

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Adres budynku	85 - 090 Bydgoszcz Al.Powstańców Wielkopolskich 17
Zamawiający	Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego
Wykonawca audytu	<p>Project Energy Sp. z o.o. Al.Kościuszki 80/82 90-437 Łódź</p> <p>nr opracowania 192/02/2018</p>

1.DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	użyteczności publicznej: biurowo-laboratoryjny	1.2 Rok budowy	1960
1.3 Inwestor	Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego ul. Rakowiecka 36 04-190 Warszawa	1.4 Adres budynku	
		85 - 090 Bydgoszcz Al. Powstańców Wielkopolskich 17	
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt			
Project Energy Sp. z o.o. Al. Kościuszki 80/82 90-437 Łódź			
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
mgr inż. Sławomir Stefaniak, 02-796 Warszawa, ul. Wąwozowa 20/8 nr upr. 658/CE - WSEiZ, ukończone studia podyplomowe w zakresie "Audyt Energetyczny", członek Zrzeszenia Auditorów Energetycznych			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac,			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
-	-	-	
-	-	-	
-	-	-	
5. Miejscowość: Warszawa data wykonania opracowania: 16.02.2018			
6. Spis treści			
			strona
1. Karta audytu energetycznego			3 - 4
2. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora			5
3. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			6 - 11
4. Ocena stanu technicznego budynku			12
5. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			12
6. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			13 - 24
7. Opis wybranego wariantu optymalnego			24
Załączniki:			
1. Obliczenia systemu c.w.u.			25
2. Określenie sprawności składowych systemów grzewczych			25
3. Bilans cieplny budynku - stan przed modernizacją			26 - 32
4. Bilans cieplny budynku - stan po modernizacji - Wariant 1			33 - 39

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU ¹⁾

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Konstrukcja/technologia budynku	<i>tradycyjna</i>	<i>tradycyjna</i>
2	Liczba kondygnacji	<i>3+piwnice</i>	<i>3+piwnice</i>
3	Kubatura części ogrzewanej [m3]	<i>2021,3</i>	<i>2021,3</i>
4	Powierzchnia netto budynku [m2]	<i>736,8</i>	<i>736,8</i>
5	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m2]	<i>0</i>	<i>0</i>
6	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m2]	<i>736,8</i>	<i>736,8</i>
7	Liczba lokali mieszkalnych	<i>0</i>	<i>0</i>
8	Liczba osób użytkujących budynek	<i>40</i>	<i>40</i>
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	elektryczne podgrzewacze pojemnościowe	lokalna kotłownia gazowa
10	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Instalacja wodna, pompowa, zasilana z lokalnej kotłowni gazowej	Instalacja wodna, pompowa, zasilana z lokalnej kotłowni gazowej
11	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	<i>0,44</i>	<i>0,44</i>
12	Inne dane charakteryzujące budynek	średnie osłonięcie budynku	średnie osłonięcie budynku
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m2K)]			
1	Ściany zewnętrzne	<i>1,404</i>	<i>0,191</i>
2	Dałch/Stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami	<i>1,548</i>	<i>0,145</i>
3	Podłoga na gruncie	<i>0,35/0,361</i>	<i>0,35/0,361</i>
4	Okna	<i>1,6</i>	<i>0,9</i>
5	Drzwi zewnętrzne	<i>2,0</i>	<i>1,3</i>
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1	Sprawność wytwarzania	<i>0,87</i>	<i>0,92</i>
2	Sprawność przesyłu	<i>0,96</i>	<i>0,96</i>
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	<i>0,82</i>	<i>0,88</i>
4	Sprawność akumulacji	<i>1,00</i>	<i>1,00</i>
5	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	<i>1,00</i>	<i>0,85</i>
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	<i>1,00</i>	<i>0,98</i>
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1	Sprawność wytwarzania	<i>0,96</i>	<i>0,88</i>
2	Sprawność przesyłu	<i>1,00</i>	<i>0,70</i>
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	<i>1,00</i>	<i>1,00</i>
4	Sprawność akumulacji	<i>0,80</i>	<i>1,00</i>
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1	Rodzaj wentylacji (naturalna/mechaniczna)	naturalna	naturalna
2	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	przez nieuszczelniości okien do kanałów wentylacyjnych	przez mikrowentylacje okien do kanałów wentylacyjnych
3	Strumień powietrza wentylacyjnego [m3/h]	<i>925,3</i>	<i>925,3</i>
4	Krotność wymian powietrza [1/h]	<i>0,46</i>	<i>0,46</i>
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	<i>80,95</i>	<i>22,77</i>
2	Obliczeniowa moc cieplna do przygotowania c.w.u. [kW]	<i>11,28</i>	<i>10,55</i>
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	<i>523,86</i>	<i>54,28</i>
4	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	<i>764,91</i>	<i>58,18</i>
5	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	<i>49,30</i>	<i>46,10</i>
6	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	<i>750</i>	
7	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	<i>50</i>	
8	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m2 rok)]	<i>197,50</i>	<i>20,46</i>
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m2 rok)]	<i>288,38</i>	<i>21,93</i>
10 ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>

11	Wskaźnik EPh+w rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji i przygotowania cwu w budynku [kWh/(m2 rok)]	372,97	43,24
7.Oplaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)			
1	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	51,85	51,85
2	Koszt 1MW mocy zamówionej na ogrzewanie na m-c ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
3	Koszt przygotowania 1m3 ciepłej wody użytkowej [zł/m ³]	49,64	11,26
4	Koszt 1MW mocy zamówionej na przygotowanie c.w.u. na m-c [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
5	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m2 powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	4,49	0,34
6	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7	Inne (zł)	-	-
8.Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
		Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	87,19%
Planowane koszty całkowite [zł]			
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		44 788	
1) Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku. 2) UOZE [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej. 3) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii. 4) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.			

3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora

3.1 Dokumentacja projektowa

1. Dokumentacja architektoniczna budynku Laboratorium Przem Rolnego - Bydgoszcz - 1956
2. Inwentaryzacja obiektu na potrzeby audytu - wyjaśnienie szczegółów dotyczących elementów konstrukcyjnych budynku, sposobu ogrzewania, przygotowania cwu.

3.2 Inne dokumenty

- Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów - Dz.U.Nr.223,poz.1459, dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r.w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego z późniejszymi zmianami
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 w "sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie" z późniejszymi zmianami
- PN-EN ISO 9838 - "Właściwości użytkowe w budownictwie - Określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych.
- PN-EN ISO 6946 - "Elementy budowlane i części budynku - Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła, metoda obliczeń."
- PN-EN ISO 13790 - "Ciepłne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania."
- PN-EN ISO 13370 - "Właściwości cieplne budynków - Wymiana ciepła przez grunt - metody obliczania."
- PN-EN ISO 12831 - "Instalacje ogrzewcze w budynkach - metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego."
- PN-EN ISO 14683 - "Mostki cieplne w budynkach - liniowy współczynnik przenikania ciepła"
- PN-83/B-03430 - Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej
- Wytyczne "Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2018"

3.3 Osoby udzielające informacji

Administrujący budynkiem

3.4 Data wizji lokalnej

II.2018

3.5 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)

1. Celem inwestycji powinno być uzyskanie jak największych oszczędności w zapotrzebowaniu na energię przez budynek.

4. Inwentaryzacja techniczno - budowlana

4a Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku		192/02/2018			
Własność budynku		prywatna	spółdzielcza		Skarb Państwa X
przeznaczenie budynku		mieszkalny	mieszkalno-usługowy		inny X
Osiedle		-			
Adres		85 - 090 Bydgoszcz Al.Powstańców Wielkopolskich 17			
Budynek	wolnostojący	X		w zabudowie szeregowej	
	bliźniak			blok mieszkalny wielorodzinny	
Rok budowy		1960		Rok zasiedlenia	
				1960	
Technologia wykonania budynku		tradycyjna			
1	Powierzchnia zabudowy (m2)	264,50	11	Liczba klatek schodowych	1
2	Kubatura netto budynku (m3)	2 021,30	12	Liczba kondygnacji	3+piwnica
3	Kubatura brutto ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, sztywów wind, otwartych wnęk, loggi i galerii (m3)	2 927,10	13	Wysokość kondygnacji w świetle	2,5/3,0/2,2
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań (m2)	0,00	14	Liczba użytkowników	40
5	Powierzchnia korytarzy (m2)	0,00			
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym (m2)	129,60			
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy (m2)	170,80			
8	Powierzchnia usługowych pomieszczeń ogrzewanych (m2)	436,40			
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku (4+5+6+7+8) (m2)	736,80			
10	Budynek podpiwniczony	tak			



elewacja południowa



elewacja północna



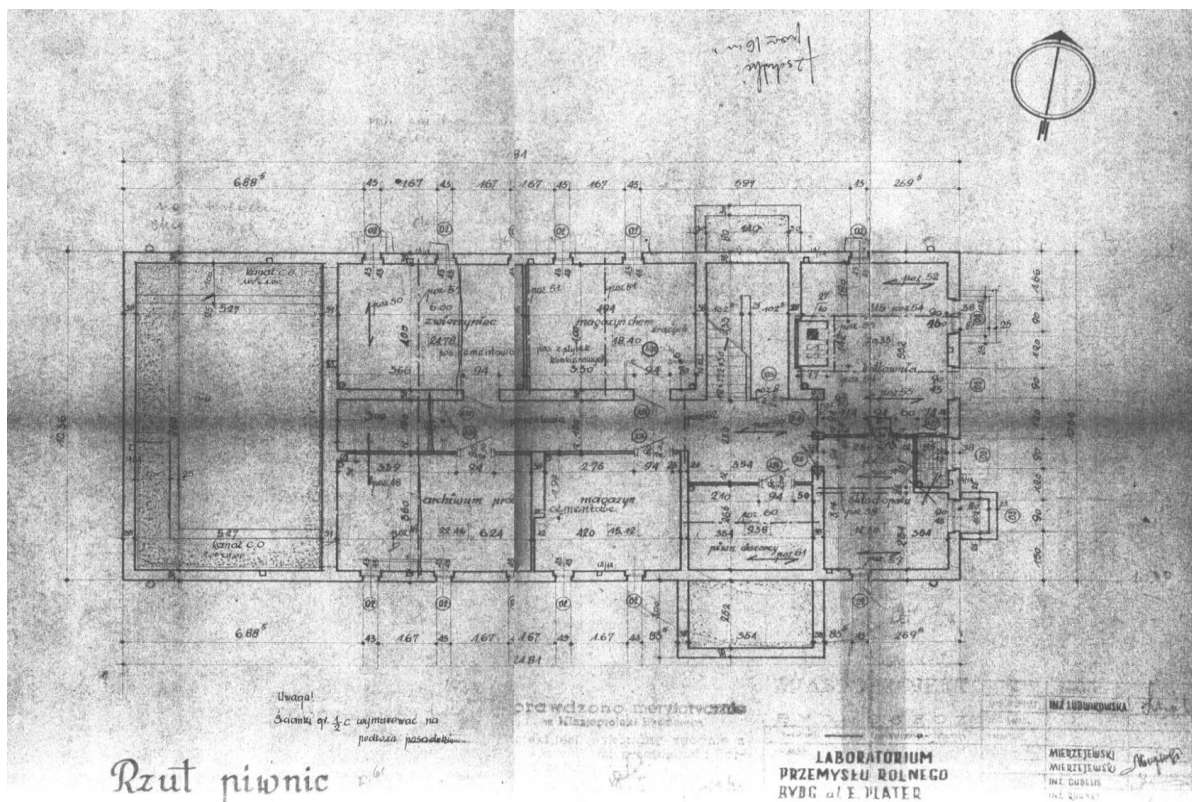
elewacja zachodnia



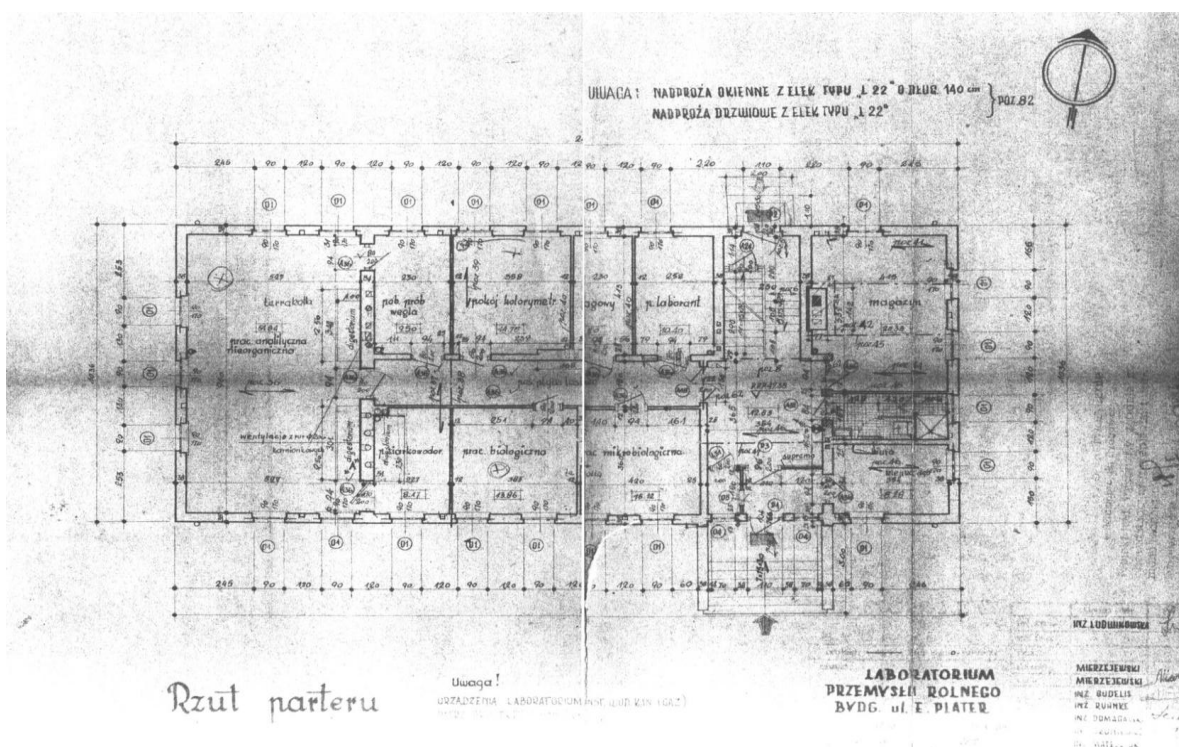
elewacja wschodnia

4b. Szkic budynku

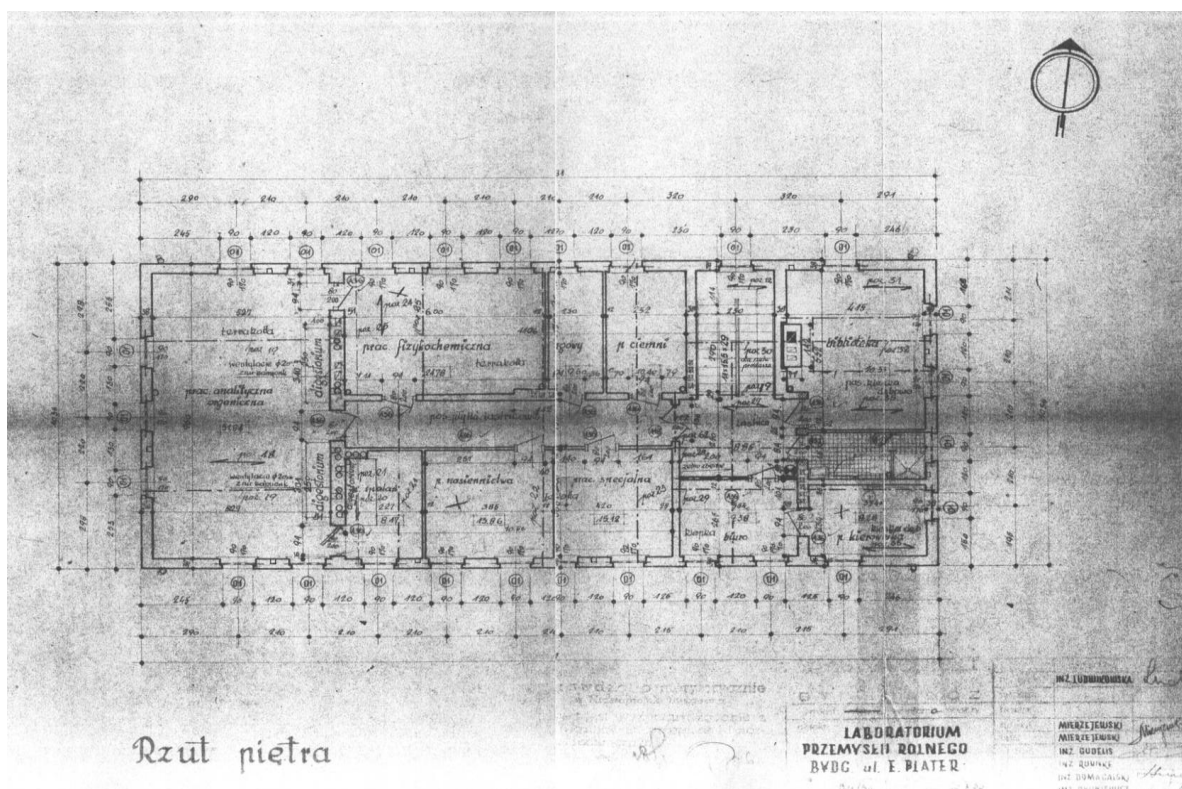
PIWNICA



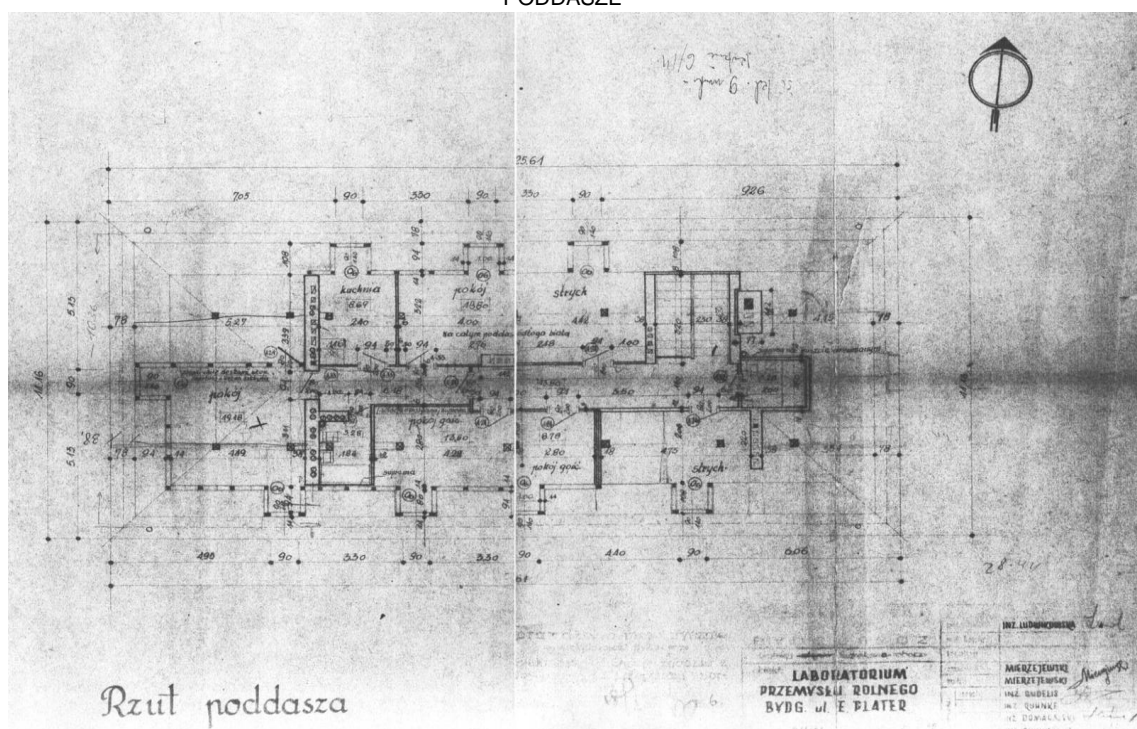
PARTER



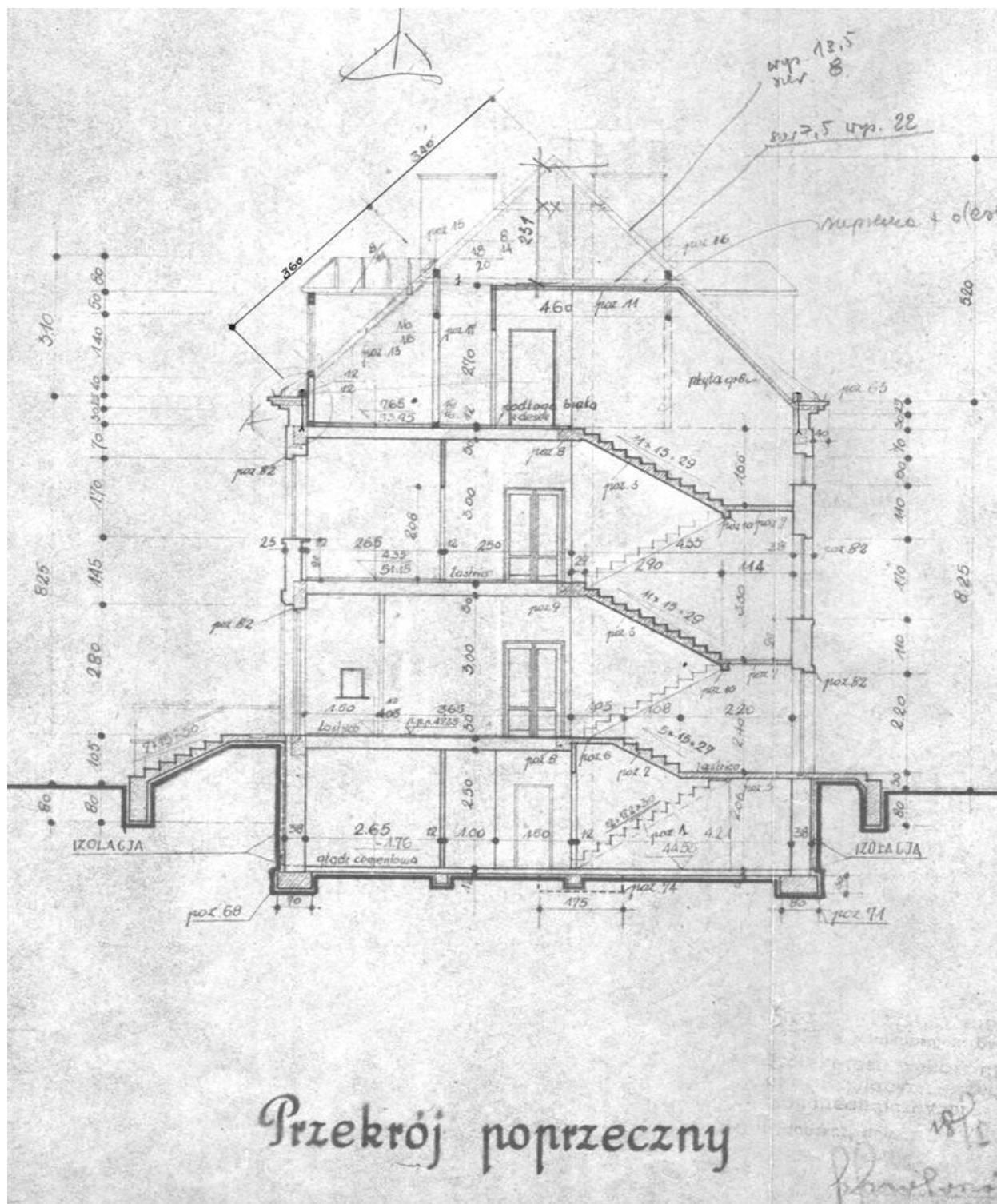
PIĘTRO



PODDASZE



PRZEKRÓJ PIONOWY



4c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

1. Dane ogólne

1. Budynek z lat 60-tych, trzykondygnacyjny, podpiwniczony w 70%. Trzy kondygnacje nadziemne w tym poddasze. Układ ścian nośnych podłużny, Konstrukcja ścian – murowane z cegły pełnej, konstrukcja stropów – Akermana, na klatkach schodowych stropy żelbetowe. Konstrukcja dachu – drewniana, pokryta dachówką. Ławy fundamentowe żelbetowe. Wewnątrz wydzielone pomieszczenia biurowe, laboratoryjne, magazynowe i pomocnicze.

2. Fundamenty

Ławy żelbetowe

3. Ściany zewnętrzne

Murowane z cegły ceramicznej pełnej 38 cm

4. Ściany wewnętrzne

Ściany konstrukcyjne wewnętrzne 38 cm, ściany działowe 24 i 12 cm

5. Stropodach

Dach budynku konstrukcji drewnianej, czterospadowy, kryty dachówką ceramiczną, w części użytkowej deskowanie i ocieplenie z płyt suprema.

6. Podłoga na gruncie.

Podłoga/lastrico na wylewce betonowej, izolacja z papy, płyta żelbetowa na podkładzie z gruzobetonu, podłoga w piwnicy betonowa.

7. Stolarka okienna i drzwiowa

Okna w budynku w większości PCV, szklone zestawami dwuszybowymi, montowane w latach 2003-2004, szacowany współczynnik $U = 1,6$ (W/m²K), w piwnicy część okien drewnianych z szybą zespoloną jednokomorową, szacowany współczynnik $U = 2,0$ (W/m²K). Drzwi zewnętrznej główne w ramach PCV, szklone zestawami dwuszybowymi, szacowany współczynnik $U = 2,0$ (W/m²K).

8. Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana głównie grawitacyjnie.

9. Zasilanie ciepłem

Zasilanie z lokalnej kotłowni gazowej.

10. Ogrzewanie

Instalacja wodna, pompowa, grzejnikowa, grzejniki aluminiowe segmentowe, zasilanie z lokalnej kotłowni gazowej, kocioł gazowy z zamkniętą komorą spalania, na gaz ziemny. Regulacja miejscowa przy pomocy zaworów termoregulacyjnych grzejnikowych.

11. Ciepła woda użytkowa

Z elektrycznych podgrzewaczy pojemnościowych i przepływowych umiejscowionych przy punktach poborów.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

Lp.	Opis	Położenie	Pow. całk. m ²	Pow. do obliczeń strat ciepła (m ²)	U _k W/(m ² K)	Pow. okien (m ²)	U okna W/(m ² K)	Pow. drzwi (m ²)	U drzwi W/(m ² K)
1	szczytowa	W	105,2	95,03	1,404	10,17	1,60		
2	podłużna	N	201,2	171,05	1,404	27,84	1,60	2,31	2,00
3	szczytowa	E	111,2	96,42	1,404	14,78	1,60		
4	podłużna	S	201,2	165,65	1,404	33,24	1,60	2,31	2,00
5	stropodach		117,8	117,80	1,548				
6	dach		184,3	184,30	1,548				
7	podłogi na gruncie		78,8	78,80	0,361				
8	podłoga w piwnicy		185,7	185,70	0,350				

4d Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla co)	q _{moc} (kW)
2	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla co i cwu)	q (kW)
3	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q _H (GJ)
4	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło	E=Q _H /A (kWh/ m ² a)
5	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q _s (GJ)
6	Taryfa opłat	
	opłata stała (moc zamówiona+przesył) miesięcznie	zł/MW
	opłata zmienna (ciepło+przesył) wg licznika	zł/GJ
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Typ instalacji	wodna, pompowa, zasilana z lokalnej kotłowni gazowej
2	Parametry instalacji	70 / 50 ° C
3	Przewody w instalacji	polipropylenowe izolowane
4	Rodzaje grzejników	aluminiowe, segmentowe
5	Oslonięcie grzejników	brak
6	Zawory termostaticzne	tak
7	Sprawności składowe syst. grzewczego	$\eta_g=0,87$ $\eta_d=0,96$ $\eta_e=0,82$ $\eta_s=1,00$
8	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/godzin na dobę	7/24
9	Modernizacja instalacji w latach 1985 -2001	instalacja kotła gazowego, wymiana rur i grzejników.

4f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Rodzaj instalacji	elektryczna, podgrzewacze pojemnościowe i przepływowe
2	Piony i ich izolacja	stalowe,
3	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	tak
4	Zużycie ciepłej wody w m ³ /m-c wg. obliczeń	17,7

4g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	925,3

4h. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

Lokalna kotłownia gazowa, 1 kocioł gazowy z zamkniętą komorą spalania o mocy 59 kW, zestaw pompowy obiegowy co, armatura regulacyjna i zabezpieczająca.



5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku.

5.1 Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest średni. Ściany zewnętrzne i stropodach w złym stanie, wykazują uszkodzenia lub zawilgocenia. Przegrody zewnętrzne nie spełniają obecnych norm, ściany zewnętrzne z uwagi na swoją konstrukcję posiadają wysoki współczynnik przenikalności. Dach nie posiada izolacji cieplnej (za wyjątkiem płyt suprema zdegradowanych) jest w złym stanie technicznym. Konstrukcja budynku sprawia, iż jest on energochłonny. Okna w większości w średnim stanie technicznym, pochodzące sprzed 15 lat, mają wysoki współczynnik przenikalności cieplnej. Drzwi zewnętrzne w średnim stanie technicznym.

5.2 System grzewczy

System grzewczy zasilany z lokalnej kotłowni gazowej, w dobrym stanie technicznym, przewody i grzejniki wymienione na nowe kilka lat wcześniej regulacja miejscowa przy pomocy zaworów przygrzejnikowych brak zaworów regulacyjnych podpionowych, przewody rozprowadzające izolowane. Kotłownia gazowa w złym stanie technicznym, kocioł gazowy uległ zalaniu i uszkodzeniu kilka lat wcześniej, został wyremontowany, ale jego sprawność jest obniżona, wymaga wymiany.

5.3 System zaopatrzenia w cwu

Instalacja rozproszona, elektryczne podgrzewacze wody przy punktach poboru, stan techniczny średni, wysokie koszty eksploatacji.

5.4 Ocena stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	Przegrody zewnętrzne: wartości współczynnika przenikania ciepła U dla ścian są wysokie i generują duże straty ciepła z budynku	Należy docieplić ściany zewnętrzne co najmniej do uzyskania współczynnika przenikania ciepła poniżej 0,20 W/m ² K
2	Dach: wartości współczynnika przenikania ciepła są nieodpowiednie, nie spełniają norm, konstrukcja dachu w złym stanie technicznym	Należy docieplić dach budynku do uzyskania współczynnika U poniżej wartości wymaganej 0,15 W/m ² K, z jednoczesną renowacją więźby dachowej i poszycia.
3	Okna w budynku w większości w złym stanie technicznym, konieczna wymiana, Drzwi zewnętrzne w złym stanie, o wysokich współczynnikach przenikania ciepła, konieczna wymiana	Przewiduje się wymianę wszystkich okien zewnętrznych oraz drzwi zewnętrznych w budynku.
4	Instalacja wentylacji - dobry stan techniczny.	Nie przewiduje się modernizacji instalacji
5	System grzewczy - instalacja w dobrym stanie technicznym, kocioł grzewczy w złym stanie, o niskiej sprawności, konieczna wymiana.	Przewiduje się modernizację instalacji poprzez wymianę kotła grzewczego na kocioł kondensacyjny, montaż zaworów regulacyjnych podpionowych, regulację hydrauliczną instalacji
6	System przygotowania c.w.u. w złym stanie technicznym, wysokie koszty eksploatacji	Przewiduje się wymianę instalacji przygotowania cwu, montaż instalacji scentralizowanej, podłączenie do kotła gazowego dwufunkcyjnego w kotłowni lokalnej

6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego

1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez dach budynku	Docieplenie dach budynku z jednoczesną renowacją więźby dachowej i poszycia dachu.
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne i ściany piwnic budynku	Docieplenie ścian zewnętrznych i ścian piwnicy
3	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna i drzwi zewnętrzne.	Wymiana okien zewnętrznych w budynku na okna o współczynniku U=0,9 W/m ² K, wymiana drzwi zewnętrznych w budynku na drzwi ocieplone o współczynniku U=1,3 W/m ² K.
4	Poprawa sprawności instalacji ogrzewania	Modernizacja instalacji ogrzewania poprzez wymianę kotła grzewczego na kocioł kondensacyjny, montaż zaworów regulacyjnych podpionowych, regulację hydrauliczną instalacji
5	Poprawa sprawności instalacji przygotowania cwu	Wymiana instalacji przygotowania cwu, montaż instalacji scentralizowanej, podłączenie do kotła gazowego dwufunkcyjnego w kotłowni lokalnej
Uwagi:		

7 Ocena opłacalności i wybór usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- a) Oceny opłacalności i wybór optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- b) Oceny opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi
- c) Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego poprawy sprawności systemu grzewczego i cwu

d) Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Lp.	Wyszczególnienie	W stanie istniejącym	Po termomodernizacji	jednostki
1	t_{wo} ściany zewnętrzne	+ 20	+ 20	°C
2	t_{zo} ściany zewnętrzne	- 20	- 20	°C
3	t_{wo} stropodach	+ 20	+ 20	°C
4	t_{zo} stropodach	- 20	- 20	°C
5	t_{wo} podłoga na gruncie	+ 20	+ 20	°C
6	t_{zo} podłoga na gruncie	temp. gruntu	temp. gruntu	°C
7	Sd	3700,7	3700,7	dzieńK/rok
	Oplaty za ciepło na cele grzewcze			
8	Stała	0,00	0,00	zł/MW/m-c
9	Zmienna	51,85	51,85	zł/GJ
10	Abonament	0,00	0,00	zł/m-c
	Oplaty za ciepło na podgrzanie cwu			
11	Stała	0,00	0,00	zł/MW/m-c
12	Zmienna	213,67	51,85	zł/GJ
13	Abonament	0,00	0,00	zł/m-c

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda
	ściany zewnętrzne budynku

Dane:

powierzchnia przegrody przed modernizacją	Ao	528	m ²
powierzchnia przegrody po modernizacji	A1	528	m ²
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu	A1k	550	m ²
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t _{wo}	20	°C
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	t _{zo}	-20	°C

liczba stopniocdni dla przegrody Sd = 3700,7 dzień*K/rok

Opłaty: stała zmienna abonament

co	O _{mo}	0	zł/MW/m-c	O _{zo}	51,85	zł/GJ	A _{bo}	0	zł/m-c
	O _{m1}	0	zł/MW/m-c	O _{z1}	51,85	zł/GJ	A _{b1}	0	zł/m-c

Opis wariantów usprawnienia:

Przewiduje się docieplenie ścian metodą bezspoinową z użyciem materiału termoizolacyjnego o współczynniku przewodzenia ciepła:

$$\lambda = 0,031 \text{ (W/m K)}$$

Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej, wybierany jest wariant spełniający warunek granicznego oporu cieplnego i minimalnego SPBT

Lp.	Opis	jedm.miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g=	m		0,12	0,13	0,14	0,15
2	U _{co} , U _{c1}	W/(m ² K)	1,404	0,218	0,204	0,191	0,180
3	Q _{ou} , Q _{tu} = 8,64 * 10 ⁻⁵ Sd * A * U _c	GJ/a	237,03	36,84	34,41	32,29	30,41
4	q _{ou} , q _{tu} = 10 ⁻⁶ * A * (t _{wo} - t _{zo}) * U _c	MW	0,0297	0,0046	0,0043	0,0040	0,0038
5	Roczne oszczędności kosztów: ΔQ = Q _{ou} * O _{zo} + 12(q _{ou} * O _{mo} + A _{bo}) - Q _{tu} * O _{z1} - 12(q _{tu} * O _{m1} + A _{b1})	zł/a		10 379,98	10 505,56	10 615,65	10 712,94
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²					
7	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł					
8	SPBT = Nu/ΔQ						

kalkulacja:	1	2	3	4
	zł/m ²	zł/m ²	zł/m ²	zł/m ²
materiał ocieplający				
robocizna				
sprzęt				
pozostałe materiały				
razem				

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² na podstawie średnich cen rynkowych z IV kwartału 2017. Cena jednostkowa obejmuje przygotowanie/czyszczenie powierzchni ścian przed montażem nowego ocieplenia. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni zawierającej obróbkę węgarów, ocieplenie ścian przyziemia.

przyjęto wariant 3 z uwagi na konieczność osiągnięcia granicznej wartości przenikalności cieplnej ściany < 0,20 W/m² K

Wybrany wariant:	3	Koszt:	SPBT:
------------------	----------	--------	-------

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda
	ściana piwnicy w gruncie

Dane:

powierzchnia przegrody przed modernizacją	Ao	122,5	m ²
powierzchnia przegrody po modernizacji	A1	122,5	m ²
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu	A1k	100,0	m ²
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t _{wo}	12	°C
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	t _{zo}	6,1	°C

liczba stopniogdn dla przegrody Sd = 1816 dzień*K/rok

Opłaty: stała zmienna abonament

co	O _{mo}	0	zł/MW/m-c	O _{zo}	51,85	zł/GJ	A _{bo}	0	zł/m-c
	O _{m1}	0	zł/MW/m-c	O _{z1}	51,85	zł/GJ	A _{b1}	0	zł/m-c

Opis wariantów usprawnienia:

Przewiduje się docieplenie i izolację przeciwwodną ścian z użyciem materiału termoizolacyjnego o współczynniku przewodzenia ciepła:

$$\lambda = 0,035 \text{ (W/m K)}$$

Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej, wybierany jest wariant spełniający warunek granicznego oporu cieplnego i minimalnego SPBT

Lp.	Opis	jedm.miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g=	m		0,10	0,11	0,12	0,13
2	U _{co} , U _{c1}	W/(m ² K)	0,488	0,204	0,193	0,183	0,174
3	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64 * 10 ⁻⁵ Sd * A * U _c	GJ/a	9,38	3,92	3,70	3,51	3,33
4	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ * A * (t _{wo} - t _{zo}) * U _c	MW	0,0004	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
5	12(q _{0u} * O _{mo} + A _{bo}) - Q _{1u} * O _{z1} - 12(q _{1u} * O _{m1} + A _{b1})	zł/a		283,21	294,39	304,40	313,42
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²					
7	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł					
8	SPBT = Nu/ΔQ						

kalkulacja:	1	2	3	4
	zł/m ²	zł/m ²	zł/m ²	zł/m ²
materiał ocieplający				
robocizna				
sprzęt				
pozostałe materiały				
razem				

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² na podstawie średnich cen rynkowych w regionie z IV kwartału 2017. Cena jednostkowa obejmuje odkrycie powierzchni ścian w gruncie, osuszenie i izolację przeciwwodną, przed montażem nowego ocieplenia. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni ocieplanej.

Wybrany wariant:	3	Koszt:	SPBT:
------------------	----------	--------	-------

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda
	Dach i strop pod strychem nieużytkowym

Dane:

powierzchnia przegrody przed modernizacją	Ao	311,0	m ²
powierzchnia przegrody po modernizacji	A1	311,0	m ²
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t _{wo}	20	°C
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	t _{zo}	-20	°C

liczba stopniocdni dla przegrody Sd = 3700,7 dzień*K/rok

Opłaty: stała zmienna abonament

co	O _{mo}	0	zł/MW/m-c	O _{zo}	51,85	zł/GJ	Abo	0	zł/m-c
	O _{m1}	0	zł/MW/m-c	O _{z1}	51,85	zł/GJ	Ab1	0	zł/m-c

Opis wariantów usprawnienia:

Przewiduje się ocieplenie stropodachu z użyciem materiału termoizolacyjnego o współczynniku przewodzenia ciepła:

$$\lambda = 0,032 \text{ (W/m K)}$$

Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej, wybierany jest wariant spełniający warunek granicznego oporu cieplnego i minimalnego SPBT

Lp.	Opis	jedm.miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g=	m		0,18	0,19	0,20	0,21
2	Zwiększenie oporu cieplnego	(m ² K)/W		5,625	5,938	6,250	6,563
3	U _o , U ₁	W/(m ² K)	1,548	0,159	0,152	0,145	0,139
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64 * 10 ⁻⁵ Sd * A * U _c	GJ/a	153,93	15,86	15,10	14,42	13,79
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ Sd * A * (t _{wo} - t _{zo}) * U _c	MW	0,0193	0,0020	0,0019	0,0018	0,0017
6	Roczne oszczędności kosztów: ΔQ = Q _{0u} * O _{zo} + 12(q _{0u} * O _{mo} + A _{bo}) - Q _{1u} * O _{z1} - 12(q _{1u} * O _{m1} + A _{b1})	zł/a		7 159,19	7 198,22	7 233,71	7 266,12
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²					
8	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł					
9	SPBT = Nu/ΔQ						

kalkulacja:	1	2	3	4
	zł/m ²	zł/m ²	zł/m ²	zł/m ²
materiał ocieplający				
robocizna				
sprzęt				
pozostałe materiały				
razem				

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² na podstawie średnich cen rynkowych z IV kwartału 2017. Koszt usprawnienia zawiera renowację/naprawę więźby dachowej oraz wymianę poszycia dachu na nowe, stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni dachu.

przyjęto wariant 3 z uwagi na konieczność osiągnięcia granicznej wartości przenikalności cieplnej stropu < 0,15 W/m² K

Wybrany wariant:	3	Koszt:	SPBT:
------------------	----------	--------	-------

Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien/drzwi oraz poprawie systemu wentylacji	Przedsięwzięcie	
	Okna zewnętrzne do wymiany	

Dane:

powierzchnia okien w stanie istniejącym	Aok	86,0	m ²
powierzchnia okien po termomodernizacji	A1k	86,0	m ²
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	two	20	°C
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	tzo	-20	°C
nominalny strumień pow. wentylacyjnego w stanie istniejącym	Vnom-o	925,3	m ³ /h
nominalny strumień pow. wentylacyjnego po modernizacji	Vnom-1	925,3	m ³ /h
liczba stopniodni dla przegrody	Sd =	3700,7	dzień*K/rok
stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru	Cw=	1,0	-

Opłaty:	stała	zmienna	abonament
co	Omo	Ozo	Abo
	Om1	Oz1	Ab1
	0	51,85	0
	0	51,85	0
	zł/MW/m-c	zł/GJ	zł/m-c
	zł/MW/m-c	zł/GJ	zł/m-c

Opis wariantów usprawnienia:

Przewiduje się wymianę wszystkich okien zewnętrznych w budynku na okna w ramach PCV, szklone zestawami trzyszybowymi. Rozpatruje się dwa warianty:

Wariant1: Wymiana na okna o $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

Wariant 2: Wymiana na okna o $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$

Lp.	Opis	jedm.miary	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynniki przenikania drzwi U_o, U_1	W/(m ² K)	1,6	1,1	0,9
2	Ct	-	1,3	1,0	0,9
	Cm	-	1,5	1,1	1,0
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot Aok \cdot U$	GJ/a	44,00	30,25	24,75
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot Ct \cdot Cw \cdot Vnom \cdot Sd$	GJ/a	130,88	100,67	85,57
5	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz3} + \text{poz4}$	GJ/a	174,87	130,92	110,32
6	$10^{-6} \cdot Aok \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,0055	0,0038	0,0031
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,0189	0,0138	0,0126
8	$q_{0u}, q_{1u} = \text{poz6} + \text{poz7}$	MW	0,0244	0,0176	0,0157
9	Roczne oszczędności $\Delta Q_{ok} + \Delta Q_w$	zł		2 278,85	3 346,99
10	Koszt wymiany okien Nok	zł			
11	Koszt zmniejszenia pow. okien Nz	zł			
12	Koszt modernizacji wentylacji Nw	zł			
13	Koszt łączny	zł			
14	SPBT=(Nok+Nw)/ ($\Delta Q_{ok} + \Delta Q_w$)	lata			

Wariant 1: Wymiana na okna o $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Koszt wymiany okien: 86 x zł

Wariant 2: Wymiana na okna o $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Koszt wymiany okien: 86 x zł

Przyjęto ceny jednostkowe 1 m² okien na podstawie średnich cen rynkowych z IV kwartału 2017. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni wymienianych okien.

Wybrany wariant:	2	Koszt:	SPBT:
------------------	---	--------	-------

Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien/drzwi oraz poprawie systemu wentylacji	Przedsięwzięcie
	Drzwi zewnętrzne do budynku

Dane:

powierzchnia okien/drzwi w stanie istniejącym	Aok	4,6	m ²
powierzchnia okien/drzwi po termomodernizacji	A1k	4,6	m ²
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	two	20	°C
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	tzo	-20	°C
nominalny strumień pow. wentylacyjnego w stanie istniejącym	Vnom-o	925,3	m ³ /h
nominalny strumień pow. wentylacyjnego po modernizacji	Vnom-1	925,3	m ³ /h
liczba stopniodni dla przegrody	Sd =	3700,7	dzień*K/rok
stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru	Cw=	1,0	-

Opłaty:	stała	zmienna	abonament
co	Omo	Ozo	Abo
	O1	Oz1	Ab1
	0	51,85	0
	0	51,85	0
	zł/MW/m-c	zł/GJ	zł/m-c
	zł/MW/m-c	zł/GJ	zł/m-c

Opis wariantów usprawnienia:

Przewiduje się wymianę wszystkich drzwi zewnętrznych w budynku, na drzwi w ramach aluminiowych, szklone zestawami trzyszybowymi. Rozpatruje się dwa warianty:

Wariant1: Wymiana na drzwi o U = 1,5 W/m2K

Wariant 2: Wymiana na drzwi o U = 1,3 W/m2K

Lp.	Opis	jedn.miar	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynniki przenikania drzwi Uo,U1	W/(m2 K)	2,0	1,5	1,3
	Ct	-	1,3	1,1	1,0
2	Współczynniki korekcyjne Cm	-	1,5	1,2	1,0
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot Aok \cdot U$	GJ/a	2,95	2,22	1,92
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot Ct \cdot Cw \cdot Vnom \cdot Sd$	GJ/a	130,88	110,74	100,67
5	Q0u,Q1u= poz3 + poz4	GJ/a	133,83	112,96	102,59
6	$10^{-6} \cdot Aok \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,0004	0,0003	0,0002
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,0189	0,0151	0,0126
8	q0u,q1u= poz6+poz7	MW	0,0192	0,0154	0,0128
9	Roczne oszczędności ΔQok + ΔQ w	zł		1 082,28	1 619,59
10	Koszt wymiany drzwi Nok	zł			
11	Koszt zmniejszenia pow. okien Nz	zł			
12	Koszt modernizacji wentylacji Nw	zł			
13	Koszt łączny	zł			
14	SPBT=(Nok+Nw)/ (ΔQok + ΔQ w)	lata			

Wariant 1: Wymiana na drzwi o U = 1,5 W/m2K
 Koszt wymiany drzwi: 4,62 x zł

Wariant 2: Wymiana na drzwi o U = 1,3 W/m2K
 Koszt wymiany drzwi: 4,62 x zł

Przyjęto ceny jednostkowe 1 m2 drzwi na podstawie średnich cen rynkowych z IV kwartału 2017. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni wymienianych drzwi.

Wybrany wariant:	2	Koszt:	SPBT:
------------------	----------	--------	-------

Ocena opłacalności i wybór wariantu poprawiającego sprawność cieplną systemu c.o.

Dane dla stanu istniejącego:

sprawność całkowita systemu	η_o	0,685 -
Zapotrzebowanie na moc cieplną	Q_{co}	80,95 kW
Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło	Q_{co}	523,86 GJ/a
Przerwy dobowe	w_{do}	1,0 -
Przerwy tygodniowe	w_{to}	1,0 -

Oplaty:	stała		zmienne		abonament	
co	O _{mo}	0 zł/MW	O _{zo}	51,85 zł/GJ	Abo	0 zł/m-c
	O _{m1}	0 zł/MW	O _{z1}	51,85 zł/GJ	Ab1	0 zł/m-c

Opis wariantów usprawnienia:

Rozpatruje się 2 warianty usprawnienia termomodernizacyjnego:

W1	montaż zaworów regulacyjnych podpionowych, regulacja hydrauliczna instalacji.
W2	wymiana kotła grzewczego na nowy, kondensacyjny kocioł dwufunkcyjny z automatycznym sterowaniem, montaż zaworów regulacyjnych podpionowych, regulacja hydrauliczna instalacji.

		Sprawności instalacji		
		Stan przed termomodernizacją	Wariant	
			1	2
wytwarzanie ciepła	$\eta_{H,g} =$	0,87	0,87	0,92
przesyłanie ciepła	$\eta_{H,d} =$	0,96	0,96	0,96
regulacja i wykorzystanie ciepła	$\eta_{H,e} =$	0,82	0,88	0,88
akumulacja ciepła	$\eta_{H,s} =$	1,00	1,00	1,00
sprawność całkowita systemu	$\eta_{H,tot} =$	0,685	0,735	0,777
przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00	1,00	0,85
przerwy na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$	1,00	1,00	0,98
Lp.	Opis	jedn.miary	Stan istniejący	Warianty
			1	2
1	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło po termomodernizacji Q_{1co}	GJ/a	523,86	523,86
2	Zapotrzebowanie na moc cieplną po termomodernizacji q_{1co}	kW	80,95	80,95
3	$A_o = W_{to} \cdot W_{do} \cdot Q_{oco} \cdot O_{zo} / \eta_o$	zł/a	39 660,63	
4	$A_1 = W_{t1} \cdot W_{d1} \cdot Q_{1co} \cdot O_{z1} / \eta_1$	zł/a	36 956,50	29 111,68
5	$B_o = 12 \cdot (q_{oco} \cdot O_{mo} + A_{bo})$	zł/a	0,00	
6	$B_1 = 12 \cdot (q_{1co} \cdot O_{m1} + A_{b1})$	zł/a	0,00	0,00
7	Roczne koszty energii w stanie istniejącym $O_{oco} = A_o + B_o$	zł/a	39 660,63	
8	Roczne koszty energii po termomodernizacji $O_{1co} = A_1 + B_1$	zł/a	36 956,50	29 111,68
9	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{co}	zł	2 704,13	10 548,95
10	Koszt realizacji usprawnienia Nu			
11	SPBT = Nu/ ΔQ	lata		

 Podstawa przyjętych wartości N_u

Wycenę wariantu usprawnienia wykonano na podstawie przykładowych ofert dostawców i średnich cen w regionie w IV kwartale 2017.

W1	=	zł
W2		zł

Wybrany wariant:	2	Koszt:	SPBT:
------------------	----------	--------	-------

Ocena opłacalności przedsięwzięcia prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej

Dane dla stanu istniejącego:

sprawność całkowita systemu cwu.	η_w	0,576 -
Zapotrzebowanie na moc ciepłą przed modernizacją	Q_{ocw}	11,28 kW
Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do cwu	Q_{ocw}	28,40 GJ/a
Średnie miesięczne zapotrzebowanie na c.w.u.	V_{sr}	17,7 m ³ /m-c

Oplaty:	stała	zmienna	abonament
cwu	O _{mo}	O _{zo}	A _{bo}
	O _{m1}	O _{z1}	A _{b1}
	0,00 zł/MW	213,67 zł/GJ	0,00 zł/m-c
	0,00 zł/MW	51,85 zł/GJ	0,00 zł/m-c

W1 - modernizacja instalacji przygotowania ciepłej wody: podłączenie do lokalnej kotłowni gazowej, rozprowadzenie instalacji do odbiorów w budynku.

$$\eta_1 = \eta_{wg} * \eta_{ws} * \eta_{wd} * \eta_{we} = 0,88 * 0,7 * 1,0 * 1,0 = 0,616$$

Lp.	Opis	jedn.miar	Stan istniejący	Po moderniz
1	Roczne obliczeniowe ciepło Q_{cw}	GJ/a	28,40	28,40
2	Zapotrzebowanie na moc ciepłą q_{cw}	kW	11,28	10,55
3	koszt zmiegnny $z_o / \eta_w * A$	zł/a	10 533,63	2 390,15
4	koszty stałe $B = 12 * (q_{cw} * O_{mo} + A_{bo})$	zł/a	0,00	0,00
5	Roczne koszty energii $O_{cw} = A + B$	zł/a	10 533,63	2 390,15
9	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{co}	zł		8 143,48
10	Koszt realizacji usprawnienia N_u			
11	SPBT = $N_u / \Delta Q$	lata		

 Podstawa przyjętych wartości N_u

Wycenę wariantu usprawnienia wykonano na podstawie średnich cen rynkowych w regionie w IV kwartale 2017

Podłączenie do lokalnej kotłowni gazowej, rozprowadzenie instalacji do odbiorów w budynku.

=

Wybrany	w€	1	Koszt:	SPBT:
---------	----	---	--------	-------

Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia	Planowany koszt robót (zł)	SPBT (lata)
1	Wymiana wszystkich drzwi zewnętrznych na drzwi w ramach Al, szklone zestawami trzyszybowymi, o współczynniku $U=1,3$		
2	Modernizacja instalacji przygotowania ciepłej wody: podłączenie do lokalnej kotłowni gazowej, rozprowadzenie instalacji do odbiorów w budynku.		
3	Docieplenie ścian zewnętrznych budynku materiałem termoizolacyjnym ($\lambda=0,031$) warstwą o grubości min 14 cm		
4	Modernizacja instalacji ogrzewania poprzez wymianę kotła grzewczego na kocioł kondensacyjny, montaż zaworów regulacyjnych podpiwnowych, regulację hydrauliczną instalacji		
5	Docieplenie dachu i stropu pod nieużytkowym poddaszem materiałem termoizolacyjnym ($\lambda=0,032$) warstwą o grubości min 20 cm, z jednoczesną renowacją więźby dachowej i wymianą poszycia.		
6	Wymiana wszystkich okien zewnętrznych na okna w ramach PCV, szklone zestawami trzyszybowymi, o współczynniku $U=0,9$		
7	Docieplenie ścian piwnicy w gruncie warstwą materiału termoizolacyjnego ($\lambda=0,035$) o grubości minimum 12 cm, z jednoczesnym osuszeniem i wykonaniem izolacji przeciwwodnej.		
Razem	variant maksymalny		

Rozpatruje się następujące warianty przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Zakres	Numer wariantu						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Wymiana drzwi zewnętrznych	X	X	X	X	X	X	X
2	Modernizacja inst. cwu	X	X	X	X	X	X	
3	Docieplenie ścian zewn.	X	X	X	X	X		
4	Modernizacja ogrzewania	X	X	X	X			
5	Docieplenie dachu	X	X	X				
6	Wymiana okien	X	X					
7	Docieplenie ścian piwnicy	X						

Lp.	Zakres	Numer wariantu						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Wymiana drzwi zewnętrznych							
2	Modernizacja inst. cwu							
3	Docieplenie ścian zewn.							
4	Modernizacja ogrzewania							
5	Docieplenie dachu							
6	Wymiana okien							
7	Docieplenie ścian piwnicy							
Koszt sumaryczny wariantu =								

Obliczenie oszczędności kosztów dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Oplaty:	stała		zmienna		abonament	
co	O _{mo}	0	zł/MW/m-c	O _{zo}	51,85	zł/GJ
	O _{m1}	0	zł/MW/m-c	O _{z1}	51,85	zł/GJ
cwu	O _{mo}	0	zł/MW/m-c	O _{zo}	213,67	zł/GJ
	O _{m1}	0	zł/MW/m-c	O _{z1}	51,85	zł/GJ
	A _{bo}	0	zł/m-c	A _{b1}	0	zł/m-c

wariantu	Q _{oco}	GJ	q _{oco}	η _o	Q _{ocw}	q _{ocw}	O _{or}
stan obecny	523,86		80,95	0,685	49,30	11,28	50 194
				1,00			
				1,00			

Nr wariantu	Q _{1co}	GJ	q _{1co}	η ₁	Q _{1cw}	q _{1cw}	O _{1r}	ΔOr	N
			kW	Wt1 Wd1	GJ	kW	zł	zł	zł
1	54,28		22,77	0,777	46,10	10,55			
				0,85 0,98					
2	63,90		24,30	0,777	46,10	10,55			
				0,85 0,98					
3	152,58		37,59	0,777	46,10	10,55			
				0,85 0,98					
4	292,14		53,18	0,777	46,10	10,55			
				0,85 0,98					
5	292,14		53,18	0,685	46,10	10,55			
				1,00 1,00					
6	523,47		80,82	0,685	46,10	10,55			
				1,00 1,00					
7	523,47		80,82	0,685	49,30	11,28			
				1,00 1,00					

Obliczenie zmniejszenia emisji CO₂ w wyniku przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Nr wariantu	Roczne zapotrzebowanie na ciepło końcowe dla ogrzewania i wentylacji Q _{KH} [GJ/rok]	Roczne zapotrzebowanie na ciepło końcowe dla podgrzewu cwu Q _{KW} [GJ/rok]	Q _{KH} + Q _{KW} [GJ/rok]	emisja CO ₂ [ton CO ₂ /rok]	zmniejszenie emisji CO ₂ [ton/rok]	zmniejszenie emisji CO ₂ [%]
0	764,91	49,30	814,21	45,68		
1	58,18	46,10	104,27	5,85	39,83	87,19%

Do obliczeń przyjęto wskaźniki emisji dla paliw wg wytycznych "Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2018"

Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	zmniejszenie emisji CO ₂ [ton/rok]
	[zł]	[zł/rok]	[%]	[ton/rok]
1	2	3	4	5
1		44 788	87,19%	39,83
2		44 253	85,93%	39,25
3		39 325	74,25%	33,92
4		31 569	55,88%	25,53
5		25 687	41,95%	19,16
6		8 173	0,46%	0,21
7		8 007	0,07%	0,03

Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny jako optymalny wybrano **wariant 1** przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, na który składają się następujące usprawnienia:

- 1 Wymiana drzwi zewnętrznych
- 2 Modernizacja inst. cwu
- 3 Docieplenie ścian zewn.
- 4 Modernizacja ogrzewania
- 5 Docieplenie dachu
- 6 Wymiana okien
- 7 Docieplenie ścian piwnicy

w wyniku modernizacji:

1. Oszczędność zapotrzebowania na energię wyniesie: 87,2%
2. Efekt ekologiczny w postaci zmniejszenia emisji CO₂ wyniesie: 87,2%

Opis wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, wybranego do realizacji

- Opis robót

	koszt	powierzchnia
Wymiana wszystkich drzwi zewnętrznych na drzwi w ramach Al, szklone zestawami trzyszybowymi, o współczynniku U=1,3	zł	4,6 m ²
Modernizacja instalacji przygotowania ciepłej wody: podłączenie do lokalnej kotłowni gazowej, rozprowadzenie instalacji do odbiorów w budynku.	zł	-
Docieplenie ścian zewnętrznych budynku materiałem termoizolacyjnym ($\lambda=0,031$) warstwą o grubości min 14 cm	zł	550,0 m ²
Modernizacja instalacji ogrzewania poprzez wymianę kotła grzewczego na kocioł kondensacyjny, montaż zaworów regulacyjnych podpionowych, regulację hydrauliczną instalacji	zł	-
Docieplenie dachu i stropu pod nieużytkowym poddaszem materiałem termoizolacyjnym ($\lambda=0,032$) warstwą o grubości min 20 cm, z jednoczesną renowacją więźby dachowej i wymianą poszycia.	zł	311,0 m ²
Wymiana wszystkich okien zewnętrznych na okna w ramach PCV, szklone zestawami trzyszybowymi, o współczynniku U=0,9	zł	86,0 m ²
Docieplenie ścian piwnicy w gruncie warstwą materiału termoizolacyjnego ($\lambda=0,035$) o grubości minimum 12 cm, z jednoczesnym osuszeniem i wykonaniem izolacji przeciwwodnej.	zł	100,0 m ²
Razem koszty	zł	
1. Kalkulowany koszt robót	zł	
2. Obliczona roczna oszczędność kosztów energii	44 788	zł
3. Czas zwrotu nakładów SPBT		lat

Załączniki - Obliczenia ciepłne

podstawowe normy i dokumenty:

- PN-EN ISO 13790 - "Ciepłne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania."
- PN-EN ISO 12831 - "Instalacje ogrzewcze w budynkach - metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego."
- rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dn. 27 lutego 2015 "w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej." (Dz.U. 2015 poz.376)

1. Obliczenia systemu c.w.u.
Obliczenie zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Charakterystyka systemu c.w.u.	jednostka	budynek	
		stan istniejący	po modernizacji
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi} =	[dm ³ /(m ²)*doba]	0,80	0,80
Jednostka odniesienia - A_f =	m ²	736,8	736,8
Temp. ciepłej wody w podgrzewaczu Θ_{CW} =	[°C]	55	55
Temp. wody zimnej Θ_{ZW} =	[°C]	10	10
Czas użytkowania t_{uz} , K_R =	doba / rok	255,5	255,5
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} = V_{wi} \cdot A_f \cdot 4,19 \cdot (\Theta_{CW} - 10) \cdot K_R \cdot t_{uz} / (3600)$	kWh / rok	7 887,78	7 887,78
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}$ =	GJ/rok	28,40	28,40
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,96	0,88
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	1,00	0,70
sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$	-	0,60	1,00
sprawność sezonowego wykorzystania $\eta_{w,e}$	-	1,00	1,00
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,576	0,616
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	kWh / rok	13 694,05	12 804,83
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/rok	49,30	46,10

Obliczenie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Średnie godzinowe zapotrzebowanie na cwu $V_{hgr} = (A_f \cdot V_{wi}) / (18 \cdot 1000)$	m ³ /h	0,033	0,033
Współczynnik godzinowej nierównomierności rozbiór $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	3,79	3,79
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = 4,19 \cdot 1000 \cdot (\Theta_{CW} - \Theta_{ZW}) / \eta_{w,tot} / 10^6$	GJ/m ³	0,327	0,306
Maksymalna moc na potrzeby cwu q_{cwu}^{max} =	kW	11,28	10,55
Średnia moc na potrzeby cwu q_{cwu}^{sr} =	kW	2,98	2,78

2. Określenie sprawności składowych systemów grzewczych - stan obecny

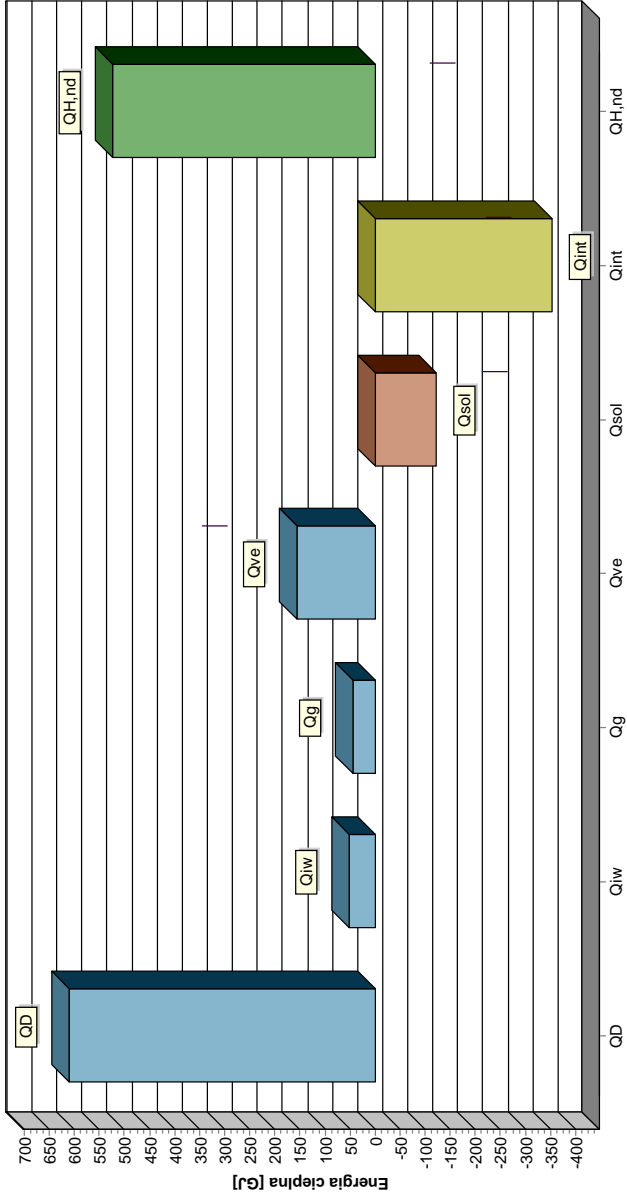
CO	gaz ziemny			
sprawność wytwarzania	$\eta_{H,g}$ =	0,87	Kocioł gazowy z zamkniętą komorą spalania	
sprawność dystrybucji	$\eta_{H,d}$ =	0,96	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku, z zaizolowanymi przewodami, armatura i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej	
sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{H,e}$ =	0,82	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji miejscowej	
sprawność akumulacji	$\eta_{H,s}$ =	1,00	Brak zasobnika buforowego	
sprawność całkowita	$\eta_{H,tot}$=	0,685		

CWU	energia elektryczna			
sprawność wytwarzania	$\eta_{W,g}$ =	0,96	Elektryczne podgrzewacze pojemnościowe	
sprawność dystrybucji	$\eta_{W,d}$ =	1,00	Podgrzew wody bezpośrednio przy punktach poboru	
sprawność akumulacji	$\eta_{W,s}$ =	0,60	Zasobnik wyprodukowany przed 1995	
sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{W,e}$ =	1,00		
sprawność całkowita	$\eta_{W,tot}$=	0,576		










Podstawowe informacje:	
Nazwa projektu:	Audyty energetyczny budynku
	Instytutu BPRS w Bydgoszczy - stan obecny
Miejscowość:	85-090 Bydgoszcz
Adres:	Al. Powstańców Wielkopolskich 17
Projektant:	Sławomir Stefaniak
Normy:	
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790
Dane klimatyczne:	
Strefa klimatyczna:	STREFA II
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-18 °C
Średnia roczna temperatura wewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,9 °C
Stacja meteorologiczna:	Bydgoszcz
Grunt:	
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir
Pojemność cieplna:	2,000 MJ/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167 m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0 W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:	
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	736,8 m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	2021,3 m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	69340 W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	11606 W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	80946 W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0 W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	80946 W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:	
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	109,9 W/m ²

Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:			
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	212,2	m^3/h	
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:		m^3/h	
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m^3/h	
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m^3/h	
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m^3/h	
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m^3/h	
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,5		
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	925,3	m^3/h	
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-18,0	$^{\circ}C$	
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790			
Stacja meteorologiczna:	Bydgoszcz		
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	1279,0	m^3/h	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	523,86	GJ/rok	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	145516	kWh/rok	
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	737	m^2	
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	2021,3	m^3	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	711,0	MJ/($m^2 \cdot rok$)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	197,5	kWh/($m^2 \cdot rok$)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	259,2	MJ/($m^3 \cdot rok$)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	72,0	kWh/($m^3 \cdot rok$)	
Domyślne dane do obliczeń:			
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne		
Stopień szczelności obudowy budynku:	Średni		
Krotność wymiany powietrza wewn. n_{50} :	3,5	1/h	
Klasa ostłonięcia budynku:	Średnie ostłonięcie		















Bilans energii cieplnej - W sezonie







Bil	Miesiąc	L _{d,m}	T _{em,m}	Q _D	Q _{iw}	Q _g	Q _{ve}	η _{H,gn}	Q _{sol}	Q _{int}	Q _{H,nd}	H _{tr,adj}	H _{ve,adj}	τ _H	a _H	γ _{H,m}	γ _{H,lim}	f _{H,m}	L _{H,m}
■	Styczeń	31	-0,7	90,23	7,35	5,09	22,75	0,949	3,83	30,00	93,31	1913,8	437,85	23	2,51	0,270	1,399	1,000	744
■	Luty	28	-0,0	78,66	6,41	4,83	21,93	0,945	5,05	27,09	81,47	1923,4	437,85	23	2,50	0,287	1,400	1,000	672
■	Marzec	31	0,0	87,09	7,10	5,09	21,93	0,932	9,84	30,00	84,06	1918,3	437,85	23	2,51	0,329	1,399	1,000	744
■	Kwiecień	30	6,6	55,62	4,60	4,24	14,19	0,823	13,35	29,03	43,77	1978,5	437,85	22	2,47	0,539	1,405	1,000	720
■	Maj	31	14,2	23,88	2,06	3,83	5,70	0,542	17,60	30,00	9,66	1615,1	366,76	27	2,79	1,342	1,358	0,653	486
■	Czerwiec	30	14,5	21,92	1,89	2,86	5,40	0,520	17,41	29,03	7,92	1586,2	366,76	27	2,82	1,448	1,355	0,000	0
■	Lipiec	31	17,3	10,80	0,96	2,82	2,65	0,333	16,71	30,00	1,69	1679,3	366,76	26	2,73	2,710	1,366	0,000	0
■	Sierpień	31	16,4	14,62	1,28	2,39	3,54	0,412	15,02	30,00	3,28	1613,6	366,76	27	2,79	2,063	1,358	0,000	0
■	Wrzesień	30	11,0	36,51	3,09	1,68	9,03	0,696	11,14	29,03	22,35	2195,7	437,85	20	2,35	0,798	1,426	0,997	718
■	Październik	31	8,1	50,74	4,22	2,45	12,43	0,808	6,51	30,00	40,36	1949,8	437,85	22	2,49	0,523	1,402	1,000	744
■	Listopad	30	5,2	61,70	5,08	3,31	15,83	0,878	3,86	29,03	57,04	1926,5	437,85	23	2,50	0,383	1,400	1,000	720
■	Grudzień	31	1,9	78,56	6,43	4,38	19,70	0,927	2,49	30,00	78,95	1917,5	437,85	23	2,51	0,298	1,399	1,000	744
	W sezonie	365	7,9	610,32	50,48	42,96	155,10	0,704	122,82	353,18	523,86	2029,8	459,06	21	2,43		1,412		6291

Symbol	Opis	d	U	Φ_T	A	A _{Gl}	Q _T	Q _{sol}	Q _{proc}
		m	W/m²·K	W	m²	m²	GJ/rok	GJ/rok	%
 DP	Dach poddasza	0,095	1,547	11362	193,22		113,87		21,7
 DST	Dach poddasza nieużytk.	0,050	2,530	4568	174,10				
 DZ	Drzwi w ramach PCV, 2-sz		2,000	351	4,62	2,77	3,52	5,33	0,7
 OKZ	Okna pcv, 2sz		1,600	5187	86,03	60,22	51,21	117,49	9,8
 PNG0	Podłoga na gruncie parter	0,490	0,361	667	64,03		27,24		5,2
 PNGP	Podłoga na gruncie w piwnicy	0,510	0,350	366	175,91		10,66		2,0
 SPNP	Strop po strychem nieużytk.	0,077	1,548	0	117,80		50,48		9,6
 SWGR	Ściana piwnicy w gruncie	0,610	0,488	354	121,88		5,06		1,0
 SZ1	Ściana zewnętrzna nieocieplona	0,420	1,404	27481	528,09		263,03		50,1

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kg/m³	kJ/(kg·K)	m²·K/W
Dach poddasza						
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
DACHÓW_CER	0,0100	Dachówka ceramiczna.	0,820	1800	0,880	0,012
PŁ-WIÓ-CE6	0,0300	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 600 k	0,150	600	2,090	0,200
SOSNA	0,0300	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,188
GIPS-KART	0,0245	Płyty gipsowo-kartonowe.	0,230	1000	1,000	0,107
		Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m²·K/W]:				0,100
		Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m²·K/W]:				0,040
		Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m²·K/W]:				0,646
		Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m²·K)]:				1,547
Dach poddasza nieużytk.						
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
DACHÓW_CER	0,0100	Dachówka ceramiczna.	0,820	1800	0,880	0,012
PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,056
SOSNA	0,0300	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,188
		Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m²·K/W]:				0,100
		Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m²·K/W]:				0,040
		Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m²·K/W]:				0,395
		Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m²·K)]:				2,530
Podłoga na gruncie parter						
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SZ1						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 10,00 m						
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d_{nh} = m i długości D_h = m						
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d_{nv} = m i długości D_v = m						
LASTRIKO	0,0300	Lastriko.	0,720	1600	0,920	0,042
BETON-1900	0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęs	1,000	1900	0,840	0,050
PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,056
GRUZOBETON	0,2000	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,200
PIASEK-ŚR	0,2000	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,500
		Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m²·K/W]:				1,923
		Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m²·K/W]:				2,771

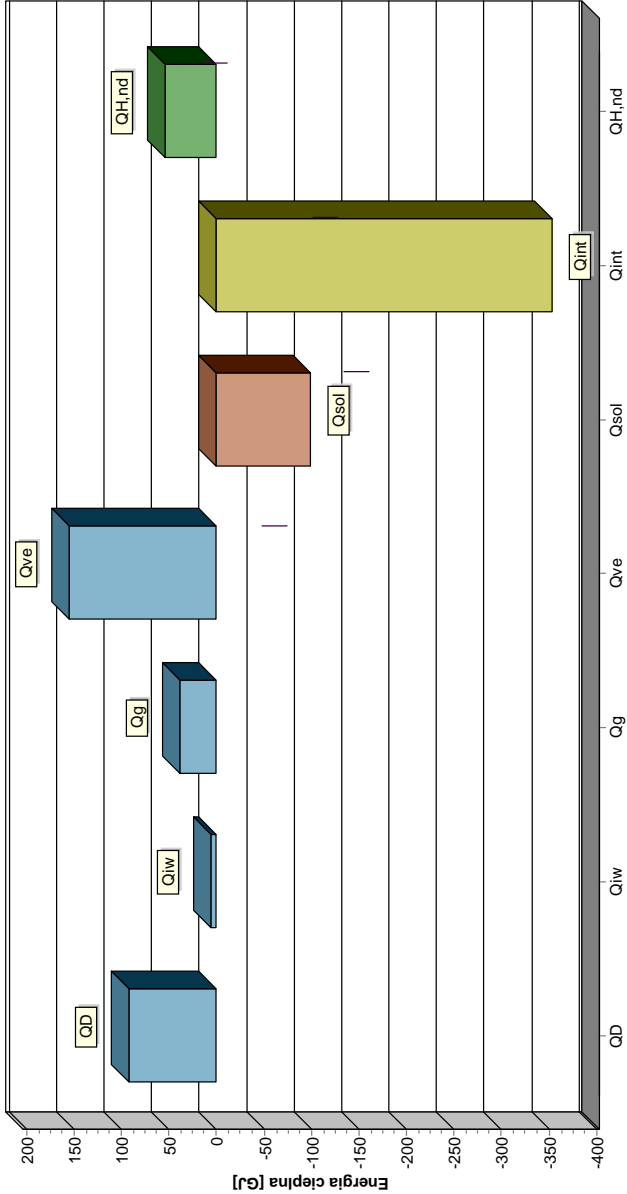
Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c _p	R
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: 0,361						
 PNGP	Podłoga na gruncie w piwnicy					
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłożu: SWGR						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z _{gw} : 7,20 m						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,80 m						
 BETON-1900	0,1000	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,100
 PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,056
 GRUZOBETON	0,2000	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,200
 PIASEK-ŚR	0,2000	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,500
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]: 2,000						
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: 2,856						
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: 0,350						
 SPNP	Strop po strychem nieużytk.					
Rodzaj przegrody: Strop pod nieogr. poddaszem, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 PŁ-WIÓ-CE6	0,0300	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 600 k	0,150	600	2,090	0,200
 SOSNA	0,0220	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,137
 GIPS-KART	0,0250	Płyty gipsowo-kartonowe.	0,230	1000	1,000	0,109
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]: 0,100						
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]: 0,100						
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: 0,646						
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: 1,548						
 SWGR	Ściana piwnicy w gruncie					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Podłoga przyległa do ściany: PNGP						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,80 m						
 TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024
 ŻELBET	0,3800	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,224
 PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,056
 PIASEK-ŚR	0,2000	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,500
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]: 1,244						

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: 2,048						
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: 0,488						
 Ściana zewnętrzna nieocieplona						
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024
 CEGŁA-PEŁN	0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
 TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024
Opor przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]: 0,130						
Opor przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]: 0,040						
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: 0,712						
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: 1,404						










Podstawowe informacje:	
Nazwa projektu:	Audyty energetyczny budynku
	Instytutu BPRS w Bydgoszczy - W1
Miejscowość:	85-090 Bydgoszcz
Adres:	Al. Powstańców Wielkopolskich 17
Projektant:	Sławomir Stefaniak
Normy:	
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790
Dane klimatyczne:	
Strefa klimatyczna:	STREFA II
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-18 °C
Średnia roczna temperatura wewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,9 °C
Stacja meteorologiczna:	Bydgoszcz
Grunt:	
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir
Pojemność cieplna:	2,000 MJ/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167 m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0 W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:	
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	736,8 m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	2021,3 m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	11164 W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	11606 W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	22770 W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0 W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	22770 W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:	
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	30,9 W/m ²

Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:			
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	212,2	m^3/h	
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:		m^3/h	
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m^3/h	
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m^3/h	
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m^3/h	
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m^3/h	
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,5		
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	925,3	m^3/h	
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-18,0	$^{\circ}C$	
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790			
Stacja meteorologiczna:	Bydgoszcz		
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	1279,0	m^3/h	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	54,28	GJ/rok	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	15078	kWh/rok	
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	737	m^2	
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	2021,3	m^3	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	73,7	MJ/($m^2 \cdot rok$)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	20,5	kWh/($m^2 \cdot rok$)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	26,9	MJ/($m^3 \cdot rok$)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	7,5	kWh/($m^3 \cdot rok$)	
Domyślne dane do obliczeń:			
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne		
Stopień szczelności obudowy budynku:	Średni		
Krotność wymiany powietrza wewn. n_{50} :	3,5	1/h	
Klasa ostłonięcia budynku:	Średnie ostłonięcie		















Bilans energii cieplnej - W sezonie










Bil	Miesiąc	L _{d,m}	T _{em,m}	Q _D	Q _{iw}	Q _g	Q _{ve}	η _{H,gn}	Q _{sol}	Q _{int}	Q _{H,nd}	H _{tr,adj}	H _{ve,adj}	τ _H	a _H	γ _{H,m}	γ _{H,lim}	f _{H,m}	L _{H,m}
■	Styczeń	31	-0,7	13,57	0,91	4,43	22,75	0,853	3,10	30,00	13,44	355,65	437,85	67	5,47	0,794	1,183	1,000	744
■	Luty	28	-0,0	11,83	0,80	4,19	21,93	0,853	4,08	27,09	12,17	362,82	437,85	66	5,43	0,804	1,184	1,000	672
■	Marzec	31	0,0	13,10	0,88	4,43	21,93	0,814	7,93	30,00	9,47	359,18	437,85	67	5,45	0,940	1,183	0,950	707
■	Kwiecień	30	6,6	8,37	0,57	3,72	14,19	0,617	10,75	29,03	2,31	406,27	437,85	63	5,20	1,481	1,192	0,000	0
■	Maj	31	14,2	3,64	0,26	3,51	5,70	0,294	14,17	30,00	0,13	172,50	366,76	99	7,58	3,371	1,132	0,000	0
■	Czerwiec	30	14,5	3,34	0,24	2,69	5,40	0,270	14,01	29,03	0,04	123,23	366,76	109	8,24	3,689	1,121	0,000	0
■	Lipiec	31	17,3	1,69	0,12	2,78	2,65	0,167	13,45	30,00	0,00	196,34	366,76	94	7,30	5,996	1,137	0,000	0
■	Sierpień	31	16,4	2,26	0,16	2,38	3,54	0,198	12,09	30,00	0,00	131,55	366,76	107	8,12	5,049	1,123	0,000	0
■	Wrzesień	30	11,0	5,50	0,38	1,63	9,03	0,430	8,98	29,03	0,23	673,15	437,85	48	4,19	2,296	1,238	0,000	0
■	Październik	31	8,1	7,64	0,53	2,27	12,43	0,605	5,25	30,00	1,53	399,70	437,85	64	5,24	1,541	1,191	0,000	0
■	Listopad	30	5,2	9,29	0,63	2,96	15,83	0,740	3,12	29,03	4,93	370,29	437,85	66	5,39	1,120	1,186	0,656	473
■	Grudzień	31	1,9	11,82	0,80	3,85	19,70	0,817	2,02	30,00	10,02	359,70	437,85	67	5,45	0,885	1,184	1,000	744
	W sezonie	365	7,9	92,05	6,28	38,85	155,10	0,526	98,94	353,18	54,28	441,88	459,06	59	4,94		1,203		3339

Symbol	Opis	d	U	Φ_T	A	A _{Gl}	Q _T	Q _{sol}	Q _{proc}
		m	W/m²·K	W	m²	m²	GJ/rok	GJ/rok	%
	Dach poddasza	0,295	0,145	1081	196,19		10,83		8,8
	Dach poddasza nieużytk.	0,050	2,530	569	174,10				
	Drzwi w ramach AL, 3-sz		1,300	228	4,62	2,77	2,29	3,55	1,9
	Okna pcv, 3sz		0,900	2918	86,03	73,12	28,83	95,39	23,4
	Podłoga na gruncie parter	0,490	0,351	602	59,10		25,93		21,1
	Podłoga na gruncie w piwnicy	0,510	0,350	359	172,61		10,89		8,8
	Strop po strychem nieużytk.	0,277	0,145	0	117,80		6,28		5,1
	Ściana piwnicy w gruncie	0,730	0,160	116	121,93		2,03		1,6
	Ściana zewnętrzna nieocieplona	0,560	0,191	3755	529,55		36,07		29,3

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kg/m³	kJ/(kg·K)	m²·K/W
Dach poddasza						
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
DACHÓW_CER	0,0100	Dachówka ceramiczna.	0,820	1800	0,880	0,012
PŁ-WIÓ-CE6	0,0300	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 600 k	0,150	600	2,090	0,200
SOSNA	0,0300	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,188
1WEŁNA-032	0,2000	Płyty z wełny mineralnej Silver 0,032	0,032	130	0,750	6,250
GIPS-KART	0,0245	Płyty gipsowo-kartonowe.	0,230	1000	1,000	0,107
			Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m²·K/W]: 0,100			
			Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m²·K/W]: 0,040			
			Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m²·K/W]: 6,896			
			Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m²·K)]: 0,145			
Dach poddasza nieużytk.						
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
DACHÓW_CER	0,0100	Dachówka ceramiczna.	0,820	1800	0,880	0,012
PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,056
SOSNA	0,0300	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,188
			Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m²·K/W]: 0,100			
			Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m²·K/W]: 0,040			
			Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m²·K/W]: 0,395			
			Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m²·K)]: 2,530			
Podłoga na gruncie parter						
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SZ1						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 10,00 m						
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d_{nh} = m i długości D_h = m						
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d_{nv} = m i długości D_v = m						
LASTRIKO	0,0300	Lastriko.	0,720	1600	0,920	0,042
BETON-1900	0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,050
PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,056
GRUZOBETON	0,2000	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,200
PIASEK-ŚR	0,2000	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,500
			Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m²·K/W]: 1,998			

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c _p	R
	m		W/(m·K)	kg/m³	kJ/(kg·K)	m²·K/W
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]: 2,845						
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]: 0,351						
 PNGP	Podłoga na gruncie w piwnicy					
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłożu: SWGR						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z _{gw} : 7,20 m						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,80 m						
 BETON-1900	0,1000	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,100
 PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,056
 GRUZOBETON	0,2000	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,200
 PIASEK-ŚR	0,2000	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,500
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m²·K/W]: 2,000						
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]: 2,856						
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]: 0,350						
 SPNP	Strop po strychem nieużytk.					
Rodzaj przegrody: Strop pod nieogrz. poddaszem, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 1WEŁNA-032	0,2000	Płyty z wełny mineralnej Silver 0,032	0,032	130	0,750	6,250
 PŁ-WIÓ-CE6	0,0300	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 600 k	0,150	600	2,090	0,200
 SOSNA	0,0220	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,137
 GIPS-KART	0,0250	Płyty gipsowo-kartonowe.	0,230	1000	1,000	0,109
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m²·K/W]: 0,100						
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m²·K/W]: 0,100						
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]: 6,896						
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]: 0,145						
 SWGR	Ściana piwnicy w gruncie					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Podłoga przyległa do ściany: PNGP						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,80 m						
 TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024
 ŻELBET	0,3800	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,224
 PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,056

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kg/m³	kJ/(kg·K)	m²·K/W
 1_XPS	0,1200	Izolacja XPS	0,035	60	0,750	3,429
 PIASEK-ŚR	0,2000	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,500
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m²·K/W]:						2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m²·K/W]:						6,232
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m²·K)]:						0,160
 SZ1	Ściana zewnętrzna nieocieplona					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024
 CEGŁA-PEŁN	0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
 1_PS-E FS 20	0,1400	Styropian PS-E FS 20-Silver	0,031	20	1,460	4,516
 TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m²·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m²·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m²·K/W]:						5,228
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m²·K)]:						0,191

AUDYT OŚWIETLENIA WEWNĘTRZNEGO BUDYNKU

Adres budynku	<i>85 - 090 Bydgoszcz Al.Powstańców Wielkopolskich 17</i>
Zamawiający	<i>Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego</i>
Wykonawca audytu	Sławomir Stefaniak

1.DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	użyteczności publicznej: biurowo-laboratoryjny	1.2 Rok budowy	1960
1.3 Inwestor	Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego	1.4 Adres budynku	
		85 - 090 Bydgoszcz Al. Powstańców Wielkopolskich 17	
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt			
Project Energy Sp. z o.o. Al. Kościuszki 80/82 90-437 Łódź			
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
mgr inż. Sławomir Stefaniak, 02-796 Warszawa, ul Wąwozowa 20/8 nr upr. 658/CE - WSEiZ, ukończone studia podyplomowe w zakresie "Audyt Energetyczny", członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac,			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
-	-	-	
-	-	-	
-	-	-	
5. Miejscowość: Warszawa data wykonania opracowania: 16.02.2018			
6. Spis treści			
			strona
1. Karta audytu energetycznego oświetlenia			3
2. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora			4
3. Inwentaryzacja techniczno-budowlana oświetlenia			5
4. Ocena opłacalności przedsięwzięcia			6
5. Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej			7
6. Podsumowanie			8
7. Załącznik - obliczenia instalacji PV			9

2. Karta audytu oświetlenia

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna murowana	
2.	Liczba kondygnacji	3+piwnice	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	2 021,3	
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	736,8	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	0	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	736,8	
7.	Liczba osób użytkujących budynek	40	
8.	Charakterystyka oświetlenia	Instalacja standardowa oparta o jarzeniowe, halogenowe i żarowe źródła światła.	
2. Charakterystyka energetyczna oświetlenie w budynku			
1.	Obliczeniowa moc systemu oświetlenia [kW]	14,36	5,92
2.	Roczne zużycie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia [kWh/rok]	35 900,58	12 114,04
3.	Ilość opraw	223	223
3. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Opłata za 1 kWh energii elektrycznej	0,769	0,769
4. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1.	Roczne zmniejszenie zużycia energii elektrycznej [%]	66,26%	
2.	Roczne zmniejszenie zużycia energii elektrycznej [kWh/rok]	23 786,54	
3.	Roczne zmniejszenie zużycia energii pierwotnej [kWh/rok]	91 849,61	
4.	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	23 544	
5.	Planowane koszty całkowite przedsięwzięcia [zł]		

3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu

3.1. Dane ogólne

Przeprowadzono inwentaryzację oświetlenia budynku określającą liczbę zainstalowanych punktów świetlnych i istniejących źródeł światła.

3.2. Dokumentacja projektowa:

- Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

3.3. Inne dokumenty

Umowa z dostawcą energii elektrycznej

Normy i rozporządzenia:

- Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej (Dz. U. 2016 poz. 831)
- Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz. U. 13 października 2017 poz. 1912)
- Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U.Nr.223,poz,1459. Dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego" z późniejszymi zmianami. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dn. 27 lutego 2015 "w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej."(Dz.U. 2015 poz.376)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz.690). Dalej zwane Warunkami Technicznymi.
- Wytyczne "Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO2 (WE) do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji"

3.4. Data wizji lokalnej

- II.2018

3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zlecniodawcy)

- W ramach audytu należy dokonać oceny efektywności wymiany istniejącego oświetlenia wewnętrznego na nowe.
- Należy rozważyć zastosowanie instalacji PV do zasilania oświetlenia wewnętrznego budynku oraz zastosowanie systemu zarządzania energią

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana oświetlenia

Oświetlenie wbudowane w budynku wykonane jest w oparciu o wyeksploatowane i energochłonne oprawy żarowe, halogenowe i świetlówkowe jarzeniowe, które nie zapewniają normowego oświetlenia we wszystkich pomieszczeniach. Podstawowym celem modernizacji jest zmniejszenie energochłonności oświetlenia oraz dodatkowo zapewnienie prawidłowego, zgodnego z normami, natężenia oświetlenia w pomieszczeniach.

4.1 Zestawienie istniejących opraw oświetleniowych

Lp.	Rodzaj oświetlenia	Ilość sztuk opraw oświetl.	Moc jednostkowa źródła światła	Ilość źródeł światła w oprawie	Jedn. Moc całkowita zainstalowanego źródła	Moc całkowita wszystkich opraw	Czas pracy
	-	szt	W	szt	W	W	h/rok
1	Żarówka 100 W	24	100	1	100	2400	2500
2	Żarówka 60 W	24	60	1	60	1440	2500
3	Żarówka 40 W	16	40	1	40	640	2500
4	Świetlówki kompakt. 20W	18	20	1	20	360	2500
5	Świetlówki 2x36 W	95	36	2	72	6840	2500
6	Świetlówki 2x40 W	26	40	2	80	2080	2500
7	Halogeny 30 W	20	30	1	30	600	2500
	Razem	223				14 360	2500

4.2 Zestawienie wymianianych opraw i źródeł światła

Lp.	Rodzaj oświetlenia	Ilość sztuk opraw oświetl.	Moc jednostkowa źródła światła	Ilość źródeł światła w oprawie	Moc jednostkowa opraw oświetl.	Moc całkowita wszystkich opraw	Czas pracy	Koszt jednostkowy wymiany opraw	Koszt całkowity
	-	szt	W	szt	W	W	h/rok	zł/szt	zł
1	żarówka LED	24	12	1	12	288	2500		
2	żarówka LED	24	10	1	10	240	2500		
3	żarówka LED	16	6	1	6	96	2500		
4	żarówka LED	18	8	1	8	144	2500		
5	światłówka led liniowa	95	20	2	40	3800	2500		
6	światłówka led liniowa	26	24	2	48	1248	2500		
7	halogen LED	20	5	1	5	100	2500		
8	Prace dodatkowe (montaż elementów systemu zarządzania energią)								
9	Zakup i montaż instalacji PV na dachu budynku								
	Razem	223				5 916	2 500		

5. Ocena opłacalności				
5.1 Modernizacja pomieszczeń				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego wbudowanego P_N	W/m ²	19,49	8,03
2	współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego F_c	-	1,0	1,0
3	czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia, t_D	h/rok	2 250	2 250
4	czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, t_N	h/rok	250	250
5	współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy, F_o	-	1,0	0,9
6	współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu, F_D	-	1,0	0,9
7	roczne zapotrzebowanie na energię końcową na oświetlenie $E_{K,L}$	kWh/rok	35 900,58	12 114,04
8	Roczne oszczędność energii na oświetlenie $\Delta E_{K,L}$	kWh/rok		23 786,54
9	Jednostkowy koszt energii elektrycznej	zł/kWh	0,769	0,769
10	Koszt oświetlenia	zł	27 607,55	9 315,70
11	Roczna oszczędność kosztów oświetlenia $\Delta E_{K,L}$	zł/rok		18 291,85
12	Roczna oszczędność kosztów zakupu energii z zewnątrz, z tytułu wyprodukowania jej przez instalację PV	zł/rok		5 252,27
13	Koszy całkowite usprawnienia	zł		
14	SPBT	lata		
<p>Koszty usprawnienia obejmują koszty opraw, źródeł światła, elementów systemu zarządzania energią (sterowanie oświetleniem), robocizny i materiałów pomocniczych wg średnich cen rynkowych w regionie.</p> <p>Z uwagi na fakt, iż na dachu budynku planuje się montaż instalacji PV, zasilającej bezpośrednio instalację elektryczną budynku, głównie na cele oświetlenia wewnętrznego, całość wyprodukowanej energii elektrycznej spowoduje ograniczenie konieczności zakupu energii elektrycznej z zewnątrz. Stąd w bilansie przedsięwzięcia uwzględniono ograniczenie kosztów energii z tego tytułu. Natomiast w kosztach przedsięwzięcia uwzględniono koszty zakupu i montażu instalacji PV</p>				
Parametry instalacji PV	moc zainstalowana (kWp)	7,84		54,3
	energia elektryczna wyprodukowana (kWh)			6 830
Obliczenia instalacji PV - załącznik do audytu str.9-10				
Wybrany wariant : 1	Koszt :		SPBT=	

6. Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej

Lp.	Usprawnienia w przedsięwzięciu termomodernizacyjnym	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność energii elektrycznej	Roczna oszczędność energii elektrycznej	Roczna oszczędność kosztów energii	SPBT
		zł	%	kWh/rok	zł/rok	
1.	Oświetlenie		66,26%	23 787	23 544	
2.	Suma		66,26%	23 787	23 544	

6.1 Energia końcowa i pierwotna, emisja CO₂

Lp	Opis	Energia końcowa		wi	Energia pierwotna		Emisja CO2	
		GJ/rok	kWh/rok	-	GJ/rok	kWh/rok	ton/MWh	ton/rok
Przed modernizacją								
1	Oświetlenie		35 901	3		107 702	0,832	29,87
Po modernizacji								
1	Oświetlenie		12 114	3		15 852	0,832	4,40
Oszczędność			23 787			91 850		25,47

Nośnik energii : energia elektryczna wyprodukowana przez elektrownie zawodowe
 wi : **3**
 Emisja CO₂, ton/MWh: **0,832**

W rozpatrywanym przypadku modernizacji zmniejszeniu ulegnie energia pierwotna z uwagi na zastosowanie instalacji PV, produkującej energię elektryczną na potrzeby własne budynku.

7. Podsumowanie

7.1 Zastosowane usprawnienia i metoda określenia ich efektów

Usprawnienia w ramach przedsięwzięcia	Metoda określenia efektów usprawnienia (źródła danych, metody obliczeniowe, programy komputerowe)
Modernizacja oświetlenia	Obliczenie zapotrzebowania na energię wg inwentaryzacji i metodologii dotyczącej wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku. Obliczenie efektów ekonomicznych na podstawie cen zakupu materiałów i robocizny oraz cen energii

7.2 Zestawienie efektów przedsięwzięcia

Lp.	Rodzaj danych	Jednostka	Wartość	Uwagi
1	Roczna oszczędność energii końcowej	MWh/a	23,8	66,26%
		GJ/rok	85,6	
2	Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej	-	3	energia elektryczna wyprodukowana przez elektrownie zawodowe
3	Roczna oszczędność energii pierwotnej	MWh/a	91,8	85,28%
		GJ/rok	330,7	
4	Wskaźnik emisji CO ₂	ton CO ₂ / MWh	0,832	energia elektryczna wyprodukowana przez elektrownie zawodowe
5	Szacowana wielkość redukcji emisji CO ₂	ton CO ₂ /rok	25,47	85,28%
6	Roczna oszczędność kosztów energii	zł/rok	23 544	
7	Koszt przedsięwzięcia	zł		
8	Czas zwrotu nakładów SPBT	lata		



RETScreen® International

www.retscreen.net

Czysta Energia - pakiet narzędzi analitycznych

Informacje o projekcie

Szkaluj w bazie danych projektów

Nazwa projektu	Instalacja PV - budynek IBPRS w Bydgoszczy
Lokalizacja projektu	85-090 Bydgoszcz Al. Powstańców Wielkopolskich 17
Opracowane dla	Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego
Opracowane przez	Sławomir Stefanek
Typ projektu	Produkcja energii elektrycznej
Technologia	Ogniwo fotowoltaiczne
Typ siad elektrycznej	Poza siecią
Rodzaj analizy	Metoda 1
Referencyjna wartość opałowa	Wartość opałowa (Wd)
Pokaż ustawienia	<input type="checkbox"/>
Warunki odniesienia	<i>Wybierz lokalizację danych klimatycznych</i>
Lokalizacja danych klimatycznych	<input type="text" value="Torun"/>
Pokaż dane	<input checked="" type="checkbox"/>



Lokalizacja danych klimatycznych	
Szerokość geograficzna	53.1 °N
Długość geograficzna	18.6 °E
Poziom n.p.m.	72 m
Temperatura obliczeniowa - ogrzewanie	-12.9 °C
Temperatura obliczeniowa - chłodzenie	27.7 °C
Amplituda temperatury gruntu	18.9 °C

Miesiąc	Temperatura		Wilgotność względna %	Dzienne promieniowanie słoneczne - poziome		Ciśnienie atmosferyczne kPa	Prędkość wiatru m/s	Temperatura		Miesięczne	
	powierzchni	4°C		kWh/m²/d	gruntu			4°C	stopniodni - ogrzewanie °C-d	stopniodni - chłodzenie °C-d	
Styczeń	-1,3	86,1%	0,78	100,5	3,0	-2,9	598	0	0		
Luty	-0,7	82,4%	1,48	100,5	2,9	-1,6	524	0	0		
Marzec	2,6	76,7%	2,60	100,4	3,0	2,2	477	0	0		
Kwiecień	8,2	70,7%	3,68	100,3	2,7	8,9	294	133	115		
Maj	13,7	68,3%	4,89	100,4	2,5	14,8	133	51	189		
Czerwiec	16,3	70,9%	4,87	100,3	2,5	17,7	0	270	254		
Lipiec	18,7	70,6%	4,75	100,3	2,5	20,4	0	0	105		
Sierpień	18,2	71,8%	4,24	100,4	2,2	20,1	135	285	0		
Wrzesień	13,5	78,8%	2,79	100,5	2,6	8,8	444	0	0		
Pazdziernik	8,8	82,6%	1,57	100,5	2,7	2,1	555	0	0		
Listopad	3,2	88,2%	0,79	100,5	2,9	-1,8	3 497	933	0		
Grudzień	0,1	88,0%	0,61	100,4	2,6	8,6	0	0	0		
Roczny	8,5	77,9%	2,76	100,4	2,6	8,6	0	0	0		
Pomiar na wysokości											
m											

Pomiar na wysokości



Uzupełnij arkusz Model Systemu

RETScreen 2013-08-27

© Minister of Natural Resources Canada 1997-2013.

NRCCan/CanmetENERGY

Część elektroenergetyczna

System elektroenergetyczny - stan bazy

Typ sieci elektrycznej
Technologia
Cena paliwa
Moc
Roczne koszty eksploatacji i konserwacji
Cena energii elektrycznej - stan bazy
Ciepłoty koszt en. elektrycznej

Poza siecią	
PL/kWh	0,769
kW	8,00
PL/n	0
PL/n	0,769
PL/n	44 921

☉ Metoda 1

○ Metoda 2

Zapotrzebowanie na en. elektr. - dobowe - DC
Zapotrzebowanie na en. elektr. - dobowe - AC
Korelacja zasoby-zapotrzebowanie

Jednostka	Stan bazy	Stan planowany
	kWh	kWh
	0,000	0,000
	160,000	54,000
		Dodatkowo

☐ Procent wykorzystania w miesiącu

Zapotrzebowanie na en. elektr. - roczne - DC
Zapotrzebowanie na en. elektr. - roczne - AC
Moc szczytowa roczna

Jednostka	Stan bazy	Stan planowany
	MWh	MWh
	0,000	0,000
	58,400	19,710
		8,00

Oszacowanie energii

Jednostka	Dodatkowe koszty
	energii
	66%

Planowany system elektroenergetyczny

Falownik

Moc
Sprawność
Pozostałe straty

kW	8,0
%	98%
%	1%

Dodatkowe koszty
pozałatkowe

Akumulator
Ilość dni pracy autonomicznej

d	0,0
---	-----

Technologia

Ocena zasobów
System śledzący słońce
Nachylenie
Azymut

Umocnowienie	35,0
Azymut	0,0

☑ Pokaż dane

Uzienie promieniowanie słoneczne - pow. podłoga

En. elektryczna dostarczona do odbiorców

Miesiąc	Styczeń	Luty	Marzec	Kwiecień	Maj	Czerwiec	Lipiec	Sierpień	Wrzesień	Pazdziernik	Listopad	Grudzień	Roczny
Styczeń	0,078	1,48	2,60	3,68	4,89	4,87	4,75	4,24	2,79	1,57	0,79	0,61	2,76
Luty	1,48	2,60	3,68	4,89	4,87	4,75	4,24	2,79	1,57	0,79	0,61	2,76	1,01
Marzec	2,60	3,68	4,89	4,87	4,75	4,24	2,79	1,57	0,79	0,61	2,76	1,01	1,19
Kwiecień	3,68	4,89	4,87	4,75	4,24	2,79	1,57	0,79	0,61	2,76	1,01	1,19	1,19
Maj	4,89	4,87	4,75	4,24	2,79	1,57	0,79	0,61	2,76	1,01	1,19	1,19	1,19
Czerwiec	4,87	4,75	4,24	2,79	1,57	0,79	0,61	2,76	1,01	1,19	1,19	1,19	1,19
Lipiec	4,75	4,24	2,79	1,57	0,79	0,61	2,76	1,01	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
Sierpień	4,24	2,79	1,57	0,79	0,61	2,76	1,01	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
Wrzesień	2,79	1,57	0,79	0,61	2,76	1,01	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
Pazdziernik	1,57	0,79	0,61	2,76	1,01	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
Listopad	0,79	0,61	2,76	1,01	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
Grudzień	0,61	2,76	1,01	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
Roczny	2,76	1,01	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19

Roczne promieniowanie słoneczne - na pow. podłoga
Roczne promieniowanie słoneczne - na pow. połaci

Ogniw fotowoltaiczne

Typ ogniw
Moc elektryczna
Producent
Model
Sprawność
Temperatura pracy ogniw
Współczynnik temperatury
Powierzchnia kolektora
Metoda regulacji
Pozostałe straty

kW	Styk	7,84	98,0%
	Styk	7,84	98,0%
%	Styk	14,4%	45
	Styk	14,4%	45
°C	Styk	0,40%	54,3
	Styk	0,40%	54,3
m²	Styk	54,3	1,0%
	Styk	54,3	1,0%

Podsumowanie

Współczynnik wykorzystania mocy
En. elektryczna dostarczona do odbiorców

%	9,9%
MWh	6,83

Odczytanie szczytowe - energia elektryczna

Ne wymagane
