1. Dane identyfikacyjne budynku

1.1 Rodzaj budynku:	*budynek użyteczności publicznej Muzeum Miasta Malborka*				1.2 Rok budowy:	druga połowa XIX wieku		
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*) (*w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości):	*Miasto Malborka*				1.4 Adres budynku:	*ul.*	Kościuszki	*nr* 54
	ul.	Pl. Słowiański	*nr*	5		*kod:*	82-200	*miejscowość:* Malborka
	kod:	82-200	*miejscowość:*	Malborka		*powiat:*	malborski	*województwo:* pomorskie
	tel.	-	*fax*	-				
	Pesel:	-						
	Nazwa:	-	*Nr.*	-				

2. Nazwa, adres i numer regon firmy wykonującej audyt:

NEPTUN EKO *mgr inż. Jarosław Kozub*

84-230 Rumia ul. Słowackiego 3

tel: 607-607-454; tel./fax: (58) 665 11 53

Oddział Rumia ul. Pomorska 1C/1 84-230 Rumia

Regon: 220071142

3. Imię i nazwisko, adres oraz numer pesel audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:

mgr inż. Jarosław Kozub, 84-230 Rumia ul. Słowackiego 3; 74010803858

autoryzacja Krajowej Agencji Poszanowania Energii nr 0188, członek Stowarzyszenia Audytorów Energetycznych nr 1121

4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska i zakresy prac, posiadane kwalifikacje:

Lp.	*Imię i nazwisko:*	*Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego:*	*Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)*
1	Marcin Rosenow	wizja lokalna, bilans energetyczny budynku, obliczenia	
2	-	-	
3	-	-	
4	-	-	
5. Miejscowość:	Rumia	*data wykonania opracowania:*	6 czerwca 2018

6. Spis treści:

1	*Karta audytu energetycznego*	str.	2
2	*Zestawienie danych źródłowych do wykoniania audytu.*	str.	4
3	*Część pierwsza - dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie niezbędnych usprawnień termomodernizacyjnych*	str.	5
4	*Inwentaryzacja - dane techniczne budynku*	str.	6
5	*Inwentaryzacja - uproszczona dokumentacja techniczna - rysunki*	str.	7
6	*Inwentaryzacja - opis techniczny elementow budynku i konstrukcji*	str.	8
7	*Charakterystyka energetyczna budynku, opłaty, taryfy*	str.	11
8	*Inwentaryzacja systemu grzewczego i instalacji*	str.	12
9	*Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego*	str.	13
10	*Ocena stanu technicznego budynku, wskazanie usprawnień*	str.	14
11	*Dane klimatyczne, stopniodni*	str.	15
12	*Część druga - analiza ekonomiczne poszczególnych usprawnień*	str.	16
13	*Analiza ekonomiczna - ciepła woda użytkowa*	str.	19
14	*Analiza ekonomiczna - system cieplny*	str.	20
15	*Część trzecia - wybór optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, analiza ekonomiczna i energetyczna, wnioski*	str.	21
16	*Zestawienie wybranych i zoptymalizowanych usprawnień*	str.	22
17	*Prezentacja przyjętych wariantów modernizacji*	str.	24
18	*Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu*	str.	25
19	*Wnioski*	str.	26
20	*Załącznik 1 - bilans cieplny stanu obecnego*	str.	27
21	*Zalacznik 2 - bilans cieplny optymalnego wariantu*	str.	36
22	*Załącznik 3 - wymiana oświetlenia wewnętrznego*	str.	45

Budynek w całości

1.	Dane ogólne		stan przed modernizacją	stan po modernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku:		tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji:		3	3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m^3]		2 873	2 873
4.	Powierzchnia netto budynku [m^2]		903,13	903,13
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m^2]		0,00	0,00
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m^2]		903,13	903,13
7.	Liczba lokali mieszkalnych		0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek		35	35
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody		Elektryczne podgrzewacze przepływowe	Elektryczne podgrzewacze przepływowe
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku		Węzeł cieplny	Węzeł cieplny
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]		0,56	0,56
12.	Inne dane charakteryzujące budynek		Budynek muzeum	
2.	Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne	[W/(m^2K)]	stan przed modernizacją	stan po modernizacji
1.	Dach poddasza ogrzewanego		0,19	0,19
2.	Drzwi zewnętrzne		2,60	2,60
3.	Okna zewnętrzne		3,12	1,30
4.	Podłoga w piwnicy		0,46	0,46
5.	Strop ostatniej kondygnacji		0,19	0,19
6.	Ściana zewnętrzna piwnic (cokół)		1,15	1,15
7.	Ściana zewnętrzna		1,15	1,15
8.	Ściana zewnętrzna przy gruncie		0,59	0,19
3.	Sprawności składowe systemu grzewczego			
1.	Sprawność wytwarzania		0,98	0,98
2.	Sprawność przesyłania		0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania		0,88	0,88
4.	Sprawność akumulacji		1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia:		1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby:		0,95	0,95
4.	Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania		0,97	0,97
2.	Sprawność przesyłania		0,80	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania		1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji		1,00	1,00
5.	Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)		naturalna, mechaniczna	naturalna, mechaniczna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza		nieszczelności stolarki / kanały grawitacyjne, wentylacja wywiewna i nawiewno - wywiewna	nawiewniki higrosterowane kanały grawitacyjne, wentylacja wywiewno nawiewna i wywiewna
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m3/h]		2 069	1 437
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]		0,72	0,50

6.	**Charakterystyka energetyczna budynku**		
1.	**Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewczego [kW]**	**84,7**	**69,9**
2.	**Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]**	**8,1**	**8,1**
3.	**Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]**	**603,5**	**429,8**
4.	**Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)[GJ/rok]**	**692,5**	**493,2**
5.	**Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]**	**21,9**	**21,9**
6.	**Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie, przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]**	**Brak danych**	**-**
7.	**Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]**	**Brak danych**	**-**
8.	**Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m2rok)]**	**185,8**	**132,3**
9.	**Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m2rok)]**	**213,2**	**151,8**
10.	**Udział odnawialnych źródeł energii [%]**	**0,0**	**0,0**
7.	**Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)**		
1a.	**Cena 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]**	**39,08**	**39,08**
1.b	**Cena 1 GJ na produkcję c.w.u.**	**39,08**	**39,08**
2.	**Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewania na miesiąc [zł/(MW m-c)]**	**9 848,55**	**9 848,55**
3.	**Koszt przygotowania 1m^3 ciepłej wody użytkowej [zł/m3]**	**8,09**	**8,09**
4.	**Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MW m-c)]**	**9 848,55**	**9 848,55**
5.	**Miesięczny koszt ogrzewania 1m^2 powierzchni użytkowej [zł/m-c]**	**3,42**	**2,54**
6.	**Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m2 m-c)]**	**-**	**-**
7.	**Inne [zł]**	**-**	**-**
8.	**Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**		

Planowanakwota kredytu [zł]:	**0,00**	**Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]**	**27,90%**
Planowane koszty całkowite [zł]	**249 476,74**	**Premia termomodernizacyjna [zł]**	**0,00**
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	**9 546,96**		

Zestawienie aktów prawnych, norm oraz innych materiałów wykorzystanych do sporządzenia audytu

1. **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 algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. nr 43 z dn. 18.03.2009 r., poz. 346), ostatnia zmiana 3 września 2015 r.**
2. **Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. nr 75 z dn. 15.06.2002 r., poz. 690 z późn. zmianami).**
3. **Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw charakterystyki energetycznej (Dz. U. 2014 poz. 888 z późn. zm.).**
4. **Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U. nr 223 z dn. 18.12.2008 r., poz 1459).**
5. **Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011r. o efektywności energetycznej (Dz. U. nr 94 poz. 551 z późn. zm.).**
6. **ustawa z dnia 29 sierpnia 2014r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz. U. 2014 poz. 1200 z późn. zm.).**
7. **PN-EN ISO 12831:2006. Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.**
8. **PN-EN ISO 13790:2009. Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.**
9. **PN-EN ISO 13370:2008. Właściwości cieplne budynków. Wymiana ciepła przez grunt. Metody obliczania.**
10. **Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków. Baza danych opublikowana na stronie internetowej Ministrerstwa Infrastruktry.**
11. **Dokumentacja techniczna przekazana przez Inwestora oraz faktury za zakupioną energię.**
12. **Wizja lokalna.**

Podstawowe wytyczne inwestora, ustalenia

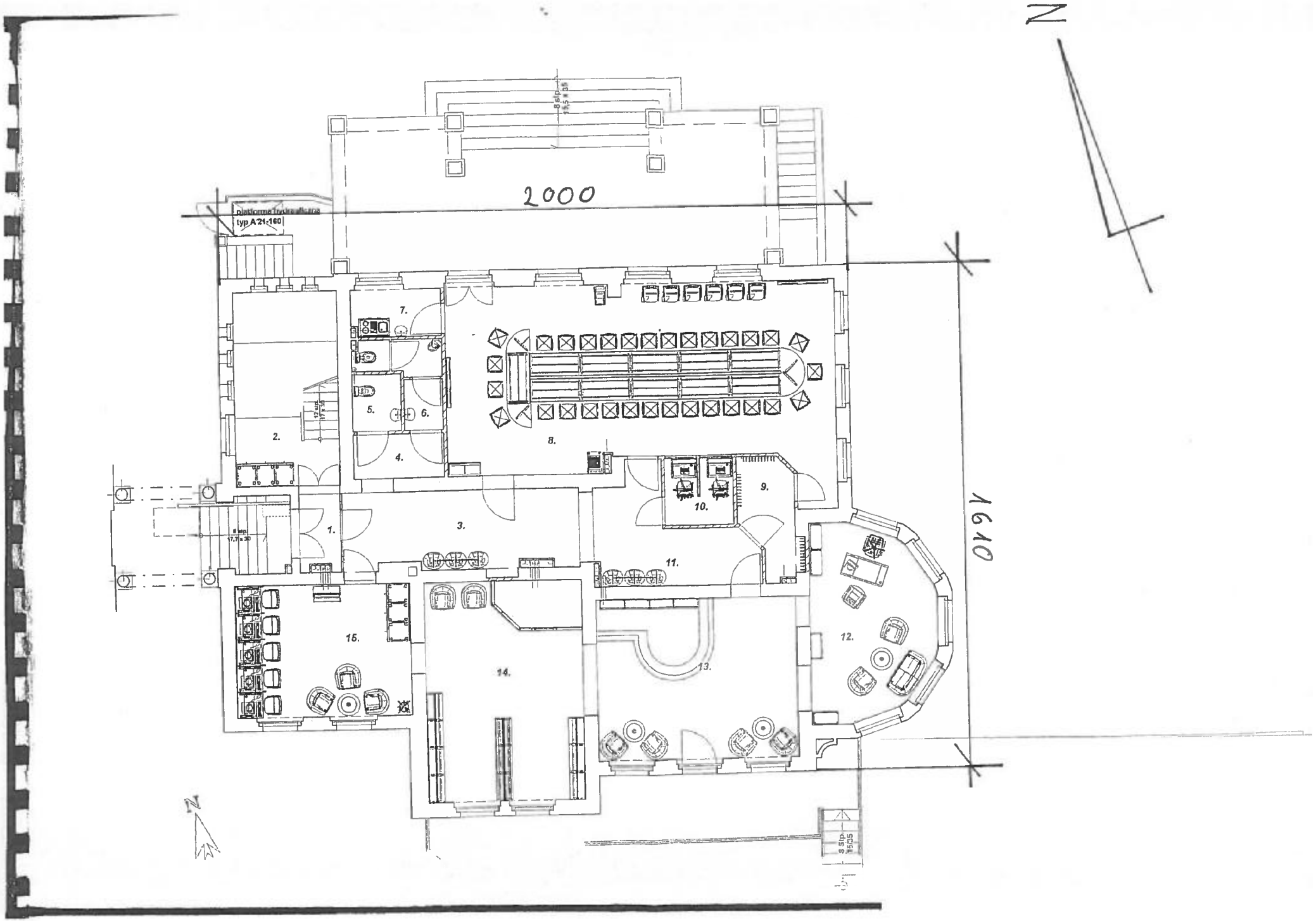
Wymagany opór cieplny R dla przegród po modernizacji przyjęto dla Warunków Technicznych mających obowiązywać po roku 2021.

Część pierwsza

Dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie niezbędnych usprawnień termomodernizacyjnych

Inwentaryzacja - dane techniczne budynku

Powierzchnia przegród zewnętrznych według rodzaju		
Dach poddasza ogrzewanego	[m^2]	191,3
Drzwi zewnętrzne	[m^2]	12,4
Okna zewnętrzne	[m^2]	128,9
Podłoga w piwnicy	[m^2]	263,0
Strop ostatniej kondygnacji	[m^2]	81,8
Ściana zewnętrzna piwnic (cokół)	[m^2]	56,0
Ściana zewnętrzna	[m^2]	686,4
Ściana zewnętrzna przy gruncie	[m^2]	186,2
Wysokości		
Zagłębienie w gruncie	[m]	1,5-2,0
Najczęstsza wysokość w świetle	[m]	3,45
Wysokość piwnicy w świetle	[m]	2,50
Najczęstsza wysokość brutto	[m]	3,75
Inne dane techniczne		
liczba mieszkań	[szt.]	0
Liczba użytkowników		35
Liczba kondygnacji	[szt.]	3
Liczba klatek schodowych	[szt.]	1
Dane powierzchniowe budynku		
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń mieszkalnych	[m^2]	0,00
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń niemieszkalnych	[m^2]	903,13
Powierzchnia poddasza ogrzewanego	[m^2]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych pozostałych	[m^2]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych netto	[m^2]	903,1
Powierzchnia zabudowy	[m^2]	378,4
Całkowita powierzchnia brutto	[m^2]	1 135,1
Powierzchnia użytkowa	[m^2]	903,13
Dane kubaturowe budynku		
Kubatura netto ogrzewana	[m^3]	2 873
Całkowita kubatura brutto	[m^3]	4 310
Współczynnik kształtu A/V [1/m]		**0,56**


2000
1610
N
platforma hydrauliczna typ A 21-160
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
8 stp 17,7 x 30
8 stp 15,5 x 30
8 stp 15/35

Opis do uproszczonej dokumentacji technicznej budynku użyteczności publicznej – Muzeum Miasta Malborka w Malborku ul. Kościuszki 54

Dane ogólne, forma architektoniczna		Budynek użyteczności publicznej wybudowany w drugiej połowie XIX wieku. Obiekt wzniesiony na planie zbliżonym do prostokąta, wolnostojący, dwukondygnacyjny z poddaszem użytkowym, w całości podpiwniczony.
Konstrukcja budynku, technologia wykonania		Fundamenty murowane, ściany z cegły, stropy drewniane oraz gęstożebrowe, dach na konstrukcji drewnianej kryty dachówką ceramiczną.
Charakterystyka funkcjonalno-przestrzenna		Budynek pełni funkcję użyteczności publicznej wykorzystywany na cele statutowe Muzeum Miasta Malborka.
Elementy charakterystyczne		Wykusz.

STAN TECHNICZNY

Warstwa fakturowa, tynk		Elewacje otynkowane tynkiem cienkowarstwowym, dobry stan techniczny.
Stolarka okienna i drzwiowa		Stolarka okienna drewniana stan techniczny dostateczny.
Elementy charakterystyczne		Elewacja bogato zdobiona detalem architektonicznym, gzymsy, portale wokół drzwi i okien.

SYSTEM GRZEWCZY

Źródło ciepła		Ogrzewanie oraz c.w.u. centralne zdalaczynne. Stan techniczny urządzeń dobry.
Instalacja		Grzejniki stalowe płytowe z zaworami termostatycznymi. Dobry stan techniczny instalacji.

Oświetlenie

Źródła światła	 	W budynku zastosowano oświetlenie wewnętrzne fluorescencyjne (świetlówki) oraz żarowe. Stan techniczny dostateczny.

Inwentaryzacja - charakterystyka energetyczna budynku		
Moc zamówiona		
Moc zamówiona c.o.	[kW]	45,0
Moc zamówiona c.w.u.	[kW]	8,0
Sumaryczna moc zamówiona dla budynku	[kW]	**53,0**
Zużycie energii cieplnej za lata poprzednie		
Sumaryczne średnie zużycie ciepła na ogrzewanie za lata poprzednie	[GJ/a]	**Brak danych**
Za okres	-	-
Sumaryczne średnie zużycie ciepła na produkcję c.w.u. za lata poprzednie	[GJ/a]	**Brak danych**
Za okres	-	-
Koszty jednostkowe energii cieplnej (taryfa przedsiębiorstwa ciepłowniczego)		
Opłata stała	[PLN/MW*m-c]	9 848,55 zł
Opłata zmienna	[PLN/GJ]	39,08 zł
Koszty jednostkowe energii (energia elektryczna)		
Opłata zmienna za energię elektryczną	[PLN/kWh]	0,5135 zł
Opłata zmienna za energię elektryczną	[PLN/GJ]	142,62 zł
Procentowy udział poszczególnych źródeł energii cieplnej w bilansie c.o. budynku		
Rodzaj źródła	Powierzchnia ogrzewana	Udział procentowy
Energia zdalaczynna	903,13	100,00%
SUMA	903,13	100%
Procentowy udział poszczególnych źródeł energii cieplnej w bilansie c.w.u. budynku		
Rodzaj źródła	Liczba użytkowników	Udział procentowy
Energia zdalaczynna	-	100,0%
SUMA	-	100%
Koszty jednostkowe energii cieplnej na cele c.o.		
Opłata stała	[PLN/MW*m-c]	9 848,55 zł
Opłata zmienna	[PLN/GJ]	39,08 zł
Koszty jednostkowe energii cieplnej na cele c.w.u.		
Opłata stała	[PLN/MW*m-c]	9 848,55 zł
Opłata zmienna	[PLN/GJ]	39,08 zł

Inwentaryzacja - charakterystyka systemu grzewczego oraz instalacji

System grzewczy		
Rodzaj zasilania budynku, opis urządzeń	Budynek zasilany w ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej za pośrednictwem węzła cieplnego. Węzeł zmodernizowany. Instalacja c.o. oparta o grzejniki stalowe wyposażone w zawory termostatyczne.	
Sposób użytkowania	Zakłada się, że system pracuje z dobowymi przerwami w ogrzewaniu.	
Modernizacje systemu po roku 1984	Montaż węzła cieplnego, wymiana instalacji, wprowadzenie przerw w ogrzewaniu.	
Instalacja centralnego ogrzewania budynku		
Zasilanie instalacji	pompowe	
Parametry wody instalacyjnej	[st. C]	90/70
Rodzaj grzejników / usytuowanie	stalowe ustytuowane pod oknami	
Rodzaj przewodów instalacyjnych	stalowe	
Zawory z głowicami termostatycznymi	zamontowane	
Zawory regulacyjne podpionowe	-	
Dodatkowa izolacja za grzejnikami	-	
Prowadzenie / izolacja pionów	po wierzchu / brak izolacji	
Prowadzenie / izolacja poziomów	po wierzchu / dobry stan techniczny izolacji	
Sprawności składowe systemu grzewczego przed modernizacją		
Sprawność wytwarzania	-	0,98
Sprawność przesyłania	-	0,96
Sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,88
Sprawność akumulacji	-	1,00
Współczynnik przerw tygodniowych	-	1,00
Współczynnik przerw dobowych	-	0,95
Instalacja ciepłej wody użytkowej		
Sposób przygotowania c.w.u., opis urządzeń	Przygotowanie c.w.u. centralne w węźle cieplnym	
Rodzaj przewodów c.w.u.	Stalowe	
Perlatory na wylewkach	Nie zamontowane	
Instalacja wentylacyjna i spalinowa		
Rodzaj instalacji wentylacyjnej	Wentylacja grawitacyjna - wyciag powietrza za pomocą przewodów grawitacyjnych. Nawiew powietrza poprzez nieszczelności stolarki okiennej i drzwiowej.	
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego	-	1 724
Średni współczynnik c_r dla budynku	-	1,20
Strumień powietrza wentylacyjnego	-	2 069

Inwentaryzacja - obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego

Pomieszczenia				
Kondygnacja	**Rodzaj pomieszczenia**	**Kubatura [m^3]**	**Krotność wymiany powietrza [1/h]**	**Sumaryczna ilość powietrza wentylacyjnego [m^3/h]**
	Całość budynku	**2873,3**	**0,60**	**1724**
SUMA				**1724**
Wielkości sumarycznie				
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego			**[m3/h]**	**1724**
Średni współczynnik korekcyjny (c_r, c_w)			**-**	**1,20**
Strumień powietrza wentylacyjnego przed modernizacją			**[m3/h]**	**2069**

Stan techniczny budynku, wskazanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

System grzewczy		
Element	**Stan techniczny**	**Proponowane rozwiązanie**
Zasilanie budynku	Budynek zasilany w ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej za pośrednictwem węzła cieplnego zlokalizowanego w ogrzewanej piwnicy budynku. Dobry stan techniczny urządzeń.	Nie przewiduje się modernizacji.
Poziomy c.o. w piwnicy	Dobry stan techniczny	
Urządzenia wykonawcze - grzejniki c.o.	Grzejniki stalowe z zaworami termostatycznymi, dobry stan techniczny.	

Element	**Stan techniczny**	**Proponowane rozwiązanie**
Ściany zewnętrzne	Ściany zewnętrzne nieocieplone, w dostatecznym stanie technicznym. Liczne zawilgocenia ścian, również po stronie wewnętrznej w strefie przyziemia, spowodowane podciąganiem kapilarnym od fundamentów. Brak możliwości docieplania ścian od zewnątrz z uwagi na decyzję Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków.	Docieplenie ścian zewnętrznych poniżej poziomu terenu za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła maksymalnie 0,036 W/mK. Z uwagi na licznie występujące zawilgocenia, konieczne jest osuszenie ścian piwnicznych oraz wykonanie izolacji pionowej i poziomej (iniekcja krystaliczna).
Stolarka okienna	Stolarka okienna drewniana o charakterze zabytkowym w złym stanie technicznym. Brak możliwości wymiany stolarki ze względu na decyzję Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków.	Modernizacja okien zewnętrznych poprzez ich uszczelnienie oraz wymianę pakietów szybowych: szyba wewnętrzna energooszczędna zespolona jednokomorowa, szyba zewnętrzna zwykła. Z przyczyn technicznych osiągnięcie współczynnika przenikania ciepła na poziomie 0,9 W/m2k nie jest możliwe.
Stolarka drzwiowa	Drzwi zewnętrzne drewniane o charakterze zabytkowym.	Nie przewiduje się modernizacji.
Dach / stropodach	Dach nad poddaszem użytkowym wyremontowany, ocieplony, dostateczny stan techniczny pokrycia dachu.	Nie przewiduje się modernizacji.

Instalacja c.w.u.		
Element	**Stan techniczny**	**Proponowane rozwiązanie**
c.w.u.	Wytwarzanie centralne w węźle cieplnym.	Nie przewiduje się modernizacji.

Wentylacja		
Element	**Stan techniczny**	**Proponowane rozwiązanie**
Wentylacja	Obserwuje się nadmierny napływ powietrza wentylacyjnego poprzez nieszczelności stolarki okiennnej wynikający z jej stanu technicznego.	Po uszczelnieniu okien i wymianie pakietów szybowych konieczny jest montaż nawiewników hogrosterowanych celem zapewnienia prawidłowej wentylacji budynku. Bezwzględnie konieczny montaż nawiewników w oknach piwnicznych.

Roboty dodatkowe
Zakłada się konieczność wykonania robót dodatkowych mających na celu ochronę wyremontowanych przegród przed działaniem szkodliwych czynników atmosferycznych (np. wymiana lub remont obróbek blacharskich i rur spustowych, wymiana parapetów, osuszenie oraz wykonanie izolacji pionowej i poziomej ścian). Ponadto zakłada sie konieczność przebudowy instalacji odgromowej oraz remont lub wymianę innych elementów budynku, które mogą zostać naruszone podczas wykonywania prac modernizacyjnych lub nie spełniać prawidłowo swojej funkcji po wykonaniu usprawnień.

Dane klimatyczne, stopniodni

Normowa temp. w pomieszczeniach użytkowych =												*20,0*	[°C]
Stacja meteorologiczna: Elbląg													
Miesiąc:	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**	
T_e(m) - Średnia wieloletnie temp. miesiąca *[°C]*	**-1,9**	**-2,0**	**1,6**	**6,4**	**11,7**	**15,2**	**16,4**	**15,5**	**13,1**	**7,8**	**3,2**	**0,1**	
Ld(m) - liczba dni ogrzewanych	**31**	**28**	**31**	**30**	**10**	**0**	**0**	**0**	**5**	**31**	**30**	**31**	
Oblicz. temperatura zew., T_{emin} *[°C]*	**-18**												

Temp. wew.	Liczba stopniodni w roku	Liczba stopniodni w danym miesiącu											
Sd_8°C	**1 228**	306,9	280,0	198,4	48,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	144,0	244,9
Sd_25°C	**5 025**	833,9	756,0	725,4	558,0	133,0	0,0	0,0	0,0	59,5	533,2	654,0	771,9
Sd_22°C	**4 344**	740,9	672,0	632,4	468,0	103,0	0,0	0,0	0,0	44,5	440,2	564,0	678,9
Sd_20°C	**3 890**	678,9	616,0	570,4	408,0	83,0	0,0	0,0	0,0	34,5	378,2	504,0	616,9
Sd_18°C	**3 436**	616,9	560,0	508,4	348,0	63,0	0,0	0,0	0,0	24,5	316,2	444,0	554,9
Sd_16°C	**2 982**	554,9	504,0	446,4	288,0	43,0	0,0	0,0	0,0	14,5	254,2	384,0	492,9
Sd_12°C	**2 079**	430,9	392,0	322,4	168,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	130,2	264,0	368,9
Sd_8°C	**1 228**	306,9	280,0	198,4	48,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	144,0	244,9
Sd_4°C	**570**	182,9	168,0	74,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,0	120,9

Część druga

Analiza ekonomiczna poszczególnych usprawnień termomodernizacyjnych, optymalizacja usprawnień

Wybór optymalnego wariantu docieplenia
ścian zewnętrznych kondygnacji piwnicznej - ściany przy gruncie.

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	O_m =	9 848,55	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	O_z =	39,08	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	t_{wo} =	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	t_{zo} =	-18,0	°C
Liczba stopniodni,	Sd =	3 890	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	U=	0,59	W/(m^2×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{Śc}$ =	186,2	m^2
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	W_E =	17,62	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła λ = 0,036 W/mK. Przed przystąpieniem do termomodernizacji konieczne osuszenie ścian piwnic oraz wykonanie pionowej i poziomej izolacji. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 10 cm. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie ścian - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK - 10 cm	627,30 zł/m2	2,78	0,187	1 329,35 zł	87,884	116 828,35 zł
Docieplenie ścian - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK - 9 cm	615,00 zł/m2	2,50	0,200	1 286,68 zł	89,018	114 537,60 zł
Docieplenie ścian - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK - 8 cm	602,70 zł/m2	2,22	0,216	1 234,16 zł	90,950	112 246,85 zł
Docieplenie ścian - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK - 7 cm	590,40 zł/m2	1,94	0,234	1 175,08 zł	-	109 956,10 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący R = 5,348 m2K/W jest większy od wymaganego wynoszącego Rmin = 5,0 m2K/W.						

Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/DO_{rU})

DO_{rU} [zł/rok]- Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m^{2}K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m^{2}K- Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

Wybór optymalnego wariantu modernizacji stolarki okiennej

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	**O_m =**	**9 848,55**	**zł/(MW)×miesiąc]**
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	**O_z =**	**39,08**	**zł/GJ**
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	**t_{wo} =**	**20,0**	**°C**
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Norma	**t_{zo} =**	**-18,0**	**°C**
Liczba stopniodni,	**Sd =**	**3 890**	**dzień×K/a**
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	**U=**	**3,12**	**W/(m²×K)**
Powierzchnia okien do wymiany	**A =**	**128,9**	**m²**
Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określane w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI	**a_0 =**	4,00	[$m^3/(m \cdot h \cdot daPa^{2/3})$]
	a_1 =	0,30	
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	**cr_0=**	1,20	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	**cm_0=**	1,00	-
	cm_1=	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	**cw=**	1,00	-

	Cena jednostkowa	CR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Wymiana pakietów szyb w stolarce, szyba wewnętrzna zespolona, szyba zewnętrzna zwykła. Uszczelnienie okien. Całkowity współczynnik przenikania ciepła U = 1,3 W/m2K. Montaż nawiewników higrosterowanych.	**757,43 zł/m2**	**0,70**	**1,30**	**7 987,47 zł**	**12,225**	**97 648,39 zł**
Wymiana pakietów szyb w stolarce, szyba wewnętrzna zespolona, szyba zewnętrzna zwykła. Uszczelnienie okien. Całkowity współczynnik przenikania ciepła U = 1,3 W/m2K.	**609,83 zł/m2**	**1,00**	**1,30**	**5 676,14 zł**	**13,851**	**78 619,80 zł**

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę pakietów szybowych, uszczelnienie okien i montaż nawiewników higrosterowanych w istniejących ramach okiennych. Na podstawie analizy ekonomicznej przyjmuje się optymalny współczynnik przenikania ciepła okna na poziomie 1,3 W/m2K. Ze względu na ograniczenia techniczne wynikające z opini konserwatorskiej, nie jest możliwe uzyskanie U na poziomie 0,9 W/m2K. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/DO_{rU})

DO_{rU} [zł/rok]- Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m^2K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m^2K- Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po docieplenіu

Wybór optymalnego wariantu zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania c.w.u.

Dane ogólne do obliczeń:

O_{m0} =	9 848,55	[zł/(MW ×miesiąc]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
O_{z0} =	39,08	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
O_{m1} =	9 848,55	[zł/GJ]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji
O_{z1} =	39,08	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji
Q_{ocw} =	21,9	[GJ/rok]	Zapotrzebowanie na ciepło przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, określone zgodnie z Polską Normą dotyczącą instalacji
Q_{1cw}		[GJ/rok]	wodociągowych, wymagania w projektowaniu
q_{ocw} =	8,1	[kW]	Zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,
q_{1cw}		[kW]	określone zgodnie z Polską Normą dotyczącą instalacji wodociągowych, wymagania w projektowaniu
SPBT		[lata]	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych
$D Or_{cw}$		[zł/a]	Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego
Ncw		[zł]	Planowane koszty robót

Q_1	q_1	$D Or_{cw}$	SPBT	Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	Ncw
21,9	8,1	0,00	0,000	Brak modernizacji systemu c.w.u.	-	0,00 zł
21,9	8,1	0,00	-	Brak modernizacji systemu c.w.u.	0,00 zł	0,00 zł

- optymalne usprawnienie systemu c.w.u.

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną dla potrzeb c.w.u.

0,35	dm3/m2*d	Wartość jednostkowego dobowego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową
10	st.C	Przyjęta temperatura wody zimnej
55	st.C	Przyjęta temperatura wody podgrzanej
0,3160955	m^3/dobę	Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku ($Q_{śrd}$)
8	h/dobę	Liczba godzin T rozbioru c.w.u.
77,60	%	Średnia sprawność wytwarzania c.w.u.
21,9	GJ/a	Średnie roczne zapotrzebowanie na ciepło c.w.u. dla budynku
0,040	m^3/h	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku ($Q_{śrh}$)
3,914	-	Współczynnik nierównnomierności rozbioru wody
0,155	m^3/h	Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku (Q_{maxh})
8,1	kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. bez uwzględnienia akumulacji (q_{maxh})
8,1	kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. z uwzględnieniem akumulacji zasobników

Sprawności składowe systemu c.w.u.		
Sprawność	Przed modernizacją	Po modernizacji
Sprawność wytwarzania c.w.u.	0,97	0,97
Sprawność przesyłu c.w.u.	0,80	0,80
Sprawność akumulacji c.w.u.	1,00	1,00

Wybór optymalnego wariantu modernizacji systemu grzewczego

Dane ogólne do obliczeń:

O_m =	9 848,55	[zł/(MW ×miesiąc]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
O_{m1} =	9 848,55	[zł/(MW ×miesiąc]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji systemu grzewczego
O_z =	39,08	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
O_{z1} =	39,08	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji systemu grzewczego
Q_{0co} =	603,5	[GJ]	Sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją, określone zgodnie z Polską Normą
q_0 =	84,7	[kW]	Zapotrzebowanie na moc cieplną budynku
h_0 =	0,83	-	Sprawność ogólna systemu przed modernizacją
w_{t0}	1,00	-	Współczynnik określający przerwyw ogrzewaniu w okresie tygodnia
w_{d0}	0,95	-	Współczynnik określający przerwyw ogrzewaniu w okresie doby
SPBT		[lata]	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych
DO_{rU}		[zł/a]	Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego
Nu		[zł]	Planowane koszty robót

DO_{rU}	h_1	q_1	h_g	h_d	h_e	h_s	w_{t1}	w_{d1}	Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	SPBT	N_{co}
0,00	0,83	84,7	0,98	0,96	0,88	1,00	1,00	0,95	Brak modernizacji systemu grzewczego.	-	0,00	0,00 zł
0,00	0,83	84,7	0,98	0,96	0,88	1,00	1,00	0,95	Brak modernizacji systemu grzewczego.	0,00	-	0,00

- optymalne usprawnienie systemu grzewczego

Część trzecia

Wybór optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, analiza ekonomiczna i energetyczna, wnioski

WYBRANE I ZOPTYMALIZOWANE USPRAWNIENIA TERMOMODERNIZACYJNE ZMIERZAJĄCE DO ZMNIEJSZENIA ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO W WYNIKU ZMNIEJSZENIA STRAT CIEPŁA PRZEZ PRZENIKANIE PRZEZ PRZEGRODY BUDOWLANE ORAZ WARIANTY PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH DOTYCZĄCYCH MODERNIZACJI SYSTEMU WENTYLACJI I SYSTEMU PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ, USZEREGOWANE WEDŁUG ROSNĄCEJ WARTOŚCI SPBT

L.p.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1	Wymiana pakietów szyb w stolarce, szyba wewnętrzna zespolona, szyba zewnętrzna zwykła. Uszczelnienie okien. Całkowity współczynnik przenikania ciepła U = 1,3 W/m2K. Montaż nawiewników higrosterowanych.	97 648,39	12,23
2	Docieplenie ścian piwnicznych poniżej poziomu terenu styropianem ekstrudowanym o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK - 10 cm. Koniecze osuszenie ścian piwnicznych oraz wykonanie izolacji przeciwwilgociowej (iniekcja krystaliczna).	116 828,35	87,88

RODZAJE USPRAWNIEŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH SKŁADAJĄCE SIĘ NA OPTYMALNY WARIANT PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO POPRAWIAJĄCY SPRAWNOŚĆ SYSTEMU GRZEWCZEGO

L.p.	Zakres usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Rodzaj usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Wartości sprawności składowych h oraz współczynników w	
1	Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła	-	h_g =	0,98
2	Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających	-	h_d =	0,96
3	Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej	-	h_e =	0,88
4	Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego	-	h_s =	1,00
5	Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	-	w_t =	1,00
6	Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby	-	w_d =	0,95
	Sprawność całkowita systemu grzewczego	-	$h_{whphrhe}$ =	0,83

Prezentacja wybranych do analizy wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Zapotrzebowanie na moc szczytową c.o. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN [kW]	Zapotrzebowanie na moc szczytową c.w.u. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN [kW]	Zapotrzebowanie na energię c.o. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN) [GJ/a]	Zapotrzebowanie na energię c.w.u. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN) [GJ/a]	Sprawność całkowita systemu	Zużycie ciepła w sezonie grzewczym w przypadku realizacji wariantu [GJ/a]	Zmniejszenie rocznego zapotrzebo-wania na energię	Koszty dodatkowe dla wariantu (projekt, audyt, nadzór) [zł]
1	Brak modernizacji systemu grzewczego. Wymiana pakietów szyb w stolarce, szyba wewnętrzna zespolona, szyba zewnętrzna zwykła. Uszczelnienie okien. Całkowity współczynnik przenikania ciepła U = 1,3 W/m2K. Montaż nawiewników higrosterowanych. Docieplenie ścian piwnicznych poniżej poziomu terenu styropianem ekstrudowanym o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK - 10 cm. Koniecze osuszenie ścian piwnicznych oraz wykonanie izolacji przeciwwilgociowej (iniekcja krystaliczna).	69,9	8,1	429,8	21,9	0,828	515,1	27,90%	35 000,00
2	Brak modernizacji systemu grzewczego. Wymiana pakietów szyb w stolarce, szyba wewnętrzna zespolona, szyba zewnętrzna zwykła. Uszczelnienie okien. Całkowity współczynnik przenikania ciepła U = 1,3 W/m2K. Montaż nawiewników higrosterowanych.	72,7	8,1	487,0	21,9	0,828	580,7	18,72%	35 000,00
3	Brak modernizacji systemu grzewczego.	84,7	8,1	603,5	21,9	0,828	714,4	0,00%	0,00

DOKUMENTACJA WYBORU OPTYMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO BUDYNKU

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	Procentowa szczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) [%]	Optymalna kwota kredytu [zł]/[%]	20% kredytu [zł]	16% kosztów całkowitych [zł]	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii [zł]
1	WARIANT 1	249 476,74	9 546,96	27,90%	0,00 0,00	0,00	39 916,28	19 093,92
2	WARIANT 2	132 648,39	6 646,45	18,72%	0,00 0,00	0,00	21 223,74	13 292,90
3	WARIANT 3	0,00	0,00	0,00%	0,00 0,00	0,00	0,00	0,00

Wnioski

1. Budynek charakteryzuje się wysokim zapotrzebowaniem na energię cieplną i moc szczytową wynikającym ze słabej termoizolacyjności przegród budowlanych.

2. Budynek znajduje się w złym stanie technicznym i wymaga przeprowadzenia gruntownych prac remontowych

Zalecane w wyniku przeprowadzonych analiz usprawnienia:

Wymiana pakietów szyb w stolarce, szyba wewnętrzna zespolona, szyba zewnętrzna zwykła. Uszczelnienie okien. Całkowity współczynnik przenikania ciepła U = 1,3 W/m2K. Montaż nawiewników higrosterowanych.

Docieplenie ścian piwnicznych poniżej poziomu terenu styropianem ekstrudowanym o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK - 10 cm. Koniecze osuszenie ścian piwnicznych oraz wykonanie izolacji przeciwwilgociowej (iniekcja krystaliczna).

Wymiana oświetlenia zgodnie z załącznikiem "Wymiana Oświetlenia Wewnętrznego".

UWAGA:
Należy przewidzieć dostęp do obiektu dla osób niepełnosprawnych poprzez dostawienie podnośnika platformowego.
Ze względu na zawilgocenia piwnic, zaleca się skucie wewnętrznych tynków i wykonanie nowych tynków renowacyjnych po osuszeniu ścian.

Na uzyskany w wyniku modernizacji efekt energetyczny zasadniczy wpływ ma zachowanie się użytkowników budynku, nastawy zaworów termostatycznych w lokalach, racjonalne wietrzenie pomieszczeń itp.

Każda modernizacja budynku powinna zostać dokonana na podstawie projektu budowlanego wykonanego przez osobę uprawnioną.

W celu zachowania urządzeń w należytym stanie technicznym i funkcjonalnym, należy przeprowadzać okresowe kontrole i konserwacje zgodnie z zaleceniami producenta.

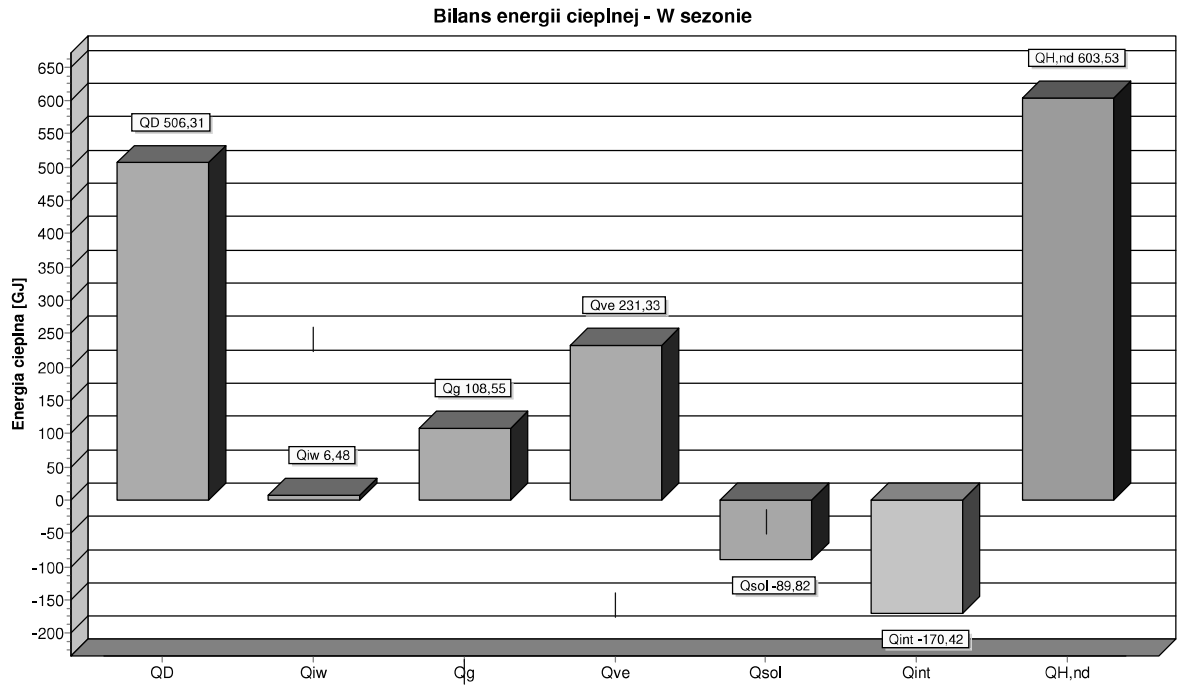
mgr inż. Jarosław Kozub

Załącznik 1

Bilans energetyczny budynku przed modernizacją

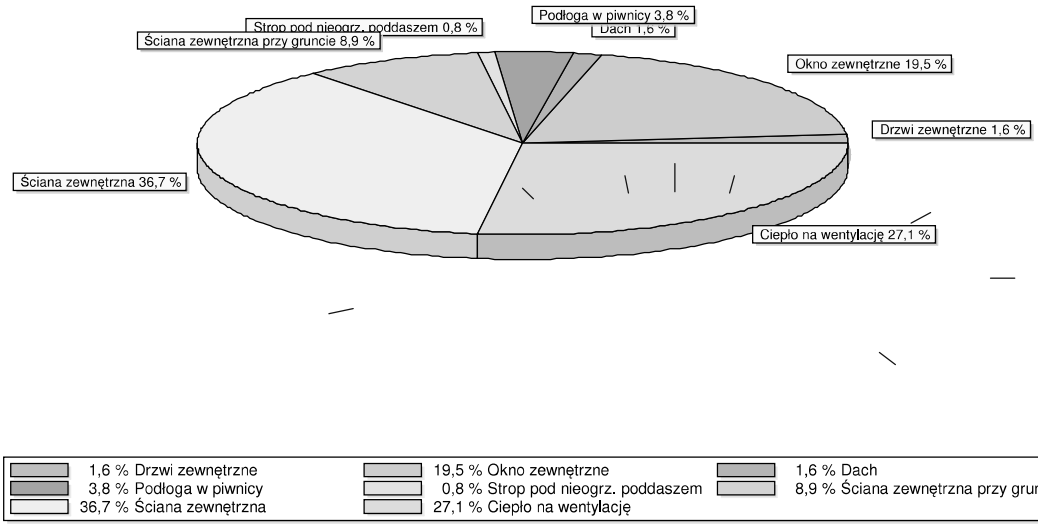
Podstawowe informacje:			
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - stan istniejący		
	Muzeum Miasta Malborka		
Miejscowość:	Malbork		
Adres:	ul. Kościuszki 54		
Projektant:	Marcin Rosenow		
Normy:			
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:		PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:		PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:		PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:			
Strefa klimatyczna:		STREFA II	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e:		-18	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:		7,9	°C
Stacja meteorologiczna:		Elbląg	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:			
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H:		903,1	m^2
Kubatura ogrzewana budynku V_H:		2873,3	m^3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T:		59472	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V:		25244	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ:		84717	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH}:		0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL}:		84717	W
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790			
Stacja meteorologiczna:		Elbląg	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:		1810,2	m^3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:		603,53	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:		167646	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H:		903	m^2
Kubatura ogrzewana budynku V_H:		2873,3	m^3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H:		668,3	$MJ/(m^2 \cdot rok)$
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H:		185,6	$kWh/(m^2 \cdot rok)$
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H:		210,0	$MJ/(m^3 \cdot rok)$
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H:		58,3	$kWh/(m^3 \cdot rok)$

Audytor OZC 6.9 © 1994-2018 SANKOM Sp. z o.o. www.sankom.pl



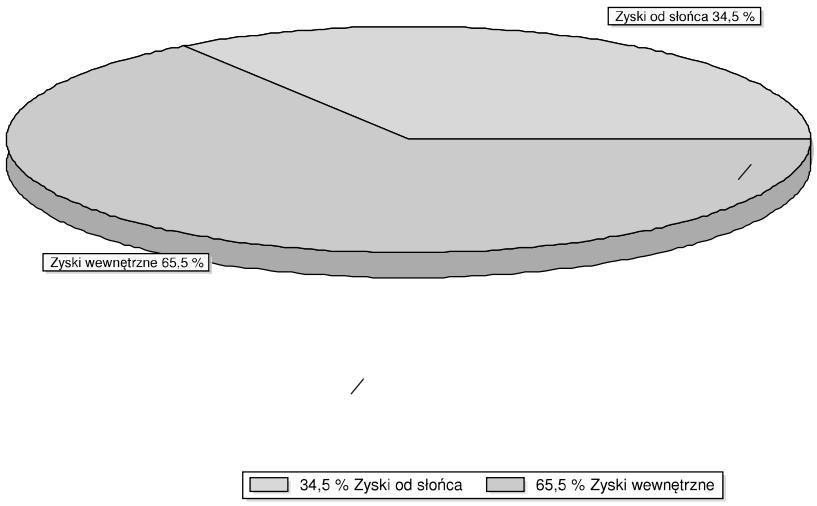
Miesiąc	$L_{d,m}$	$T_{em,m}$	Q_D	Q_{iw}	Q_g	Q_{ve}	$\eta_{H,gn}$	Q_{sol}	Q_{int}	$Q_{H,nd}$
	dni	°C	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok
Styczeń	31	-1,9	81,13	1,04	17,39	36,19	0,999	4,89	19,35	111,55
Luty	28	-2,0	73,62	0,94	15,78	36,35	0,998	5,81	17,48	103,45
Marzec	31	1,6	68,17	0,87	14,61	30,40	0,994	11,90	19,35	83,00
Kwiecień	30	6,4	48,76	0,62	10,45	22,47	0,978	14,94	18,73	49,40
Maj	31	11,7	30,75	0,39	6,59	13,71	0,860	22,34	19,35	15,59
Czerwiec	0	15,2	17,21	0,22	3,69	7,93	0,636	22,22	18,73	2,99
Lipiec	0	16,4	13,34	0,17	2,86	5,95	0,514	21,86	19,35	1,14
Sierpień	0	15,5	16,67	0,21	3,57	7,44	0,650	18,78	19,35	3,09
Wrzesień	30	13,1	24,74	0,32	5,30	11,40	0,884	12,45	18,73	14,21
Październik	31	7,8	45,20	0,58	9,69	20,16	0,983	9,02	19,35	47,74
Listopad	30	3,2	60,23	0,77	12,91	27,76	0,997	4,42	18,73	78,60
Grudzień	31	0,1	73,72	0,94	15,81	32,88	0,998	4,07	19,35	99,98
W sezonie	273	7,3	506,31	6,48	108,55	231,33	0,957	89,82	170,42	603,53

Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	13,23	3676	1,6
Okno zewnętrzne	166,24	46179	19,5
Dach	13,48	3744	1,6
Podłoga w piwnicy	32,44	9011	3,8
Strop pod nieogrz. poddaszem	6,48	1799	0,8
Ściana zewnętrzna przy gruncie	76,11	21143	8,9
Ściana zewnętrzna	313,35	87042	36,7
Ciepło na wentylację	231,33	64259	27,1
Razem	852,68	236854	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Zyski od słońca	89,82	24951	34,5
Zyski wewnętrzne	170,42	47338	65,5
Razem	260,24	72290	100,0

Opis	U	Stan	A
	$W/m^2 \cdot K$		m^2
Dach poddasza ogrzewanego	0,193	P	191,28
Drzwi zewnętrzne	2,600	P	12,35
Okna zewnętrzne	3,120	P	128,92
Podłoga w piwnicy	0,459	P	262,95
Strop ostatniej kondygnacji	0,190	P	81,81
Ściana zewnętrzna piwnic	1,151	P	56,04
Ściana zewnętrzna	1,153	P	686,35
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,592	P	186,24

Symbol	D	Opis materiału	λ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kJ/(kg·K)	m^2·K/W
D1	Dach poddasza ogrzewanego				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
WELNA	0,2000	Wełna mineralna 0,040	0,040	0,750	5,000
GIPS-KART	0,0125	Płyty gipsowo-kartonowe.	0,230	1,000	0,054
		Opór przejmowania wewnątrz R_i, [m^2·K/W]:			0,100
		Opór przejmowania na zewnątrz R_e, [m^2·K/W]:			0,040
		Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m^2·K/W]:			5,194
		Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m^2·K)]:			0,193
PG	Podłoga w piwnicy				
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZ3					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw}: 3,00 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,00 m					
BETON-1900	0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęs	1,000	0,840	0,050
PAPA-ASF	0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1,460	0,033
BET-CHUDY	0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,840	0,095
		Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g, [m^2·K/W]:			2,000
		Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m^2·K/W]:			2,179
		Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m^2·K)]:			0,459
STR	Strop ostatniej kondygnacji				
Rodzaj przegrody: Strop pod nieogrz. poddaszem, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
WELNA	0,2000	Wełna mineralna 0,040	0,040	0,750	5,000
GIPS-KART	0,0125	Płyty gipsowo-kartonowe.	0,230	1,000	0,054
		Opór przejmowania wewnątrz R_i, [m^2·K/W]:			0,100
		Opór przejmowania na zewnątrz R_e, [m^2·K/W]:			0,100
		Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m^2·K/W]:			5,254
		Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m^2·K)]:			0,190
SZ1	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,840	0,018
CEGŁA-PEŁN	0,1200	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	0,880	0,156
WAR.POW	0,0500	Warstwa powietrzna niewentylowana.			0,180
CEGŁA-PEŁN	0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	0,880	0,325
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,840	0,018
		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]:			0,867
		Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m^2·K)]:			1,153

Symbol	D	Opis materiału	λ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kJ/(kg·K)	m^2·K/W
SZ2	Ściana zewnętrzna piwnic				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,840	0,018
CEGŁA-PEŁN	0,5100	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	0,880	0,662
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,840	0,018
		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]:			0,869
		Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m^2·K)]:			1,151
SZ3	Ściana zewnętrzna przy gruncie				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
Podłoga przyległa do ściany: PG					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,00 m					
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,840	0,018
CEGŁA-PEŁN	0,5100	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	0,880	0,662
		Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g, [m^2·K/W]:			1,007
		Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m^2·K/W]:			1,688
		Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m^2·K)]:			0,592

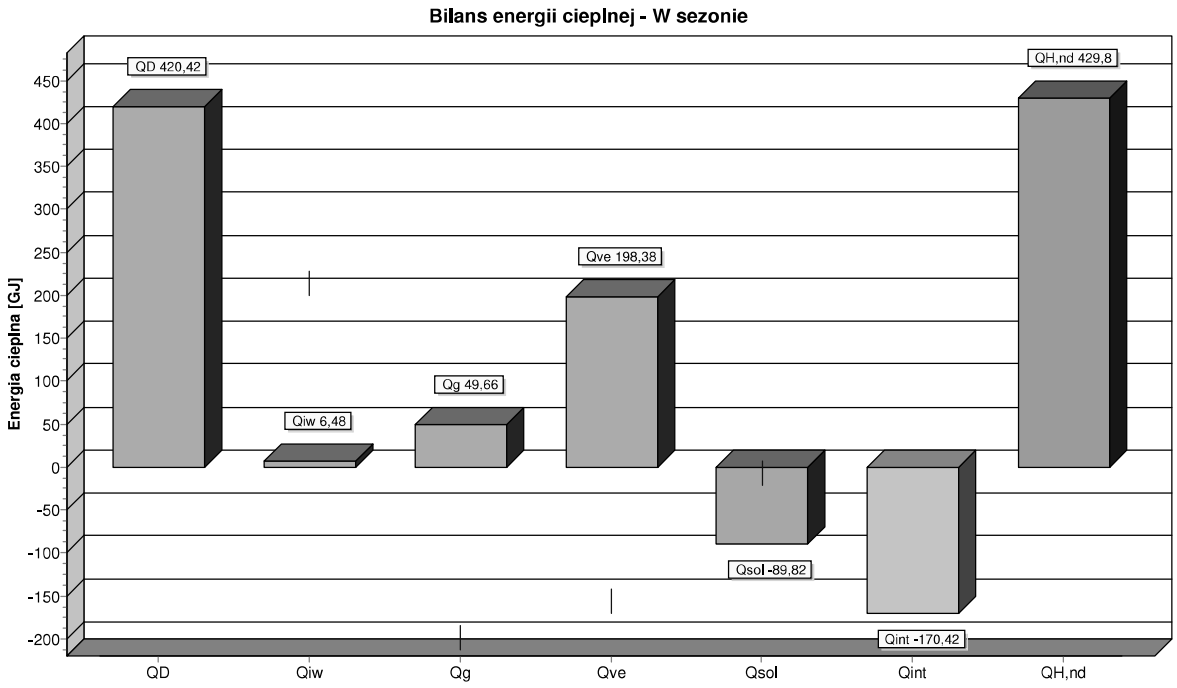
Opis	θ_{int}	A_h	V_h	Φ_{HL}	Typ strefy
	°C	m^2	m^3	W	
Grupa P	20,0	903,13	2873,3	87686	Biurowy lub

Załącznik 2

Bilans energetyczny budynku dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

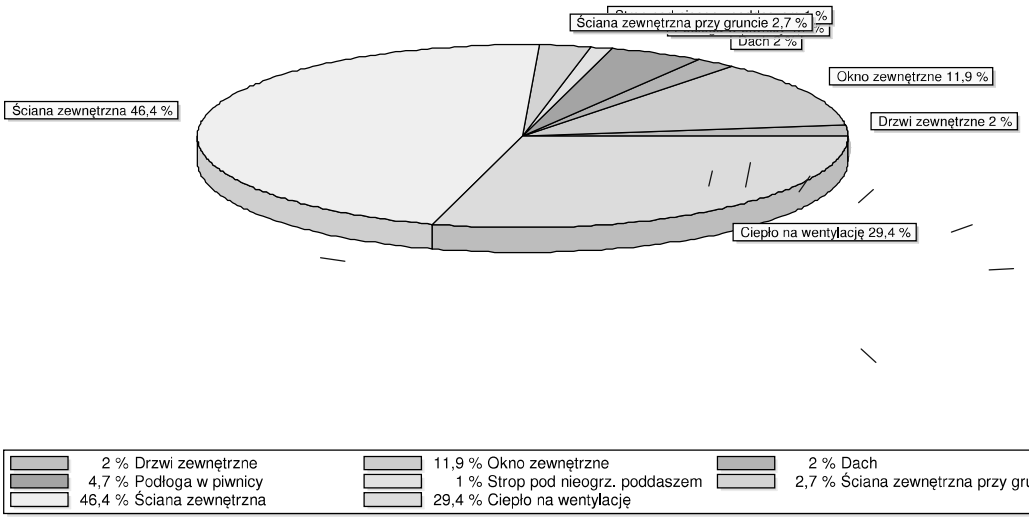
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - wariant pierwszy	
	Muzeum Miasta Malborka	
Miejscowość:	Malbork	
Adres:	ul. Kościuszki 54	
Projektant:	Marcin Rosenow	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA II	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e:	-18	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Elbląg	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H:	903,1	m^2
Kubatura ogrzewana budynku V_H:	2873,3	m^3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T:	47712	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V:	22139	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ:	69851	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH}:	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL}:	69851	W
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Elbląg	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	1552,3	m^3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	429,80	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	119389	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H:	903	m^2
Kubatura ogrzewana budynku V_H:	2873,3	m^3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H:	475,9	$MJ/(m^2 \cdot rok)$
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H:	132,2	$kWh/(m^2 \cdot rok)$
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H:	149,6	$MJ/(m^3 \cdot rok)$
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H:	41,6	$kWh/(m^3 \cdot rok)$

Audytor OZC 6.9 © 1994-2018 SANKOM Sp. z o.o. www.sankom.pl



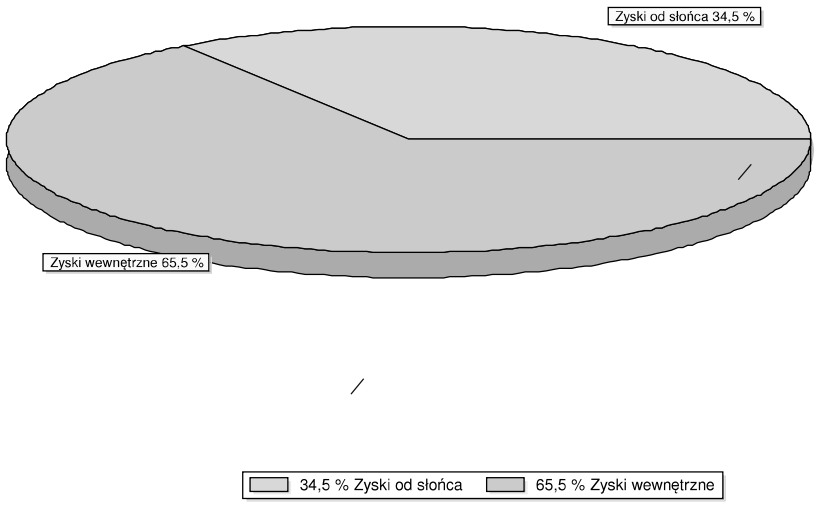
Miesiąc	$L_{d,m}$	$T_{em,m}$	Q_D	Q_{iw}	Q_g	Q_{ve}	$\eta_{H,gn}$	Q_{sol}	Q_{int}	$Q_{H,nd}$
	dni	°C	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok
Styczeń	31	-1,9	67,37	1,04	7,96	31,03	0,999	4,89	19,35	83,18
Luty	28	-2,0	61,13	0,94	7,22	31,17	0,999	5,81	17,48	77,21
Marzec	31	1,6	56,60	0,87	6,69	26,07	0,994	11,90	19,35	59,18
Kwiecień	30	6,4	40,49	0,62	4,78	19,27	0,972	14,94	18,73	32,43
Maj	31	11,7	25,53	0,39	3,02	11,76	0,804	22,34	19,35	7,17
Czerwiec	0	15,2	14,29	0,22	1,69	6,80	0,541	22,22	18,73	0,84
Lipiec	0	16,4	11,07	0,17	1,31	5,10	0,422	21,86	19,35	0,25
Sierpień	0	15,5	13,84	0,21	1,64	6,38	0,555	18,78	19,35	0,89
Wrzesień	30	13,1	20,54	0,32	2,43	9,78	0,837	12,45	18,73	6,96
Październik	31	7,8	37,53	0,58	4,43	17,29	0,980	9,02	19,35	32,04
Listopad	30	3,2	50,01	0,77	5,91	23,81	0,997	4,42	18,73	57,42
Grudzień	31	0,1	61,22	0,94	7,23	28,20	0,999	4,07	19,35	74,20
W sezonie	273	7,3	420,42	6,48	49,66	198,38	0,942	89,82	170,42	429,80

Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	13,23	3676	2,0
Okno zewnętrzne	80,36	22321	11,9
Dach	13,48	3744	2,0
Podłoga w piwnicy	31,77	8826	4,7
Strop pod nieogrz. poddaszem	6,48	1799	1,0
Ściana zewnętrzna przy gruncie	17,89	4969	2,7
Ściana zewnętrzna	313,35	87042	46,4
Ciepło na wentylację	198,38	55105	29,4
Razem	674,94	187483	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Zyski od słońca	89,82	24951	34,5
Zyski wewnętrzne	170,42	47338	65,5
Razem	260,24	72290	100,0

Opis	U	Stan	A
	$W/m^2 \cdot K$		m^2
Dach poddasza ogrzewanego	0,193	P	191,28
Drzwi zewnętrzne	2,600	P	12,35
Okna zewnętrzne	1,300	P	128,92
Podłoga w piwnicy	0,459	P	262,95
Strop ostatniej kondygnacji	0,190	P	81,81
Ściana zewnętrzna piwnic	1,151	P	56,04
Ściana zewnętrzna	1,153	P	686,35
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,187	P	186,24

Symbol	D	Opis materiału	λ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kJ/(kg·K)	m^2·K/W
D1	Dach poddasza ogrzewanego				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
WELNA	0,2000	Wełna mineralna 0,040	0,040	0,750	5,000
GIPS-KART	0,0125	Płyty gipsowo-kartonowe.	0,230	1,000	0,054
		Opór przejmowania wewnątrz R_i, [m^2·K/W]:			0,100
		Opór przejmowania na zewnątrz R_e, [m^2·K/W]:			0,040
		Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m^2·K/W]:			5,194
		Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m^2·K)]:			0,193
PG	Podłoga w piwnicy				
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZ3					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw}: 3,00 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,00 m					
BETON-1900	0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęs	1,000	0,840	0,050
PAPA-ASF	0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1,460	0,033
BET-CHUDY	0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,840	0,095
		Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g, [m^2·K/W]:			2,000
		Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m^2·K/W]:			2,179
		Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m^2·K)]:			0,459
STR	Strop ostatniej kondygnacji				
Rodzaj przegrody: Strop pod nieogrz. poddaszem, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
WELNA	0,2000	Wełna mineralna 0,040	0,040	0,750	5,000
GIPS-KART	0,0125	Płyty gipsowo-kartonowe.	0,230	1,000	0,054
		Opór przejmowania wewnątrz R_i, [m^2·K/W]:			0,100
		Opór przejmowania na zewnątrz R_e, [m^2·K/W]:			0,100
		Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m^2·K/W]:			5,254
		Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m^2·K)]:			0,190
SZ1	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,840	0,018
CEGŁA-PEŁN	0,1200	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	0,880	0,156
WAR.POW	0,0500	Warstwa powietrzna niewentylowana.			0,180
CEGŁA-PEŁN	0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	0,880	0,325
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,840	0,018
		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]:			0,867
		Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m^2·K)]:			1,153

Symbol	D	Opis materiału	λ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kJ/(kg·K)	m^2·K/W
SZ2	Ściana zewnętrzna piwnic				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,840	0,018
CEGŁA-PEŁN	0,5100	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	0,880	0,662
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,840	0,018
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]:					0,869
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m^2·K)]:					1,151
SZ3	Ściana zewnętrzna przy gruncie				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
Podłoga przyległa do ściany: PG					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,00 m					
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,840	0,018
CEGŁA-PEŁN	0,5100	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	0,880	0,662
STYREKST	0,1000	Styropian ekstrudowany	0,036	1,460	2,778
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g, [m^2·K/W]:					1,892
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m^2·K/W]:					5,350
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m^2·K)]:					0,187

Opis	θ_{int}	A_h	V_h	Φ_{HL}	Typ strefy
	°C	m^2	m^3	W	
Grupa P	20,0	903,13	2873,3	73428	Biurowy lub

Załącznik 3

Wymiana oświetlenia wewnętrznego

Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu

Dane ogólne:

Przedmiotem audytu jest modernizacja instalacji oświetlenia wewnętrznego w budynku Malbork Welcome Center. W miejsce opraw świetlówkowych (świetlówki fluorescencyjne) oraz żarowych (żarówki tradycyjne i halogenowe) planuje się zastosowanie oświetlenia LED.

Dokumentacja projektowa:

- **Brak**

Inne dokumenty

- **Wizja lokalna**
- **Normy i rozporządzenia:**
  - **Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011 r. o efektywności energetycznej (Dz. U. Nr 94, poz. 551)**
  - **Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz. Uz 27 sierpnia 2012 poz. 962)**
  - **Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U.Nr.223,poz,1459. Dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.**
  - **Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz.690). Dalej zwane Warunkami Technicznymi.**
  - **Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 czerwca 2014 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw charakterystyki energetycznej (Dz. U. z dnia 2 lipca 2014 r.).**

Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)

- **Brak**

Opis przesięwzięcia

haogenowe i żarowe w oprawach typu:

- oprawa świetlówkowa 2x18
- oprawa świetlówkowa 2x36
- oprawa świetlówkowa 4x18
- oprawa świetlówkowa 1x32
- oprawa żarówkowa E27
- oprawa halogenowa 35W

Zestawienie oświetlenia w poszczególnych pomieszczeniach przedstawiono w dalszej części opracowania.

W wyniku modernizacji planuje się zmianę rodzaju oświetlenia - zastosowanie energooszczędnego oświetlenia LED w panelach, oprawach dla bezpośrednicz zamienników tradycyjnych źródeł światła lub innych oprawach dedykowanych do szczególnych zastosowań.

Inwentaryzacja oświetlenia wbudowanego przed modernizacją

Moc urządzeń oświetleniowych w ocenianym budynku przed modernizacją

Lp	Pomieszczenie	Rodzaj punktu świetlnego	Moc jednostkowa źródeł światła w oprawie, W	Całkowita moc pojedyńczej oprawy z uwzględnieniem starterów, transformatorów, stateczników, W	Liczba, szt.	Moc instalowana Przecz, W	Liczba godzin pracy w ciągu roku, h/rok
1	pomieszczenia biurowe, socjalne, pomieszczenia dostępu ogólnego, sale konferencyjne.	Oprawa świetlówkowa 2x36	72	79,2	16	1267	1800
		Oprawa świetlówkowa 1x36	36	39,6	18	713	1800
		oprawa halogenowa 35W	35	35	34	1190	1800
		Oprawa świetlówkowa 4x18	72	79,2	27	2138	1800
		Oprawa żarówkowa E27	60	60	27	1620	1800
2	pomieszczenia gospodarcze, toalety, pomieszczenia pomocnicze i magazynowe.	Oprawa świetlówkowa 2x36	72	79,2	7	554	540
		Oprawa świetlówkowa 1x32	32	35,2	10	352	540
		Oprawa świetlówkowa 2x18	36	39,6	18	352	540
		Oprawa żarówkowa E27	60	60	20	1200	540
3	korytarze, klatki schodowe.	Oprawa świetlówkowa 2x18	36	39,6	11	436	1080
		Oprawa świetlówkowa 1x32	32	35,2	12	422	1080
		Oprawa świetlówkowa 4x18	72	79,2	14	1109	1080
		Oprawa żarówkowa E27	60	60	2	120	1080
	Razem				216	11474	-

Liczbę godzin pracy oświetlenia przyjęto na podstawie Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obilczania oszczędności energii.

Zestawienie oświetlenia wbudowanego po modernizacji

Moc urządzeń oświetleniowych w ocenianym budynku po modernizacji

Lp	Pomieszczenie	Rodzaj punktu świetlnego	Moc jednostkowa źródeł światła w oprawie, W	Całkowita moc pojedyńczej oprawy z uwzględnieniem starterów, transformatorów, stateczników, W	Liczba, szt.	Moc instalowana Przecz, W	Liczba godzin pracy w ciągu roku, h/rok
1	pomieszczenia biurowe, socjalne, pomieszczenia dostępu ogólnego, sale konferencyjne.	Oprawa LED 36W	36	36	16	576	1800
		Oprawa LED 18W	18	18	18	324	1800
		Opraw LED 7W	7	7	34	238	1800
		Oprawa LED 36W	36	36	27	972	1800
		Oprawa LED 18W	18	18	27	486	1800
2	pomieszczenia gospodarcze, toalety, pomieszczenia pomocnicze i magazynowe.	Oprawa LED 36W	36	36	7	252	540
		Oprawa LED 16W	16	16	10	160	540
		Oprawa LED 18W	18	18	18	324	540
		Oprawa LED 18W	18	18	20	360	540
3	korytarze, klatki schodowe.	Oprawa LED 18W	18	18	11	198	1080
		Oprawa LED 16W	16	16	12	192	1080
		Oprawa LED 36W	36	36	14	504	1080
		Oprawa LED 18W	18	18	2	36	1080
	Razem				216	4622	-

Liczbę godzin pracy oświetlenia przyjęto na podstawie Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obilczania oszczędności energii.

Obliczenia energetyczne przed modernizacją - oświetlenie

Zużycie energii elektrycznej w ocenianym budynku przed modernizacją

Lp	Pomieszczenie	Moc instalowana Przecz, W	Liczba godzin pracy w ciągu roku, h/rok	Zużycie energii elektrycznej na cele oświetlenia wewnętrznego, kWh/rok
1	pomieszczenia biurowe, socjalne, pomieszczenia	1267	1800	2281
		713	1800	1283
		1190	1800	2142
		2138	1800	3849
		1620	1800	2916
2	pomieszczenia gospodarcze, toalety, pomieszczenia pomocnicze i magazynowe.	554	540	299
		352	540	190
		352	540	190
		1200	540	648
3	korytarze, klatki schodowe.	436	1080	470
		422	1080	456
		1109	1080	1198
		120	1080	130
4	Razem	11474	-	16052

Obliczenia energetyczne po modernizacji - oświetlenie

Zużycie energii elektrycznej w ocenianym budynku po modernizacji

Lp	Linia produkcyjna	Moc instalowana	Liczba godzin	Zużycie energii
1	pomieszczenia biurowe, socjalne, pomieszczenia	576	1800	1037
		324	1800	583
		238	1800	428
		972	1800	1750
		486	1800	875
2	pomieszczenia gospodarcze, toalety, pomieszczenia pomocnicze i magazynowe.	252	540	136
		160	540	86
		324	540	175
		360	540	194
3	korytarze, klatki schodowe.	198	1080	214
		192	1080	207
		504	1080	544
		36	1080	39
4	Razem	4622	-	6269

Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej

Energia finalna i pierwotna

Lp	Opis	Energia finalna		wi	Energia pierwotna		Emisja Co2	
		GJ/rok	kWh/rok	-	GJ/rok	kWh/rok	Mg/MWh	kg/rok
Przed modernizacją:								
1	Oświetlenie fluorescencyjne i żarowe	58	16 052	3	173	48 157	0,812	13 035
Po modernizacji:								
1	Oświetlenie LED	23	6 269	3	68	18 807	0,812	5 090
	Oszczędność	35	9 783		106	29 350		7 944

Nośnik energii :	energia elektryczna - Państwowa Sieć Elektroenergetyczna
wi :	3,00
Wsk. emisji CO2, Mg/MWh:	0,812

Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (na podstawie audytu efektywności energetycznej)					
1	Średnioroczna oszczędność energii finalnej:	9 783	[kWh/rok]	0,841	[toe/rok]
2	Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej:	29 350	[kWh/rok]	2,524	[toe/rok]
3	Szacowana wielkość redukcji emisji CO2	7,94			ton/rok

1GJ/toe	41,868 GJ/toe
1kWh/toe	11 630 kWh/toe

Ocena opłacalności

Modernizacja oświetlenia wewnętrznego				
Lp.	**Omówienie**	**Jedn.**	**Oprawy świetlówkowe i żarowe**	**Oświetlenie LED**
1	**Moc całkowita oświetlenia**	**kW**	**11,5**	**4,6**
2	**Roczne zapotrzebowanie na energię finalną na pracę oświetlenia**	**kWh/rok**	**16 052**	**6 269**
3	**Roczne oszczędność energii na pracę oświetlenia**	**kWh/rok**		**9 783**
4	**Jednostkowy koszt energii elektycznej**	**zł/kWh**	**0,4502**	**0,4502**
5	**Koszt pracy oświetlenia w ciągu roku**	**zł/rok**	**7 226,46**	**2 822,19**
6	**Roczna oszczędność na pracy oświetlenia**	**zł/rok**		**4 404,27**
7	**Oszczędność kosztów pracy oświetlenia w okresie 10 lat**	**zł/rok**		**44 042,69**
8	**Całkowity szacowany koszt przedsięwzięcia**	**zł**		**114 499,00**
9	**Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych SPBT**	**lata**		**26,00**

Podsumowanie

Zastosowane usprawnienia i metoda określenia ich efektów

Usprawnienia w ramach przedsięwzięcia	Metoda określenia efektów usprawnienia (źródła danych, metody obliczeniowe, programy komputerowe)
Przedmiotem audytu jest modernizacja instalacji oświetlenia wewnętrznego w budynku Malbork Welcome Center. W miejsce opraw świetlówkowych (świetlówki fluorescencyjne) oraz żarowych (żarówki tradycyjne i halogenowe) planuje się zastosowanie oświetlenia LED.	Obliczenia wykonano metodą analityczną wzorując się na metodzie uproszczonej zgodnej z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz. Uz 27 sierpnia 2012 poz. 962) oraz Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopdada 2008 w sprawie w sprawie metodologii obliczenia charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej - z zastosowaniem podstawowych zależności fizycznych. Moc źródeł światła określono na podstawie danych znamionowych, czas pracy oświetlenia określonozgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obilczania oszczędności energii.

Zestawienie efektów przedsięwzięcia

Lp.	Rodzaj danych	Jednostka	Wartość	Uwagi
1	Oszczędność zużycia energii finalnej	MWh/a	9,8	
		GJ/rok	35,2	
		toe/rok	0,841	
2	Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej	-	3,00	energia elektryczna - produkcja mieszana
3	Oszczędność zużycia energii pierwotnej	MWh/a	29,4	
		GJ/rok	105,7	
		toe/rok	2,524	
4	Wskaźnik emisji CO_2	Mg CO_2 /MWh	0,812	Państwowa Sieć Elektroenergetyczna
5	Szacowana wielkość redukcji emisji CO_2	MgCO_2/rok	7,94	

Wyznaczenie kosztów realizacji inwestycji

1.	Cena źródeł światła	liczba	cena jednostkowa [zł]	cena całkowita [zł]
1.	Oprawa świetlówkowa 2x36 / Oprawa LED	23	700,00	16 100,00
2.	Oprawa świetlówkowa 2x18 / Oprawa LED	29	500,00	14 500,00
3.	Oprawa świetlówkowa 4x18 / Oprawa LED	41	700,00	28 700,00
4.	Oprawa żarówkowa E27/Oprawa LED	49	400,00	19 600,00
5.	Oprawa halogenowa / Oprawa LED	34	250,00	8 500,00
6.	Oprawa świetlówkowa 1x36 / Oprawa LED	18	500,00	9 000,00
7.	Oprawa świetlówkowa 1x32 / Oprawa LED	22	500,00	11 000,00
8.	razem	216		107 400,00

2. Koszty dodatkowe (nadzór, audyt, projekt) **7099,00 zł**

Cakowity koszt wykonania usprawnienia **114 499,00 zł**