1,300					60,0	0,75						
 OK	Okno zewnętrzne		2,000	0,900	 Nie	14519		60,0	0,75	181,48	108,89	134,41		222,96	25,6
 OK_N	Okno zewnętrzne		0,900					60,0	0,75						
 PG	Podłoga na gruncie	2,581	0,388	0,300	 Nie	5504				790,00		137,89			26,2
 STD	Stropodach niewentylowany	3,501	0,286	0,150	 Nie	9597				840,00		88,85			16,9
 STR	Strop zewnętrzny	2,568	0,389	0,150	 Nie	1012				65,00		9,37			1,8
 STR_OC	Strop zewnętrzny	6,943	0,144												
 SZ	Ściana zewnętrzna	3,133	0,319	0,200	 Nie	12311				964,27		113,98			21,7
 SZ_OC	Ściana zewnętrzna	5,008	0,200												

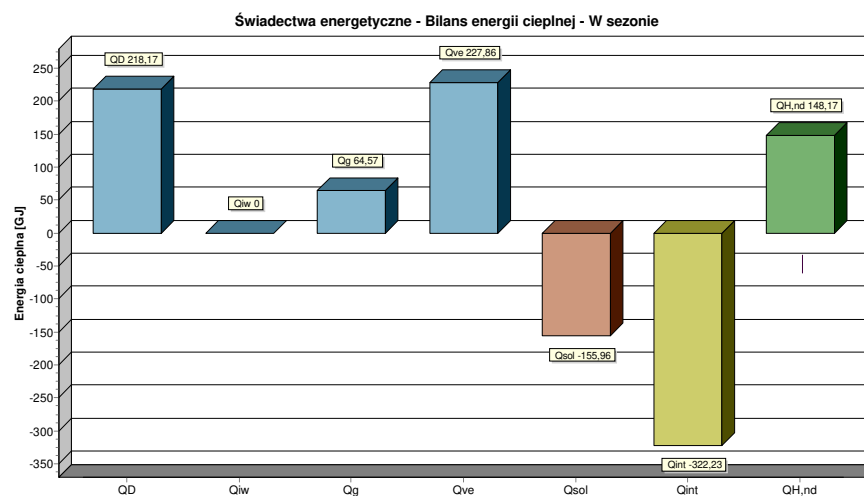
Wyniki - Zestawienie grup pomieszczeń

Symbol	θ_{int}	A_u	$Q_{H,nd,\acute{s}}$	$Q_{H,nd,\acute{s}}$
	$^{\circ}C$	m^2	GJ/a	kWh/a
G	20,0	1366,1	501,96	139433

Wyniki - Pomieszczenia

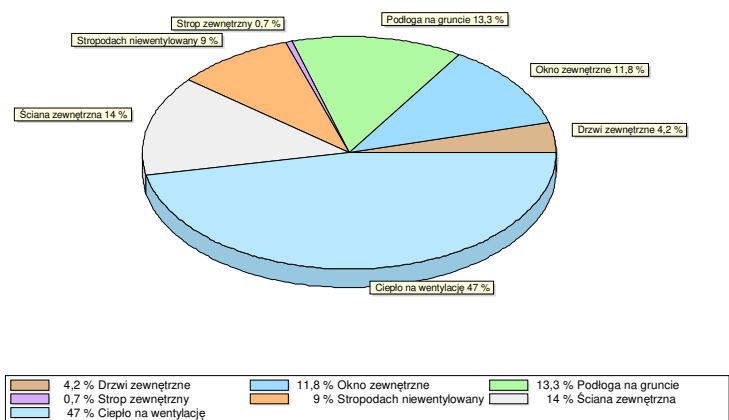
Pomieszczenie: 1	$\theta_i = 20,0\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Phi_{HL} = 116098\text{ W}$	budynek													
Powierzchnia i kubatura:	A= 1366,12 m ²	V= 5191,3 m ³														
Rzędna i wysokość:	L _f = 0,00	H _i = 3,80 m														
Kondygnacja: Piętro	Typ pomieszczenia: budynek															
Parametry konstrukcyjne:	Typ: Szkolny	Typ konstrukcji: Ciężka														
Stopień szczelności:	Bez próby szczelności	n ₅₀ = 4,0 1/h														
Ogrzewanie:	Konwekcyjne	Bez osłabienia	Indywidualna reg.													
Parametry osłabienia:	T _h = h	$\Delta\theta_{i,o} = K$	f _{RH} = 0,0 W/m ²													
System wentylacji:	Wywiewna															
Wymagania higieniczne:	n _{min} = 1,00 1/h	V _{min} = 5191,3 m ³ /h														
Powietrze infiltrujące:	V _{infv} = 2076,5 m ³ /h	V _{m,infv} = 2288,0 m ³ /h														
Powietrze nawiewane:	V _{su,min} = m ³ /h	V _{su} = m ³ /h														
Powietrze usuwane:	V _{ex,min} = 5191,3 m ³ /h	V _{ex} = 2288,0 m ³ /h														
Powietrze wentylacyjne:	n= 0,8 1/h	V _v = 4364,5 m ³ /h	$\theta_v = -20,0\text{ }^{\circ}\text{C}$													
Przegrody w pomieszczeniu:1																
>	Symbol	Or.	Pomieszczenie lub θ	θ_e	L lub A	H	N	F _{sh}	Kat	A _c	$\Delta\theta$	U _k	H _T	Φ_T	θ_u	Φ_{Tu}
			$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	m; m ²	m	Szt.		$^{\circ}$	m ²	K	W/m ² ·K	W/K	W	$^{\circ}\text{C}$	W
0	PG		T= 2,0 $^{\circ}\text{C}$	2,0	790,00		1	0,95	90	790,0	18,0	0,388	137,61	5504		
0	SZ	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	170,00	7,00	1	0,95	90	964,3	40,0	0,319	307,79	12311		
1	OK	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	0,60	0,67	16	0,95	90	6,4	40,0	2,000	12,86	515		
1	OK	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	1,20	1,97	6	0,95	90	14,2	40,0	2,000	28,37	1135		
1	OK	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	1,40	1,32	1	0,95	90	1,8	40,0	2,000	3,70	148		
1	OK	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	3,60	1,97	2	0,95	90	14,2	40,0	2,000	28,37	1135		
1	OK	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	4,80	1,97	3	0,95	90	28,4	40,0	2,000	56,74	2269		
1	OK	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	1,80	1,80	5	0,95	90	16,2	40,0	2,000	32,40	1296		
1	OK	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	9,60	1,97	1	0,95	90	18,9	40,0	2,000	37,82	1513		
1	OK	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	3,60	2,59	1	0,95	90	9,3	40,0	2,000	18,65	746		
1	OK	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	2,00	2,59	1	0,95	90	5,2	40,0	2,000	10,36	414		
1	OK	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	10,80	3,24	1	0,95	90	35,0	40,0	2,000	69,98	2799		
1	OK	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	1,20	3,24	1	0,95	90	3,9	40,0	2,000	7,78	311		
1	OK	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	10,80	2,59	1	0,95	90	28,0	40,0	2,000	55,94	2238		
1	DZ	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	1,90	3,32	1	0,95	90	6,3	40,0	2,500	15,77	631		
1	DZ	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	2,00	2,55	3	0,95	90	15,3	40,0	2,500	38,25	1530		
1	DZ	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	1,10	3,32	1	0,95	90	3,7	40,0	2,500	9,13	365		
1	DZ	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	1,00	2,05	1	0,95	90	2,0	40,0	2,500	5,12	205		
1	DZ	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	3,32	2,55	2	0,95	90	16,9	40,0	2,500	42,33	1693		
0	STD	H	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	840,00		1	0,95	0	840,0	40,0	0,286	239,92	9597		
0	STR		T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	65,00		1	0,95	90	65,0	40,0	0,389	25,31	1012		
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T , [W]:															56740	
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V , [W]:															59357	
Projektowe obciążenie cieplne Φ_{HL} , [W]:															116098	
Współczynnik projektowej straty ciepła przez przenikanie H _T , [W/K]:															1418,51	
Współczynnik wentylacyjnej projektowej straty ciepła H _V , [W/K]:															1483,93	

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Miejski Ośrodek Kultury. Wariant I - optymalny.	
Miejscowość:	Mszczonów	
Adres:	ul. Warszawska 33	
Projektant:	dr inż. Paweł Kędzierski	
Data obliczeń:	Wtorek 14 Stycznia 2020 14:52	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Warszawa Okęcie	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	1366,1	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	5191,3	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	30328	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	36020	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	66348	W
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1038,3	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,8	
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	2439,3	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	88,35	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	24542	kWh/rok
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	64,7	MJ/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	18,0	kWh/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	17,0	MJ/ (m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	4,7	kWh/ (m ³ ·rok)



Bil	Miesiąc	L _{d,m} dni	T _{em,m} °C	Q _D GJ/rok	Q _{iw} GJ/rok	Q _g GJ/rok	Q _{ve} GJ/rok	η _{H,gn}	Q _{sol} GJ/rok	Q _{int} GJ/rok	Q _{H,nd} GJ/rok	C _m kJ/K	H _{tr,adj} W/K	H _{ve,adj} W/K	τ _H h	a _H	γ _{H,m}	γ _{H,lim}	f _{H,m}	L _{H,m} h
■	Styczeń	31	-1,2	35,24	0,00	10,43	35,92	0,984	7,87	36,59	37,82	355191,2	1608,6	1265,0	69	5,58	0,545	1,179	1,000	744
■	Luty	28	-0,9	31,38	0,00	9,29	35,41	0,981	10,10	33,05	33,73	355191,2	1608,6	1265,0	69	5,58	0,567	1,179	1,000	672
■	Marzec	31	4,4	25,93	0,00	7,67	26,43	0,877	19,20	36,59	11,09	355191,2	1608,6	1265,0	69	5,58	0,929	1,179	1,000	744
■	Kwiecień	30	6,3	22,04	0,00	6,52	23,21	0,751	28,01	35,41	4,16	355191,2	1608,6	1265,0	69	5,58	1,225	1,179	0,345	249
■	Maj	31	12,2	12,97	0,00	3,84	13,21	0,397	38,69	36,59	0,11	355191,2	1608,6	1265,0	69	5,58	2,508	1,179	0,000	0
■	Czerwiec	0	17,1	4,66	0,00	1,38	4,91	0,141	42,18	35,41	0,00	355191,2	1608,6	1265,0	69	5,58	7,080	1,179	0,000	0
■	Lipiec	0	19,2	1,33	0,00	0,39	1,36	0,039	42,28	36,59	0,00	355191,2	1608,6	1265,0	69	5,58	25,62	1,179	0,000	0
■	Sierpień	0	16,6	5,65	0,00	1,67	5,76	0,178	36,90	36,59	0,00	355191,2	1608,6	1265,0	69	5,58	5,617	1,179	0,000	0
■	Wrzesień	30	12,8	11,58	0,00	3,43	12,20	0,448	24,93	35,41	0,18	355191,2	1608,6	1265,0	69	5,58	2,218	1,179	0,000	0
■	Październik	31	8,2	19,61	0,00	5,81	19,99	0,793	14,63	36,59	4,81	355191,2	1608,6	1265,0	69	5,58	1,128	1,179	0,547	407
■	Listopad	30	2,9	27,51	0,00	8,14	28,97	0,965	6,97	35,41	23,72	355191,2	1608,6	1265,0	69	5,58	0,656	1,179	1,000	720
■	Grudzień	31	0,8	31,91	0,00	9,45	32,53	0,981	5,56	36,59	32,55	355191,2	1608,6	1265,0	69	5,58	0,571	1,179	1,000	744
	W sezonie	273	8,3	218,17	0,00	64,57	227,86	0,758	155,96	322,23	148,17	355191,2	804,28	632,52	69	5,58		1,179		4280

Świadectwa energetyczne - zestawienie strat energii cieplnej



Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	20,22	5616	4,2
Okno zewnętrzne	57,42	15950	11,8
Podłoga na gruncie	64,57	17937	13,3
Strop zewnętrzny	3,29	914	0,7
Stropodach niewentylowany	43,70	12140	9,0
Ściana zewnętrzna	67,69	18803	14,0
Ciepło na wentylację	227,86	63295	47,0
Razem	484,75	134654	100,0

Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	Rodzaj	R	U	U _{max}	WT	Φ _T	A _{G1}	G _{1s}	g _G	A	A _{G1}	Q _T	Q _{Tu}	Q _{sol}	Q _{proc}
		m ² ·K/W	W/m ² ·K	W/m ² ·K	OK	W	m ²	%	(TR)	m ²	m ²	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	%
 DZ	Drzwi zewnętrzne		2,500					60,0	0,75						
 DZ_N	Drzwi zewnętrzne		1,300	1,300	 Tak	2301		60,0	0,75	44,24	26,55	21,30		54,35	6,3
 OK	Okno zewnętrzne		2,000					60,0	0,75						
 OK_N	Okno zewnętrzne		0,900	0,900	 Tak	6533		60,0	0,75	181,48	108,89	60,48		222,96	17,8
 PG	Podłoga na gruncie	2,581	0,388	0,300	 Nie	5504				790,00		137,61			40,4
 STD	Stropodach niewentylowany	3,501	0,286												
 STD_OC	Stropodach niewentylowany	6,757	0,148	0,150	 Tak	4973				840,00		46,04			13,5
 STR	Strop zewnętrzny	2,568	0,389												
 STR_OC	Strop zewnętrzny	6,943	0,144	0,150	 Tak	374				65,00		3,47			1,0
 SZ	Ściana zewnętrzna	3,133	0,319												
 SZ_OC	Ściana zewnętrzna	5,008	0,200	0,200	 Tak	7702				964,27		71,30			21,0

Wyniki - Zestawienie grup pomieszczeń

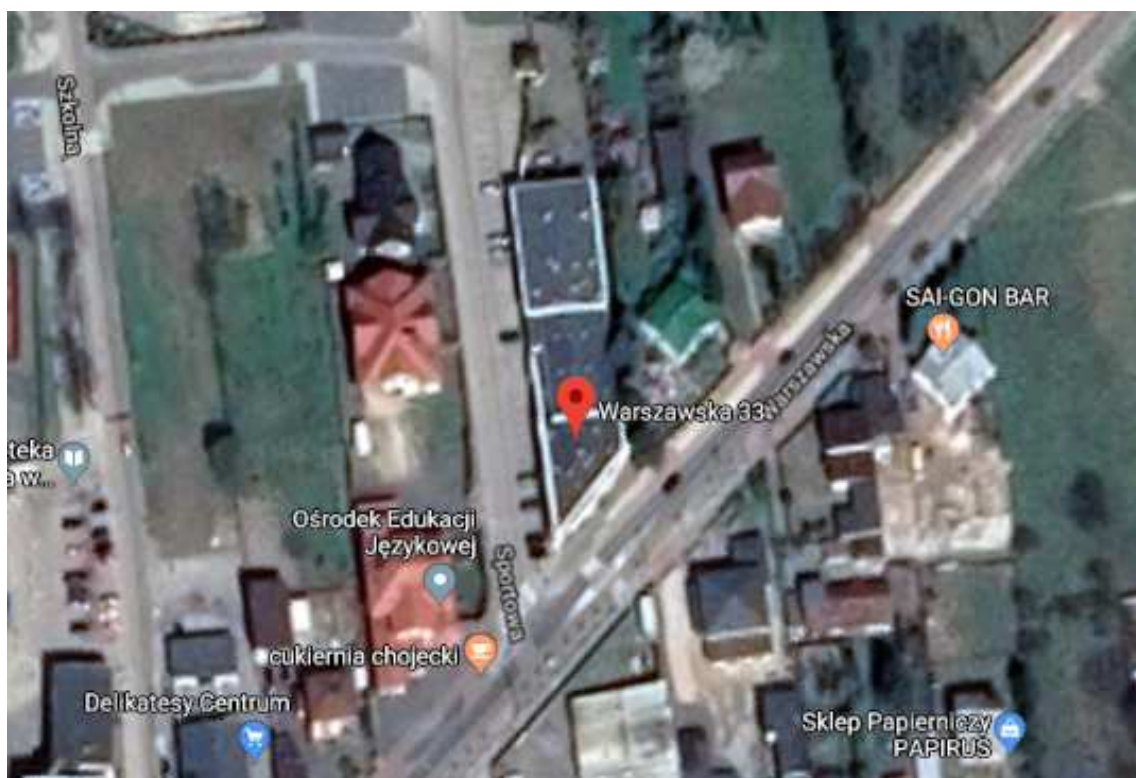
Symbol	θ_{int}	A_u	$Q_{H,nd,\acute{s}}$	$Q_{H,nd,\acute{s}}$
	$^{\circ}C$	m^2	GJ/a	kWh/a
G	20,0	1366,1	148,17	41158

Wyniki - Pomieszczenia

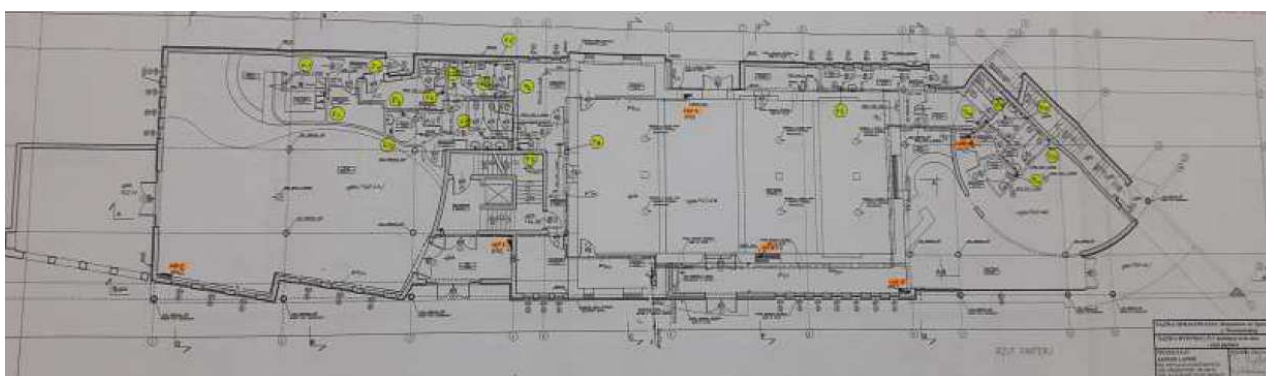
Pomieszczenie: 1	$\theta_i = 20,0\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Phi_{HL} = 66348\text{ W}$	budynek													
Powierzchnia i kubatura:	A= 1366,12 m ²	V= 5191,3 m ³														
Rzędna i wysokość:	L _f = 0,00	H _i = 3,80 m														
Kondygnacja: Piętro	Typ pomieszczenia: budynek															
Parametry konstrukcyjne:	Typ: Szkolny	Typ konstrukcji: Ciężka														
Stopień szczelności:	Bez próby szczelności	n ₅₀ = 4,0 l/h														
Ogrzewanie:	Konwekcyjne	Bez osłabienia	Indywidualna reg.													
Parametry osłabienia:	T _h = h	$\Delta\theta_{i,o} = K$	f _{RH} = 0,0 W/m ²													
System wentylacji:	Nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła															
Wymagania higieniczne:	n _{min} = 1,00 l/h	V _{min} = 5191,3 m ³ /h														
Powietrze infiltrujące:	V _{infv} = 2076,5 m ³ /h	V _{m,infv} = 0,0 m ³ /h														
Powietrze nawiewane:	V _{su,min} = 5191,3 m ³ /h	V _{su} = 2288,0 m ³ /h														
Powietrze usuwane:	V _{ex,min} = 5191,3 m ³ /h	V _{ex} = 2288,0 m ³ /h														
Powietrze wentylacyjne:	n= 0,8 l/h	V _v = 4364,5 m ³ /h	$\theta_v = -4,3\text{ }^{\circ}\text{C}$													
Przegrody w pomieszczeniu:1																
>	Symbol	Or.	Pomieszczenie lub θ	θ_e	L lub A	H	N	F _{sh}	Kąt	A _c	$\Delta\theta$	U _k	H _T	Φ_T	θ_u	Φ_{Tu}
			$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	m; m ²	m	Szt.		$^{\circ}$	m ²	K	W/m ² ·K	W/K	W	$^{\circ}\text{C}$	W
0	PG		T= 2,0 $^{\circ}\text{C}$	2,0	790,00		1	0,95	90	790,0	18,0	0,388	137,61	5504		
0	SZ_OC	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	170,00	7,00	1	0,95	90	964,3	40,0	0,200	192,55	7702		
1	OK_N	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	0,60	0,67	16	0,95	90	6,4	40,0	0,900	5,79	232		
1	OK_N	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	1,20	1,97	6	0,95	90	14,2	40,0	0,900	12,77	511		
1	OK_N	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	1,40	1,32	1	0,95	90	1,8	40,0	0,900	1,66	67		
1	OK_N	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	3,60	1,97	2	0,95	90	14,2	40,0	0,900	12,77	511		
1	OK_N	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	4,80	1,97	3	0,95	90	28,4	40,0	0,900	25,53	1021		
1	OK_N	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	1,80	1,80	5	0,95	90	16,2	40,0	0,900	14,58	583		
1	OK_N	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	9,60	1,97	1	0,95	90	18,9	40,0	0,900	17,02	681		
1	OK_N	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	3,60	2,59	1	0,95	90	9,3	40,0	0,900	8,39	336		
1	OK_N	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	2,00	2,59	1	0,95	90	5,2	40,0	0,900	4,66	186		
1	OK_N	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	10,80	3,24	1	0,95	90	35,0	40,0	0,900	31,49	1260		
1	OK_N	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	1,20	3,24	1	0,95	90	3,9	40,0	0,900	3,50	140		
1	OK_N	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	10,80	2,59	1	0,95	90	28,0	40,0	0,900	25,17	1007		
1	DZ_N	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	1,90	3,32	1	0,95	90	6,3	40,0	1,300	8,20	328		
1	DZ_N	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	2,00	2,55	3	0,95	90	15,3	40,0	1,300	19,89	796		
1	DZ_N	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	1,10	3,32	1	0,95	90	3,7	40,0	1,300	4,75	190		
1	DZ_N	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	1,00	2,05	1	0,95	90	2,0	40,0	1,300	2,67	107		
1	DZ_N	W	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	3,32	2,55	2	0,95	90	16,9	40,0	1,300	22,01	880		
0	STD_OC	H	T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	840,00		1	0,95	0	840,0	40,0	0,148	124,32	4973		
0	STR_OC		T= -20,0 $^{\circ}\text{C}$	-20,0	65,00		1	0,95	90	65,0	40,0	0,144	9,36	374		
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T , [W]:														30328		
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V , [W]:														36020		
Projektowe obciążenie cieplne Φ_{HL} , [W]:														66348		
Współczynnik projektowej straty ciepła przez przenikanie H _T , [W/K]:														758,21		
Współczynnik wentylacyjnej projektowej straty ciepła H _V , [W/K]:														900,49		



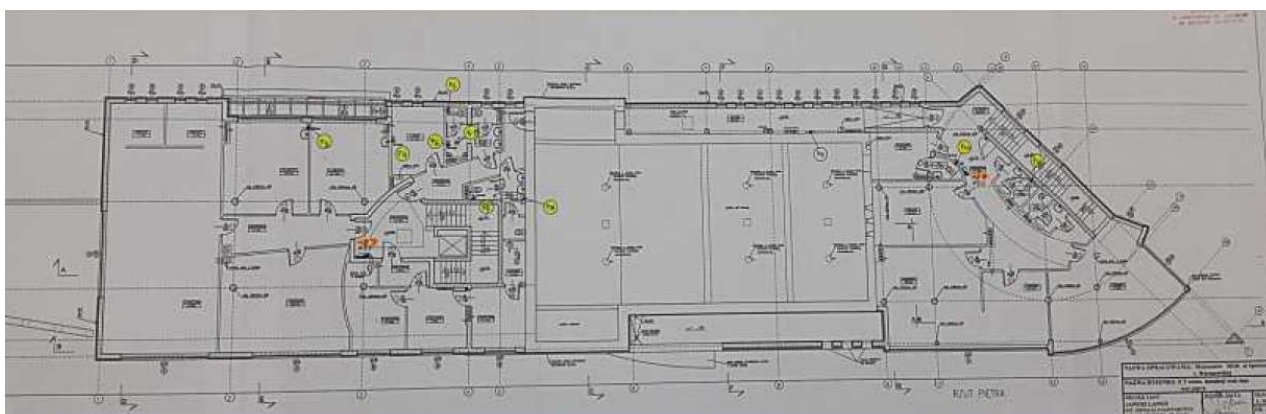




Plan sytuacyjny



Rzut parteru



Rzut piętra

