

„AGER” Konrad Kostarczyk
ul. Kwiatowa 35
76-251 Kobylnica
e-mail: biuro@ager.net.pl

NIP: 957-073-72-51
REGON: 220480923
tel. 608-06-26-74
www.ager.net.pl


AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU BIBLIOTEKI MIEJSKIEJ W TCZEWIE PRZY UL. DĄBROWSKIEGO 6



Adres budynku	ulica: Dąbrowskiego 6 kod: 83-110 miejscowość Tczew powiat: Tczewski województwo: Pomorskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Konrad Kostarczyk tytuł zawodowy: mgr inż. nr opracowania: 05/2016 data opracowania: 12/12/2016

**Audyt został wykonany zgodnie z obowiązującymi normami, oraz przepisami
prawa polskiego**

STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU		
1.1 Rodzaj budynku	Biblioteka publiczna wraz z zapleczem administracyjnym	1.2 Rok budowy 1880
1.3 Inwestor	Gmina Miejska Tczew pl. J. Piłsudskiego 1 kod 83-110 Tczew tel. 58 77 59 313 REGON 191675273	1.4 Adres budynku ul. Dąbrowskiego 6 Tczew powiat Tczewski Województwo Pomorskie
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:		
Firma: AGER Konrad Kostarczyk, ul. Kwiatowa 35, 76-251 Kobylnica REGON: 220480923		
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:		
Konrad Kostarczyk, adres ul. Kwiatowa 35, 76-251 Kobylnica Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych, legitymacja nr 1175 tel. 608-06-26-74 		
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac,		
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego
1.	Tomasz Przytarski	projekt doboru oświetlenia
2.		
3.		
5. Miejscowość Gdańsk data wykonania opracowania 12/12/2016		
6. Spis treści		
1. Strona tytułowa strona 2 2. Karta audytu energetycznego strona 3 3. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku strona 5 4. Ocena stanu technicznego budynku strona 13 5. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych strona 15 6. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. strona 45 7. Opis wariantu optymalnego strona 48 8. Opis techniczny przedsięwzięcia termomodernizacyjnego strona 49 9. Załączniki do audytu strona 51		

2. Karta audytu energetycznego budynku ¹⁾				
1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji	
1.	Konstrukcja/ technologia budynku	tradycyjna murowana		
2.	liczba kondygnacji	4		
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	5 294	5 294	
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	1181,7	1181,7	
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	0	0	
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	1181,7	1181,7	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	20	20	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	elektryczne podgrzewacze	elektryczne podgrzewacze	
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	kotłownia gazowa	kotłownia gazowa	
11.	Współczynnik kształtu A/V [l/m]	0,42	0,42	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	Budynek pod ochroną konserwatora zabytków		
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane U [W/(m ² K)]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji	
1.	Ściany zewnętrzne	ściana zewnętrzna 29cm	1,83	0,19
		ściana zewnętrzna 46cm	1,30	0,18
		ściana zewnętrzna 49cm	1,24	0,18
		ściana zewnętrzna 54cm	1,15	0,18
		ściana zewnętrzna 61cm	1,04	0,18
		ściana zewnętrzna piwnicy	0,81	0,18
		ściana przy gruncie północna	0,39	0,14
		ściana przy gruncie zachodnia	0,37	0,22
		ściana przy gruncie pod budynkiem	0,37	0,22
2.	Dach / stropodach/ podcień	dach skośny nieocieplony nad bud A	3,26	0,13
		stropodach łącznika	3,26	0,13
		dach z izolowanym stropem- bud B	0,31	0,12
		dach skośny nad częścią B	0,33	0,33
		dach skośny nad ogrz. częścią bud. A	0,92	0,14
3.	podłoga na gruncie	podłoga na gruncie	0,42	0,15
		podłoga w piwnicy	0,48	0,26
4.	Okna, drzwi balkonowe, naświetla dachowe	Okno stare drewniane	2,60	0,89
		Okno metalowe	5,00	0,89
		Okno drewniane z 2002 roku	1,70	0,89
5.	Drzwi zewnętrzne / bramy	okno połaciowe	2,00	1,00
		Lukswery	4,54	0,89
		Drzwi zewnętrzne	2,50	1,30
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu				
1.	Sprawność wytwarzania	0,94	0,94	
2.	Sprawność przesyłu	0,86	0,96	
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,93	
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00	
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	0,90	
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	0,95	

4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej		
1. Sprawność wytwarzania	0,99	0,99
2. Sprawność przesyłu	1,00	1,00
3. Sprawność sezonowa wykorzystania	1,00	1,00
4. Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji		
1. Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	mechaniczna
2. Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna, drzwi / kanały	czerpnie/ wyrzutnie/ kanały
3. Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	1 762	3 996
4. Krotkość wymian powietrza [l/h]	0,5	1,1
6. Charakterystyka energetyczna budynku		
1. Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	118,4	35,0
2. Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	0,9	0,9
3. Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	802,56	47,8
4. Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1289,3	48,7
5. Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	28,7	28,7
6. Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) - [GJ/rok]	b.d	-
7. Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące 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]	188,67	11,24
9. Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	303,10	11,45
10. Udział odnawialnych źródeł energii [%] ²⁾	0,0%	0,0%
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		
1. Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	66,5	49,3
2. Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/MW m-c]	6 483	6 483
3. Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	43,4	43,4
4. Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾ [zł/MW m-c]	0	0
5. Miesięczny koszt ogrzewania 1m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	4,82	0,38
6. Miesięczna opłata abonamentowa rocznie [zł/m-c]	180	180
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		
1. Planowane koszty całkowite [zł]		1 784 842
2. Planowana kwota kredytu [zł]		1 427 874
3. Roczne zmniejszenie zapotrzeb. na energię [%]		94,2%
4. Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		53 635
5. Premia termomodernizacyjna [zł]		107 269
6. Średni wskaźnik SPBT [lat]		33,3
¹⁾ Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku. ²⁾ U _{OZE} [%] 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.		

UWAGA!!!

Wszystkie wartości pieniężne dotyczące kosztów energii cieplnej, jak i kosztów usprawnień biorą pod uwagę wartości brutto

2.1 Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu

- a) Dokumentacja projektowa:
 - Inwentaryzacja architektoniczna wykonana przez Inwestpol sp. z o.o.
 - własna dokumentacja fotograficzna
- b) Inne dokumenty
 - rachunki za gaz ziemny
 - rachunki za prąd

NORMY I ROZPORZĄDZENIA

- Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (z późniejszymi zmianami) -Dz. U. Nr 223,poz.1459. Dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. 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) -Dz. U. Nr 43, poz. 346. Dalej zwane *Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych*.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej. Dalej zwane *Rozporządzeniem dot. świadectw energetycznych*
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2013 poz. 926.) Dalej zwane *Warunkami Technicznymi*.
- Polska Norma PN-EN-ISO 6946:2008 "Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń".
- PN-EN ISO 13370 "Właściwości cieplne budynków - Wymiana ciepła przez grunt - Metody obliczania"
- PN-EN ISO 14683 "Mostki cieplne w budynkach- Liniowy współczynnik przenikania ciepła - Metody uproszczone i wartości orientacyjne"
- Polska Norma PN-EN 12831:2006 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego".
- PN-EN ISO 13790:2009, „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia”.

2.2 Osoby udzielające informacji

- Pan Dyrektor Krzysztof Korda

2.3 Daty wizji lokalnej

listopad

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

- Celem jest uzyskanie jak najbardziej korzystnych parametrów termomodernizacji obiektu.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień
 - o ocieplenie ścian zewnętrznych
 - o ocieplenie dachów
 - o wymiana stolarki okiennej
 - o Modernizacja instalacji CO
 - o Zamontowanie wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła

Ponadto:

- Biorąc pod uwagę konieczność docieplenia ścian zewnętrznych od wewnątrz należy przyjąć najcieplejszy (ekonomicznie uzasadniony) materiał izolacyjny o grubości najmniejszej z możliwych, spełniający wymogi izolacyjności zawarte w WT na rok 2021. Dzięki temu ograniczy się do minimum efekt zmniejszenia powierzchni użytkowej.

2.5 Dodatkowe wytyczne do projektu termomodernizacji.

Biorąc pod uwagę zmieniające się w czasie przepisy zawarte w warunkach technicznych z 2014 roku, oraz to, że proces inwestycyjny od wykonania audytu do zakończenia prac termomodernizacyjnych, może się wydłużyć do roku 2021, postanowiono, że jako graniczne wartości dla modernizowanych przegród budowlanych należy przyjąć wymagania na rok 2021.

Rodzaj przegrody	Wymagania dla 2021 roku	
	wsp. U [$W/(m^2 \cdot K)$]	wsp. R [$(m^2 \cdot K)/W$]
ściana zewnętrzna	0,2	5,00
dachy i stropodachy	0,15	6,67
Okna	0,9	1,11
Drzwi zewnętrzne	1,3	0,77

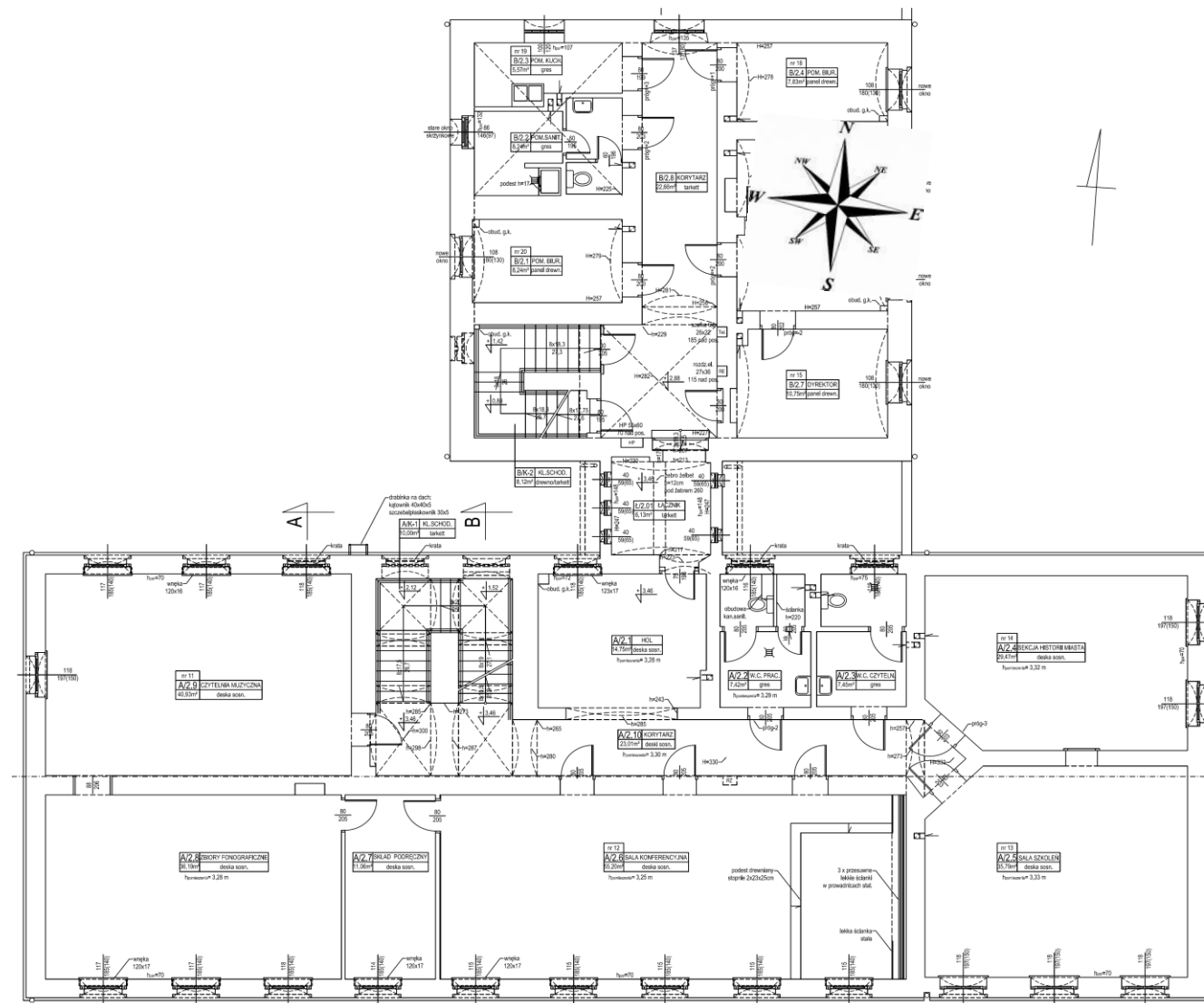
3. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

3.1. Ogólne dane o budynku

Własność - Gmina Miejska Tczew
Rodzaj budynku - Biblioteka publiczna wraz z zapleczem administracyjnym
Adres - Tczew, Dąbrowskiego 6
Rok budowy - 1880
Rok zasiedlenia - b.d.
Technologia budynku - tradycyjna murowana

1	Powierzchnia zabudowana ¹⁾ [m ²]	490	6	Budynek podpiwniczony	TAK
2	Kubatura budynku ²⁾ [m ³]	5 294	7	Współczynnik kształtu	0,42
3	Kubatura wentylowana budynku ²⁾ [m ³]	3598,6			
4	Średnia ważona wysokość kondygnacji [m]	3,05			
5	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części [m2]	1181,7			
6	Powierzchnia użytkowa nieogrzewana [m2]	0,0			

3.2. Schemat budynku (rzut piętra)



3.3. Opis istotnych elementów budynku

Budynek biblioteki jest zabytkowy i znajduje się pod opieką konserwatora zabytków. Wszystkie prace termomodernizacyjne muszą być zatem zgodne z wytycznymi konserwatora, a więc w jak najmniejszy sposób ingerować w zabytkowy charakter budowli.

Ocieplenia ścian zewnętrznych należy zatem wykonać od środka, a nowe okna i drzwi muszą odwzorowywać swym kształtem okna istniejące.

Zestawienie powierzchni zewnętrznych przegród budowlanych ogrzewanych pomieszczeń

Symbol	Opis przegrody	U [W/ (m ² · K)]	pow. przegrody Netto [m ²]
ŚZ29	ściana zewnętrzna 29cm	1,83	15,3
ŚZ46	ściana zewnętrzna 46cm	1,30	13,6
ŚZ49	ściana zewnętrzna 49cm	1,24	188,9
ŚZ54	ściana zewnętrzna 54cm	1,15	180,6
ŚZ61	ściana zewnętrzna 61cm	1,04	480,3
ŚZP	ściana zewnętrzna piwnicy	0,81	18,4
ŚPGN	ściana przy gruncie północna	0,39	48,0
ŚPGW	ściana przy gruncie zachodnia	0,37	20,2
ŚPGPP	ściana przy gruncie pod budynkiem	0,37	73,2
Razem ściany zewnętrzne			1 038,5
DACH1	dach skośny nieocieplony nad bud A	3,26	251,8
DACH2	stropodach łącznika	3,26	7,6
DACH3	dach z izolowanym stropem- bud B	0,31	53,3
DACH4	dach skośny nad częścią B	0,33	101,3
DACH5	dach skośny nad ogrz. częścią bud. A	0,92	163,3
PG	podłoga na gruncie	0,42	341,8
PGP	podłoga w piwnicy	0,48	148,5
Ogółem stropy, dachy i podłogi			1 067,7
ODS	Okno stare drewniane	2,60	9,7
OM	Okno metalowe	5,00	0,5
ODN	Okno drewniane z 2002 roku	1,70	92,4
OD	okno połaciowe	2,00	14,3
L	Lukswery	4,54	5,4
DZ	Drzwi zewnętrzne	2,50	9,3
Ogółem okna i drzwi			131,6
Ogółem przegrody zewnętrzne , okna i drzwi			2 237,7
współczynnik kształtu		A= 2 238	
		V= 5 294	
		A / V = 0,42	

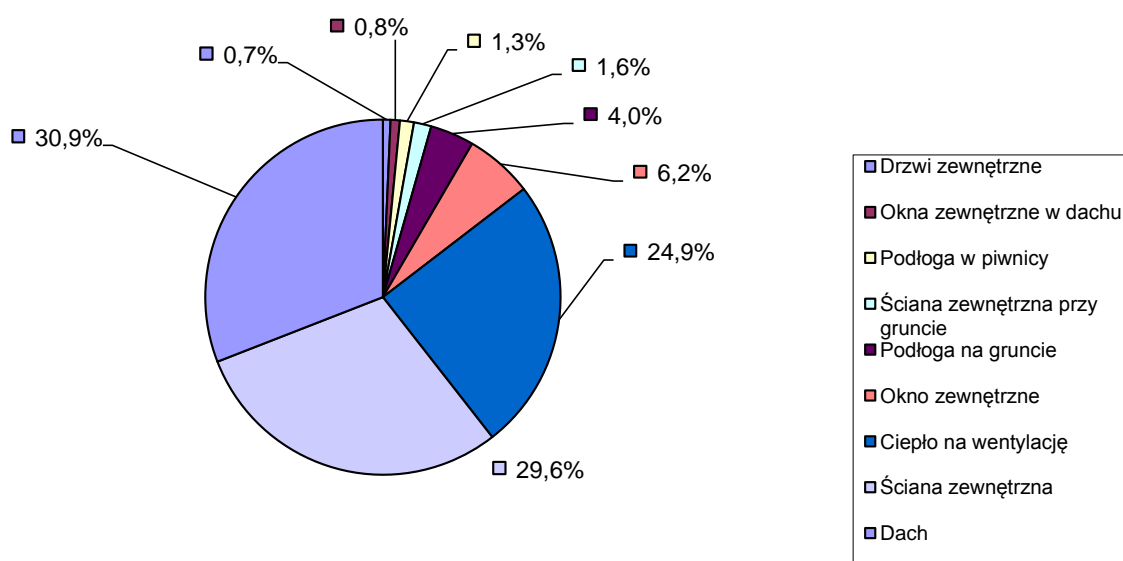
4. Dane energetyczne budynku

4.1. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na c.o.	q [kWh/h]	b.d.
2.	Zamówiona moc cieplna na c.w.u	q [kW]	b.d.
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na c.o.	q _{co} [kW]	118,4
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na c.w.u.	q _{cw} [kW]	0,9
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q _H [GJ]	802,56
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu i przerw w ogrzewaniu	Q _S [GJ]	1289,3
7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	E=Q _H /V [kWh/m ³ a]	42,1
8.	Taryfa opłat W-51 - gaz ziemny (z VAT)		
	opłata stała (sieciowa) miesięcznie	zł/kWh/h*h	0,007
	opłata zmienna (za gaz ziemny + przesył) wg licznika	zł/kWh	0,149
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł/m-c	15,00
9.	Taryfa opłat - Taryfa opłat - energia elektryczna (z VAT) taryfa G11		
	opłata stała (za moc) miesięcznie	zł/kW/ m-c	0,00
	opłata zmienna (prąd + przesył) wg licznika	zł/kWh	0,57
	opłata abonamentowa za prąd	zł/ m-c	10,05

4.2. Zestawienie strat energii cieplnej w budynku wg normy PN-EN ISO 13790

Opis	%	GJ/Rok	kWh/rok
Drzwi zewnętrzne	0,7%	8,5	2 371
Okna zewnętrzne w dachu	0,8%	10,5	2 912
Podłoga w piwnicy	1,3%	15,7	4 373
Ściana zewnętrzna przy gruncie	1,6%	19,6	5 432
Podłoga na gruncie	4,0%	49,4	13 721
Okno zewnętrzne	6,2%	76,6	21 276
Ciepło na wentylację	24,9%	307,5	85 404
Ściana zewnętrzna	29,6%	366,5	101 810
Dach	30,9%	382,32	106201
Razem	100,0%	1236,6	343 500



4.3. Wyniki ogólne analizy OZC z programu Audytor OZC

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt budynku Biblioteki Miejskiej w Tczewie	
	Stan istniejący	
Miejscowość:	Tczew	
Adres:	ul. Dąbrowskiego 6	
Projektant:		
Data obliczeń:	Poniedziałek 28 Listopada 2016 16:55	
Data utworzenia projektu:	Poniedziałek 28 Listopada 2016 16:55	
Plik danych:	E:\KONRAD\Audytor dane\Audyty\TCZEW\Biblioteka u	
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:	II	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-18	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Elbląg	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/ (m3 ·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 AH:	1181,7	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	3598,6	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	95643	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	22767	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	118410	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	118410	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	100,2	W/m2
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	32,9	W/m3

Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące Vinfv:	257,5	m3/h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne Vv:	1762,2	m3/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θv:	-18,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Elbląg	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	2405,8	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	802,56	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	222934	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1182	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	3598,6	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	679,2	MJ/ (m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	188,7	kWh/ (m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	223,0	MJ/ (m3 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	61,9	kWh/ (m3 ·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do θj,u		
Minimalna temperatura dyżurna θj,u:	16	°C
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich		
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Nie	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Biurowy lub adm.	
Typ konstrukcji budynku:	Ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Osłabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Średni	
Krotność wymiany powietrza wewn. n50:	3,5	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Dobre osłonięcie	
Domyślne dane dotyczące wentylacji:		
System wentylacji:	Naturalna	
Temperatura powietrza nawiewanego θsu:		°C
Temperatura powietrza kompensacyjnego θc:	20,0	°C

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ściany konstrukcyjne budynku stanowi zabytkowy mur z cegły pełnej o grubości od 29 do 61cm. Ściany piwnicy są grubości 82 i 90cm. Ściany nie posiadają izolacji termicznej. Dodatkowo niektóre ściany w piwnicy są zawilgocone czego efektem są wysolenia na ścianach wewnętrznych. Budynek przykryty jest w całości dachem skośnym o konstrukcji krokwiowej. Obiekt był poddany remontom w różnym czasie, czego efektem jest nierównomierność izolacji w dachu. Dach nad częścią użytkową segmentu A posiada izolację w postaci 5cm wełny skalnej, a dach nad częścią nieużytkową oraz łącznikiem obu części nie posiada żadnej izolacji. Dach części administracyjnej (B) zaizolowany został wełną o grubości 15cm ułożoną między krokwie i na stropie podwieszanym. O ile dodatkowe docieplenie części ze stropem podwieszanym jest łatwe i tanie, to docieplenie skosów wiązałoby się z kolejnym kosztownym remontem i obniżaniem pomieszczenia (dołożeniem wełny poniżej krokwi). Dlatego nie ma ekonomicznych podstaw by docieplać tę względnie ciepłą część dachu.

W latach 2000-2003 znaczna część okien w budynku została wymieniona, jednakże okna zostały wadliwie zamontowane. W efekcie woda z zewnątrz podciekała pod okna powodując puchnięcie profili drewnianych. Obecnie okna te są wypaczone i nieszczelne. W budynku znajdują się jeszcze stare okna skrzynkowe z lat 70tych i jedno okno metalowe, oraz osiem lukswerów. Obiekt posiada trzy pary drzwi zewnętrznych. Podobnie jak okna są zimne i nieszczelne. Wszystkie drzwi i okna, łącznie z połącowymi kwalifikują się do wymiany.

5.2. System grzewczy CO i CWU

Źródłem ciepła na potrzeby CO jest Kocioł budurus G 505 o mocy 275kW z 1997 roku znajdujący się w ogrzewanej piwnicy. Kotłownia jest w dobrym stanie technicznym i poprawnie zaizolowana.

Instalacja wewnętrzna wykonana w latach 70tych z rur stalowych bez izolacji termicznej, w większości prowadzonych po wierzchu. Grzejniki w większości są żeberkowe, niewyposażone w zawory termostatyczne. Instalacja wewnętrzna jest ogólnie w złym stanie technicznym i wymaga wymiany.

Ciepła woda użytkowa wytwarzana jest w przepływowych podgrzewaczach elektrycznych, zlokalizowanych bezpośrednio przy punktach poboru wody. Biorąc pod uwagę niewielkie zużycie CWU w budynkach o profilu biurowo-administracyjnym, oraz potencjalne straty z tytułu cyrkulacji w przypadku systemu centralnego opartego na gazie, obecne rozwiązanie wydaje się najwłaściwsze.

5.3. System wentylacji

Budynek nie posiada właściwego systemu wentylacji. Znaczna część pomieszczeń nie posiada nawet wentylacji grawitacyjnej. Istniejące kanały wentylacji grawitacyjnej nie spełniają swojego zadania, dlatego wentylowanie pomieszczeń odbywa się poprzez otwarcie okien, lub niekontrolowaną infiltrację tam gdzie stolarka jest bardzo nieszczelna.

System wentylacji grawitacyjnej jest niekontrolowany i niewydajny. Jako niesterowana generuje spore straty ciepłe w zimie, a w lecie nie działa należycie. Dodatkowo część okien, które są stare i nieszczelne powodują sporą infiltrację powietrza, co dodatkowo wzmacnia straty na wentylacji. Po wymianie okien infiltracja znacznie się zmniejszy lecz nie rozwiąże to w całości problemu strat na wentylacji, które generowane są w sposób niekontrolowany.

5.4. Oświetlenie

Oświetlenie w budynku opiera się w części na starych oprawach świetłkowych ze starym układem zapłonowym, generującym dodatkowe straty energii, a w części na oprawach żyrandolowych wyposażonych w źródła żarowe. Oświetlenie te, oprócz tego, że jest energochłonne, nie spełnia obecnych norm oświetleniowych.

Jedynie korytarze i klatki schodowe wyposażone zostały w kinkiety ze źródłem led, generującym bardzo niewielkie zużycie prądu.

Mając powyższe na uwadze, we wszystkich pomieszczeniach oprócz komunikacji, należy wymienić stare oprawy na nowe.

5.5. Zbiorcze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy

1	Przegrody zewnętrzne nieprzeźroczyste				
	Symbol	Opis przegrody	wsp. U [W/ (m2 ·K)]	Możliwości i sposób poprawy	
	ŚZ29	ściana zewnętrzna 29cm	1,83	Należy ocieplić od wewnątrz wełną mineralną	
	ŚZ46	ściana zewnętrzna 46cm	1,30	Należy ocieplić od wewnątrz wełną mineralną	
	ŚZ49	ściana zewnętrzna 49cm	1,24	Należy ocieplić od wewnątrz wełną mineralną	
	ŚZ54	ściana zewnętrzna 54cm	1,15	Należy ocieplić od wewnątrz wełną mineralną	
	ŚZ61	ściana zewnętrzna 61cm	1,04	Należy ocieplić od wewnątrz wełną mineralną	
	ŚZP	ściana zewnętrzna piwnicy	0,81	Należy ocieplić od wewnątrz płytą multipor	
	ŚPGN	ściana przy gruncie północna	0,39	Należy ocieplić od wewnątrz płytą multipor	
	ŚPGW	ściana przy gruncie zachodnia	0,37	Należy ocieplić od wewnątrz płytą multipor	
	ŚPGPP	ściana przy gruncie pod budynkiem	0,37		
	DACH1	dach skośny nieocieplony nad bud A	3,26	Wymaga docieplenia wełną mineralna	
	DACH2	stropodach łącznika	3,26		
	DACH3	dach z izolowanym stropem- bud B	0,31	Wymaga docieplenia wełną mineralna	
	DACH4	dach skośny nad częścią B	0,33	Koszty remontu nieadekwatne do potencjalnych oszczędności- brak ekonomicznych podstaw by docieplić.	
	DACH5	dach skośny nad ogrz. częścią bud. A	0,92	Wymaga docieplenia wełną mineralna	
2	PG	podłoga na gruncie	0,42	Wymaga docieplenia płytą z pianki rezolowej	
	PGP	podłoga w piwnicy	0,48	Należy ocieplić styropianem hydrofobowym	
	Stolarka okienna i drzwiowa				
	Symbol	Opis przegrody	wsp. U [W/ (m2 ·K)]	Możliwości i sposób poprawy	
	ODS	Okno stare drewniane	2,60	Okna drewniane - stare i nieszczelne- kwalifikują się do wymiany	
	OM	Okno metalowe	5,00	Okno metalowe - stare i nieszczelne- kwalifikuje się do wymiany	
	ODN	Okno drewniane z 2002 roku	1,70	Okna wypaczone i nieszczelne- kwalifikują się do wymiany	
	OD	okno połaciowe	2,00	Okna zimne i nieszczelne- kwalifikują się do wymiany	
	L	Lukswery	4,54	Lukswery częściowo wymienić a częściowo zamurować	
	DZ	Drzwi zewnętrzne	2,50	Drzwi zimne i nieszczelne - kwalifikują się do wymiany	
	Wentylacja grawitacyjna				
	Opis			Możliwości i sposób poprawy	
	3	Wentylacja nie spełnia swojego zadania i w połączeniu z nieszczelnością stolarki okiennej generuje duże straty ciepłe		Należy przeanalizować zasadność wprowadzenia systemu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła dla całego budynku	
	4	Instalacja ciepłej wody użytkowej			Borąc pod uwagę bardzo niewielkie zużycie ciepłej wody w budynku, obecny system jest poprawny - brak podstaw do zmiany.
		Opis			
	5	Ciepła woda wytwarzana jest w miejscowych elektrycznych podgrzewaczach przepływowych- system działa sprawnie			
Możliwości i sposób poprawy					
5	Instalacja centralnego ogrzewania			Należy wymienić całą wewnętrzną instalację CO na nową z nowymi grzejnikami oraz elektronicznymi głowicami termostatycznymi	
	Opis				
6	Wewnętrzna instalacja CO jest w znacznym stopniu zużyta, a do tego nie posiada izolacji termicznej. Grzejniki są stare żeberekowe bez zaworów termostatycznych.				
	Możliwości i sposób poprawy				
6	Instalacja oświetleniowa			Należy wymienić na nową	
	Opis				
6	Instalacja oświetleniowa w budynku w większości jest stara i nieefektywna				
	Możliwości i sposób poprawy				

6. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

6.1. Wykaz rodzajów ulepszeń termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego budynku

Symbol		Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
CO	1	Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania	Modernizacja instalacji- wymiana na nową, (zwiększenie sprawności dystrybucji i regulacji CO)
	2	Ocieplenie ścian zewnętrznych grubości 29cm (SZ29)	Ocieplenie wełną mineralną od wewnątrz
A	3	Ocieplenie ścian zewnętrznych grubości 46cm (SZ46)	Ocieplenie wełną mineralną od wewnątrz
	4	Ocieplenie ścian zewnętrznych grubości 49cm (SZ49)	Ocieplenie wełną mineralną od wewnątrz
	5	Ocieplenie ścian zewnętrznych grubości 54cm (SZ54)	Ocieplenie wełną mineralną od wewnątrz
	6	Ocieplenie ścian zewnętrznych grubości 61cm (SZ61)	Ocieplenie wełną mineralną od wewnątrz
	7	Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnicy (SZP)	Ocieplenie płytami multipor od wewnątrz
	8	Ocieplenie północnej ściany przy gruncie (SPGN)	Ocieplenie płytami multipor od wewnątrz
	9	Ocieplenie ściany przy gruncie zachodniej oraz znajdujących się pod budynkiem (SPGW i SPGPP)	Ocieplenie płytami multipor od wewnątrz
	10	Ocieplenie dachów łącznika i nad częścią nieużytkową budynku A (DACH1 i DACH2)	Ocieplenie wełną mineralną
	11	Ocieplenie stropu płaskiego w części B (DACH3)	Ocieplenie wełną mineralną
	12	Ocieplenie dachu skośnego nad użytkową częścią budynku A (DACH5)	Ocieplenie wełną mineralną
	13	Ocieplenie podłogi na gruncie (PG)	Ocieplenie płytami z pianki rezolowej
	14	Ocieplenie podłogi w piwnicy (PGP)	Ocieplenie styropianem hydrofobowym
B	15	Wymiana starych okien drewnianych	Wymiana na nową stolarkę drewnianą
	16	Wymiana starego okna metalowego w piwnicy	Wymiana na nową stolarkę drewnianą
	17	Wymiana okien drewnianych z 2002 r.	Wymiana na nową stolarkę drewnianą
	18	Wymiana okien połaciowych w dachu	Wymiana na nowe okna połaciowe
	19	Wymiana i częściowe zamurowanie lukswerów	Wymiana na witryny p.poż
	20	Wymiana starych drzwi	Wymiana na nowe drzwi ciepłe
C	21	Zmniejszenie strat na wentylacji	Wykonanie systemu wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła
D	22	Zmniejszenie kosztów energii elektrycznej- oświetlenie	Wymiana instalacji oświetleniowej na nową

6.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dotyczących usprawnienia systemu CO oraz zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody oraz zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
temperatura wewnętrzna w budynku [t_{wo}]	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
minimalna temperatura zewnętrzna dla strefy II [t_{zo}]	-18,0	-18,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d dla przegród zewnętrznych*	3890	3890	dzień·K·a
dla ściany przy gruncie oraz podłogi w piwnicy	3525	3525	

Poniżej przedstawiono taryfy opłat poszczególnych źródeł energii, oraz związane z nimi sprawności systemów wytwarzania ciepła

Taryfa opłat W-51 - gaz ziemny (z VAT)					Koszt energii końcowej		
Wyszczególnienie					W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
O_{0m} , O_{1m}	0,0069	0,0069	zł/kWh/h*h		6 483,49	6 483,49	zł/MW/m-c
O_{0z} , O_{1z}	0,1489	0,1489	zł/kWh		66,51	49,33	zł/GJ ⁽¹⁾
A_{b0} , A_{b1}	15,00	15,00	zł/m-c		15,00	15,00	zł/m-c
Wartość opałowa		278	kWh/GJ		sprawność systemu CO dla budynku przed termomodernizacją		0,62
					sprawność systemu CO po termomodernizacji		0,84

Taryfa opłat - energia elektryczna (z VAT) taryfa G11					Koszt energii końcowej		
Wyszczególnienie					W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
O_{0m} , O_{1m}	0,00	0,00	zł/kW/ m-c		0,00	0,00	zł/MW/m-c
O_{0z} , O_{1z}	0,57	0,57	zł/kWh		159,73	159,73	zł/GJ
A_{b0} , A_{b1}	10,05	10,05	zł/ m-c		10,05	10,05	zł/ m-c
Wartość opałowa		278	kWh/GJ				

* liczba stopniodni przyjęta jak dla stacji meteo Elbląg

(1) cena za 1GJ energii końcowej wyliczona jako wynikowa ceny źródła ciepła oraz jego wartości opałowej przeliczonej przez sprawność systemu grzewczego

UWAGA!

W związku z tym, że modernizacja systemu CO w budynku jest najważniejsza, przy obliczaniu opłacalności konkretnych przedsięwzięć termomodernizacyjnych będziemy brali pod uwagę koszty energii końcowej, jakie będą po wykonaniu termomodernizacji systemu CO, a nie w stanie obecnym.

6.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie**Przedsięwzięcie A.2. - Ocieplenie ścian zewnętrznych grubości 29cm (SZ29)**

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat energii cieplnej (netto) $A = 15,3 \text{ m}^2$
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{koszt}} = 15,3 \text{ m}^2$
 współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody $U = 1,83 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$

Opis wariantów usprawnienia

Jako metodę docieplenia ściany zewnętrznej Audytor proponuje ocieplenie od wewnątrz wełną mineralną ułożoną na stelarzu systemowym lekkiej zabudowy. Wełnę następnie trzeba zabezpieczyć folią paroizolacyjną, oraz płytą kartonowo-gipsową.

Materiał izolacyjny: wełna szklana o współczynniku przewodności $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$.

Dodatkowo, by zminimalizować mostek termiczny na styku ściany zewnętrznej i okien, węgarki należy ocieplić od środka płytą z pianki rezolowej o współczynniku $\lambda = 0,021 \text{ W/(M}\cdot\text{K)}$ o grubości co najmniej 3cm.

W związku z zaleceniem inwestora opisanym w punkcie 2.4 należy przyjąć najmniejszą grubość ocieplenia spełniającą przyjęty warunek U dla przegrody. Dodatkowo do analizy przyjęto tylko grubości produkowane dla danego materiału izolacyjnego (wielokrotność 5cm)

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 5,0 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 5cm większej niż dla wariantu 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 5 cm większej niż w wariantcie 2

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,15	0,20	0,25
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$		4,69	6,25	7,81
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$	0,55	5,23	6,80	8,36
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	9,4	1,0	0,8	0,6
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,001	0,000	0,000	0,000
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		489	502	510
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		211,83	225,77	239,71
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		3 235	3 447	3 660
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		6,620	6,871	7,178
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	1,83	0,191	0,147	0,120

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m^2 wg średnich cen rynkowych.

Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi, oraz ocieplenie węgarków płytą z pianki rezolowej.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie wełną o grubości 15cm.

Wybrany wariant- 1	Koszt :	3 235 zł	SPBT=	6,6 lat
---------------------------	----------------	-----------------	--------------	----------------

6.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie**Przedsięwzięcie A.3. - Ocieplenie ścian zewnętrznych grubości 46cm (ŚZ46)**

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat energii cieplnej (netto) $A = 13,6 \text{ m}^2$
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{koszt}} = 13,6 \text{ m}^2$
 współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody $U = 1,30 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$

Opis wariantów usprawnienia

Jako metodę docieplenia ściany zewnętrznej Audytor proponuje ocieplenie od wewnątrz wełną mineralną ułożoną na stelarzu systemowym lekkiej zabudowy. Wełnę następnie trzeba zabezpieczyć folią paroizolacyjną, oraz płytą kartonowo-gipsową.

Materiał izolacyjny: wełna szklana o współczynniku przewodności $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$.

Dodatkowo, by zminimalizować mostek termiczny na styku ściany zewnętrznej i okien, oraz drzwi węgarki należy ocieplić od środka płytą z pianki rezolowej o współczynniku $\lambda = 0,021 \text{ W/(M}\cdot\text{K)}$ o grubości co najmniej 3cm.

W związku z zaleceniem inwestora opisanym w punkcie 2.4 należy przyjąć najmniejszą grubość ocieplenia spełniającą przyjęty warunek U dla przegrody. Dodatkowo do analizy przyjęto tylko grubości produkowane dla danego materiału izolacyjnego (wielokrotność 5cm)

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 5,0 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 5cm większej niż dla wariantu 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 5 cm większej niż w wariantcie 2

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,15	0,20	0,25
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$		4,69	6,25	7,81
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$	0,77	5,45	7,02	8,58
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	6,0	0,8	0,7	0,5
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,001	0,000	0,000	0,000
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		298	309	316
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		211,83	225,77	239,71
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		2 885	3 075	3 265
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		9,684	9,958	10,342
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	1,30	0,183	0,143	0,117

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg średnich cen rynkowych.

Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi, oraz ocieplenie węgarków płytą z pianki rezolowej.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie wełną o grubości 15cm.

Wybrany wariant- 1	Koszt :	2 885 zł	SPBT=	9,7 lat
---------------------------	----------------	-----------------	--------------	----------------

6.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie**Przedsięwzięcie A.4. - Ocieplenie ścian zewnętrznych grubości 49cm (ŚZ49)**

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat energii cieplnej (netto) $A = 188,9 \text{ m}^2$
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{koszt}} = 188,9 \text{ m}^2$
 współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody $U = 1,24 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$

Opis wariantów usprawnienia

Jako metodę docieplenia ściany zewnętrznej Audytor proponuje ocieplenie od wewnątrz wełną mineralną ułożoną na stelarzu systemowym lekkiej zabudowy. Wełnę następnie trzeba zabezpieczyć folią paroizolacyjną, oraz płytą kartonowo-gipsową.

Materiał izolacyjny: wełna szklana o współczynniku przewodności $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$.

Dodatkowo, by zminimalizować mostek termiczny na styku ściany zewnętrznej i okien, węgarki należy ocieplić od środka płytą z pianki rezolowej o współczynniku $\lambda = 0,021 \text{ W/(M}\cdot\text{K)}$ o grubości co najmniej 3cm.

W związku z zaleceniem inwestora opisanym w punkcie 2.4 należy przyjąć najmniejszą grubość ocieplenia spełniającą przyjęty warunek U dla przegrody. Dodatkowo do analizy przyjęto tylko grubości produkowane dla danego materiału izolacyjnego (wielokrotność 5cm)

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 5,0 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 5cm większej niż dla wariantu 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 5 cm większej niż w wariantcie 2

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,15	0,20	0,25
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$		4,69	6,25	7,81
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$	0,81	5,49	7,06	8,62
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	78,7	11,6	9,0	7,4
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,009	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		3 905	4 054	4 149
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		211,83	225,77	239,71
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		40 020	42 654	45 288
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		10,248	10,522	10,916
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	1,24	0,182	0,142	0,116

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg średnich cen rynkowych.

Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi, oraz ocieplenie węgarków płytą z pianki rezolowej.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie wełną o grubości 15cm.

Wybrany wariant- 1	Koszt :	40 020 zł	SPBT=	10,2 lat
---------------------------	----------------	------------------	--------------	-----------------

6.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie**Przedsięwzięcie A.5. - Ocieplenie ścian zewnętrznych grubości 54cm (ŚZ54)**

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat energii cieplnej (netto) $A = 180,6 \text{ m}^2$
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{koszt}} = 180,6 \text{ m}^2$
 współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody $U = 1,15 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$

Opis wariantów usprawnienia

Jako metodę docieplenia ściany zewnętrznej Audytor proponuje ocieplenie od wewnątrz wełną mineralną ułożoną na stelarzu systemowym lekkiej zabudowy. Wełnę następnie trzeba zabezpieczyć folią paroizolacyjną, oraz płytą kartonowo-gipsową.

Materiał izolacyjny: wełna szklana o współczynniku przewodności $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$.

Dodatkowo, by zminimalizować mostek termiczny na styku ściany zewnętrznej i okien, węgarki należy ocieplić od środka płytą z pianki rezolowej o współczynniku $\lambda = 0,021 \text{ W/(M}\cdot\text{K)}$ o grubości co najmniej 3cm.

W związku z zaleceniem inwestora opisanym w punkcie 2.4 należy przyjąć najmniejszą grubość ocieplenia spełniającą przyjęty warunek U dla przegrody. Dodatkowo do analizy przyjęto tylko grubości produkowane dla danego materiału izolacyjnego (wielokrotność 5cm)

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 5,0 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 5cm większej niż dla wariantu 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 5 cm większej niż w wariantcie 2

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,15	0,20	0,25
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$		4,69	6,25	7,81
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$	0,87	5,56	7,12	8,68
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	69,7	10,9	8,5	7,0
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,008	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		3 416	3 555	3 644
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		211,83	225,77	239,71
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		38 258	40 776	43 294
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		11,200	11,469	11,880
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	1,15	0,180	0,140	0,115

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg średnich cen rynkowych.

Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi, oraz ocieplenie węgarków płytą z pianki rezolowej.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie wełną o grubości 15cm.

Wybrany wariant- 1	Koszt :	38 258 zł	SPBT=	11,2 lat
---------------------------	----------------	------------------	--------------	-----------------

6.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie**Przedsięwzięcie A.6. - Ocieplenie ścian zewnętrznych grubości 61cm (ŚZ61)**

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat energii cieplnej (netto) $A = 480,3 \text{ m}^2$
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{koszt}} = 480,3 \text{ m}^2$
 współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody $U = 1,04 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K)]}$

Opis wariantów usprawnienia

Jako metodę docieplenia ściany zewnętrznej Audytor proponuje ocieplenie od wewnątrz wełną mineralną ułożoną na stelarzu systemowym lekkiej zabudowy. Wełnę następnie trzeba zabezpieczyć folią paroizolacyjną, oraz płytą kartonowo-gipsową.

Materiał izolacyjny: wełna szklana o współczynniku przewodności $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$.

Dodatkowo, by zminimalizować mostek termiczny na styku ściany zewnętrznej i okien, oraz drzwi węgarki należy ocieplić od środka płytą z pianki rezolowej o współczynniku $\lambda = 0,021 \text{ W/(M}^2 \cdot \text{K)}$ o grubości co najmniej 3cm.

W związku z zaleceniem inwestora opisanym w punkcie 2.4 należy przyjąć najmniejszą grubość ocieplenia spełniającą przyjęty warunek U dla przegrody. Dodatkowo do analizy przyjęto tylko grubości produkowane dla danego materiału izolacyjnego (wielokrotność 5cm)

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 5,0 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 5cm większej niż dla wariantu 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 5 cm większej niż w wariantcie 2

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,15	0,20	0,25
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		4,69	6,25	7,81
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	0,96	5,65	7,21	8,77
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	167,7	28,6	22,4	18,4
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,019	0,003	0,003	0,002
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		8 088	8 448	8 680
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		211,83	225,77	239,71
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		101 736	108 432	115 128
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		12,578	12,835	13,264
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	1,04	0,177	0,139	0,114

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg średnich cen rynkowych.

Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi, oraz ocieplenie węgarków płytą z pianki rezolowej.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie wełną o grubości 15cm.

Wybrany wariant- 1	Koszt :	101 736 zł	SPBT=	12,6 lat
---------------------------	----------------	-------------------	--------------	-----------------

6.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie**Przedsięwzięcie A.7. - Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnicy (ŚZP)**

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat energii cieplnej (netto) $A = 18,4 \text{ m}^2$
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{koszt}} = 18,4 \text{ m}^2$
 współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody $U = 0,81 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$

Opis wariantów usprawnienia

Piwnica jest narażona na wilgoć podciąganą kapilarnie, jak również spowodowaną przenikaniem wód opadowych ze źle wyprofilowanego placu przed budynkiem. Dla bezpieczeństwa zatem należy użyć materiału, który jest odporny na wilgoć i umożliwi osuszanie ścian. Dlatego jako metodę docieplenia ścian piwnicy Audytor proponuje ocieplenie od wewnątrz płytami multipor wykończonych lekkim tyłkiem gipsowym.

Materiał izolacyjny: płyty multipor o współczynniku przewodności $\lambda = 0,043 \text{ W/mK}$.

Dodatkowo, by zminimalizować mostek termiczny na styku ściany zewnętrznej i okien, oraz drzwi, węgarki należy ocieplić od środka płytą z pianki rezolowej o współczynniku $\lambda = 0,021 \text{ W/(M}\cdot\text{K)}$ o grubości co najmniej 3cm.

W związku z zaleceniem inwestora opisanym w punkcie 2.4 należy przyjąć najmniejszą grubość ocieplenia spełniającą przyjęty warunek U dla przegrody. Dodatkowo do analizy przyjęto tylko grubości produkowane dla danego materiału izolacyjnego.

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 5,0 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2cm większej niż dla wariantu 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie 2

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,18	0,20	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$		4,19	4,65	5,12
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$	1,23	5,42	5,89	6,35
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	5,0	1,1	1,0	1,0
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,001	0,000	0,000	0,000
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		224	230	234
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		351,34	387,13	395,62
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		6 451	7 108	7 264
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		28,750	30,957	31,032
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	0,81	0,184	0,170	0,157

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg średnich cen rynkowych.

Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi, oraz ocieplenie węgarków płytą z pianki rezolowej.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie płytami multipor o grubości 18cm.

Wybrany wariant- 1

Koszt : 6 451 zł

SPBT= 28,7 lat

6.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie**Przedsięwzięcie A.8. - Ocieplenie północnej ściany przy gruncie (SPGN)**

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat energii cieplnej (netto) $A = 48,0 \text{ m}^2$
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{koszt}} = 48,0 \text{ m}^2$
 współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody $U = 0,39 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$

Opis wariantów usprawnienia

Ściana piwnicy przy gruncie od strony północnej znajduje się bezpośrednio pod zewnętrzną ścianą piwnicy analizowaną w punkcie poprzednim. Aby więc nie tworzyć uskoków na ścianie należy przyjąć tę samą grubość izolacji jak dla ściany piwnicy powyżej gruntu, a więc 18cm.

Materiał izolacyjny: płyty multipor o współczynniku przewodności $\lambda = 0,043 \text{ W/mK}$.

Uproszczona metodyka wyliczania oporu cieplnego docieplanej przegrody nie bierze pod uwagę oporu gruntu. Dlatego dla właściwego zbadania opłacalności tego przedsięwzięcia należy posłużyć się metodą wyliczania oporu przegrody przy gruncie zawartej w normie PN EN ISO 13370.

Poniżej przedstawiono 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej. Do analizy wzięto pod uwagę tylko tzw. handlowe grubości izolacji (będące dostępne w sprzedaży).

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, takiej samej jak dla ściany piwnicy powyżej gruntu

wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2cm większej niż dla wariantu 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2cm większej niż dla wariantu 2

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,18	0,20	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2\text{K/W}$		4,70	5,16	5,63
3	Opór cieplny R- suma oporów przejmowania gruntu i przewodzenia (z programu Audytor OZC)	$\text{m}^2\text{K/W}$	2,56	7,26	7,72	8,19
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	5,7	2,0	1,9	1,8
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0007	0,0003	0,0002	0,0002
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		219	226	232
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		351,34	387,13	395,62
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		16 864	18 582	18 990
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		77,18	82,36	81,84
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2\text{K}$	0,39	0,14	0,13	0,12

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg średnich cen rynkowych.

Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie płytami multipor o grubości 18cm.

Wybrany wariant- 1	Koszt : 16 864 zł	SPBT= 77,2 lat
---------------------------	--------------------------	-----------------------

6.2.8. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie							
Przedsięwzięcie A.9. - Ocieplenie ściany przy gruncie zachodniej oraz znajdujących się pod budynkiem (ŚPGW i ŚPGPP)							
<p>Dane:</p> <p>powierzchnia przegrody do obliczania strat energii cieplnej (netto) $A = 93,4 \text{ m}^2$</p> <p>powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{koszt}} = 93,4 \text{ m}^2$</p> <p>współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody $U = 0,37 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Od strony zachodniej ściany zewnętrzne piwnic znajdują się w całości pod gruntem, zatem w całości można je ocieplić w sposób jednolity. Tak samo ściany przy gruncie od strony południowej i wschodniej, znajdujące się pod budynkiem.</p> <p>Materiał izolacyjny: płyty multipor o współczynniku przewodności $\lambda = 0,043 \text{ W/mK}$.</p> <p>Uproszczona metodyka wyliczania oporu cieplnego docieplanej przegrody nie bierze pod uwagę oporu gruntu. Dlatego dla właściwego zbadania opłacalności tego przedsięwzięcia należy posłużyć się metodą wyliczania oporu przegrody przy gruncie zawartej w normie PN EN ISO 13370.</p> <p>Poniżej przedstawiono 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej. Do analizy wzięto pod uwagę tylko tzw. handlowe grubości izolacji (będące dostępne w sprzedaży).</p> <p>wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ (W warunkach technicznych nie ma wymagań dla ściany przy gruncie)</p> <p>wariant 2: o grubości warstwy o 1cm większej niż w wariantcie 1</p> <p>wariant 3: o grubości warstwy o 2cm większej niż w wariantcie 2</p> <p>wariant 4: o grubości warstwy o 2cm większej niż w wariantcie 3</p>							
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,05	0,06	0,08	0,10
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$		1,60	1,87	2,33	2,80
3	Opór cieplny R- suma oporów przejmowania gruntu i przewodzenia (z programu Audytor OZC)	$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$	2,70	4,29	4,57	5,03	5,50
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	10,6	6,6	6,2	5,7	5,2
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0013	0,0008	0,0008	0,0007	0,0006
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		232	255	289	318
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		156,75	170,41	198,20	225,02
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		14 638	15 912	18 508	21 012
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		63,16	62,29	64,03	66,16
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	0,37	0,23	0,22	0,20	0,18
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg średnich cen rynkowych.</p> <p>Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi.</p> <p>Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie płytami multipor o grubości 6cm.</p>							
Wybrany wariant- 2		Koszt : 15 912 zł		SPBT= 62,3 lat			

6.2.9. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie**Przedsięwzięcie A.10. - Ocieplenie dachów łącznika i nad częścią nieużytkową budynku A (DACH1 i DACH2)**

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 259,4 \text{ m}^2$
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 259,4 \text{ m}^2$
 współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody $U = 3,26 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$

Opis wariantów usprawnienia

Konstrukcja dachów opiera się na krokwiach. Dach łącznika oraz części nieużytkowej budynku A nie posiada żadnej izolacji. Najlepszym sposobem aby te dachy docieplić jest ułożenie 15cm wełny mineralnej między krokwie, oraz resztę izolacji w poprzek krokwi (od spodu).

Materiał izolacyjny: wełna mineralna o współczynniku przewodności $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$.

Poniżej przedstawiono 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej. Do analizy wzięto pod uwagę tylko tzw. handlowe grubości izolacji (będące dostępne w sprzedaży).

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,67 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 5 cm większej niż w wariantcie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 3 cm większej niż w wariantcie 2

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,25	0,30	0,33
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$		7,14	8,57	9,43
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$	0,31	7,45	8,88	9,74
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	284,0	11,7	9,8	9,0
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,032	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		15 831	15 941	15 991
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		220,43	230,52	236,57
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		57 182	59 798	61 368
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		3,612	3,751	3,838
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	3,26	0,13	0,11	0,10

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg średnich cen rynkowych.

Koszt obejmuje: zdjęcie istniejących płyt GKB, ułożenie wysokoparopszczepuszczalnej membrany dachowej, ułożenie wełny, paroizolacji, wykonanie nowej zabudowy GKB, zaspachlowanie oraz pomalowanie.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie wełną o grubości 25cm.

Wybrany wariant- 1	Koszt : 57 182 zł	SPBT= 3,6 lat
---------------------------	--------------------------	----------------------

6.2.10. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie						
Przedsięwzięcie A11. - Ocieplenie stropu płaskiego w części B (DACH3)						
<p>Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat A = 53,3 m²</p> <p> powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia A_{kosz} = 53,3 m²</p> <p> współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody U = 0,31 [W/(m²·K)]</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Docieplenie stropu podwieszanego nad częścią B budynku wymaga jedynie ułożenia wełny i paroizolacji między krokiew nad stropem podwieszanym. Stworzy to dodatkową barierę cieplną i jest stosunkowo proste i tanie w wykonaniu. Z uwagi na grubość krokwi (21cm) maksymalną warstwą izolacji jaką można ułożyć pomiędzy krokiew jest 18cm, gdyż należy zachować pustkę wentylacyjną. Grubsza wełna wiązała by się z koniecznością wykonania dodatkowego stelaża poniżej krokwi co dodatkowo zwiększy koszty termomodernizacji.</p> <p>Materiał izolacyjny: wełna mineralna o współczynniku przewodności λ 0,035 W/mK .</p> <p>Poniżej przedstawiono 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej. Do analizy wzięto pod uwagę tylko tzw. handlowe grubości izolacji (będące dostępne w sprzedaży).</p> <p>wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,67 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$</p> <p>wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 3 cm większej niż w wariantcie 1</p> <p>wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 2</p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,15	0,18	0,23
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		4,29	5,14	6,57
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	3,24	7,52	8,38	9,81
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$	GJ/a	5,5	2,4	2,1	1,8
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$	MW	0,001	0,000	0,000	0,000
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		183	197	216
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		130,26	136,31	176,40
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		6 941	7 264	9 400
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		37,870	36,788	43,610
10	U_0, U_1	W/m ² ·K	0,31	0,13	0,12	0,10
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg średnich cen rynkowych.</p> <p>Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi.</p> <p>Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie wełną o grubości 18cm.</p>						
Wybrany wariant- 2		Koszt : 7 264 zł		SPBT= 36,8 lat		

6.2.11. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie						
Przedsięwzięcie A.12. - Ocieplenie dachu skośnego nad użytkową częścią budynku A (DACH5)						
<p>Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat A = 163,3 m²</p> <p> powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia A_{kosz} = 163,3 m²</p> <p> współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody U = 0,92 [W/(m²·K)]</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Dach nad częścią użytkową budynku A posiada izolację w postaci 5cm wełny mineralnej. Dołożenie wełny do istniejącej może być o tyle trudne, że istniejąca wełna jest stara i może się rozlecieć po zdjęciu płyt GKB. Dlatego istniejącą wełnę należy zdjąć i włożyć na jej miejsce nową o właściwej grubości. Najlepszym sposobem aby te dachy docieplić jest ułożenie 15cm wełny mineralnej między krokwie, oraz resztę izolacji w poprzek krokwi (od spodu).</p> <p>Materiał izolacyjny: wełna mineralna o współczynniku przewodności λ 0,035 W/mK .</p> <p>Poniżej przedstawiono 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej. Do analizy wzięto pod uwagę tylko tzw. handlowe grubości izolacji (będące dostępne w sprzedaży).</p> <p>wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,67 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$</p> <p>wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1</p> <p>wariant 3: o grubości warstwy izolacji najefektywniejszej z punktu widzenia SPBT (maksymalna grubość zgodna z wytycznymi inwestora zawartymi w punkcie 2.4)</p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,25	0,30	0,33
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		7,14	8,57	9,43
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	1,09	7,14	8,57	9,43
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$	GJ/a	50,3	7,7	6,4	5,8
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$	MW	0,006	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		2 476	2 550	2 584
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		220,43	230,52	236,57
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		36 001	37 648	38 636
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		14,540	14,761	14,950
10	U_0, U_1	W/m ² ·K	0,92	0,14	0,12	0,11
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m2 wg średnich cen rynkowych.</p> <p>Koszt obejmuje: zdjęcie istniejących płyt GKB, oraz istniejącej wełny, ułożenie wysokoparopszczepuszczalnej membrany dachowej, ułożenie wełny, paroizolacji, wykonanie nowej zabudowy GKB, zaszpaczkowanie oraz pomalowanie.</p> <p>Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie wełną o grubości 25cm.</p>						
Wybrany wariant- 1		Koszt : 36 001 zł		SPBT= 14,5 lat		

6.2.12. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie							
Przedsięwzięcie A.13. - Ocieplenie podłogi na gruncie (PG)							
<p>Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat energii cieplnej (netto) A = 341,8 m²</p> <p> powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia A_{koszt} = 341,8 m²</p> <p> współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody U = 0,42 [W/(m²·K)]</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Konstrukcja podłogi na gruncie opiera się na deskach ułożonych na legarach o grubości około 15cm. Zatem docieplić podłogę na gruncie można poprzez zerwanie istniejącej podłogi i ułożenie płyt izolacyjnych pomiędzy legary. Do tego celu należy użyć płyt z pianki rezolowej</p> <p>Materiał izolacyjny: płyta z pianki rezolowej o współczynniku przewodności λ 0,020 W/mK .</p> <p>Uproszczona metodyka wyliczania oporu cieplnego docieplanej przegrody nie bierze pod uwagę oporu gruntu. Dlatego dla właściwego zbadania opłacalności tego przedsięwzięcia należy posłużyć się metodą wyliczania oporu przegrody przy gruncie zawartej w normie PN EN ISO 13370.</p> <p>Poniżej przedstawiono 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej. Do analizy wzięto pod uwagę tylko tzw. handlowe grubości izolacji (będące dostępne w sprzedaży).</p> <p>wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 3, (33) (m^2 \cdot K) / W$</p> <p>wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 5cm większej niż dla wariantu 1</p> <p>wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2cm większej niż dla wariantu 2</p> <p>wariant 4: o grubości warstwy izolacji o 3cm większej niż dla wariantu 3</p>							
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,02	0,07	0,09	0,12
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		1,00	3,50	4,50	6,00
3	Opór cieplny R- suma oporów przejmowania gruntu i przewodzenia (z programu Audytor OZC)	m ² ·K/W	2,36	3,36	5,86	6,86	8,36
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	44,0	31,0	17,8	15,2	12,5
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0055	0,0039	0,0022	0,0019	0,0016
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		771	1 551	1 704	1 865
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		143,65	156,11	157,69	177,95
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		49 102	53 361	53 901	60 826
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		63,71	34,40	31,63	32,62
10	U_0, U_1	W/m ² ·K	0,42	0,30	0,17	0,15	0,12
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg średnich cen rynkowych.</p> <p>Koszt obejmuje zerwanie istniejącej podłogi, ułożenie izolacji, ponowne ułożenie istniejących lub nowych desek podłogowych.</p> <p>Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie izolacją o grubości 9 cm.</p>							
Wybrany wariant- 3		Koszt : 53 901 zł		SPBT= 31,6 lat			

6.2.13. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie**Przedsięwzięcie A.14. - Ocieplenie podłogi w piwnicy (PGP)**

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat energii cieplnej (netto) $A = 148,5 \text{ m}^2$
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{koszt}} = 148,5 \text{ m}^2$
 współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody $U = 0,48 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$

Opis wariantów usprawnienia

Podłoga w piwnicy to w zasadzie czysty beton bez izolacji. Aby docieplić podłogę należy skuć istniejącą posadzkę i ułożyć nowe warstwy podłogowe wraz z izolacją. Do tego celu należy użyć styropianu hydrofobowego. W związku z bardzo niską wysokością stropu, maksymalnie można ułożyć 6cm izolacji

Materiał izolacyjny: styropian hydrofobowy EPS P o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$.

Uproszczona metodyka wyliczania oporu cieplnego docieplanej przegrody nie bierze pod uwagę oporu gruntu. Dlatego dla właściwego zbadania opłacalności tego przedsięwzięcia należy posłużyć się metodą wyliczania oporu przegrody przy gruncie zawartej w normie PN EN ISO 13370.

Poniżej przedstawiono 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej. Do analizy wzięto pod uwagę tylko tzw. handlowe grubości izolacji (będące dostępne w sprzedaży).

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 3,33 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 1cm większej niż dla wariantu 1

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,05	0,06
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		1,49	1,76
3	Opór cieplny R- suma oporów przejmowania gruntu i przewodzenia (z programu Audytor OZC)	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	2,07	3,56	3,83
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	21,8	12,7	11,8
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0027	0,0016	0,0015
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		539	593
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		212,50	215,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		31 554	31 925
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		58,56	53,83
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	0,48	0,28	0,26

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m^2 wg średnich cen rynkowych.

Koszt obejmuje skucie istniejącej posadzki i wykonanie nowej, wraz z hydroizolacją poziomą wywiniętą na ściany wewnętrzne, oraz izolacją termiczną.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie styropianem o grubości 6cm.

Wybrany wariant- 2	Koszt :	31 925 zł	SPBT=	53,8 lat
---------------------------	----------------	------------------	--------------	-----------------

6.2.14. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji

Przedsięwzięcie B.15. - Wymiana starych okien drewnianych

11 okien w budynku to stare, zimne i nieuszczelne okna skrzynkowe. Należy je wymienić na nowe ciepłe okna. W związku z zabytkowym charakterem budynku nowe okna muszą odwzorowywać swym wyglądem stare, ale muszą być wykonane w technologii ciepłej. Dlatego profile dzielące okna na pojedyncze kwatery powinny być wykonane jako szpros zewnętrzne, niedzielące tafli szkła.

Usprawnienie przewiduje wymianę starych okien na nowe okna drewniane.

Dane:

Powierzchnia okien do wymiany

$$A_{ok} = 9,7 \text{ m}^2$$

$$V_{nom} = \Psi = 264 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{obl} = \Psi * C_m$$

- stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru $C_w = 1,0$

- okna spełniają funkcję doprowadzenia powietrza wentylacyjnego

Opis wariantów usprawnienia

wariant 1: Przewiduje wykonanie okien w technologii gwarantującej uzyskanie całkowitego współczynnika U_w dla okien na poziomie $0,89 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

wariant 2: Przewiduje wykonanie okien w technologii gwarantującej uzyskanie całkowitego współczynnika U_w dla okien na poziomie $0,85 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$	2,60	0,89	0,85
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,00	1,00
		C_m	-	1,00	1,00
3	$Q_0, Q_1 = (8,64 * S_d * A_{ok} * U + 2,94 * C_r * C_w * V_{nom} * S_d) * 10^{-5}$	GJ/a	47,7	33,1	33,0
4	$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0057	0,0037	0,0037
5	$\Delta O_{rOK} + \Delta O_{rW} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12(y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		876	884
6	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		19 320	21 252
7	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-	-
8	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		22,1	24,1

Podstawa przyjętych wartości N_u

Przyjęto ceny jednostkowe na podstawie porównywalnej inwestycji

wariant 1: wymiana na okna o $U_w = 0,89 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

wariant 2: wymiana na okna o $U_w = 0,85 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

cena za m2	ilość	wartość
2000	9,7	19 320 zł
2200	9,7	21 252 zł

Kosztorys obejmuje cenę okien i materiałów pomocniczych, transport, demontaż starych okien, montaż nowych.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje wymianę obecnych okien na okna o współczynniku $U_w = 0,89 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Wybrany wariant- 1	Koszt :	19 320 zł	SPBT=	22,1 lat
--------------------	---------	-----------	-------	----------

6.2.15. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji

Przedsięwzięcie B.16. - Wymiana starego okna metalowego w piwnicy

W piwnicy znajduje się 1 okno w ramie metalowej szklonej pojedynczą szybą. Jest ono bardzo zimne, a niedostateczne uszczelnienie między profilem a szybą powoduje dużą infiltrację powietrza.

Usprawnienie przewiduje wymianę starego okna na nowe okno drewniane.

Dane:

Powierzchnia okna do wymiany

$$A_{ok} = 0,5 \text{ m}^2$$

$$V_{nom} = \Psi = 14 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{obl} = \Psi * C_m$$

- stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru $C_w = 1,0$

- okna spełniają funkcję doprowadzenia powietrza wentylacyjnego

Opis wariantów usprawnienia

wariant 1: Przewiduje wykonanie okien w technologii gwarantującej uzyskanie całkowitego współczynnika U_w dla okien na poziomie $0,89 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

wariant 2: Przewiduje wykonanie okien w technologii gwarantującej uzyskanie całkowitego współczynnika U_w dla okien na poziomie $0,85 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	5,00	0,89	0,85
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,00	1,00
		C_m	-	1,00	1,00
3	$Q_0, Q_1 = (8,64 * S_d * A_{ok} * U + 2,94 * C_r * C_w * V_{nom} * S_d) * 10^{-5}$	GJ/a	3,0	1,8	1,8
4	$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0004	0,0002	0,0002
5	$\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12(y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		73	73
6	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		1 060	1 166
7	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-	-
8	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		14,5	15,9

Podstawa przyjętych wartości N_u

Przyjęto ceny jednostkowe na podstawie porównywalnej inwestycji

wariant 1: wymiana na okno o $U_w = 0,89 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$

wariant 2: wymiana na okno o $U_w = 0,85 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$

cena za m2	ilość	wartość
2000	0,5	1 060 zł
2200	0,5	1 166 zł

Kosztorys obejmuje cenę okna i materiałów pomocniczych, transport, demontaż starego okna, montaż nowego.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje wymianę obecnego okna na okno o współczynniku $U_w = 0,89 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Wybrany wariant- 1	Koszt :	1 060 zł	SPBT=	14,5 lat
--------------------	---------	----------	-------	----------

6.2.16. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji

Przedsięwzięcie B.17. - Wymiana okien drewnianych z 2002 r.

W budynku znajduje się 52 szt. okien drewnianych, które zostały wymienione w latach 2001-2003, ale zostały wadliwie zamontowane. W efekcie są one wypaczone i nieuszczelne. Należy je wymienić na nowe ciepłejsze okna. W związku z zabytkowym charakterem budynku nowe okna muszą odwzorowywać swym wyglądem stare, ale muszą być wykonane w technologii ciepłej. Dlatego profile dzielące okna na pojedyncze kwatery powinny być wykonane jako szpros zewnętrzne, niedzielące tafli szkła.

Usprawnienie przewiduje wymianę starych okien na nowe okna drewniane.

Dane:

Powierzchnia okien do wymiany

$$A_{ok} = 92,4 \text{ m}^2$$

$$V_{nom} = \Psi = 2\,526 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{obl} = \Psi * C_m$$

- stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru $C_w = 1,0$

- okna spełniają funkcję doprowadzenia powietrza wentylacyjnego

Opis wariantów usprawnienia

wariant 1: Przewiduje wykonanie okien w technologii gwarantującej uzyskanie całkowitego współczynnika U_w dla okien na poziomie $0,89 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

wariant 2: Przewiduje wykonanie okien w technologii gwarantującej uzyskanie całkowitego współczynnika U_w dla okien na poziomie $0,85 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$	1,70	0,89	0,85
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,00	1,00
		C_m	-	1,00	1,00
3	$Q_0, Q_1 = (8,64 * S_d * A_{ok} * U + 2,94 * C_r * C_w * V_{nom} * S_d) * 10^{-5}$	GJ/a	370,6	316,6	315,3
4	$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0451	0,0358	0,0356
5	$\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12(y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		3 395	3 468
6	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		184 780	203 258
7	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-	-
8	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		54,4	58,6

Podstawa przyjętych wartości N_u

Przyjęto ceny jednostkowe na podstawie porównywalnej inwestycji

wariant 1: wymiana na okna o $U_w = 0,89 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

wariant 2: wymiana na okna o $U_w = 0,85 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

cena za m2	ilość	wartość
2000	92,4	184 780 zł
2200	92,4	203 258 zł

Kosztorys obejmuje cenę okien i materiałów pomocniczych, transport, demontaż starych okien, montaż nowych.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje wymianę obecnych okien na okna o współczynniku $U_w = 0,89 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Wybrany wariant- 1	Koszt :	184 780 zł	SPBT=	54,4 lat
--------------------	---------	------------	-------	----------

6.2.17. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji

Przedsięwzięcie B.18. - Wymiana okien połaciowych w dachu

W budynku znajduje się 20 szt. okien połaciowych, które są już stare, wypaczone i zimne. Należy je wymienić na nowe cieplejsze okna.

Usprawnienie przewiduje wymianę starych okien na nowe okna połaciowe

Dane:

Powierzchnia okien do wymiany

$$A_{ok} = 14,3 \text{ m}^2$$

$$V_{nom} = \Psi = 392 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{obl} = \Psi * C_m$$

- stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru $C_w = 1,0$

- okna spełniają funkcję doprowadzenia powietrza wentylacyjnego

Opis wariantów usprawnienia

wariant 1: Przewiduje wykonanie okien w technologii gwarantującej uzyskanie całkowitego współczynnika U_w dla okien na poziomie $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

wariant 2: Przewiduje wykonanie okien w technologii gwarantującej uzyskanie całkowitego współczynnika U_w dla okien na poziomie $0,83 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	2,00	1,00	0,83
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,00	1,00
		C_m	-	1,00	1,00
3	$Q_0, Q_1 = (8,64 * S_d * A_{ok} * U + 2,94 * C_r * C_w * V_{nom} * S_d) * 10^{-5}$	GJ/a	58,9	49,6	48,8
4	$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0072	0,0056	0,0055
5	$\Delta O_{rOK} + \Delta O_{rW} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12(y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m}) + 12(A_{b0} - A_{b1})$	zł/a		579	627
6	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		42 172	52 640
7	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-	-
8	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		72,8	84,0

Podstawa przyjętych wartości N_u

Przyjęto ceny jednostkowe na podstawie ofert internetowych

wariant 1: wymiana na okna o $U_w = 1,0 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$
wariant 2: wymiana na okna o $U_w = 0,83 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$

cena za m2	ilość	wartość
2945	14,3	42 172 zł
3676	14,3	52 640 zł

Kosztorys obejmuje cenę okien i materiałów pomocniczych, transport, demontaż starych okien, montaż nowych.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje wymianę obecnych okien na okna o współczynniku $U_w = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Wybrany wariant- 1	Koszt :	42 172 zł	SPBT=	72,8 lat
--------------------	---------	-----------	-------	----------

6.2.18. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji

Przedsięwzięcie B.19. - Wymiana i częściowe zamurowanie lukswerów

Dane: powierzchnia lukswerów $A_{ok} = 5,4 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 147 \text{ m}^3/\text{h}$
 powierzchnia lukswerów do zamurowania $0,48 \text{ m}^2$ $V_{obl} = \Psi * C_m$
 powierzchnia lukswerów do wymiany $3,7 \text{ m}^2$

- stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru $C_w = 1,0$
- okna spełniają funkcję doprowadzenia powietrza wentylacyjnego

Opis wariantów usprawnienia

W budynku znajduje się kilka miejsc w których przeszklenia zostały wykonane z lukswerów. 5 malutkich lukswerów znajduje się w łączniku między budynkami A i B a 3 większe od strony północnej budynku B. 2 lukswery znajdujące się od strony wschodniej w łączniku można zamurować, natomiast resztę należy wymienić na witryny p.poż.

wariant 1: Przewiduje wykonanie okien w technologii gwarantującej uzyskanie całkowitego współczynnika U_w dla okien na poziomie $0,89 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

wariant 2: Przewiduje wykonanie okien w technologii gwarantującej uzyskanie całkowitego współczynnika U_w dla okien na poziomie $0,85 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	4,54	0,89	0,85
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,00	1,00
		C_m	-	1,00	1,00
3	$Q_0, Q_1 = (8,64 * S_d * A_{ok} * U + 2,94 * C_r * C_w * V_{nom} * S_d) * 10^{-5} + Q_{0U}$ $Q_{1u} = 8,64 * 10^{-5} * S_d * A/R$	GJ/a	28,3	17,9	17,9
4	$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0036	0,0020	0,0020
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12(y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		636	638
6	Koszt zamurowania i wymiany okien N_{ok}	zł		7 550	8 290
7	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-	-
8	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		11,9	13,0

Podstawa przyjętych wartości N_u

Przyjęto ceny jednostkowe na podstawie porównywalnej inwestycji

	cena za m2	ilość	wartość
wariant 1: wymiana na okna o $U_w = 0,89 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	2000	3,7	7 400 zł
wariant 2 : wymiana na okna o $U_w = 0,85 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	2200	3,7	8 140 zł
	cena za m2/szt.	ilość	wartość
wspólny koszt zamurowania okien gazobetonem i docieplenia zgodnie z wartościami w usprawnieniu A.2	311,83	0,5	150 zł

Kosztorys na okna obejmuje cenę okien i materiałów pomocniczych, transport, demontaż starych lukswerów, montaż nowych okien, zamurowanie otworów okiennych i ich ocieplenie.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje wymianę na okna o współczynniku $U_w = 0,89 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Wybrany wariant- 1	Koszt :	7 550 zł	SPBT=	11,9 lat
--------------------	---------	----------	-------	----------

6.2.19. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji

Przedsięwzięcie B.20. - Wymiana starych drzwi

W budynku znajdują się 4 szt. starych drzwi. 2 szt. prowadzi do budynku głównego a 2 szt. do piwnicy.

Usprawnienie przewiduje wymianę starych drzwi na szczelne i ciepłe drzwi nowe

Dane:

Powierzchnia drzwi do wymiany

$$\begin{aligned} A_{ok} &= 9,3 \text{ m}^2 \\ V_{nom} &= \Psi = 255 \text{ m}^3/\text{h} \\ V_{obl} &= \Psi * C_m \end{aligned}$$

- stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru $C_w = 1,0$

- drzwi spełniają funkcję doprowadzenia powietrza wentylacyjnego

Opis usprawnienia

Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi istniejących na drzwi szczelne, o parametrze izolacyjności cieplnej $U \leq 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	po zmianie
1	Współczynnik przenikania drzwi U	$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	2,50	1,3
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	1,1	1,00
		C_m	1,3	1,00
3	$Q_0, Q_1 = (8,64 * S_d * A_{ok} * U + 2,94 * C_r * C_w * V_{nom} * S_d) * 10^{-5}$	GJ/a	39,9	33,3
4	$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0052	0,0038
5	$\Delta O_{rOK} + \Delta O_{rW} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12(y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m}) + 12(A_{b0} - A_{b1})$	zł/a		440
6	Koszt wymiany drzwi N_{ok}	zł		12 000
7	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-
8	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		27,3

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto orientacyjną cenę drzwi wraz z montażem według średnich cen rynkowych.

Kosztorys na drzwi obejmuje cenę drzwi i materiałów pomocniczych, transport, demontaż starych drzwi, montaż nowych.

Wybrany wariant- 1	Koszt :	12 000 zł	SPBT=	27,3 lat
--------------------	---------	-----------	-------	----------

6.2.20. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na poprawie systemu wentylacji**Przedsięwzięcie C.21. - Zmniejszenie strat na wentylacji****Stan obecny**

Obecnie budynek wyposażony jest w niekompletny system wentylacji grawitacyjnej. Kilka pomieszczeń nie posiada w ogóle dostępu do kominów wentylacyjnych, a istniejące kanały wentylacji grawitacyjnej nie spełniają swojego zadania. Wentylowanie pomieszczeń odbywa się poprzez otwieranie okien, lub niekontrolowaną infiltrację tam gdzie stolarka jest bardzo nieszczelna.

System wentylacji grawitacyjnej jest niekontrolowany i niewydajny. Dodatkowo część okien, które są stare i nieszczelne powodują sporą infiltrację powietrza, co dodatkowo wzmacnia straty na wentylacji. Po wymianie okien infiltracja znacznie się zmniejszy lecz nie rozwiąże to problemu złego i niewydajnego systemu wentylacji

Opis propozycji usprawnienia

W całym budynku należy zamontować system wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła.

System nawiewno wywiewny będzie się opierał na kilku centralach wentylacyjnych nawiewno-wywiewnych z odzyskiem ciepła obsługujących niezależnie grupy pomieszczeń o tych samych funkcjach i czasie pracy.

Taki system umożliwi niezależne sterowanie czasem pracy i wydatkami w konkretnych strefach, tak by jak najlepiej dopasować ilości zużywanego powietrza do potrzeb. Dodatkowo, podział systemu wentylacji na mniejsze systemy ułatwi umieszczenie kanałów wentylacyjnych oraz zamontowanie central w istniejącym budynku będącym pod ochroną konserwatora zabytków.

Wszystkie centrale muszą być wyposażone w wentylatory EC z płynną regulacją wydatku, oraz sterowniki z programatorem tygodniowym. To umożliwi dokładne dostosowanie wydatku do potrzeb użytkowników, oraz dostosowanie godzin pracy systemu do czasu użytkowania budynku.

Wentylacja sanitariatów powinna być realizowana indywidualnymi wentylatorami wyciągowymi załączanymi razem z oświetleniem, a wyłączanymi ze zwłoką czasową ustawioną indywidualnie przez użytkownika.

Obliczenia**Stan obecny - wentylacja grawitacyjna:**

Dane dla całego budynku na podstawie obliczeń w programie audytor OZC 6.7 Pro

Zapotrzebowanie na moc grzewczą na potrzeby wentylacji:	22,767	kW
zużycie energii cieplnej na potrzeby wentylacji	307,45	GJ/rok

Stan projektowany - wentylacja mechaniczna:

Dane na podstawie obliczeń w programie audytor OZC 6.7 Pro

nominalny wydatek central wentylacyjnych w czasie jej pracy:		
Nawiew	3 650	m3/h
Wywiew	2 950	m3/h
nominalny wydatek wentylatorów wyciągowych w sanitariatach:	700	m3/h
czas pracy systemu wentylacji:	2 080	h/rok
sezonowa sprawność odzysku ciepła rekuperatorów w centralach wentylacyjnych:	75%	
współczynnik SFP łącznie dla wentylatora nawiewnego i wywiewnego	2,3	kW/m3/s
Zapotrzebowanie na moc grzewczą:	18,203	kW
zużycie energii cieplnej:	62,16	GJ/rok

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	stan projektowany
1	Straty $Q_{ve} = H \cdot (\Theta_{int} - \Theta_{e}) \cdot t \cdot M$ [kWh]	GJ/a	307,5	62,2
2	$Q = V \cdot \rho \cdot c_p \cdot \Delta T, kW$	MW	0,0228	0,0182
3	Zużycie prądu na wentylatory	kWh/rok	0	4850
4	koszt pracy wentylatorów	pln/rok	0	2787
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{OK} + \Delta O_{RW} = (x_0 \cdot Q_0 \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_1 \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_0 \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_1 \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		9 669
6	Orientacyjny koszt usprawnienia	zł		600 000
7	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		62,1

Podstawa przyjętych wartości kosztowych:

Na podstawie szacunkowej wyceny firmy P.P.H.U. "D&M" Dawid Wróbel

Cena obejmuje wykonanie kompletnego systemu wentylacji nawiewno-wywiewnej w budynku, podłączenia zasilania do nagrzewnic wodnych, wykonania wentylacji w sanitariatach wraz z wszystkimi pracami pobocznymi.

Wybrany wariant- 1	Koszt :	600 000 zł	SPBT=	62,1 lat
---------------------------	----------------	-------------------	--------------	-----------------

6.2.21. Ocena przesiewięzienia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na energię elektryczną na potrzeby oświetlenia.**Przedsięwzięcie D.22. - Zmniejszenie kosztów energii elektrycznej- oświetlenie****Stan obecny**

Oświetlenie w budynku opiera się w części na starych oprawach świetłókwowych ze starym układem zapłonowym, generującym dodatkowe straty energii, a w części na oprawach żyrandolowych wyposażonych w źródła żarowe. Oświetlenie te, oprócz tego, że jest energochłonne, nie spełnia obecnych norm oświetleniowych.

Jedynie korytarze i klatki schodowe wyposażone zostały w kinkiety ze źródłem led, generującym bardzo niewielkie zużycie prądu. Mając powyższe na uwadze, we wszystkich pomieszczeniach oprócz komunikacji, należy wymienić stare oprawy na nowe.

Aby ocenić efekt ekonomiczny planowanej inwestycji, w pierwszej kolejności wykonano inwentaryzację oświetlenia obecnie istniejącego. Mając

		nr pom.	opis pomieszczenia	rodzaj oprawy	moc oprawy [W]	ilość opraw	dodatek mocy na układ zapłonowy	moc w pomieszczeniu [W]	czas pracy h/rok	zużycie energii kWh/rok	roczny koszt oświetlenia [pln]
A	Piwnica	A/-1.1	Pomieszczenie gospodarcze	żarówka	75	1		75	1560	117	67
		A/-1.2	Pomieszczenie gospodarcze	żarówka	75	1		75	1560	117	67
		A/-1.3	Pomieszczenie gospodarcze	żyrandol wiszacy 3*60W	180	2		360	1560	562	323
		A/-1.4	Korytarz	żarówka	75	1		75	1560	117	67
		A/-1.5	Korytarz	żarówka	75	1		75	1560	117	67
		A/-1.6	Kotłownia	żarówka	60	4		240	1560	374	215
		A/-1.7	W.C.	żarówka	60	2		120	1560	187	108
		A/K-1	Klatka schodowa	świetłówka 1*18W	18	1	20%	21,6	1560	34	19
A	Przyziemie	A/1.1	Wiatrołap	Plafon ze świetłową energooszczędną	20	2		40	1560	62	36
		A/1.2	Magazyn czytelników	oprawa świetłkowa 2*36	72	8	20%	691,2	1560	1 078	620
		A/1.3	Magazyn czytelników	oprawa świetłkowa 2*36	72	9	20%	777,6	1560	1 213	697
		A/1.4	Punkt Informacji Turystycznej	oprawa świetłkowa 2*36	72	1	20%	86,4	1560	135	77
				Kinkiet z żarówką LED 4W	4	1		4	1560	6	4
		A/1.5	W.C. pracowników	Plafon ze świetłową energooszczędną	20	2		40	1560	62	36
		A/1.6	W.C.czytelników	Plafon 2*60	120	1		120	1560	187	108
				Plafon 1*60	60	1		60	1560	94	54
		A/1.7	Gromadzenie zbiorów	oprawa świetłkowa 2*36	72	6	20%	518,4	1560	809	465
		A/1.8	Czytelnia multimedialna	oprawa świetłkowa 2*36	72	6	20%	518,4	1560	809	465
		A/1.9	Czytelnia naukowa	oprawa świetłkowa 2*36	72	8	20%	691,2	1560	1 078	620
		A/1.10	Korytarz	Kinkiet z żarówką LED 4W	4	8		32	1560	50	29
A/K-1	Klatka schodowa	Kinkiet z żarówką LED 4W	4	1		4	1560	6	4		
A	Piętro	A/2.1	Hol	Kinkiet z żarówką LED 4W	4	4		16	1560	25	14
		A/2.2	W.C. pracowników	oprawa świetłkowa 1*36	36	1	20%	43,2	1560	67	39
				oprawa świetłkowa 2*18	36	1	20%	43,2	1560	67	39
				Plafon ze świetłową energooszczędną	20	1		20	1560	31	18
		A/2.3	W.C.czytelników	oprawa świetłkowa 1*36	36	1	20%	43,2	1560	67	39
				Plafon ze świetłową energooszczędną	20	1		20	1560	31	18
		A/2.4	Sekcja historii miasta	oprawa świetłkowa 2*36	72	6	20%	518,4	1560	809	465
		A/2.5	Sala szkoleń	oprawa świetłkowa 2*36	72	6	20%	518,4	1560	809	465
		A/2.6	Sala konferencyjna	oprawa świetłkowa 2*36	72	10	20%	864	1560	1 348	774
		A/2.7	Skład podręczny	oprawa świetłkowa 2*36	72	1	20%	86,4	1560	135	77
		A/2.8	Zbiory fonograficzne	oprawa świetłkowa 2*36	72	6	20%	518,4	1560	809	465
		A/2.9	Czytelnia muzyczna	oprawa świetłkowa 2*36	72	6	20%	518,4	1560	809	465
A/2.10	Korytarz	Kinkiet z żarówką LED 4W	4	8		32	1560	50	29		
A/K-1	Klatka schodowa	Kinkiet z żarówką LED 4W	4	2		8	1560	12	7		

		nr pom.	opis pomieszczenia	rodzaj oprawy	moc oprawy [W]	ilość opraw	dodatek mocy na układ zapłonowy	moc w pomieszczeniu [W]	czas pracy h/rok	zużycie energii kWh/rok	roczny koszt oświetlenia [pln]
A	Poddasze	A/3.1	Sala wystawowa	oprawa świetłówkowa 2*18	36	5		180	1560	281	161
				Leflektory z żarówką CDM-TD 150W	150	10		1500	1560	2 340	1344
				żarówka	75	4		300	1560	468	269
		A/3.2	Pomieszczenie gospodarcze	oprawa świetłówkowa 2*36	72	1	20%	86,4	1560	135	77
				oprawa świetłówkowa 2*18	36	2	20%	86,4	1560	135	77
		A/3.4	Korytarz	żarówka	60	1		60	1560	94	54
A/K-1	Klatka schodowa	Kinkiet z żarówką LED 4W	4	1		4	1560	6	4		
Ł	Piętro Przyziemie	Ł/1.1	Łącznik	Plafon 1*60	60	1		60	1560	94	54
		Ł/2.1	Łącznik	Kinkiet z żarówką LED 4W	4	2		8	1560	12	7
B	Przyziemie	B/1.1	W.C.	żarówka	75	2		150	1560	234	134
		B/1.2	Szatnia	żarówka	60	3		180	1560	281	161
		B/1.3	Pomieszczenia konserwatora	żarówka	75	5		375	1560	585	336
		B/1.4	Magazyn druków	oprawa świetłówkowa 2*36	72	2	20%	172,8	1560	270	155
		B/1.5	Pomieszczenie sprzątaczek	oprawa świetłówkowa 2*36	72	2	20%	172,8	1560	270	155
		B/1.6	Magazyn czasopism	oprawa świetłówkowa 2*36	72	2	20%	172,8	1560	270	155
		B/1.7	Magazyn czasopism	oprawa świetłówkowa 2*18	36	2	20%	86,4	1560	135	77
				oprawa świetłówkowa 2*36	72	1	20%	86,4	1560	135	77
		B/1.8	Korytarz	oprawa świetłówkowa 1*18	18	3	20%	64,8	1560	101	58
		B/K-2	Klatka schodowa	Kinkiet z żarówką LED 4W	4	1		4	1560	6	4
B	Piętro	B/2.1	Pomieszczenie biurowe	kinkiety z żarówką 2*60W	120	2		240	1560	374	215
		B/2.2	Pomieszczenie sanitarne	Plafon 1*40	40	2		80	1560	125	72
		B/2.3	Pomieszczenie kuchenne	Plafon 2*40	80	2		160	1560	250	143
		B/2.4	Pomieszczenie biurowe	kinkiety z żarówką 2*60W	120	2		240	1560	374	215
		B/2.5	Główna księgową	kinkiety z żarówką 2*60W	120	2		240	1560	374	215
		B/2.6	Sekretariat	kinkiety z żarówką 2*60W	120	2		240	1560	374	215
		B/2.7	Dyrektor	kinkiety z żarówką 2*60W	120	2		240	1560	374	215
		B/2.8	Korytarz	Kinkiet z żarówką LED 4W	4	7		28	1560	44	25
		B/K-2	Klatka schodowa	Kinkiet z żarówką LED 4W	4	2		8	1560	12	7
		B	Poddasze	B/3.1	Kociewski Kantor Edytorski	Rastry ze świetłówką 4*18	72	2	20%	172,8	1560
B/3.2	Składnica akt			Rastry ze świetłówką 4*18	72	3	20%	259,2	1560	404	232
B/3.3	Pomieszczenie gospodarcze			Rastry ze świetłówką 4*18	72	2	20%	172,8	1560	270	155
B/3.4	Korytarz			Plafon ze świetłówką energooszczędną	20	1		20	1560	31	18
B/K-2	Klatka schodowa			Plafon ze świetłówką energooszczędną	20	2		40	1560	62	36
									suma	21 473	12 338

Opis propozycji usprawnienia

Wymieniając stare oświetlenie na nowe, należy tak to zaprojektować i wykonać by spełnić obowiązujące przepisy i normy dotyczące natężenia oświetlenia w budynku. Niezależnie więc od poszukiwanych oszczędności, priorytetem jest znaczne polepszenie jakości oświetlenia. Należy zatem wymienić stare oprawy na nowe o znacznie lepszych parametrach. Wszystkie oprawy wyposażone są już w źródła światła o wysokiej jakości.

W celu dobrania odpowiednich opraw wykonano analizę doboru nowego oświetlenia w każdym analizowanym pomieszczeniu. Wyniki analizy znajdują się na kolejnej stronie. Kolorem żółtym zaznaczono oprawy, które nie będą zmieniane.

Oświetlenie po zmianach											
	nr pom.	opis pomieszczenia	Nazwa nowej oprawy	moc oprawy [W]	ilość opraw	koszt nowych opraw [pln brutto]	moc w pomieszczeniu [W]	czas pracy h/rok	zużycie energii kWh/rok	roczny koszt oświetlenia [pln]	
A	Piwnica	A/-1.1	Pomieszczenie gospodarcze	TCS125 2xTL-D18W HF P	38	1	202,95	38	1560	59	34
		A/-1.2	Pomieszczenie gospodarcze	TCS125 2xTL-D18W HF P	38	1	202,95	38	1560	59	34
		A/-1.3	Pomieszczenie gospodarcze	TCS125 2xTL-D18W HF P	38	2	405,90	76	1560	119	68
		A/-1.4	Korytarz	LAM-0301 4000K 15W	14,4	2	121,99	28,8	1560	45	26
		A/-1.5	Korytarz	LAM-0301 4000K 15W	14,4	2	121,99	28,8	1560	45	26
		A/-1.6	Kotłownia	TCW060 2xTL-D18W EB	38	6	826,56	228	1560	356	204
		A/-1.7	W.C.	LAM-0301 4000K 15W	14,4	2	121,99	28,8	1560	45	26
		A/K-1	Klatka schodowa	LAM-0301 4000K 15W	14,4	2	121,99	28,8	1560	45	26
A	Przyziemie	A/1.1	Wiatrołap	LAM-0270 4000K 18W	17,1	3	180,00	51,3	1560	80	46
		A/1.2	Magazyn czytelników	TCS260 2x28W/840 HFS C6 WH	62	12	4 678,92	744	1560	1 161	667
		A/1.3	Magazyn czytelników	TCS260 2x28W/840 HFS C6 WH	62	6	2 339,46	372	1560	580	333
		A/1.4	Punkt Informacji Turystycznej	TCS260 2x54W/840 HFS C6 WH	118	1	408,36	118	1560	184	106
			Kinkiet z żarówką LED 4W	4	1		4	1560	6	4	
		A/1.5	W.C. pracowników	LAM-0270 4000K 18W	17,1	5	300,00	85,5	1560	133	77
		A/1.6	W.C. czytelników	LAM-0270 4000K 18W	17,1	4	240,00	68,4	1560	107	61
		A/1.7	Gromadzenie zbiorów	TCS260 2x28W/840 HFS C6 WH	62	6	2 339,46	372	1560	580	333
		A/1.8	Czytelnia multimedialna	TCS260 2x28W/840 HFS C6 WH	62	6	2 339,46	372	1560	580	333
		A/1.9	Czytelnia naukowa	TCS260 2x28W/840 HFS C6 WH	62	10	3 899,10	620	1560	967	556
		A/1.10	Korytarz	Kinkiet z żarówką LED 4W	4	8		32	1560	50	29
A/K-1	Klatka schodowa	Kinkiet z żarówką LED 4W	4	1		4	1560	6	4		
A	Piętro	A/2.1	Hol	Kinkiet z żarówką LED 4W	4	4		16	1560	25	14
		A/2.2	W.C. pracowników	LAM-0270 4000K 18W	17,1	7	420,00	119,7	1560	187	107
		A/2.3	W.C. czytelników	LAM-0270 4000K 18W	17,1	6	360,00	102,6	1560	160	92
		A/2.4	Sekcja historyczna	TCS260 2x28W/840 HFS C6 WH	62	6	6 184,44	372	1560	580	333
		A/2.5	Sala szkoleń	TCS260 2x28W/840 HFS C6 WH	62	6	2 339,46	372	1560	580	333
		A/2.6	Sala konferencyjna	TCS260 2x28W/840 HFS C6 WH	62	12	4 678,92	744	1560	1 161	667
		A/2.7	Skład podręczny	TCS260 2x28W/840 HFS C6 WH	62	2	779,82	124	1560	193	111
		A/2.8	Zbiory fonograficzne	TCS260 2x28W/840 HFS C6 WH	62	6	2 339,46	372	1560	580	333
		A/2.9	Czytelnia muzyczna	TCS260 2x28W/840 HFS C6 WH	62	10	3 899,10	620	1560	967	556
		A/2.10	Korytarz	Kinkiet z żarówką LED 4W	4	8		32	1560	50	29
		A/K-1	Klatka schodowa	Kinkiet z żarówką LED 4W	4	2		8	1560	12	7
A	Poddasze	A/3.1	Sala wystawowa	ST440T 1xLED35S/840 WB	37	8	3 119,28	296	1560	462	265
				ST440T 1xLED35S/840 MB	37	8	3 119,28	296	1560	462	265
				TCS260 2x28W/840 HFS C6 WH	62	5	1 949,55	310	1560	484	278
				ZCS260 SME-3-WH		5	996,30		1560		
		A/3.2	Pomieszczenie gospodarcze	TCS125 2xTL-D36W HF P	72	2	455,10	144	1560	225	129
		A/3.3	Poddasze nieużytkowe	brak							
		A/3.4	Korytarz	TCS260 2x28W/840 HFS C6 WH	62	1	389,91	62	1560	97	56
				ZCS260 SME-3-WH		1	199,26		1560		
A/K-1	Klatka schodowa	Kinkiet z żarówką LED 4W	4	1		4	1560	6	4		
Ł	Przyziemie	Ł/1.1	Łącznik	TCS260 2x28W/840 HFS C6 WH	62	1	389,91	62	1560	97	56
				ZCS260 SME-3-WH		1	199,26		1560		
		Ł/2.1	Łącznik	Kinkiet z żarówką LED 4W	4	2		8	1560	12	7

		nr pom.	opis pomieszczenia	rodzaj oprawy	moc oprawy [W]	ilość opraw	koszt nowych opraw [pln brutto]	moc w pomieszczeniu [W]	czas pracy h/rok	zużycie energii kWh/rok	roczny koszt oświetlenia [pln]
B	Przyziemie	B/1.1	W.C.	LAM-0270 4000K 18W	17,1	3	180,00	51,3	1560	80	46
		B/1.2	Szatnia	TCS125 2xTL-D36W HF P	72	1	227,55	72	1560	112	65
		B/1.3	Pomieszczenia konserwatora	TCW060 2xTL5-49W HF	108	2	467,40	216	1560	337	194
				LAM-0301 4000K 15W	14,4	1	61,00	14,4	1560	22	13
		B/1.4	Magazyn druków	TCS260 2x28W/840 HFS C6 WH	62	2	779,82	124	1560	193	111
		B/1.5	Pomieszczenie sprzątarek	TCS125 2xTL-D36W HF P	72	1	227,55	72	1560	112	65
		B/1.6	Magazyn czasopism	TCS260 2x28W/840 HFS C6 WH	62	2	779,82	124	1560	193	111
		B/1.7	Magazyn	TCS260 2x28W/840 HFS C6 WH	62	3	1 169,73	186	1560	290	167
		B/1.8	Korytarz	LAM-0270 4000K 18W	17,1	6	360,00	102,6	1560	160	92
	B/K-2	Klatka schodowa	Kinkiet z żarówką LED 4W	4	1		4	1560	6	4	
B	Piętro	B/2.1	Pomieszczenie biurowe	TCS260 2x28W/840 HFS C6 WH	62	2	779,82	124	1560	193	111
		B/2.2	Pomieszczenie sanitarne	LAM-0270 4000K 18W	17,1	6	360,00	102,6	1560	160	92
		B/2.3	Pomieszczenie kuchenne	TCS125 2xTL-D36W HF P	72	1	227,55	72	1560	112	65
		B/2.4	Pomieszczenie biurowe	TCS260 2x28W/840 HFS C6 WH	62	2	779,82	124	1560	193	111
		B/2.5	Główna księgowia	TCS260 2x28W/840 HFS C6 WH	62	2	779,82	124	1560	193	111
		B/2.6	Sekretariat	TCS260 2x28W/840 HFS C6 WH	62	2	779,82	124	1560	193	111
		B/2.7	Dyrektor	TCS260 2x28W/840 HFS C6 WH	62	2	779,82	124	1560	193	111
		B/2.8	Korytarz	Kinkiet z żarówką LED 4W	4	7		28	1560	44	25
			B/K-2	Klatka schodowa	Kinkiet z żarówką LED 4W	4	2		8	1560	12
B	Poddasze	B/3.1	Kociewski Kantor Edytorski	TCS260 2x54W/840 HFS C6 WH	118	3	1 225,08	354	1560	552	317
		B/3.2	Składnica akt	TCS260 2x54W/840 HFS C6 WH	118	4	1 633,44	472	1560	736	423
		B/3.3	Pomieszczenie gospodarcze	TCS125 2xTL-D18W HF P	38	5	1 014,75	190	1560	296	170
		B/3.4	Korytarz	TCS125 2xTL-D36W HF P	72	1	227,55	72	1560	112	65
			B/K-2	Klatka schodowa	TCS125 2xTL-D36W HF P	72	1	227,55	72	1560	112
						suma	63 738		suma	16 161	9 285

Analiza opłacalności zmiany oświetlenia

Obliczenie oszczędności dla zmiany oświetlenia

Lp.	Jedn.	przed	po
1.	Zapotrzebowanie na energię elektryczną kWh	21 473,4	16 161,0
2.	Zapotrzebowanie mocy MW	0,0138	0,0104
3.	koszt obsługi oświetlenia zł/rok	12 338	9 285
4.	Oszczędność zł/rok		3 052
5.	Całkowity koszt modernizacji zł		80 538
6.	SPBT lata		26,4

Koszty wykonania modernizacji:

pozycja	wartość brutto
koszt opraw i źródeł światła	63 738
koszt montażu nowych opraw	16 800
suma	80 538

Koszt nowych opraw świetłkowych wraz z wymianą podano na podstawie oferty firmy ViTom Light & Energy Tomasz Przytarski

Koszt : 80 538 zł SPBT= 26,4 lat

6.3. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.		Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty przedsięwzięcia	SPBT lata
1	A.10	Ocieplenie dachów łącznika i nad częścią nieużytkową budynku A (DACH1 i DACH2)	57 182	3,61
2	A.2	Ocieplenie ścian zewnętrznych grubości 29cm (ŚZ29)	3 235	6,62
3	A.3	Ocieplenie ścian zewnętrznych grubości 46cm (ŚZ46)	2 885	9,68
4	A.4	Ocieplenie ścian zewnętrznych grubości 49cm (ŚZ49)	40 020	10,25
5	A.5	Ocieplenie ścian zewnętrznych grubości 54cm (ŚZ54)	38 258	11,20
6	B.19	Wymiana i częściowe zamurowanie lukswerów	7 550	11,90
7	A.6	Ocieplenie ścian zewnętrznych grubości 61cm (ŚZ61)	101 736	12,58
8	B.16	Wymiana starego okna metalowego w piwnicy	1 060	14,50
9	A.12	Ocieplenie dachu skośnego nad użytkową częścią budynku A (DACH5)	36 001	14,54
10	B.15	Wymiana starych okien drewnianych	19 320	22,10
11	D.22	Zmniejszenie kosztów energii elektrycznej- oświetlenie	80 538	26,40
12	B.20	Wymiana starych drzwi	12 000	27,30
13	A.7	Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnicy (ŚZP)	6 451	28,75
14	A.13	Ocieplenie podłogi na gruncie (PG)	54 855	32,75
15	A.11	Ocieplenie stropu płaskiego w części B (DACH3)	7 264	36,79
16	A.14	Ocieplenie podłogi w piwnicy (PGP)	31 925	53,83
17	B.17	Wymiana okien drewnianych z 2002 r.	184 780	54,40
18	C.21	Zmniejszenie strat na wentylacji	600 000	62,05
19	A.9	Ocieplenie ściany przy gruncie zachodniej oraz znajdujących się pod budynkiem (ŚPGW i ŚPGPP)	15 912	62,29
20	B.18	Wymiana okien połaciowych w dachu	42 172	72,80
21	A.8	Ocieplenie północnej ściany przy gruncie (ŚPGN)	16 864	77,18
RAZEM			1 360 008	

6.4. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Przedsięwzięcie CO.1. - Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania

UWAGA!

Aby sprawiedliwie ocenić inwestycję w modernizację systemu CO, należy wziąć pod uwagę zmiany w zapotrzebowaniu na moc grzewczą, oraz ciepło, jakie wprowadzą usprawnienia ograniczające zużycie ciepła dla budynku (analizowane w punkcie 6.2). Do analizy zysków z przedsięwzięcia weźmiemy więc pod uwagę obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło jakie będzie po wykonaniu wszystkich pozostałych usprawnień dotyczących osłony termicznej budynku oraz wentylacji, a nie takie jakie jest w stanie obecnym.

Dane:

zapotrzebowanie na ciepło po termomodernizacji $Q_{0co}=$	47,80 GJ/a
zapotrzebowanie na moc grzewczą po termomodernizacji $\Phi_{HL}=$	35,00 kW
sprawność systemu CO w stanie obecnym $\eta_0=$	0,62
współczynnik przerw na ogrzewaniu w okresie doby $w_{d0}=$	1
współczynnik przerw na ogrzewaniu w okresie tygodnia $w_{t0}=$	1

Ciepło na potrzeby ogrzewania w stanie istniejącym wytwarzane jest w kotłowni gazowej wykonanej w 1997 roku, zlokalizowanej w ogrzewanej piwnicy. Przewody w kotłowni są właściwie zaizolowane, sama kotłownia działa bez zarzutu.

Instalacja wewnętrzna jest wykonana z rur stalowych bez izolacji termicznej, prowadzonych po wierzchu. Grzejniki w większości są żebarkowe (częściowo wymienione na konwektorowe), niewyposażone w zawory termostatyczne. Instalacja wewnętrzna jest ogólnie w złym stanie technicznym i wymaga wymiany. Wszystko to wpływa na dość mizerną sprawność cieplną systemu CO.

Całkowita sprawność systemu CO wynosi **0,62**

sprawności składowe systemu w stanie obecnym				Sprawność całkowita systemu w stanie obecnym	
wytwarzania η_g	przesyłu η_d	regulacji i wykorzystania η_e	akumulacji η_s	$w_t = 1,00$	$w_d = 1,00$
0,94	0,86	0,77	1,00	$\eta_0=$	0,62

Aby podwyższyć sprawność systemu CO należy:

- wymienić stare przewody rozprowadzające ciepło na nowe i zaizolować je otuliną o grubościach zgodnych z WT
- Wymienić stare grzejniki żebarkowe na nowe z elektronicznymi głowicami termostatycznymi z regulatorem PID

OPIS USPRAWNIEŃ

Całą instalację centralnego ogrzewania w budynku należy zdemontować, a następnie wykonać na nowo, w oparciu o nowe przewody, odpowiednią izolację i nowe grzejniki konwektorowo-promiennikowe o zwiększonym udziale promieniowania do konwekcji (udział promieniowania do konwekcji na poziomie co najmniej 30%)

Grubość izolacji na przewodach CO musi być zgodna z wymaganiami zawartymi w Warunkach Technicznych 2014. Dla estetyki i zabezpieczenia izolacji przed zniszczeniem na rury prowadzone po wierzchu należy zastosować otuliny z wełny mineralnej pokrytej płaszczem z folii PVC z zakładką samoprzylepną. Lub zaizolowane rury zabudować.

Zawory termostatyczne nowych grzejników należy wyposażyć w elektroniczne głowice termostatyczne z zabezpieczeniem antykradzieżowym i programatorem tygodniowym. Umożliwi to dostosowanie temperatury w pomieszczeniach do czasu użytkowania budynku, a to oznacza dodatkowe oszczędności.

Kluczowym dla wysokiej sprawności regulacji jest zastosowanie termostatów z regulatorem PID pozwalającą na bardzo precyzyjną regulację temperatury i sterowanie adaptacyjne.

Wymianę całej instalacji na nową, należy bezwzględnie poprzedzić projektem instalacyjnym, w którym zostaną określone szczegółowe parametry nowej instalacji.

Ocieplenie budynku od wewnątrz znacznie zmniejszy jego pojemność cieplną. A zatem, umożliwi dodatkowo wprowadzenie na sterownika kotła obniżen temperatur w budynku w weekendy, oraz po godzinach pracy (od poniedziałku do piątku).

W tabeli poniżej zestawiono obecne wartości współczynników sprawności systemu CO, oraz uwzględniające wprowadzenie wyżej wymienionych usprawnień.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	Wytwarzanie ciepła - bez zmian	$\eta_g = 0,94$	$\eta_g = 0,94$
2	Przesyłanie ciepła - Wymiana instalacji na nową	$\eta_d = 0,86$	$\eta_d = \mathbf{0,96}$
3	Regulacja i wykorzystanie systemu grzewczego - Wymiana wszystkich starych grzejników na nowe konwektorowo-płaskie z zaworami termostatycznymi o działaniu proporcjonalno-całkującym PI z funkcjami adaptacyjną i optymalizującą, z blokadą nastawu.	$\eta_e = 0,77$	$\eta_e = \mathbf{0,93}$
4	Akumulacja ciepła - bez zmian	$\eta_s = 1,00$	$\eta_s = 1,00$
5	Sprawność całkowita systemu	$\eta_0 = \mathbf{0,62}$	$\eta_1 = \mathbf{0,84}$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia - Wprowadzenie obniżenia temperatury w weekendy	$w_t = 1,00$	$w_t = \mathbf{0,90}$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - Wprowadzenie obniżenia temperatury od 18tej do 7 rano	$w_d = 1,00$	$w_d = \mathbf{0,95}$

Usprawnienie centralnego ogrzewania - WYLICZENIA KOSZTOWE

DANE:

orientacyjna długość przewodów [m]

Piony	294
podejścia do grzejników	216
ilość grzejników	72

Ocena finansowa wdrożonego przedsięwzięcia

Lp.	Opis	jedn.	Stan istniejący	stan docelowy
1	Sprawność całkowita systemu grzewczego η	-	0,62	0,84
2	zapotrzebowanie na energię użytkową	GJ/rok	48	48
3	zapotrzebowanie na energię końcową	GJ/rok	77	49
4	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	1,00	0,90
5	Uwzględnienie przerw dobowych w_d	-	1,00	0,95
6	oszczędność kosztów związana ze zmniejszeniem zapotrzebowania na GJ	zł/rok		1 163
7	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		244 834
8	SPBT	lata		210,6

Koszty przedsięwzięcia		jedn.	ilość	cena	koszt
1	wymiana instalacji CO- piony	mb	294	105	30 750
2	wymiana instalacji CO- podejścia do grzejników	mb	216	62	13 284
3	wymiana grzejników wraz z montażem elektronicznych głowic termostatycznych	szt.	72	1 400	100 800
4	Dodatkowe roboty budowlano-instalacyjne niezbędne przy wymianie instalacji				100 000
Razem					244 834

Koszty wykonania robót instalacyjnych zostały oszacowane z pomocą firmy DIOS Andrzej Bieszka.

Koszt :	244 834 zł	SPBT= 210,6 lat
----------------	-------------------	------------------------

6.5. Rodzaj i zakres usprawnień termomodernizacyjnych zalecanych do realizacji

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Koszty	SPBT lata	Inne koszty (proporcjonalnie)			Koszty wariantu ogółem
				Koszty dokumentacji	Koszty nadzoru	Razem	
		zł	lata	zł	zł	zł	zł
1	Ocieplenie dachów łącznika i nad częścią nieużytkową budynku A (DACH1 i DACH2)	57 182	3,61	5 345	1 069	6 414	63 595
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych grubości 29cm (ŚZ29)	3 235	6,62	302	60	363	3 597
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych grubości 46cm (ŚZ46)	2 885	9,68	270	54	324	3 209
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych grubości 49cm (ŚZ49)	40 020	10,25	3 741	748	4 489	44 509
5	Ocieplenie ścian zewnętrznych grubości 54cm (ŚZ54)	38 258	11,20	3 576	715	4 291	42 549
6	Wymiana i częściowe zamurowanie lukswerów	7 550	11,90	706	141	847	8 396
7	Ocieplenie ścian zewnętrznych grubości 61cm (ŚZ61)	101 736	12,58	9 509	1 902	11 411	113 147
8	Wymiana starego okna metalowego w piwnicy	1 060	14,50	99	20	119	1 179
9	Ocieplenie dachu skośnego nad użytkową częścią budynku A (DACH5)	36 001	14,54	3 365	673	4 038	40 038
10	Wymiana starych okien drewnianych	19 320	22,10	1 806	361	2 167	21 487
11	Zmniejszenie kosztów energii elektrycznej- oświetlenie	80 538	26,40	7 528	1 506	9 033	89 571
12	Wymiana starych drzwi	12 000	27,30	1 122	224	1 346	13 346
13	Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnicy (ŚZP)	6 451	28,75	603	121	723	7 174
14	Ocieplenie podłogi na gruncie (PG)	54 855	32,75	5 127	1 025	6 153	61 008
15	Ocieplenie stropu płaskiego w części B (DACH3)	7 264	36,79	679	136	815	8 079
16	Ocieplenie podłogi w piwnicy (PGP)	31 925	53,83	2 984	597	3 581	35 506
17	Wymiana okien drewnianych z 2002 r.	184 780	54,40	17 271	3 454	20 725	205 505
18	Zmniejszenie strat na wentylacji	600 000	62,05	56 080	11 216	67 296	667 296
19	Ocieplenie ściany przy gruncie zachodniej oraz znajdujących się pod budynkiem (ŚPGW i ŚPGPP)	15 912	62,29	1 487	297	1 785	17 697
20	Wymiana okien połaciowych w dachu	42 172	72,80	3 942	788	4 730	46 902
21	Ocieplenie północnej ściany przy gruncie (ŚPGN)	16 864	77,18	1 576	315	1 892	18 756
22	0,00	0	0,00	0	0	0	0
22	Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania	244 834	210,60	22 884	4 577	27 461	272 295
Razem		1 604 842		150 000	30 000	180 000	1 784 842

Powyższe zestawienie zawiera listę usprawnień zalecanych do realizacji, uszeregowanych według współczynnika SPBT.

7. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Niniejszy rozdział obejmuje:

- a. określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- b. wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1.1 Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tabeli poniżej zastosowano następujące skrótowe określenia usprawnień zestawionych w p.6.5

Ocieplenie ścian zewnętrznych oraz ścian przy gruncie ujęto łącznie w dwóch usprawnieniach

Dachy 1 i 2	Ocieplenie dachów łącznika i nad częścią nieużytkową budynku A (DACH1 i DACH2)
Ściany zewnętrzne	Ocieplenie wszystkich ścian zewnętrznych (SZ29, SZ246, SZ49, SZ54, SZ61)
Lukswery	Wymiana i częściowe zamurowanie lukswerów
Okno metalowe	Wymiana starego okna metalowego w piwnicy
Dach 5	Ocieplenie dachu skośnego nad użytkową częścią budynku A (DACH5)
Stare okna drewniane	Wymiana starych okien drewnianych
Oświetlenie	Zmniejszenie kosztów energii elektrycznej- oświetlenie
Drzwi	Wymiana starych drzwi
Ściany zewnętrzne piwnicy	Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnicy (SZP)
Podłoga na gruncie	Ocieplenie podłogi na gruncie (PG)
Dach 3	Ocieplenie stropu płaskiego w części B (DACH3)
Podłoga w piwnicy	Ocieplenie podłogi w piwnicy (PGP)
Okna drewniane	Wymiana okien drewnianych z 2002 r.
Wentylacja	Zmniejszenie strat na wentylacji
Ściany przy gruncie	Ocieplenie ściany przy gruncie zachodniej oraz znajdujących się pod budynkiem (SPGW i SPGPP), oraz ocieplenie północnej ściany przy gruncie (SPGN)
Okna połaciowe	Wymiana okien połaciowych w dachu
modernizacja CO	Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

[illegible]

7.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Nr wariantu	Ogrzewanie budynku			Ciepła woda		Razem co + cw		Oświetlenie		Oplaty c.o.	Oplaty c.w.u.	Oplaty światło	Razem	Oszczę- dność ΔO_r	Koszt robót N zł
	Q_{oco}	q_{oco}	η_o	Q_{ocw}	q_{ocw}	Q_o	q_o	Q_{oL}	q_{oL}	$O_{co\ 0}$	$O_{cw\ 0}$	$O_{l\ 0}$	O_{or}		
	Q_{1co}	q_{1co}	η_1	Q_{1cw}	q_{1cw}	Q_1	q_1	Q_{1L}	q_{1L}	$O_{co\ 1}$	$O_{cw\ 1}$	$O_{l\ 1}$	O_{1r}		
	GJ/a	kW	W_{d0}, W_{t0}	GJ/a	kW	GJ/a	kW	GJ/a	kW	zł/a	zł/a	zł/a	zł/a		
stan istn.	802,56	190,2	0,62 1,00 1,00	28,7	0,9	1318,0	191,1	77,2	13,8	68 361	4 589	12 338	72 949		
1	47,8	41,7	0,84 0,95 0,90	28,7	0,9	77,4	42,5	58,1	10,4	5 440	4 589	9 285	19 315	53 635	1 784 842
2	50,6	42,6	0,84 0,95 0,90	28,7	0,9	80,2	43,4	58,1	10,4	5 624	4 589	9 285	19 498	53 451	1 737 940
3	57,5	43,1	0,84 0,95 0,90	28,7	0,9	87,3	44,0	58,1	10,4	5 959	4 589	9 285	19 834	53 116	1 701 487
4	112,8	50,8	0,84 0,95 0,90	28,7	0,9	143,7	51,7	58,1	10,4	8 892	4 589	9 285	22 766	50 184	1 034 190
5	142,8	54,2	0,84 0,95 0,90	28,7	0,9	174,3	55,1	58,1	10,4	10 422	4 589	9 285	24 296	48 653	828 685
6	147,5	54,8	0,84 0,95 0,90	28,7	0,9	179,0	55,7	58,1	10,4	10 666	4 589	9 285	24 540	48 409	793 179
7	150,0	55,2	0,84 0,95 0,90	28,7	0,9	181,5	56,1	58,1	10,4	10 804	4 589	9 285	24 678	48 271	785 100
8	178,0	58,6	0,84 0,95 0,90	28,7	0,9	210,1	59,5	58,1	10,4	12 248	4 589	9 285	26 123	46 827	724 093
9	181,4	59,1	0,84 0,95 0,90	28,7	0,9	213,5	60,0	58,1	10,4	12 431	4 589	9 285	26 305	46 644	716 919
10	187,4	59,6	0,84 0,95 0,90	28,7	0,9	219,7	60,5	58,1	10,4	12 726	4 589	9 285	26 600	46 350	703 573
11	187,4	59,6	0,84 0,95 0,90	28,7	0,9	219,7	60,5	77,2	13,8	12 726	4 589	12 338	29 652	43 297	614 002
12	198,3	60,4	0,84 0,95 0,90	28,7	0,9	230,8	61,2	77,2	13,8	13 242	4 589	12 338	30 169	42 781	592 515
13	236,1	66,0	0,84 0,95 0,90	28,7	0,9	269,2	66,8	77,2	13,8	15 272	4 589	12 338	32 198	40 751	552 476
14	236,9	66,1	0,84 0,95 0,90	28,7	0,9	270,1	66,9	77,2	13,8	15 316	4 589	12 338	32 242	40 707	551 297
15	243,3	67,0	0,84 0,95 0,90	28,7	0,9	276,6	67,9	77,2	13,8	15 656	4 589	12 338	32 583	40 366	542 901
16	520,0	104,7	0,84 0,95 0,90	28,7	0,9	558,5	105,5	77,2	13,8	30 258	4 589	12 338	47 185	25 765	335 890
17	802,56	141,1	0,84 0,95 0,90	28,7	0,9	846,4	141,9	77,2	13,8	45 009	4 589	12 338	61 936	11 014	272 295

Uwaga. Zapotrzebowania na energię i koszty obliczone dla standardowego sezonu grzewczego i normatywnych parametrów instalacji grzewczych i wentylacji. Mogą się one różnić od warunków rzeczywistych.

7.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

nr wariantu	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite zł	Roczna oszczędność kosztów energii zł	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (CO i CWU) $[(Q_0-Q_1)/Q_0]*100\%$ %	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu [zł,%]	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
						[zł]	[zł]	[zł]
	Wariant 1 Przyjęty do realizacji	1 784 842	53 635	94,2%	356 968 20% 1 427 874 80%	285 575	285 575	107 269
1	jak wariant 2 + Okna połaciowe	1 784 842	53 635	94,2%	356 968 20% 1 427 874 80%	285 575	285 575	107 269
2	jak wariant 3 + Ściany przy gruncie	1 737 940	53 451	94,0%	347 588 20% 1 390 352 80%	278 070	278 070	106 903
3	jak wariant 4 + Wentylacja	1 701 487	53 116	93,5%	340 297 20% 1 361 189 80%	272 238	272 238	106 231
4	jak wariant 5 + Okna drewniane	1 034 190	50 184	89,2%	206 838 20% 827 352 80%	165 470	165 470	100 367
5	jak wariant 6 + Podłoga w piwnicy	828 685	48 653	86,9%	165 737 20% 662 948 80%	132 590	132 590	97 306
6	jak wariant 7 + Dach 3	793 179	48 409	86,5%	158 636 20% 634 543 80%	126 909	126 909	96 818
7	jak wariant 8 + Podłoga na gruncie	785 100	48 271	86,3%	157 020 20% 628 080 80%	125 616	125 616	96 543
8	jak wariant 9 + Ściany zewnętrzne piwnicy	724 093	46 827	84,1%	144 819 20% 579 274 80%	115 855	115 855	93 653
9	jak wariant 10 + Drzwi	716 919	46 644	83,9%	143 384 20% 573 535 80%	114 707	114 707	93 287
10	jak wariant 11 + Oświetlenie	703 573	46 350	83,4%	140 715 20% 562 858 80%	112 572	112 572	92 699
11	jak wariant 12 + Stare okna drewniane	614 002	43 297	83,4%	122 800 20% 491 201 80%	98 240	98 240	86 595
12	jak wariant 13 + Dach 5	592 515	42 781	82,6%	118 503 20% 474 012 80%	94 802	94 802	85 561
13	jak wariant 14 + Okno metalowe	552 476	40 751	79,6%	110 495 20% 441 981 80%	88 396	88 396	81 502
14	jak wariant 15 + Lukswery	551 297	40 707	79,6%	110 259 20% 441 038 80%	88 208	88 208	81 414
15	jak wariant 16 + Ściany zewnętrzne	542 901	40 366	79,1%	108 580 20% 434 321 80%	86 864	86 864	80 733
16	jak wariant 17 + Dachy 1 i 2	335 890	25 765	57,7%	67 178 20% 268 712 80%	53 742	53 742	51 529
17	modernizacja CO	272 295	11 014	35,9%	54 459 20% 217 836 80%	43 567	43 567	22 027

Dane ekonomiczne wybranego wariantu		
Koszt inwestycji		1 784 842 zł
Wkład własny i inne źródła	20,0%	356 968 zł
Kredyt	80,0%	1 427 874 zł
Premia termomodernizacyjna		107 269 zł
Roczne oszczędności kosztów energii		53 635 zł
SPBT dla optymalnego wariantu [lata]		33,3
Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]		94,2%

7.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się:

Wariant - obejmujący wszystkie zaproponowane usprawnienia.

Przeprowadzona analiza wykazała, iż w analizowanym budynku można wykonać szereg usprawnień, które pozwolą zmniejszyć koszty ogrzewania, oraz oświetlenia o około 74%. Aby jednak osiągnąć właściwy poziom oszczędności należy postępować zgodnie z zaleceniami audytora, w szczególności na poziomie projektowania.

8. Opis techniczny wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji.**8.1. Opis robót****W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:**

Lp	Opis usprawnień	Planowane koszty [zł]	opis usprawnień
1	Modernizacja systemu centralnego ogrzewania usprawnikowanie CO.1 <p>Pomimo, że modernizacja CO jest zawsze traktowana jako najważniejsze usprawnikowanie, należy je przeprowadzić łącznie lub po wykonaniu wszystkich usprawnień obniżających zapotrzebowanie na moc grzewczą budynku. W innym razie moc nowej instalacji nie wystarczy na ogrzanie budynku w stanie obecnym. Wymianę całej instalacji na nową, należy poprzedzić projektem instalacyjnym, w którym zostaną określone moce nowych grzejników i miejsce ich usytuowania. Projekt powinien zakładać następujące elementy:</p> <p>Wymianę całej instalacji na nową, należy poprzedzić projektem instalacyjnym, w którym zostaną określone moce nowych grzejników i miejsce ich usytuowania. Projekt powinien zakładać następujące elementy:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wymieniając stare przewody CO na nowe, należy pomyśleć, by nowe zostały (po dokładnym ich zaizolowaniu otulinami o grubościach zgodnych z WT) zabudowane lub w inny sposób zabezpieczone. Jest to ważne z punktu widzenia walorów estetycznych, ale również ochroni to izolację rur przed zniszczeniem. - Przy wymianie grzejników na nowe należy wybrać grzejniki ze zwiększonym udziałem promieniowania do konwekcji (udział promieniowania do konwekcji na poziomie co najmniej 30%). - Grzejniki wyposażać w elektroniczne głowice termostatyczne z regulacją PID, sterowaniem adaptacyjnym, programowaniem tygodniowym z regulacją obniżenia temperatury, oraz blokadą przycisków. 	244 834	strona 42
2	Ocieplenie dachów w budynku usprawnikowania A.10, A.11, A.12 <p>Wszystkie dachy przeznaczone do ocieplenia należy docieplić wełną mineralną układając ją między krokwie (pierwsza warstwa), oraz w poprzek krokwii układając między stelaż do płyt kartonowo gipsowych. Nad wełną musi znaleźć się wysokoparoprzepuszczalna membrana dachowa. Ocieplając zatem dach od środka (bez zdejmowania poszycia dachu) należy najpierw ułożyć membranę dachową od spodu wywijając ją na krokwie, tak by pomiędzy nimi znalazła się kieszeń na ułożenie wełny mineralnej. Po ułożeniu wełny należy ułożyć folię paroizolacyjną, którą należy szczelnie ze sobą skleić specjalnymi taśmami, do tego przystosowanymi. Oprócz dachu nad budynkiem B, całość należy przykryć płytami kartonowo gipsowymi.</p> <p>Ocieplając połacie dachu należy tak to wykonać by cała jego powierzchnia została zaizolowana tą samą grubością wełny. Jeśli jakaś ścianka działowa wychodzi ponad docelową rzędną wełny, należy tę ściankę skrócić, tak by wełna i paroizolacja znalazła się nad ścianką.</p>	100 446	od strony 25 do strony 27
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemna usprawnikowania A.2 - A.6 <p>W związku z zabytkowym charakterem budynku, ocieplenie ścian zewnętrznych należy wykonać od środka wełną mineralną o współczynniku $\lambda = 0,032 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, układając ją pomiędzy stelaż systemowy do płyt GK. Wełnę od środka dokładnie zabezpieczyć folią paroizolacyjną. Dodatkowo, by zminimalizować mostek termiczny na styku ściany zewnętrznej i okien, oraz drzwi węgarki należy ocieplić od środka płytą z pianki rezolowej o współczynniku $\lambda = 0,021 \text{ W/(M}^2\text{K)}$ o grubości rdzenia co najmniej 3cm. Wykonując ocieplenie węgarków pamiętać należy by styk tych dwóch materiałów (wełny i pianki rezolowej) był również zabezpieczony folią paroizolacyjną.</p>	186 134	od strony 17 do strony 21
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnicy, oraz ścian piwnicy przy gruncie usprawnikowania A.7- A.9 <p>W związku ze zwiększoną wilgotnością ścian piwnicy, ocieplenie ich należy wykonać przy zastosowaniu płyt izolacyjnych multilayer. Należy przy tym zastosować kompletny system producenta czyli odpowiedni klej i tynk, tak by wszystkie elementy miały odpowiednią paroprzepuszczalność i nie utrudniały swobodnego przepływu wilgoci.</p>	39 227	od strony 22 do strony 24
5	Wymiana okien i likwidacja Luksferów usprawnikowania B.15, B.16, B.17, B.19 <p>Dwa przeszklenia wykonane z luksferów w łączniku od strony wschodniej należy zlikwidować i zamurować powstałe otwory blokami gazobetonowymi, wykańczając je od zewnątrz zgodnie z zaleceniem konserwatora zabytków. Następnie w trakcie ocieplania całego budynku od wewnątrz należy ocieplić również te zamurowane miejsca.</p> <p>Pozostałe luksfery oraz wszystkie okna należy zastąpić nowymi. Nowe okna należy montować tak, by było możliwe ocieplenie węgarków wokół okien. Węgarki należy ocieplić płytą z pianki rezolowej. Okna należy montować z wykorzystaniem taśm rozprężnych oraz folii uszczelniających, by uzyskać maksymalną szczelność powietrzną. Jest to tym bardziej istotne, że budynek będzie wyposażony w system wentylacji nawiewno-wywiewnej.</p>	212 710	strony 30, 31, 32, 34
6	Wymiana starych drzwi usprawnikowanie B.20 <p>Stare drzwi trzeba zlikwidować. Na ich miejsce należy wstawić nowe drzwi o właściwym współczynniku przenikalności cieplnej. Podobnie jak okna, nowe drzwi należy montować z wykorzystaniem systemowych taśm rozprężnych oraz folii uszczelniających (tzw. ciepły montaż).</p>	12 000	strona 35
7	Wymiana okien połaciowych usprawnikowanie B.11 <p>Wszystkie istniejące okna połaciowe należy wymienić na nowe szklone pakietem dwukomorowym o odpowiedniej termice, tak by współczynnik U_w dla całego okna wyniósł $1,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Kołnierz paroizolacyjny okien połączyć z paroizolacją zabezpieczającą nową wełną na dachu. Z punktu widzenia technologii montażu najlepiej jest najpierw wymienić okna połaciowe, a dopiero wtedy ocieplać połacie dachu.</p>	42 172	strona 33
8	Wykonanie instalacji wentylacji mechanicznej usprawnikowanie C.21 <p>Wykonanie instalacji wentylacji musi być poprzedzone projektem sanitarnym wykonanym zgodnie z założeniami opisanymi na stronie 36 niniejszego audytu. Dodatkowo sterowniki central wentylacyjnych oprócz możliwości sterowania wydatkami w pełnym zakresie (co najmniej od 20% do 100%), muszą posiadać możliwość tygodniowego ustawienia czasu pracy central. Czas pracy central powinien być spójny z profilem użytkowania budynku, ale centrale mogą się włączać np. na godzinę przed rozpoczęciem pracy, by przewietrzyć pomieszczenie przed wejściem pierwszych użytkowników. Dzięki automatycznemu ustawieniu czasu, pracownicy nie będą musieli za każdym razem dbać o wyłączenie central po zakończonej pracy.</p>	600 000	strona 36
9	Ocieplenie podłogi na gruncie oraz podłogi w piwnicy usprawnikowania A.13, A.14 <p>Podłogę na gruncie należy ocieplić płytami z pianki rezolowej układanej pomiędzy legarami, na których znajduje się obecna drewniana podłoga. Przed ułożeniem płyt należy zaizolować je od gruntu układając folię budowlaną, lub inną hydroizolację bezpośrednio na grunt. Podłogę w piwnicy należy skuć do gołej ziemi i wykonać nowe warstwy z zastosowaniem ocieplenia ze styropianu hydrofobowego EPS P 120</p>	86 780	od strony 28 do strony 29
10	Wymiana instalacji oświetleniowej usprawnikowanie D.22 <p>Oświetlenie w budynku należy wymienić zgodnie z opisem usprawnikowania na stronie 37</p> <p>Wszystkie prace instalacyjne w zakresie oświetlenia należy wykonać tak, by po zamontowaniu nowego oświetlenia pomiary wykazały, że nowe oświetlenie spełnia odpowiednie normy i przepisy. Kluczowy jest dobór odpowiednich opraw i ich umiejscowienia. Dodatkowo nowe oprawy nie mogą pobierać więcej energii elektrycznej niż to jest założone w audycie, inaczej usprawnikowanie nie przyniesie spodziewanego rezultatu. Przed wykonaniem usprawnikowania należy bezwzględnie wykonać projekt instalacyjny wymiany oświetlenia. Analiza świetlna dla kilku przykładowych pomieszczeń znajduje się w załączniku nr 9 do niniejszego audytu.</p> <p>Aby umożliwić monitorowanie zużycia energii na potrzeby oświetlenia, należy zamontować podlicznik energii elektrycznej zużywanej tylko przez oprawy oświetleniowe w budynku.</p>	80 538	strona 37
Razem planowany koszt robót		1 604 842	
Planowane koszty audytu, dokumentacji, nadzoru		180 000	
Ogółem planowany koszt termomodernizacji		1 784 842	

9. Wskaźniki zaotrzebowania na energię finalną, pierwotną oraz zmniejszenie emisji ekwiwalentu CO₂ i pyłów PM₁₀

Zmniejszenie rocznego zużycia energii końcowej

	stan istniejący	po termomoder.	zmniejszenie zużycia [%]
zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby CO [GJ/rok]	1 289,3	48,7	96,2%
zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby CWU [GJ/rok]	28,7	28,7	0,0%
suma	1 318,0	77,4	94,1%

Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej

stan istniejący

	opis źródła	nośnik energii końcowej	współczynnik wi	Udział w produkcji e. końcowej	Wielkość Energii Pierwotnej [GJ/rok]
Centralne Ogrzewanie	własna kotłownia	gaz ziemny	1,1	100%	1418,25
CWU	podgrzewacze elektr.	energia elektr.	3	100%	86,19
				suma	1504,44

po termomodernizacji

	opis źródła	nośnik energii końcowej	współczynnik wi	Udział w produkcji e. końcowej	Wielkość Energii Pierwotnej [GJ/rok]
Centralne Ogrzewanie	własna kotłownia	gaz ziemny	1,1	100%	53,57
CWU	podgrzewacze elektr.	energia elektr.	3	100%	86,19
				suma	139,75

zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej [%]	90,7%
--	-------

Redukcja emisji CO₂

Nośnik energii	wskaźnik emisji CO ₂ nośnika energii (wg. KOBIZE) [kg/GJ]	zapotrzebowanie na energię końcową w [GJ/rok]		Obliczenie wielkości emisji [mg CO ₂ /rok]		
		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji	KONCOWY EFEKT redukcji emisji
1	2	3	4	5	6	7
Gaz ziemny	56,1	1289,32	48,70	72,33	2,73	69,60
Energia elektryczna ¹⁾	230,97	28,73	28,73	6,64	6,64	0,00
		suma		78,97	9,37	69,60
PROCENT REDUKCJI EMISJI						88%

1) wskaźnik emisyjności dla prądu elektrycznego 831,5 kg CO₂/MWh przeliczony na kg CO₂/GJ

Redukcji emisji PM-10

$$\Delta E_{PM-10} = P_o \times (\Delta E_{HS} + \Delta E_{TM}) = 0$$

Wartości składowe	Opis
0	ΔE_{PM-10} – zmiana emisji pyłu zawieszonego PM-10 w t/rok,
1181,7	P_o – powierzchnia ogrzewana budynku, którego dotyczy modernizacja energetyczna, zmiana źródła zasilania w energię cieplną (m ²),
0	ΔE_{HS} – wskaźnik redukcji emisji dla pyłu zawieszonego PM10 przy wymianie źródła ogrzewania (według tabeli, w: kg/rok/m ²),
0	ΔE_{TM} – wskaźnik redukcji emisji dla pyłu zawieszonego PM10 przy termomodernizacji obiektów (według tabeli, w: kg/rok/m ²).

Wartość uzyskanych efektów

całkowity koszt termomodernizacji [zł]	1 784 842
zmniejszenie zapotrzebowania na energię końcową na potrzeby CO i CWU [GJ/rok]	1 240,6
koszt uzyskania oszczędności 1 GJ energii końcowej [zł/GJ]	1 439
koszt uzyskania redukcji CO ₂ [zł/kgCO ₂ /rok]	26
roczne oszczędności kosztów [zł]	53 635
SPBT [lata]	33,3

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

Załącznik 1	Obliczenie współczynników przenikania przegród w stanie istniejącym
Załącznik 2	Zestawienie grup pomieszczeń w budynku
Załącznik 3	Określenie sprawności systemu grzewczego
Załącznik 4	Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
Załącznik 5	Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
Załącznik 6	Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 6.7 Pro dla stanu istniejącego
Załącznik 7	Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 6.7 Pro dla stanu wariantu optymalnego
Załącznik 8	Dokumentacja zdjęciowa
Załącznik 9	Skan z dokumentacji doboru oświetlenia

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U) dane z programu Audytor OZC 6.7 Pro

Załącznik 1

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	R	R_{cor}	Uwagi
	m		W/(m·K)	m ² ·K/W	m ² ·K/W	
DACH1	dach skośny nieocieplony nad bud A					
PCW	0,0010	PCW.	0,200	0,005	0,005	
SOSNA	0,2100	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	1,313	1,313	
GIPS-KART	0,0125	Płyty gipsowo-kartonowe.	0,230	0,054	0,054	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						0,307
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						3,258
DACH2	stropodach łącznika					
PCW	0,0010	PCW.	0,200	0,005	0,005	
SOSNA	0,2100	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	1,313	1,313	
GIPS-KART	0,0125	Płyty gipsowo-kartonowe.	0,230	0,054	0,054	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						0,307
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						3,258
DACH3	dach z izolowanym stropem- bud B					
PCW	0,0010	PCW.	0,200	0,005	0,001	
SOSNA	0,2100	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	1,313	0,144	
GIPS-KART	0,0125	Płyty gipsowo-kartonowe.	0,230	0,054	0,006	
WAR.POW.SW	1,0000	Warstwa powietrzna słabo wentylowana.		0,080	0,080	
WEŁNAF-STR	0,1500	Filce i maty z wełny mineralnej w stropie.	0,052	2,885	2,885	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						3,231
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,309
DACH4	dach skośny nad częścią B					
PCW	0,0010	PCW.	0,200	0,005	0,005	
WAR.POW.SW	0,0600	Warstwa powietrzna słabo wentylowana.		0,080	0,080	
WEŁNA 039	0,1500	wełna o wsp. lambda 0,039	0,039	3,846	3,846	
GIPS-KART	0,0125	Płyty gipsowo-kartonowe.	0,230	0,054	0,054	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						3,057
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,327
DACH5	dach skośny nad ogrz. częścią bud. A					
PCW	0,0010	PCW.	0,200	0,005	0,005	
SOSNA	0,2100	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	1,313	1,313	
GIPS-KART	0,0125	Płyty gipsowo-kartonowe.	0,230	0,054	0,054	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						1,091
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,916
PG	podłoga na gruncie					
DAB	0,0250	Drewno dębowe w poprzek włókien.	0,220	0,114	0,114	
WAR.POW	0,2500	Warstwa powietrzna niewentylowana.		0,228	0,228	
GLINA	0,0200	Gлина.	0,850	0,024	0,024	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m ² ·K/W]:						2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						2,365
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,423
PGP	podłoga w piwnicy					
BET-POSADZ	0,1000	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	0,071	0,071	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m ² ·K/W]:						2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						2,071
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,483
ŚPGN	ściana przy gruncie północna					
CEGLA-PEŁN	0,8200	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie	0,770	1,065	1,065	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m ² ·K/W]:						1,495
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						2,560
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,391

Symbol	D m	Opis materiału	λ W/(m·K)	R m ² ·K/W	R _{cor} m ² ·K/W	Uwagi
SPGPP		ściana przy gruncie pod budynkiem				
CEGŁA-PEŁN	0,9000	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie	0,770	1,169	1,169	
		Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]:				1,525
		Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:				2,693
		Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:				0,371
SPGW		ściana przy gruncie zachodnia				
CEGŁA-PEŁN	0,9000	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie	0,770	1,169	1,169	
		Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]:				1,525
		Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:				2,693
		Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:				0,371
ŚZ29		ściana zewnętrzna 29cm				
CEGŁA-PEŁN	0,2900	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie	0,770	0,377	0,377	
		Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:				0,130
		Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:				0,040
		Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:				0,547
		Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:				1,829
ŚZ46		ściana zewnętrzna 46cm				
CEGŁA-PEŁN	0,4600	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie	0,770	0,597	0,597	
		Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:				0,130
		Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:				0,040
		Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:				0,767
		Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:				1,303
ŚZ49		ściana zewnętrzna 49cm				
CEGŁA-PEŁN	0,4900	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie	0,770	0,636	0,636	
		Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:				0,130
		Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:				0,040
		Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:				0,806
		Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:				1,240
ŚZ54		ściana zewnętrzna 54cm				
CEGŁA-PEŁN	0,5400	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie	0,770	0,701	0,701	
		Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:				0,130
		Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:				0,040
		Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:				0,871
		Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:				1,148
ŚZ61		ściana zewnętrzna 61cm				
CEGŁA-PEŁN	0,6100	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie	0,770	0,792	0,792	
		Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:				0,130
		Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:				0,040
		Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:				0,962
		Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:				1,039
ŚZP		ściana zewnętrzna piwnicy				
CEGŁA-PEŁN	0,8200	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie	0,770	1,065	1,065	
		Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:				0,130
		Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:				0,040
		Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:				1,235
		Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:				0,810

Zestawienie grup pomieszczeń w budynku

Załącznik nr 2

stan istniejący

Symbol grupy	θ_{int}	Ah	Vh	Φ_{HL}	Stopień szczelności	n50	wentylacja	$\eta_{H,gnE,recup}$	Vinfv	Vm,infv	Vsu	Vex	n
	°C	m ²	m ³	W		1/h		%	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	1/h
CAŁOŚĆ	20,0	1181,69	3598,6	118410	Średni	3,5	Naturalna	0,0	515,0				0,5

Symbol grupy	Vv	Φ_T	Φ_V	$\phi_{HL,A}$	$\phi_{HL,V}$	QH,nd	QH,nd	EAH	EAH	EVH	EVH
	m ³ /h	W	W	W/m ²	W/m ³	GJ/a	kWh/a	MJ/(m ² ·a)	kWh/(m ² ·a)	MJ/(m ³ ·a)	kWh/(m ³ ·a)
CAŁOŚĆ	1762,2	95643	22767	100,2	32,9	802,56	222934	679,2	188,7	223,0	61,9

Dane dla wariantu 1

Symbol grupy	θ_{int}	Ah	Vh	Φ_{HL}	Stopień szczelności	n50	wentylacja	$\eta_{H,gnE,recup}$	Vinfv	Vm,infv	Vsu	Vex	n
	°C	m ²	m ³	W		1/h		%	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	1/h
CAŁOŚĆ	20,0	1181,69	3598,6	35115	Średni	3,5	Nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła	75,0	346,2	0,0	3650,0	3650,0	1,1

Symbol grupy	Vv	Φ_T	Φ_V	$\phi_{HL,A}$	$\phi_{HL,V}$	QH,nd	QH,nd	EAH	EAH	EVH	EVH
	m ³ /h	W	W	W/m ²	W/m ³	GJ/a	kWh/a	MJ/(m ² ·a)	kWh/(m ² ·a)	MJ/(m ³ ·a)	kWh/(m ³ ·a)
CAŁOŚĆ	3996,2	18852	16263	29,7	9,8	47,80	13277	40,4	11,2	13,3	3,7

Załącznik 3

Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym, oraz po wprowadzeniu zaproponowanych zmian.

1. Sprawność wytwarzania

stan	Opis
istniejący $\eta_g = 0,94$	Kocioł buderus G 505 o mocy 275kW z 1997 roku. Parametry pracy 90/70
po modernizacji $\eta_g = 0,94$	bez zmian

2. Sprawność przesyłania

stan	Opis
istniejący $\eta_d = 0,86$	Kotłownia znajduje się w pomieszczeniach ogrzewanych. Rozprowadzenie po budynku rurami stalowymi nieocieplonymi
po modernizacji $\eta_d = 0,96$	Wymiana instalacji na nową

3. Sprawność regulacji i wykorzystania

stan	Opis
istniejący $\eta_e = 0,77$	Ogrzewanie grzejnikowe, budynek wyposażony w większości w stare grzejniki żeberkowe bez zaworów termostatycznych. Regulacja centralna w kotłowni.
po modernizacji $\eta_e = 0,93$	Wymiana wszystkich starych grzejników na nowe konwektorowo-płaszczynowe z zaworami termostatycznymi o działaniu proporcjonalno-całującym PI z funkcjami adaptacyjną i optymalizującą, z blokadą nastawu.

4. Sprawność akumulacji

stan	Opis
istniejący $\eta_s = 1,00$	brak buforów CO
po modernizacji $\eta_s = 1,00$	bez zmian

5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia

stan	Opis
istniejący $w_t = 1,00$	brak obniżenia temperatury
po modernizacji $w_t = 0,90$	Wprowadzenie obniżenia temperatury w weekendy

6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby

stan	Opis
istniejący $w_d = 1,00$	brak obniżenia temperatury
po modernizacji $w_d = 0,95$	Wprowadzenie obniżenia temperatury od 18tej do 7 rano

7. Sprawność całkowita systemu grzewczego

stan	
istniejący $\eta_{H,tot} =$	0,62
po modernizacji $\eta_{H,tot} =$	0,84

Załącznik nr 4

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym, oraz po wprowadzeniu usprawnień			
Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku- stan istniejący	stan po modernizacji
ciepło właściwe wody c_w	kJ/kg*deg	4,19	4,19
gęstość wody ρ	kg/m ³	1000	1000
średnie jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw}	l/m2/doba	0,35	0,35
współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu	-	0,70	0,70
jed.odniesienia - powierzchnia ogrzewana	m ²	1181,7	1181,7
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu θ_{cw}	°C	55	55
temperatura wody zimnej θ_0	°C	10	10
współczynnik korekcyjny temp. k_t	-	1	1
czas użytkowania $t_{u,z}$	doba	365	365
Roczne zapotrzebowanie ciepłej wody $V_{w,nd}=V_{cw}*L*t_{uz}/1000$	m ³ /rok	106	106
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{cw}*L*c_w*\rho*(\theta_{cw}-\theta_0)*k_t*t_{uz}/(1000*3600)$	kWh/rok	7 907	7 907
sprawność wytwarzanie ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,99	0,99
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	-	1,00	1,00
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	1,00	1,00
sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,00	1,00
Sprawność całkowita η_{tot}	-	0,99	0,99
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	kWh/rok	7 987	7 987
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	GJ/rok	28,7	28,7

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku- stan istniejący	stan po modernizacji
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\dot{s}r}=(L*V_{cw})/(18*1000)$	m ³ /h	0,016	0,016
Współczynnik godzinowej nierównomierności rozbiór c.w.u. $N_h=9,32*L^{-0,244}$		4,487	4,487
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj}=c_w*\rho*(\theta_{cw}-\theta_0)*k_t/\eta_{w,tot}/10^6$		0,190	0,190
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max}=V_{h\dot{s}r}*Q_{cwj}*N_h*10^6/3600$	kW	3,8	3,8
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max}=V_{h\dot{s}r}*Q_{cwj}*N_h*10^6/3600$	MW	0,00382	0,00382
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr}=q_{cwu}^{max}/N_h$	kW	0,9	0,9
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr}=q_{cwu}^{max}/N_h$	MW	0,00085	0,00085

Koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej			
Opis	Jednostka	Wartości dla budynku- stan istniejący	stan po modernizacji
Koszt podgrzania c.w.u. $Q_{cwu}=Q_{K,w}*O_z+q_{wu}*O_m*12=$	zł/rok	4 589	4 589
Koszt podgrzania 1m ³ ciepłej wody	zł/m ³	43,4	43,4

Załącznik nr 5**Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.7 Pro**

Wariant	Zapotrzebowanie mocy cieplnej, kW		Zapotrzebowanie na ciepło użytkowe QHnd, GJ/a
	końcowej ¹⁾	użytkowej	
1	41,7	35,0	47,8
2	42,6	35,7	50,6
3	43,1	36,2	57,5
4	50,8	42,6	112,8
5	54,2	45,5	142,8
6	54,8	46,0	147,5
7	55,2	46,3	150,0
8	58,6	49,2	178,0
9	59,1	49,6	181,4
10	59,6	50,0	187,4
11	59,6	50,0	187,4
12	60,4	50,7	198,3
13	66,0	55,4	236,1
14	66,1	55,5	236,9
15	67,0	56,2	243,3
16	104,7	87,9	520,0
17- jak istniejący	141,1	118,4	802,56
stan istniejący	190,2	118,4	802,56

1) zapotrzebowanie mocy końcowej wylicza się z mocy użytkowej uwzględniając sprawność źródła ciepła

Załącznik nr 6

Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 6.7 Pro dla stanu istniejącego

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt budynku Biblioteki Miejskiej w Tczewie	
Miejscowość:	Tczew	
Adres:	ul. Dąbrowskiego 6	
Data obliczeń:	Poniedziałek 28 Listopada 2016 16:55	
Data utworzenia projektu:	Poniedziałek 28 Listopada 2016 16:55	
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:	II	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_{e} :	-18	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Elbląg	
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 :	1181,7	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	3598,6	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	95643	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	22767	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	118410	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	118410	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	100,2	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	32,9	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	257,5	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 :	1762,2	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-18,0	°C

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:		Elbląg
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	2405,8	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	802,56	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	222934	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1182	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	3598,6	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	679,2	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	188,7	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	223,0	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	61,9	kWh/(m3·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do θj,u		
Minimalna temperatura dyżurna θj,u:	16	°C
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich		
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Nie	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Biurowy lub adm.	
Typ konstrukcji budynku:	Ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Średni	
Krotność wymiany powietrza wewn. n50:	3,5	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Dobre osłonięcie	

Załącznik nr 7

Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 6.7 Pro dla wariantu optymalnego

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt budynku Biblioteki Miejskiej w Tczewie	
	Wariant 1- optymalny	
Miejscowość:	Tczew	
Adres:	ul. Dąbrowskiego 6	
Data obliczeń:	Poniedziałek 12 Grudnia 2016 17:57	
Data utworzenia projektu:	Poniedziałek 12 Grudnia 2016 17:57	
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:	II	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-18	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Elbląg	
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 :	1181,7	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	3598,6	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	18852	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	16143	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	34995	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	34995	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	29,6	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	9,7	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	173,1	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$:	0,0	m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:	2481,9	m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :	3650,0	m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:	0,0	m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :	3650,0	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n :	1,1	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	3996,2	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	8,0	°C

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790			
Stacja meteorologiczna:		Elbląg	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:		3736,6	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:		47,80	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:		13277	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:		1182	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:		3598,6	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:		40,4	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:		11,2	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:		13,3	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:		3,7	kWh/(m3·rok)
Parametry obliczeń projektu:			
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:		4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:			
Obliczaj z ograniczeniem do θj,u			
Minimalna temperatura dyżurna θj,u:		16	°C
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich			
budynkach tak jak by były nieogrzewane:		Nie	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:		Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:		Nie	
Domyślne dane do obliczeń:			
Typ budynku:		Biurowy lub adm.	
Typ konstrukcji budynku:		Ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:		Konwekcyjne	
Osłabienie ogrzewania:		Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:		Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:		Średni	
Krotność wymiany powietrza wewn. n50:		3,5	1/h
Klasa osłonięcia budynku:		Dobre osłonięcie	

Dokumentacja fotograficzna obiektu

Załącznik nr 8

Budynek B od podwórza



Elewacja zachodnia budynku A



Elewacja frontowa (południowa)



Elewacja wschodnia



okno połaciowe



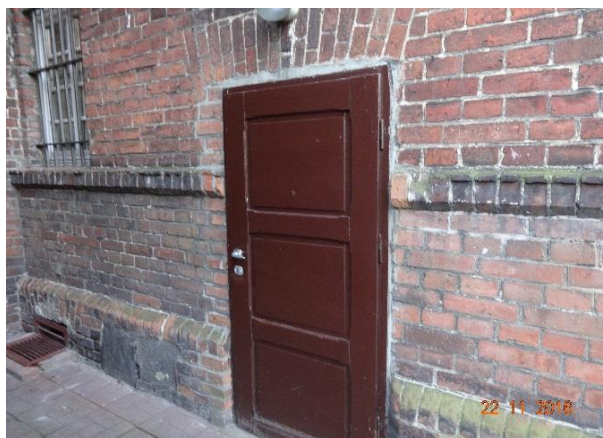
Okno stare skrzynkowe, szklone pojedynczo



Okno z 2001 roku bez parapetu



Drzwi do piwnicy



Drzwi do kotłowni



Drzwi do łącznika



Okno metalowe w piwnicy



lukswery



Wełna 5cm na poddaszu nieużytkowym bud A



grzejnik żeberkowy



Grzejniki i rury CO prowadzone po wierzchu



oprawy świetlówkowe



oprawy żarowe w pomieszczeniu biurowym



kinkiety w korytarzu ze źródłem LED



Skan z dokumentacji doboru oświetlenia

Załącznik nr 9

Projekt 1



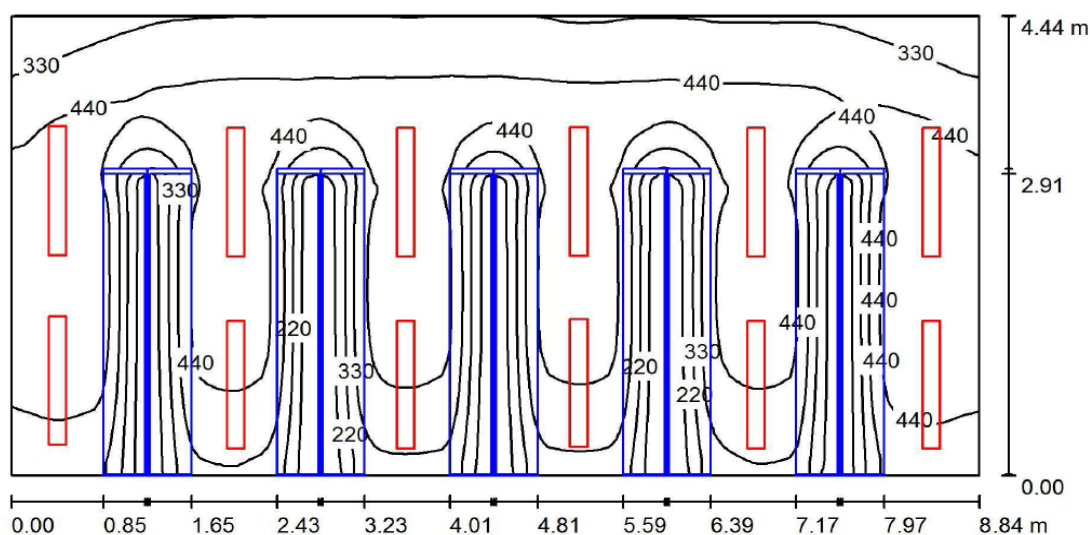
DIALux

09.12.2016

ViTom Light & Energy Tomasz Przytarski

D.T. Chylonia BOX 62
ul. Gniewska 21, 81-047 GdyniaEdytor Tomasz Przytarski
Telefon 531-382-106
faks
e-Mail tomasz.przytarski@vitomle.pl

A/1.2 Magazyn czytelní / Wyniki jednoarkuszowe

Wysokość pomieszczenia: 3.100 m, Wysokość montażu: 3.100 m,
Współczynnik konserwacji: 0.77

Wartości Lux, Skala 1:64

Powierzchnia	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Płaszczyzna pracy	/	367	38	540	0.102
Podłoga	20	221	9.32	394	0.042
Sufit	70	182	67	279	0.366
Ściany (4)	50	196	13	1005	/

Płaszczyzna pracy:

Wysokość: 0.850 m
Siatka: 128 x 128 Punkty
Margines: 0.000 m

Wykaz opraw

Nr.	Ilość	Etykieta (Czynnik korekcyjny)	Φ (Oprawa) [lm]	Φ (Lampy) [lm]	P [W]
1	12	PHILIPS TCS260 2xTL5-28W HFP C6 (1.000)	3518	5250	62.0
W sumie:			42210	63000	744.0

Specyfikacja mocy przyłączeniowej: $18.97 \text{ W/m}^2 = 5.17 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Powierzchnia podstawowa: 39.21 m^2)

Projekt 1



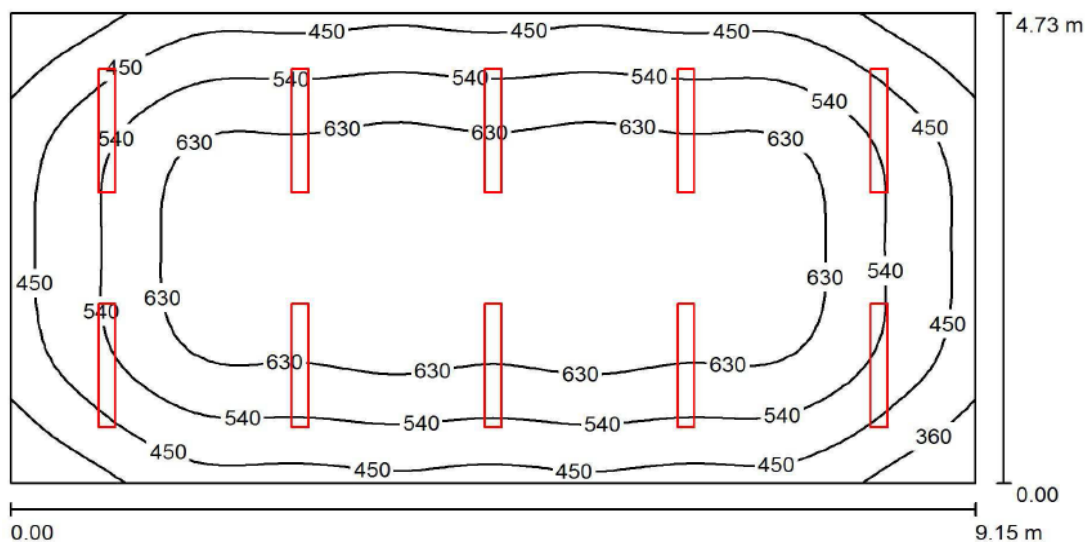
DIALux

09.12.2016

ViTom Light & Energy Tomasz Przytarski

D.T. Chylonia BOX 62
ul. Gniewska 21, 81-047 GdyniaEdytor Tomasz Przytarski
Telefon 531-382-106
faks
e-Mail tomasz.przytarski@vitomle.pl

A/1.9 Czytelnia naukowa / Wyniki jednoarkuszowe

Wysokość pomieszczenia: 3.160 m, Wysokość montażu: 3.160 m,
Współczynnik konserwacji: 0.77

Wartości Lux, Skala 1:66

Powierzchnia	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Płaszczyzna pracy	/	555	274	694	0.494
Podłoga	20	493	274	627	0.556
Sufit	70	95	69	108	0.721
Ściany (4)	50	199	71	367	/

Płaszczyzna pracy:

Wysokość: 0.850 m
Siatka: 64 x 32 Punkty
Margines: 0.000 m

UGR

Wzdłuż-
Lewa ściana 18
Dolna ściana 18
(CIE, SHR = 0.25.)

Wzdłuż-

W poprzek

do osi oświetlenia

Wykaz opraw

Nr.	Ilość	Etykieta (Czynnik korekcyjny)	Φ (Oprawa) [lm]	Φ (Lampy) [lm]	P [W]
1	10	PHILIPS TCS260 2xTL5-28W HFP C6 (1.000)	3518	5250	62.0
W sumie:			35175	W sumie: 52500	620.0

Specyfikacja mocy przyłączeniowej: $14.32 \text{ W/m}^2 = 2.58 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Powierzchnia podstawowa: 43.29 m^2)