

Audyt energetyczny budynku



Urząd Miejski Gminy Łobżenica

miejsowość: Łobżenica

adres: ul.Sikorskiego 7

kod: 89 – 310 Łobżenica

województwo: wielkopolskie

Opracowanie:

ENERGO EXPERT

Mariusz Woźniak

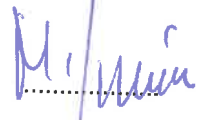
36-047 Raclawówka 45e, gm. Boguchwała

kom. +48 668 155 968, biuro@energoexpert.eu

NIP: 813-152-10-28, REGON: 180500639

marzec '2016

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Użyteczności publicznej</i>	1.2 Rok budowy	1920
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Gmina Łobżenica ul. Sikorskiego 7 89-310 Łobżenica tel. 67 286 81 00 / 67 286 81 39	1.4 Adres budynku ul. Sikorskiego 7 89-310 Łobżenica wielkopolskie	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
Energ Expert Mariusz Woźniak Raclawówka 45e 36-047 Raclawówka Regon: 180500639		ENERGO EXPERT Mariusz Woźniak 36-047 Raclawówka 45e, gm. Boguchwała kom. +48 668 155 968, biuro@energoexpert.eu NIP: 813-152-10-28, REGON: 180500639	
3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
Mariusz Woźniak Raclawówka 45e 36-047 Raclawówka mgr inż. budownictwa		CERTYFIKATOR ENERGETYCZNY <i>mgr inż. Mariusz Woźniak</i> <i>Uprawnienia Nr MII/ŚE/1046/2009</i>	 podpis
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	---	---	
5. Miejscowość: Łobżenica		Data wykonania opracowania	
		marzec '2016	
6. Spis treści			
1. Strona tytułowa audytu energetycznego			
2. Karta audytu energetycznego budynku			
3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych			
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			
5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			
6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji			
9. Załączniki.			

10/10/10

C

C

1

2.7.4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc **** [zł/(MW•m-c)]	0,00	0,00
2.7.5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² •m-c)]	5,13	0,74
2.7.6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
2.7.7.	Inne [zł]	0,00	0,00
2.8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Minimalna kwota własna (15%) [zł]	42 060,44	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	65,98
Maksymalna kwota dotacji (85%) [zł]	238 342,51		
Planowane koszty całkowite [zł]	280 402,95		

* Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.

** Uoze [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczoną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.

*** Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.

**** Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.

3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych

3.1. Ustawy i Rozporządzenia

1. Ustawa "prawo budowlane" z dnia 7 lipca 1994r. z późniejszymi zmianami
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym BGK może zlecać wykonanie weryfikacji audytów z późn. zm.
4. Ustawa "o wspieraniu termomodernizacji i remontów" z dnia 21 listopad 2008r. z późniejszymi zmianami
5. 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
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

3.2. Normy techniczne

1. PN-EN ISO 6946 - Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.
2. PN-EN ISO 13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczenia zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
3. PN-83/B-03430 - Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.
4. PN-82/B-02402 - Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.
5. PN-82/B-02403 - Temperatury obliczeniowe zewnętrzne.
6. PN-EN 12831:2006 – Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego.

3.3. Materiały przekazane przez inwestora

1. Dokumentacja techniczna
2. Informacje techniczne przekazane przez inwestora

3.4. Inne materiały oraz programy komputerowe

1. Materiały z przeprowadzonej wizji lokalnej
2. Program komputerowy ArCADiasoft Chudzik sp. j. ArCADia-TERMO PRO 6.4

3.5. Wytyczne oraz uwagi inwestora

1. Obniżenie kosztów ogrzewania
2. Wykorzystanie dotacji w ramach programu RPO WW 2014 – 2020 działanie 3.2 Poprawa efektywności energetycznej w sektorze publicznym i mieszkaniowym
3. Maksymalna wielkość środków własnych inwestora, stanowiących możliwy do zadeklarowania udział własny przeznaczony na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi:

43 000 zł

4. Maksymalna kwota dotacji:

238 000 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	7040,50 m ³
Kubatura ogrzewania	-	3243,94 m ³
Powierzchnia netto budynku	-	1076,70 m ²
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	0,00 m ²
Współczynnik kształtu	-	0,37 m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	-	565,00 m ²
Ilość mieszkań	-	0,00
Ilość użytkowników	-	40,00

4.2. Dokumentacja techniczna budynku

Dokumentacja techniczna budynku znajduje się w załączniku stanowiącym integralną część audytu energetycznego.

4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych

Ściany zewnętrzne	1,48; 0,98	W/(m ² ·K)
Dach/stropodach	2,86	W/(m ² ·K)
Strop piwnicy	1,74; 2,60	W/(m ² ·K)
Okna	1,40	W/(m ² ·K)
Drzwi/bramy	1,80	W/(m ² ·K)
Okna połaciowe	---	W/(m ² ·K)
Stropy wewnętrzne	0,98; 1,22; 3,17; 3,17	W/(m ² ·K)
Stropy zewnętrzne	2,86	W/(m ² ·K)
Podłogi na gruncie	1,16	W/(m ² ·K)

4.4. Taryfy i opłaty

Ceny ciepła - c.o.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
	Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	60,08 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	0,00 zł/(MW·m-c)	0,00 zł/(MW·m-c)
Inne koszty, abonament	0,00 zł/m-c	0,00 zł/m-c
Ceny ciepła - c.w.u.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
	Opłata za 1 GJ	150,71 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u.	0,00 zł/(MW·m-c)	0,00 zł/(MW·m-c)
Inne koszty, abonament	0,00 zł/m-c	0,00 zł/m-c

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego		
Wytwarzanie	Kotły niskotemperaturowe na paliwo gazowe lub ciekłe, z zamkniętą komorą spalania i palnikiem modulowanym, o mocy nominalnej powyżej 120 do 1200 kW Paliwo - gaz ziemny	$\eta_{H,g} = 0,940$
Przesyłanie ciepła	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej	$\eta_{H,d} = 0,900$
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej	$\eta_{H,e} = 0,770$
Akumulacje ciepła	Bufor w systemie grzewczym o parametrach 70/55 oC na zewnątrz osłony termicznej budynku	$\eta_{H,s} = 0,900$
Czas ogrzewania w okresie tygodnia	Liczba dni: 5 dni	$w_t = 0,850$
Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	Liczba godzin: 8 godzin	$w_d = 0,950$
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g}\eta_{H,d}\eta_{H,e}\eta_{H,s} =$		0,586
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	...	
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja była modernizowana po 1984 r. Modernizacja polegała na: Montaż kotła gazowego niskotemperaturowego producent Buderus Logano typ GE-315, rok produkcji 2014.	wymagany próg oszczędności: 15%
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)		--- MW
4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej		
Wytwarzanie ciepła	Elektryczny podgrzewacz akumulacyjny (z zasobnikiem ciepłej wody użytkowej bez strat)	$\eta_{W,g} = 0,960$
Przesył ciepłej wody	Podgrzewanie wody bezpośrednio przy punktach poboru	$\eta_{W,d} = 1,000$
Regulacja i wykorzystanie	---	$\eta_{W,e} = 1,000$
Akumulacja ciepła	Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego	$\eta_{W,s} = 0,840$
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $\eta_{W,tot} = \eta_{W,g}\eta_{W,d}\eta_{W,s}\eta_{W,e} =$		0,806
Moc cieplna zamówiona (ciepła woda użytkowa)		--- MW
4.7. Charakterystyka systemu wentylacji		
Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	
Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	
Strumień powietrza wentylacyjnego	3243,94	
Krotność wymian powietrza	1,00	

5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Rodzaj przegrody lub instalacji	Charakterystyka stanu istniejącego i możliwości poprawy
Ściana zewnętrzna_cz.stara	Wymagany wg WT'2019 współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max} = 0,20$ [W/m ² K]. Istniejąca ściana zewnętrzna części starej budynku posiada współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max} = 1,48$ [W/m ² K]. Z uwagi na znajdowanie się części starej budynku w strefie objętej ochroną konserwatorską nie przewiduje się działań termomodernizacyjnych.
Ściana zewnętrzna_cz.nowa	Wymagany wg WT'2019 współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max} = 0,20$ [W/m ² K]. Istniejąca ściana zewnętrzna części nowej budynku posiada współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max} = 0,98$ [W/m ² K]. Zaleca się docieplenie płytami styropianowymi.
Strop wewnętrzny_cz.stara_nad piwnicą	Wymagany wg WT'2019 współczynnik przenikania ciepła przegrody nad nieogrzewaną piwnicą wynosi $U_{max} = 0,25$ [W/m ² K]. Istniejąca podłoga piwnicy części starej budynku posiada współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max} = 1,11$ [W/m ² K]. Z uwagi na znajdowanie się części starej budynku w strefie objętej ochroną konserwatorską nie przewiduje się działań termomodernizacyjnych.
Strop wewnętrzny_cz.nowa_nad piwnicą	Wymagany wg WT'2019 współczynnik przenikania ciepła stropu nad nieogrzewaną piwnicą $U_{max} = 0,25$ [W/m ² K]. Istniejący strop nad nieogrzewaną piwnicą części nowej budynku posiada współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max} = 2,59$ [W/m ² K]. Zaleca się docieplenie przegrody pianką PUR nakładaną metodą natryskową od spodu stropu.
Strop wewnętrzny_cz.stara_nad parterem	Ponieważ różnica temperatur pomiędzy ogrzewanymi kondygnacjami e części starej budynku (parter / I piętro) jest poniżej 8 stopni Celcjusza to zgodnie z WT'2019 dla stropów międzykondygnacyjnych brak jest wymagań. W związku z powyższym nie planuje się działań termomodernizacyjnych.
Strop wewnętrzny_cz.nowa_nad parterem	Ponieważ różnica temperatur pomiędzy ogrzewanymi kondygnacjami w części nowej budynku (parter / I piętro) jest poniżej 8 stopni Celcjusza to zgodnie z WT'2019 dla stropów międzykondygnacyjnych brak jest wymagań. W związku z powyższym nie planuje się działań termomodernizacyjnych.
Strop wewnętrzny_cz.stara_nad I piętrzem	Wymagany wg WT'2019 współczynnik przenikania ciepła stropu pod nieogrzewanym poddaszem dla $t_i = 20C$ wynosi $U_{max} = 0,15$ [W/m ² K]. Istniejący strop pod nieogrzewanym poddaszem części starej budynku posiada współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max} = 1,22$ [W/m ² K]. Zaleca się docieplenie płytami z wełny mineralnej na podłodze stropu.
Strop wewnętrzny_cz.nowa_nad I piętrzem	Ponieważ różnica temperatur pomiędzy ogrzewanymi kondygnacjami w części nowej budynku (I piętro / II piętro) jest poniżej 8 stopni Celcjusza to zgodnie z WT'2019 dla stropów międzykondygnacyjnych brak jest wymagań. W związku z powyższym nie planuje się działań termomodernizacyjnych.
Strop zewnętrzny_cz.nowa	Wymagany wg WT'2019 współczynnik przenikania ciepła stropu zewnętrznego dla $t_i = 20C$ wynosi $U_{max} = 0,15$ [W/m ² K]. Istniejący strop zewnętrzny części nowej budynku nad przewiązką oraz nad budynkiem głównym posiada współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max} = 2,85$ [W/m ² K]. Zaleca się docieplenie płytami warstwowymi termoizolacyjnymi tzw.styropapą.

Podłoga na gruncie_cz.nowa	Wymagany wg WT'2019 współczynnik przenikania ciepła podłogi na gruncie $U_{max} = 0,30$ [W/m ² K]. Istniejąca podłoga na gruncie posiada współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max} = 1,16$ [W/m ² K]. Z uwagi na znaczne utrudnienia wykonania docieplenia przegrody, nie zaleca się działań termomodernizacyjnych, które generowałyby znaczne koszty inwestycji ze stosunkowo niskim końcowym efektem energetycznym - inwestycja niezasadna ekonomicznie i technicznie.
Drzwi zewnętrzne DZ_całość budynku	Wymagany wg WT'2019 współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max} = 1,30$ [W/m ² K]. Z uwagi na fakt wymiany w ostatnim okresie stolarki drzwiowej na drzwi szczelne, o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,80$ [W/m ² K], która jest obecnie w bardzo dobrym stanie, nie zaleca się działań termomodernizacyjnych, które generowałyby znaczne koszty inwestycji ze stosunkowo niskim końcowym efektem energetycznym - inwestycja niezasadna ekonomicznie i technicznie.
Okna zewnętrzne OZ_całość budynku	Wymagany wg WT'2019 współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max} = 0,90$ [W/m ² K]. Z uwagi na fakt wymiany w ostatnim okresie stolarki okiennej na okna PCV, dwuszybowe, szczelne, o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,40$ [W/m ² K], która jest obecnie w bardzo dobrym stanie, nie zaleca się działań termomodernizacyjnych, które generowałyby znaczne koszty inwestycji ze stosunkowo niskim końcowym efektem energetycznym - inwestycja niezasadna ekonomicznie i technicznie.
System grzewczy	Kocioł gazowy niskotemperaturowy producent Buderus typ Logano GE-315, rok produkcji 2014. Grzejniki stalowe, członowe lub płytowe lub typu fawiera lub żeliwne w dobrym stanie technicznym z głowicami termostatycznymi. Przewiduje się płukanie chemiczne istniejącej instalacji z regulacją hydrauliczną.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Elektryczne akumulacyjne podgrzewacze wody, producent Zelmech-Domgos, moc 1,5 kW, szt.3 w dobrym stanie technicznym. Przewiduje pozostawienie dotychczasowego systemu cwu ze wsparciem instalacją fotowoltaiczną (obliczenia w załączniku do audytu).

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

6.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez ściany, stropy i stropodachy

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny_cz.nowa_nad kondygnacjami		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Pianka PUR, $\lambda=0,024$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	209,80m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	209,80m ²	
Stopniodni: 4086,00 dzień·K/rok	$t_{wo}=18,00$ °C	$t_{zo}=0,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer	
		Wariant 1	Wariant 1.1
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	60,08	60,08
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	9
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,597	0,234
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,39	4,27
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	3,89
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	192,38	17,33
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0098	0,0009
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	10516,93
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	79,54
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	20525,62
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	1,95

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 20525,62 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 1,95 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 9 cm

Informacje uzupełniające:

Docieplenie systemowe w części nowej budynku stropu nad piwnicą nieogrzewaną pianką PUR o współczynniku $\lambda=0,024$ [W/mK], grubości 9 [cm] nakładaną metodą natryskową od spodu stropu. Koszty określono na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Styropapa, $\lambda = 0,036$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	267,60m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	351,38m ²	
Stopniodni: 3246,70 dzień·K/rok	$t_{wo} = 18,00$ °C	$t_{zo} = -18,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer	
		Wariant 1	Wariant 1.1
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	60,08	60,08
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	23
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,857	0,148
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,35	6,74
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	6,39
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	214,47	11,14
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0275	0,0014
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	12216,33
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	149,47
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	64600,55
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	5,29

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 64600,55 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 5,29 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 23 cm

Informacje uzupełniające:

Docieplenie systemowe w części nowej budynku stropu zewnętrznego płytami warstwowymi termoizolacyjnymi (styropapą) o współczynniku $\lambda = 0,036$ [W/mK], grubości 23 [cm]. Wykonanie nowych obróbek blacharskich. Montaż nowych parapetów zewnętrznych, rynien i rur spustowych. Koszty określono na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie

Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny_cz.stara_nad I piętrzem

Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Filce, maty i płyty z wełny mineralnej 160, $\lambda = 0,042$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	152,20 m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	152,20 m²	
Stopniodni: 4086,00 dzień·K/rok	$t_{wo} = 18,00$ °C	$t_{zo} = 0,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		Wariant 1	Wariant 1.1	
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	60,08	60,08	60,08
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	25	27
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,223	0,148	0,138
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,82	6,77	7,25
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	5,95	6,43
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	65,70	7,94	7,41
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0034	0,0004	0,0004
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	3470,67	3502,00
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	156,78	161,48
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	29350,16	30230,02
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	8,46	8,63

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 29350,16 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 8,46 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 25 cm

Informacje uzupełniające:

Docieplenie systemowe w części starej budynku stropu pod poddaszem nieogrzewanym płytami z wełny mineralnej o współczynniku $\lambda = 0,042$ [W/mK], grubości 25 [cm] układanymi na podłożu przegrody z wykonaniem nowej podłogi z desek. Koszty określono na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna_cz.nowa		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA, $\lambda = 0,036$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	546,80m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	558,81m ²	
Stopniodni: 3246,70 dzień·K/rok	$t_{wo} = 18,00$ °C	$t_{zo} = -18,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer	
		Wariant 1	Wariant 1.1
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	60,08	60,08
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	15
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,982	0,193
Opór cieplny R	(m ² K)/W	1,02	5,19
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	4,17
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	150,60	29,58
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0193	0,0038
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	7270,72
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	194,13
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	133432,60
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	18,35

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 133432,60 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 18,35 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 15 cm

Informacje uzupełniające:

Docieplenie systemowe w części nowej budynku ścian zewnętrznych płytami styropianowymi o współczynniku $\lambda = 0,036$ [W/mK], grub. 15 [cm] metodą "lekką-mokrą" z pokryciem wyprawą z tynku akrylowego o fakturze nakrapianej z kosztem rusztowań. Osuszenie i zaimpregnowanie częściowo zawilgoconych murów. Wykonanie nowych obróbek blacharskich. Montaż nowych parapetów zewnętrznych, rynien i rur spustowych. Koszty określono na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud.

6.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji

6.3 Ocena opłacalności i wybór wariantu prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

6.3.1 Obliczenia mocy cieplnej oraz zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu

		Stan istniejący
Ciepło właściwe wody c_w	[kJ/(kg·K)]	4,18
Gęstość wody ρ_w	[kg/m ³]	1000
Temperatura ciepłej wody θ_w	[°C]	55
Temperatura zimnej wody θ_o	[°C]	10
Współczynnik korekcyjny k_R	[-]	0,70
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_r	[m ²]	1076,70
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{w1}	[dm ³ /(m ² ·doba)]	0,35
Czas użytkowania τ	[h]	18,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności N_h	[-]	1,50
Sprawność wytwarzania $\eta_{w,g}$	[-]	0,96
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$	[-]	1,00
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$	[-]	0,84
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw}	[GJ/rok]	22,51
Max moc cieplna q_{cwu}	[kW]	1,64

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

6.4.1. Ocena opłacalności modernizacji instalacji grzewczej

		Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	[zł/GJ]	60,08	60,08
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	[zł/MW]	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	[zł]	0,00	0,00
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło	[GJ]	688,30	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW]	0,1147	
Sprawność systemu grzewczego		0,586	0,670
Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/a]	---	7119,64
Koszt modernizacji	[zł]	---	29994,04
SPBT	[lat]	---	4,21

Informacje uzupełniające:

Kocioł gazowy niskotemperaturowy producent Buderus typ Logano GE-315, rok produkcji 2014. Grzejniki stalowe, członowe lub płytowe lub typu fawiera lub żeliwne w dobrym stanie technicznym z głowicami termostatycznymi. Przewiduje się płukanie chemiczne istniejącej instalacji z regulacją hydrauliczną. Koszty określono na podstawie kalkulacji własnej.

6.4.2. Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych składające się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiający sprawność cieplną systemu grzewczego

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych n oraz współczynników w *)
Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła $\eta_{H,g}$	0,940
Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $\eta_{H,d}$	0,900
Regulacji systemu ogrzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej $\eta_{H,e}$	0,880
Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego $\eta_{H,s}$	0,900
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia w_t	0,850
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	0,950
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,g}$ $\eta_{H,d}$ $\eta_{H,e}$ $\eta_{H,s}$	0,670

*) - przyjmuje się z tab 2-6 znajdujących się w części 3.

6.4.3 Uproszczona kalkulacja kosztów przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Płukanie chemiczne istniejącej instalacji z regulacją hydrauliczną.	29994,04
Suma:	29994,04

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Nie przewiduje się działań termomodernizacyjnych.
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Nie przewiduje się działań termomodernizacyjnych.
Ulepszenie sprawności regulacji η_e	Przewiduje się płukanie chemiczne istniejącej instalacji z regulacją hydrauliczną. Koszty określono na podstawie kalkulacji własnej w oparciu o ceny rynkowe.
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Nie przewiduje się działań termomodernizacyjnych.
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d	Nie przewiduje się działań termomodernizacyjnych.

7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wybrane i zoptymalizowane ulepszenia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przenikania ciepła przez przegrody budowlane oraz warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych dotyczących modernizacji systemu wentylacji i systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, uszeregowanie według rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lat]
1.	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny_cz.nowa_nad kondygnacjami	20525,62 zł	1,95
2.	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	64600,55 zł	5,29
3.	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny_cz.stara_nad I piętrem	29350,16 zł	8,46
4.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna_cz.nowa	133432,60 zł	18,35
5.	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	2500,00 zł	---
Modernizacja systemu grzewczego		29994,04	4,21

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny_cz.nowa_nad kondygnacjami	20525,62
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	64600,55
3	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny_cz.stara_nad I piętrem	29350,16
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna_cz.nowa	133432,60
5	Modernizacja systemu grzewczego	29994,04
6	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	2500,00
Całkowity koszt		280402,95

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny_cz.nowa_nad kondygnacjami	20525,62
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	64600,55
3	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny_cz.stara_nad I piętrem	29350,16
4	Modernizacja systemu grzewczego	29994,04
5	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	2500,00
Całkowity koszt		146970,36

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny_cz.nowa_nad kondygnacjami	20525,62
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	64600,55
3	Modernizacja systemu grzewczego	29994,04
4	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	2500,00
Całkowity koszt		117620,20

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny_cz.nowa_nad kondygnacjami	20525,62
2	Modernizacja systemu grzewczego	29994,04
3	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	2500,00
Całkowity koszt		53019,66

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	29994,04
2	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	2500,00
Całkowity koszt		32494,04

7.3. Wyniki komputerowych obliczeń dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia

Wariant	sumaryczna strata ciepła budynku	roczne zapotrzebowanie energii budynku	średnia temperatura pomieszczeń ogrzewanych	powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	kubatura pomieszczeń ogrzewanych	kubatura budynku	kubatura przestrzeni ogrzewanej	wskaźnik ciepły budynku	stosunek pow. przegrod zewnętrznych do kubatury przestrzeni ogrzewanej
	[MW]	[GJ]	°C	m ²	m ³	m ³	m ³	W/m ³	1/m
0	0,1147	688,30	18,00	1076,70	3243,94	3243,94	3243,94	43,15	0,37
1	0,0731	253,60	18,00	1076,70	3243,94	3243,94	3243,94	26,66	0,37
2	0,0886	373,46	18,00	1076,70	3243,94	3243,94	3243,94	31,45	0,37
3	0,0886	396,69	18,00	1076,70	3243,94	3243,94	3243,94	32,36	0,37

4	0,1147	607,01	18,00	1076,70	3243,94	3243,94	3243,94	40,40	0,37
5	0,1147	688,30	18,00	1076,70	3243,94	3243,94	3243,94	43,15	0,37

7.4. Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	$Q_{h0,1co}$	$Q_{0,1cwu}$	$\eta_{0,1}$	$W_{t0,1}$	$W_{d0,1}$	$Q_{0,1}$	$O_{0,1}$	ΔO	% ΔO
	$q_{h0,1co}$	$q_{0,1cwu}$							
-	GJ	GJ	-	-	-	GJ	zł	zł	%
-	MW	MW	-	-	-	GJ	zł	zł	%
0	688,30 0,1147	22,51 0,0016	0,59	0,85	0,95	964,55	59990,11	---	---
1	253,60 0,0731	22,51 0,0016	0,67	0,85	0,95	328,15	21755,62	38234,49	63,73
2	373,46 0,0886	22,51 0,0016	0,67	0,85	0,95	472,61	30434,66	29555,44	49,27
3	396,69 0,0886	22,51 0,0016	0,67	0,85	0,95	500,61	32116,75	27873,36	46,46
4	607,01 0,1147	22,51 0,0016	0,67	0,85	0,95	754,09	47345,99	12644,12	21,08
5	688,30 0,1147	22,51 0,0016	0,67	0,85	0,95	852,07	53232,18	6757,93	11,27

7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO	Procentowa oszczędność zapotrz. na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna
1	280402,95 zł	38234,49	65,98%	43000,00	15,34%	238342,51
				237402,95	84,66%	
2	146970,36 zł	29555,44	51,00%	43000,00	29,26%	124924,80
				103970,36	70,74%	
3	117620,20 zł	27873,36	48,10%	43000,00	36,56%	99977,17
				74620,20	63,44%	
4	53019,66 zł	12644,12	21,82%	43000,00	81,10%	45066,71
				10019,66	18,90%	
5	32494,04 zł	6757,93	11,66%	43000,00	100,00%	27619,94
				0,00	0,00%	

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego jest wariant nr 1 gdyż:

1. Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię zużywaną na potrzeby ogrzewania oraz podgrzewania wody użytkowej jest większe niż: 15%

2. Kwota kredytu nie przekracza wartości zadeklarowanej

3. Środki własne konieczne na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nie przekraczają zadeklarowanych przez inwestora środków w kwocie 43 000,00 zł

7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Minimalna kwota własna (15%) [zł]	42 060,44	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	65,98
Maksymalna kwota dotacji (85%) [zł]	238 342,51		
Planowane koszty całkowite [zł]	280 402,95		
Roczna oszczędność kosztów energii* [zł/rok]	38 234,49	Roczna oszczędność kosztów energii [%]	63,73

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji.

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny_cz.nowa_nad piwnicą**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 9 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Pianka PUR (np. Purizol Ekoprodur S0329)

Uwagi:

Docieplenie systemowe w części nowej budynku stropu nad piwnicą nieogrzewaną pianką PUR o współczynniku $\lambda = 0,024$ [W/mK], grubości 9 [cm] nakładaną metodą natryskową od spodu stropu. Koszty określono na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych..

P2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny_cz.nowa**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 23 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyty warstwowe z rdzeniem z poliuretanu (styropapa)

Uwagi:

Docieplenie systemowe w części nowej budynku stropu zewnętrznego płytami warstwowymi termoizolacyjnymi (styropapą) o współczynniku $\lambda = 0,036$ [W/mK], grubości 23 [cm]. Wykonanie nowych obróbek blacharskich. Montaż nowych parapetów zewnętrznych, rynien i rur spustowych. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

P3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny_cz.stara_nad I piętrzem**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 25 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Filce, maty i płyty z wełny mineralnej 160

Uwagi:

Docieplenie systemowe w części starej budynku stropu pod poddaszem nieogrzewanym płytami z wełny mineralnej o współczynniku $\lambda = 0,042$ [W/mK], grubości 25 [cm] na podłodze przegrody z wykonaniem nowej podłogi z desek. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

P4

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna_cz.nowa**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 15 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA

Uwagi:

Docieplenie systemowe w części nowej budynku ścian zewnętrznych płytami styropianowymi o współczynniku $\lambda = 0,036$ [W/mK], grub. 15 [cm] metodą "lekką-mokrą" z pokryciem wyprawą z tynku akrylowego o fakturze nakrapianej, grubości 3,0 mm z kosztem rusztowań. Osuszenie i zaimpregnowanie częściowo zawilgoconych murów. Montaż nowych parapetów zewnętrznych, rynien i rur spustowych. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

Uwagi:

Kocioł gazowy niskotemperaturowy producent Buderus typ Logano GE-315, rok produkcji 2014. Grzejniki stalowe, członowe lub płytowe lub typu fawiera lub żeliwne w dobrym stanie technicznym z głowicami termostaticznymi. Przewiduje się płukanie chemiczne istniejącej instalacji z regulacją hydrauliczną. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

C.W.U.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

Uwagi:

Elektryczne akumulacyjne podgrzewacze wody, producent Zelmech-Domgos, moc 1,5 kW, szt.3 w dobrym stanie technicznym. Przewiduje pozostawienie dotychczasowego systemu cwu ze wsparciem instalacją fotowoltaiczną (*obliczenia w załączniku do audytu*).

Montaż instalacji fotowoltaicznej. Szczegółowe obliczenia w załączniku do niniejszego audytu energetycznego.

LED

Usprawnienie: **modernizacja oświetlenia**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych: wymiana oświetlenia na energooszczędne LED

Uwagi: szczegółowe obliczenia w odrębnym opracowaniu

PV

Usprawnienie: **produkcja energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych: instalacja fotowoltaiczna na dachu budynku

Uwagi: szczegółowe obliczenia w załączniku do audytu energetycznego.

9. Załączniki do audytu

1. Obliczenie współczynników przenikania ciepła przegród w stanie istniejącym
2. Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby c.o. i c.w.u.
3. Efekt ekologiczny termomodernizacji budynku
4. Analiza zużycia energii elektrycznej
5. Instalacja fotowoltaiczna
6. Tabela zbiorcza audytu
7. Dokumentacja fotograficzna

Załącznik nr 1. Obliczenie współczynników przenikania ciepła U przegród w stanie istniejącym

Przewodność cieplna materiałów		
Kod materiału	Opis	λ
		W/(m·K)
1	Tynk mineralny	1,000
2	Mur z cegły ceramicznej pełnej	0,910
3	Tynk cementowo-wapienny	0,900
4	Pustak ceramiczny	0,430
5	Wykładzina podłogowa PCW	0,200
6	Podkład z betonu chudego	1,200
7	Cegła pełna zwykła	0,780
8	Żelbet 2500	1,800
9	Tarcica 700	0,180
10	Glina	0,850
11	Tynk na trzcinie	0,900
12	Papa asfaltowa izolacyjna gr. 4 mm	0,180
13	Podkład z betonu	1,570
14	Dobrze wentylowane warstwy powietrza	0,000
15	Terakota	1,300
16	Beton zwykły z kruszywa kamiennego 2200	1,500
17	Piasek średni	0,400
Opory przejmowania ciepła (między powietrzem i strukturami)		
Kod materiału	Opis	R_{si} lub R_{se}
		m ² ·K/W
60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)	0,040
61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)	0,130
62	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)	0,040
63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)	0,170
64	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)	0,100
65	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)	0,100
66	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)	0,100
67	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)	0,040
68	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)	0,170

Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych						
Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych						
Kody Element Materiał	Opis	<i>d</i>	λ	<i>R</i>	<i>U_c</i>	
		m	W/(m·K)	m ² ·K/W	W/(m ² ·K)	
1	Drzwi zewnętrzne_nowe, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i <i>U_k</i>		-	-	-	1,8
2	Okno zewnętrzne_nowe,PCV, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i <i>U_k</i>		-	-	-	1,4
3	Ściana zewnętrzna_cz.stara, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Tynk mineralny	0,020	1,000	0,020	-
	2	Mur z cegły ceramicznej pełnej	0,420	0,910	0,462	-
	3	Tynk cementowo-wapienny	0,020	0,900	0,022	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i <i>U_k</i>		0,46	-	0,67	1,48
4	Ściana zewnętrzna_cz.nowa, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Tynk mineralny	0,020	1,000	0,020	-
	2	Mur z cegły ceramicznej pełnej	0,120	0,910	0,132	-
	4	Pustak ceramiczny	0,290	0,430	0,674	-
	3	Tynk cementowo-wapienny	0,020	0,900	0,022	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
Grubość całkowita i <i>U_k</i>		0,45	-	1,02	0,98	

Kody Element Materiał	Opis	d	λ	R	U_c	
		m	W/(m·K)	m ² ·K/W	W/(m ² ·K)	
Strop wewnętrzny_cz.stara_nad piwnicą, przegroda jednorodna						
5	62	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)		0,04	-	
	5	Wykładzina podłogowa PCW	0,005	0,200	0,025	-
	6	Podkład z betonu chudego	0,020	1,200	0,017	-
	7	Cegła pełna zwykła	0,240	0,780	0,308	-
	3	Tynk cementowo-wapienny	0,015	0,900	0,017	-
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)		0,17	-	
	Grubość całkowita i U_k		0,28	-	0,58	1,74
Strop wewnętrzny_cz.nowa_nad kondygnacjami, przegroda jednorodna						
6	62	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)		0,04	-	
	5	Wykładzina podłogowa PCW	0,005	0,200	0,025	-
	8	Żelbet 2500	0,240	1,800	0,133	-
	3	Tynk cementowo-wapienny	0,015	0,900	0,017	-
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)		0,17	-	
	Grubość całkowita i U_k		0,26	-	0,39	2,60

Kody Element Materiał	Opis	d	λ	R	U_c	
		m	W/(m·K)	m ² ·K/W	W/(m ² ·K)	
7	Strop wewnętrzny_cz.stara_nad parterem, przegroda jednorodna					
	62	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)		0,04	-	
	5	Wykładzina podłogowa PCW	0,005	0,200	0,025	-
	9	Tarcica 700	0,050	0,180	0,278	-
	10	Glina	0,230	0,850	0,271	-
	9	Tarcica 700	0,050	0,180	0,278	-
	11	Tynk na trzcinie	0,030	0,900	0,033	-
	64	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)		0,10	-	
	Grubość całkowita i U_k		0,37	-	1,02	0,98
8	Strop wewnętrzny_cz.stara_nad I piętrzem, przegroda jednorodna					
	62	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)		0,04	-	
	9	Tarcica 700	0,030	0,180	0,167	-
	10	Glina	0,110	0,850	0,129	-
	9	Tarcica 700	0,025	0,180	0,139	-
	10	Glina	0,060	0,850	0,071	-
	9	Tarcica 700	0,025	0,180	0,139	-
	11	Tynk na trzcinie	0,030	0,900	0,033	-
	64	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)		0,10	-	
Grubość całkowita i U_k		0,28	-	0,82	1,22	

Kody Element Materiał	Opis	d	λ	R	U_c		
		m	W/(m·K)	m ² ·K/W	W/(m ² ·K)		
9	Strop wewnętrzny_cz.nowa_nad kondygnacjami, przegroda jednorodna						
	62	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)		0,04	-		
	5	Wykładzina podłogowa PCW		0,005	0,200	0,025	-
	8	Żelbet 2500		0,240	1,800	0,133	-
	3	Tynk cementowo-wapienny		0,015	0,900	0,017	-
	64	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)		0,10	-	-	
	Grubość całkowita i U_k		0,26	-	0,32	3,17	
10	Strop wewnętrzny_cz.nowa_nad kondygnacjami, przegroda jednorodna						
	62	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)		0,04	-		
	5	Wykładzina podłogowa PCW		0,005	0,200	0,025	-
	8	Żelbet 2500		0,240	1,800	0,133	-
	3	Tynk cementowo-wapienny		0,015	0,900	0,017	-
	64	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)		0,10	-	-	
	Grubość całkowita i U_k		0,26	-	0,32	3,17	

Kody Element Materiał	Opis	d	λ	R	U_c	
		m	W/(m·K)	m ² ·K/W	W/(m ² ·K)	
11	Strop zewnętrzny, przegroda jednorodna					
	65	Opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0,10	-	
	12	Papa asfaltowa izolacyjna gr. 4 mm	0,010	0,180	0,056	-
	13	Podkład z betonu	0,120	1,570	0,076	-
	14	Dobrze wentylowane warstwy powietrza	0,250	0,000	0,000	-
	8	Żelbet 2500	0,240	1,800	0,133	-
	3	Tynk cementowo-wapienny	0,015	0,900	0,017	-
	66	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0,10	-	
	Grubość całkowita i U_k		0,64	-	0,48	2,86
12	Podłoga na gruncie_cz.nowa, przegroda jednorodna					
	67	Opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0,04	-	
	15	Terakota	0,010	1,300	0,008	-
	6	Podkład z betonu chudego	0,030	1,200	0,025	-
	12	Papa asfaltowa izolacyjna gr. 4 mm	0,010	0,180	0,056	-
	16	Beton zwykły z kruszywa kamiennego 2200	0,100	1,500	0,067	-
	17	Piasek średni	0,200	0,400	0,500	-
	68	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0,17	-	
	Grubość całkowita i U_k		0,35	-	0,86	1,16

Załącznik nr 2 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby c.o. i cwu

UPROSZCZONY RAPORT OBLICZEŃ ZAPOTRZEBOWANIA NA MOC I ENERGIĘ CIEPLNĄ BUDYNKU												
DANE OGÓLNE												
Nazwa budynku:	Urząd Miejski Gminy Łobzenica											
Typ budynku:	Biurowy											
Rok budowy:	1920											
Miejscowość:	Łobzenica											
Stacja meteorologiczna:	Bydgoszcz											
Strefa klimatyczna:	II											
Maksymalna temperatura zewnętrzna θ_e :	-18,0	°C										
Średnia temperatura wewnętrzna θ_i :	18,0	°C										
Temperatury dla poszczególnych miesięcy												
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
θ_e [°C]	-0,7	0,0	0,0	6,6	14,2	14,5	17,3	16,4	11,0	8,1	5,2	1,9
GEOMETRIA BUDYNKU												
Powierzchnia zabudowy A_g :	565,0											m^2
Powierzchnia netto A_n :	1076,7											m^2
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f :	1076,7											m^2
Kubatura po obrysie zewnętrznym V_e :	4331,6											m^3
Kubatura netto V :	3243,9											m^3
Kubatura ogrzewana V_f :	3243,9											m^3
Powierzchnia przegród oddzielających budynek od środowiska zewnętrznego i części nieogrzewanej A:	1622,7											m^2
Powierzchnia ścian zewnętrznych $A_{w,e}$:	835,7											m^2
Współczynnik kształtu A/V_e :	0,4											1/m
WSPÓLCZYNNIKI STRAT CIEPŁA												
Średni współczynnik nagrzewania f_{RH} :	4,0											W/m^2
Współczynnik strat ciepła przegród zewnętrznych H_{ie} :	2066,7											W/K
Współczynnik strat ciepła przegród wewnętrznych H_{xy} :	538,4											W/K
Współczynnik strat ciepła od gruntu H_{ig} :	37,9											W/K
Współczynnik strat ciepła od przegród graniczących z środowiskiem nieogrzewanymi H_{iu} :	0,0											W/K
Współczynnik strat ciepła przez przenikanie H_T :	2104,6											W/K
Współczynnik strat ciepła na wentylację H_{ve} :	534,6											W/K
Całkowity współczynnik strat ciepła H :	2639,2											W/K

MOC CIEPLNA

Projektowana strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	75,77	kW
Projektowana wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	38,93	kW
Projektowana nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	4,31	kW
Całkowite projektowane obciążenie cieplne Φ_{HL} :	114,69	kW
Projektowana moc źródła ciepła Φ :	114,69	kW
Projektowane obciążenie cieplne na powierzchnie Φ_A :	106,52	W/m ²
Projektowane obciążenie cieplne na kubaturę Φ_V :	35,36	W/m ³

WENTYLACJA – STREFY CIEPLNE

Rodzaj budynku: Biurowy

Wentylacja grawitacyjna

Nazwa pomieszczenia/ strefy	A_f	V	β	$V_{ve,1}$	$b_{ve,1}$	$V_{ve,2}$	$b_{ve,2}$	$V_{ve,3}$	$b_{ve,3}$	$V_{ve,4}$	$b_{ve,4}$	H_{ve}
	m ²	m ³	-	m ³ /h	-	m ³ /h	-	m ³ /h	-	m ³ /h	-	W/K
Strefa O	1076,70	3243,94	0,30	2170,63	0,30	648,79	0,30	434,13	0,70	648,79	0,70	534,62

ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO

Średni strumień wewnętrznych zysków ciepła Φ_{int} :	5,7	W/m ²										
Zyski wewnętrzne Q_{int} :	53573,15	kWh/rok										
Zyski od słońca Q_{sol} :	83039,55	kWh/rok										
Całkowite zyski ciepła $Q_{H,gn}$:	136612,70	kWh/rok										
Całkowite straty ciepła przez przenikanie $Q_{H,tr}$:	279591,66	kWh/rok										
Całkowite straty ciepła przez wentylację $Q_{H,ve}$:	47189,53	kWh/rok										
Całkowite straty ciepła przez wentylację i przenikanie $Q_{H,ht}$:	280476,47	kWh/rok										
Roczne zapotrzebowanie ciepła na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}$:	191196,62	kWh/rok										
Pojemność cieplna budynku C_m :	279942000,00	J/K										
Stała czasowa τ :	24,47	h										
Czas trwania sezonu grzewczego t_{SG} :	5701,78	h										
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t_{SG} [dni]	31,0	28,0	31,0	30,0	4,5	0,0	0,0	0,0	21,1	31,0	30,0	31,0

Załącznik nr 3. Efekt ekologiczny termomodernizacji budynku

REDUKCJA EMISJI DWUTLENKU WĘGLA CO₂

wyliczono zgodnie z „Metodyką ewidencjonowania głównych efektów ekologicznych” NFOŚiGW Warszawa, lipiec 2013r. (rozdział 6)

System ogrzewania:

własna kotłownia z kotłem gazowym niskotemperaturowym, producent Buderus typ Logano GE-315, rok produkcji 2014. Grzejniki stalowe, członowe lub płytowe lub typu fawiera lub żeliwne w dobrym stanie technicznym z głowicami termostatycznymi.

Cena gazu GZ-50 w taryfie W-4: 0,19314 [zł.brutto/kWh] tj. 53,65 [zł.brutto/GJ]

Zużycie gazu w 2014: 14 588 [tys.m³]

Wskaźnik emisji dwutlenku węgla CO₂ dla kotłowni na gaz ziemny wysokometanowy

WE CO₂ = 56,10 [kg/GJ] (tab.14 KOBIZE)

Wskaźnik emisji dla energii elektrycznej WE CO₂ = 0,812 [Mg/MWh] tj. 225,56 [kg/GJ]

zalecane do stosowania przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) zawarty w dokumencie „Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2013 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2016”

Wyciąg z audytu energetycznego (str.4, poz.2.6.4 i 2.6.5.)

Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Energia końcowa EK			
1.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	948,02 (GZ)	305,63 (GZ)
2.	Obliczenie zużycia energii na przygotowanie ciepłej wody [GJ/rok]	22,51 (EE)	22,51 (EE)
Razem:		970,53 (GZ/EE)	328,14 (GZ)

Wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii dla systemów technicznych w_i według *Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego [...]* (Dz.U. z 2015, poz.376)

miejscowe wytwarzanie energii w budynku:

- gaz ziemny 1,10
- energia elektryczna 3,00

Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Energia pierwotna EP =EK * w_i			
1.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	948,02*1,10=1042,82 (GZ)	305,63*1,10=336,19 (GZ)
2.	Obliczenie zużycia energii na przygotowanie ciepłej wody [GJ/rok]	22,51*3,00=67,53 (EE)	22,51*3,00=67,53 (EE)
Razem:		1110,35	403,72

Redukcja emisji dwutlenku węgla CO₂ dla EP

Emisja CO₂ dla EP przed termomodernizacją (gaz ziemny / energia elektryczna):

$$(1042,82 \text{ [GJ/rok]} \times 56,10 \text{ [kg/GJ]} + 67,53 \text{ [GJ/rok]} \times 225,56 \text{ [kg/GJ]}) / 1\ 000 = 73,73 \text{ [Mg/rok]}$$

Emisja CO₂ dla EP po termomodernizacji (gaz ziemny):

$$(336,19 \text{ [GJ/rok]} \times 56,10 \text{ [kg/GJ]} + 67,53 \text{ [GJ/rok]} \times 225,56 \text{ [kg/GJ]}) / 1\ 000 = 34,09 \text{ [Mg/rok]}$$

$$\text{Redukcja emisji CO}_2 \text{ dla EP: } 73,73 - 34,09 = 39,64 \text{ [Mg/rok]}$$

REDUKCJA EMISJI PYŁU PM10

Redukcję emisji pyłu PM10 wyliczono zgodnie z Instrukcją do sporządzania Studium Wykonalności dla Poddziałania 3.2.1. zatwierdzoną przez Zarząd Województwa Wielkopolskiego tj. na podstawie oszczędności energii (cieplnej), wynikającej z audytu energetycznego, w oparciu o wskaźniki emisji pyłu PM10, wg Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska program KAWKA. Wartości emisji zanieczyszczeń zostały przyjęte zgodnie z EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013.

V.2.4. Redukcja emisji pyłu PM10

Redukcję emisji pyłu PM10 należy obliczyć na podstawie oszczędności energii (cieplnej), wynikającej z audytu energetycznego, w oparciu o wskaźniki emisji pyłu PM10, wg Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska program KAWKA. Wartości emisji zanieczyszczeń zostały przyjęte zgodnie z EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013.

W opisie należy przedstawić przyjęte założenia do obliczenia efektu ekologicznego wraz z obliczeniami. Należy przedstawić założenia oraz obliczenia przyjęte do oszacowania efektu ekologicznego.

Tabela 10. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń służące dla wyznaczenia redukcji emisji pyłu PM10

Zanieczyszczenie - Pył PM10	Wskaźniki emisji						
	miano	Paliwo stałe (z wyłączeniem biomasy)		Gaz ziemny	Olej opałowy	Biomasa drewno	
		Kotły starej generacji	Kotły automatyczne nowej generacji			Kotły starej generacji	Kotły automatyczne nowej generacji
poniżej 50 KW	g/GJ	225	78	0,5	3	480	34
od 50kW do 1 MW	g/GJ	190	78	0,5	3	76	34
od 1 MW do 50 MW	g/GJ	76		0,5	3	76	

Uwagi dodatkowe:

- 1) W przypadku likwidacji indywidualnych węglowych źródeł ciepła i podłączania odbiorców do sieci ciepłowniczych zasilanych ze źródeł powyżej 50 MW efekt redukcji pyłu PM 10, należy określić, jako 100 % dotychczasowej emisji.
- 2) W przypadku likwidacji indywidualnych węglowych źródeł ciepła i zamiany sposobu ogrzewania lub wytwarzania ciepłej wody użytkowej na źródła elektryczne (piece, grzałki, pompy ciepła, bojler, ogrzewacze c.w.u., itp.), efekt redukcji pyłu PM 10 należy określić jako 100 % dotychczasowej emisji.

Wypełniając Tabelę 11. Redukcja pyłu PM10 należy uwzględnić następujące zalecenia:

Dane w kolumnach „Zużycie energii cieplnej przed modernizacją (GJ/rok)” oraz „Zużycie energii cieplnej po modernizacji (GJ/rok)” należy wykazać na podstawie Tabeli 3. Redukcja rocznego zapotrzebowania na energię cieplną.

„Miano g/GJ” – należy wyznaczyć na podstawie danych ujętych w Tabeli 10. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń służące dla wyznaczenia redukcji emisji pyłu PM10.

Wartość procentowa uzyskana w kolumnie 11 „Redukcja pyłu PM10 - %” stanowi podstawę do oceny kryterium merytorycznego nr 20 „W wyniku realizacji projektu nastąpiła redukcja emisji PM10”.

Tabela. Zestawienie redukcji pyłu PM10

budynek/ źródło energii	Zużycie energii cieplnej przed modernizacją (GJ/rok)	miano g/GJ	Emisja pyłu PM10 przed modernizacją (g/rok)	Zużycie energii cieplnej po modernizacji (GJ/rok)	miano g/GJ	Emisja pyłu PM10 po modernizacji (g/rok)	Redukcja pyłu PM10			
							g/rok	kg/rok**	Mg/rok***	%
1	2	3	4=(2x3)	5	6	7=(5x6)	8=(4-7)	9=(8/1000)	10=(9/1000)	11=(8/4)x100
Urząd Miejski Gminy Łobżenica, ul. Sikorskiego 7	970,53	0,5	485,27	328,14	0,5	164,07	321,20	0,321195	0,000321	66,19
gaz ziemny → gaz zmiany										

Załącznik nr 4. Analiza zużycia energii elektrycznej

1. Dokumenty i dane do analizy

1.1 Podstawa Opracowania

Umowa na wykonanie audytów energetycznych.

Do przygotowania analizy wykorzystane zostały dane otrzymane od Inwestora, dokumentacja techniczna oraz inwentaryzacja własna budynku.

1.2 Cel i zakres opracowania

Celem opracowania jest wykonanie analizy optymalizacji zużycia energii elektrycznej w budynku oraz sposobu jego użytkowania z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii z wyliczeniem efektów ekologicznych.

1.3. Wykaz obowiązujących przepisów

[1] Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (*t.j. Dz.U. z 2014, poz.712*)

[2] Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011r. o efektywności energetycznej (*Dz.U. z 2011nr 94, poz.551 z późn. zmianami*)

[3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego [...] (*Dz.U. nr 43, poz.346*)

[4] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, [...] (*Dz.U. 2012, poz.962*)

[5] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego [...] (*Dz.U. z 2015, poz.376*)

[6] Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2012 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Upwrańień do Emisji za rok 2015, *wyd. KOBIZE Warszawa, październik '2014*

2. Analiza zużycia energii elektrycznej

Dostawcą (dystrybutorem) energii jest ENEA S.A., taryfa C11, moc umowna 27,0 [kW]

Sprzedawcą energii jest EcoErgia Sp. z o.o. Kraków, taryfa C12a.

Energia elektryczna przeznaczana jest na:

- a) zasilanie urzędzeń biurowych oraz IT;
- b) oświetlenie pomieszczeń (żarówki zwykłe oraz świetlówki standardowe w rastrowych lub liniowych oprawkach).

Tabela 1. Zestawienie zużycia energii elektrycznej w okresie 05.2014 – 05.2015

(opracowano na podstawie udostępnionych przez UM Gm.Łobżenica faktur)

Lp.	Okres		Zużycie [kWh]	Należność wg faktury [zakup + dystrybucja]	Średnia cena [zł. brutto / MWh]
	od	do		[zł. brutto]	
1	08.05.2014	09.07.2014	6 460	4 681,44	724,68
2	09.07.2014	04.09.2014	5 600	2 910,34	519,70
3	04.09.2014	07.11.2014	6 580	3 381,02	513,83
4	07.11.2014	08.01.2015	8 180	4 158,65	508,39
5	08.01.2015	22.03.2015	8 040	4 120,17	512,46
6	22.03.2015	27.05.2015	9 620	4 881,80	507,46
Razem/rok:	08.05.2014	27.05.2015	44 480	24 133,42	542,57
Średnia/m-c:	08.05.2014	27.05.2015	3 707	2 011	542,57

W związku z wysokimi rocznymi kosztami zakupu energii elektrycznej w kwocie ponad 44 tys. [zł. brutto/rok] należy rozważyć modernizację źródeł światła w budynku oraz montaż instalacji fotowoltaicznej.

Koszty energii elektrycznej

Cena energii elektrycznej w rozbiciu na poszczególne składniki z ostatniej udostępnionej faktury z m-ca listopada 2015r.

=====

Energia elektryczna:

▪ Energia elektryczna (zakup):	0,2165 [zł.netto/kWh]
▪ Opłata jakościowa (dystrybucja):	0,0115 [zł.netto/kWh]
▪ Opłata zmienna sieciowa (dystrybucja):	0,1536 [zł.netto/kWh]
▪ -----	
▪ Razem opłaty zmienne:	0,3816 [zł.netto/kWh]

Koszt energii elektrycznej bez opłat stałych: 0,3816 [zł.netto/kWh] czyli 0,4694 [zł. brutto/kWh] – wielkości przyjęte do dalszych obliczeń obniżenia kosztów opłat po zmianie systemu oświetlenia (LED) oraz montażu instalacji fotowoltaicznej.

Załącznik nr 5. Fotowoltaika

Główną zaletą instalacji z ogniw fotowoltaicznych jest ich niezawodność, lekkość oraz możliwość uzyskiwania darmowej energii elektrycznej o parametrach sieciowych na potrzeby gospodarcze w sposób czysty, cichy i praktycznie bezobsługowy. Dlatego stają się coraz bardziej powszechne w układach podłączonych bezpośrednio do sieci elektroenergetycznej jak i w autonomicznych systemach prądotwórczych.

Wydajność systemu uzależniona jest przede wszystkim od nasłonecznienia uzyskiwanego w skali roku w miejscu montażu instalacji. Im większa ilość słonecznych dni i im mocniejsze promieniowanie tym więcej można uzyskać energii elektrycznej z danej instalacji. Instalacje fotowoltaiczne można stosować praktycznie w każdym miejscu, do którego dociera słońce. Wymogi dotyczące instalacji fotowoltaicznych wynikają głównie z miejsca, w którym planuje się instalację umieścić i celu, do jakiego będzie wykorzystywana. Podstawowymi elementami mającymi wpływ na wybór rodzaju systemu fotowoltaicznego jest wiele.

Są to:

- sposób wykorzystania wyprodukowanej energii,
- posiadana powierzchnia do montażu ogniw (fasada, dach, działka),
- planowana wielkość produkowanej energii lub zapotrzebowanie energetyczne urządzeń, które ma obsłużyć powstający układ.

Stosując jedno z powyższych kryteriów, jako punkt wyjścia przy projektowaniu systemu fotowoltaicznego, można dobrać takie rozwiązanie, które będzie w optymalny sposób spełniało wymogi inwestora.

Pojedyncze ogniwa fotowoltaiczne charakteryzują się niewielką mocą, dlatego aby uzyskać pożądane wartości mocy muszą być łączone równolegle lub szeregowo w tzw. panele lub moduły.

Opis proponowanej instalacji

- Instalacja na połaci dachu budynku nowego po stronie S-W (południowo – zachodnia)
- Powierzchnia dachu po stronie S-W: 133 m²
- Kąt nachylenia dachu: 8°
- Powierzchnia brutto panelu fotowoltaicznego: 1,62 [m²]
- Maksymalna liczba modułów: 82 [szt.]
- Liczba projektowanych modułów z uwzględnieniem powierzchni zajmowanej przez kominy: 50 [szt.]
- Moc projektowanego pojedynczego modułu: 260,0 [Wp]
- Całkowita moc instalacji PV: 13,0 [kWp]

- **Uwaga:**
- **montaż paneli fotowoltaicznych powinien być poprzedzony ekspertyzą konstrukcyjną stanu technicznego dachu;**
- **instalacja fotowoltaiczna wymaga wykonania projektu technicznego, w tym szczegółowych obliczeń nośności dachu oraz uzysku energii elektrycznej.**

Obliczenia systemu fotowoltaicznego

wykonano za pomocą programu dostępnego na stronie:

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>

Szacunki SAF PVGIS generowania energii słonecznej

Lokalizacja: Polska, Łobżenica

Nominalna moc systemu PV: 13,0 kWp

Szacowane straty z powodu niskiej temperatury i oświetlenia: 10,3%

Szacunkowe straty spowodowane kątowym efektem odbicia: 4,4%

Inne straty (kable, falowniki): 14,0%

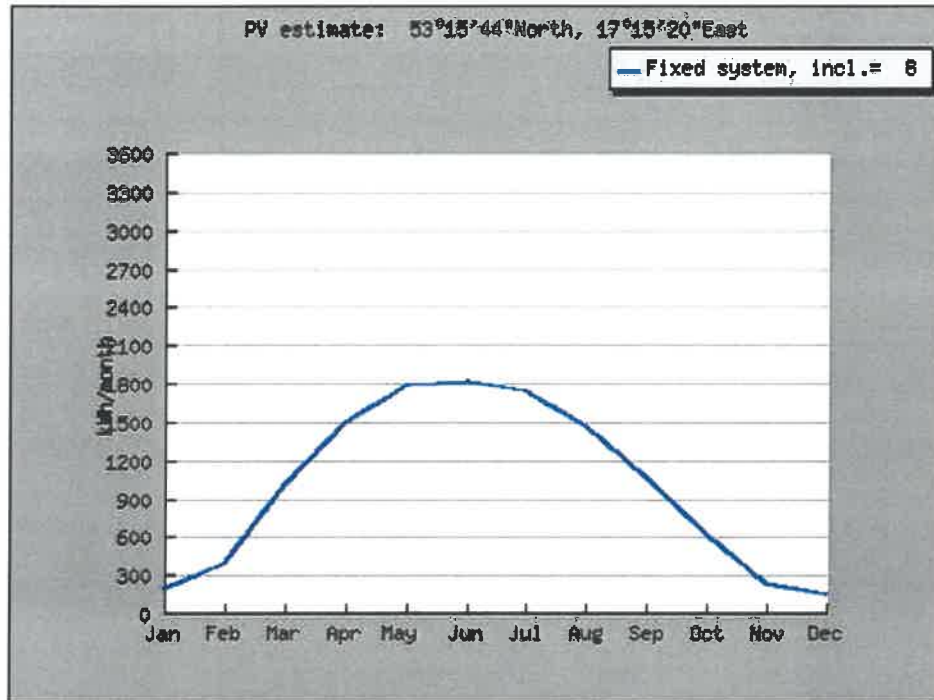
Razem straty systemu: 28,7%

Produkcja energii elektrycznej

Poprawiono system: nachylenie = 8 °, 90 °, orientacji =				
Miesiąc	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	6.05	188	0.56	17.2
Lutego	13.80	386	1.18	33.1
Mar	32.50	1010	2.77	86.0
Kwiecień	49.90	1500	4.41	132
Może	57.40	1780	5.24	163
Czerwca	60.40	1810	5.61	168
Lipca	56.10	1740	5.26	163
Sierpień	47.20	1460	4.37	135
Września	35.40	1060	3.18	95,5
Październik	20.10	624	1.79	55,6
Listopada	7.81	234	0.72	21,6
Grudzień	4.68	145	0.45	14,0
Średnia roczna	32.7	995	2.97	90,4
Razem za rok		11900		1080

E_d : Średnia dzienna produkcja energii elektrycznej z danego systemu (kWh) E_m : Średnia miesięczna produkcja energii elektrycznej z danego systemu (kWh) H_d : Średnia dzienna suma globalnej napromieniania za metr kwadratowy otrzymanych przez moduły danego systemu (kWh / m^2) H_m : Średnia suma globalnej napromieniania za metr kwadratowy otrzymanych przez moduły danego systemu (kWh / m^2)

Wykres produkcji energii elektrycznej [kWh] wg miesięcy



Przykładowy sposób montażu instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku



Dane przykładowego panelu o mocy 260 Wp

BUDOWA I WYMIARY	Parametry	CHARAKTERYSTYKA ELEKTRYCZNA	Parametry
Długość	1637 mm	Ogniwa	Monokrystaliczne
Szerokość	997 mm	Wymiary ogniwa	156 x156 mm
Grubość	35 mm	Napięcie jałowe [Voc]	37,94 V
Waga	19 kg	Prąd zwarciový [Isc]	9,06 A
Ilość ogniw w szeregu	60	Napięcie maksymalne [Vmax]	31,07 V
Ilość ogniw równolegle	1	Natężenia maksymalne [Imax]	8,56 A
Odległość między ogniwami	2,5 mm	Moc maksymalna [P max]	260 Wp
Szyba	3,2 mm grubości	Wydańność modułu	15,9 %
Encapsulant	ko-polimer EVA	Maksymalne napięcie systemu	1000 VDC
Backsheet	wielowarstwowy pollester	Tolerancja mocy	0 +3 %
Ramka	anodyzowane aluminium	Temperaturowy współczynnik napięcia Tcv	+0,05 %/°C
Gniazdko przyłączeniowe	IP65,3 diody by-pass	Temperaturowy współczynnik natężenia Tci	-0,33 %/° C
Okablowanie	1m, konektory LC4	Temperaturowy współczynnik mocy Tcp	-0,39 %/° C
		NOCT (800 W/m ² , 20°C, AM 1.5, 1m/s)	40 °C

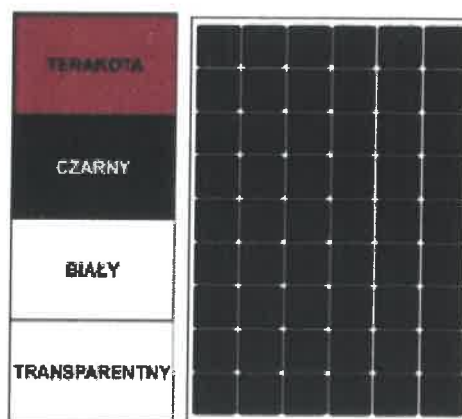
PARAMETRY STOSOWANIA	Parametry
Temperatura pracy	85 % RH, - 40 + 80°C

Maksymalne obciążenie IEC 5400 Pa

Klasa stosowania A

ZALEŻNOŚĆ PROMIENIOWANIA [W/m ²]	Parametry			
	1000	800	600	400
Isc	0%	-19,6 %	-39,5 %	- 59,2 %
Voc	0%	-1,38 %	-3,05 %	-5,90 %

Dostępne kolory



Roczna oszczędność energii finalnej

Zużycie energii elektrycznej w okresie maj '2014 – maj '2015 : 44 480 [kWh/rok] => 160,13 [GJ/rok]

Jak pokazują powyższe obliczenia jest możliwość uzyskania 11 900 [kWh] rocznie tj. około 26,8 % dotychczasowego rocznego zużycia.

Roczna oszczędność energii finalnej: $\Delta Q_o = 11\,900$ [kWh] => 42,84 [GJ/rok]

Roczna oszczędność kosztów energii finalnej

Oznacza to, że oszczędność kosztów opłat za energię elektryczną średnio rocznie wyniesie $11\,900$ [kWh/rok] x $0,4694$ [zł.brutto/kWh] = $5\,585,86$ [zł.brutto/rok] pod warunkiem, że cała wyprodukowana energia elektryczna zostanie zużyta w budynku.

Jest to w zupełności możliwe, ponieważ z powyższej instalacji fotowoltaicznej można uzyskać:

- średniorocznie $11\,900$ [kWh/rok], czyli poniżej rocznego zużycia wynoszącego $44\,480$ [kWh/rok],
- maksymalnie w miesiącach wiosenno - letnich na poziomie $1\,500 - 1\,800$ [kWh/m-c], czyli poniżej średniego miesięcznego zużycia wynoszącego na poziomie $3\,707$ [kWh/m-c]
- w okresie przerw w funkcjonowaniu budynku (weekendy, święta) niewykorzystana energia elektryczna wyprodukowana przez instalację fotowoltaiczną może zostać odprowadzona do sieci energetycznej pomniejszając należność za zużyta energię elektryczną

Roczna oszczędność kosztów energii: $5\,585,86$ [zł.brutto/rok]

Koszt przedsięwzięcia

Koszt przedsięwzięcia wg kosztorysu inwestorskiego: $84\,903,47$ [zł.brutto]

Czas zwrotu przedsięwzięcia

$$\text{Prosty czas zwrotu przedsięwzięcia SPBT} = \frac{\text{Szacunkowy koszt przedsięwzięcia}}{\text{Roczna oszczędność kosztów energii finalnej}}$$

Przy uwzględnieniu uzyskanych z instalacji oszczędności w opłatach za energię elektryczną, zwrot z inwestycji nastąpi po okresie 84 903,47 [zł.brutto] / 5 585,86 [zł. brutto/rok] = 15,2 [lat]

$$\text{SPBT (bez dotacji) = 15,2 [lat]}$$

Powyższy zwrot z inwestycji wynoszący prawie 16 lat został wyliczony przy założeniu pokrycia przez Inwestora 100% nakładów.

W przypadku dotacji na poziomie 85%, czyli pokrycia przez Inwestora jedynie 15% kosztów, będzie proporcjonalnie niższy i wyniesie:

$$\text{SPBT (dotacja 60\%)} = 15,2 * (100 - 85)\% = 2,3 \text{ [lat]}$$

Tabela. Zestawienie efektów zastosowania instalacji fotowoltaicznej

Lp.	Rodzaj danych	Jednostka	Wartość
1	Oszczędność energii finalnej*	[kWh/rok]	11 900
2		[GJ/rok]	42,84
3		[toe/rok]	1,02
4	Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej (zasilanie z sieci elektroenergetycznej systemowej)	W_{el}	3,0
5	Oszczędność zużycia energii pierwotnej	[kWh/rok]	35 700
6		[GJ/rok]	128,52
7		[toe/rok]	3,06
8	Wskaźnik emisji CO ₂ **	[kg/MWh]	812
9	Szacowana wielkość redukcji emisji CO ₂ ***	[kg/rok]	28 988,4
10	Roczna oszczędność kosztów energii	[zł.brutto/rok]	5 585,86
11	Koszt przedsięwzięcia	[zł.brutto]	84 903,47
12	Czas zwrotu SPBT (bez dotacji)	[lata]	15,2
13	Czas zwrotu SPBT (dotacja 60%)	[lata]	2,3

*1 toe = 41,868 [GJ] = 11,63 [MWh]

** Wskaźnik emisji WE CO₂ = 812 [kg/MWh] wg „Metodyki ewidencjonowania głównych efektów ekologicznych” wyd. NFOŚiGW W-wa ‘2013 oraz publikacji „Referencyjny wskaźnik jednostkowej emisyjności dwutlenku węgla przy produkcji energii elektrycznej do wyznaczania poziomu bazowego dla projektów JI realizowanych w Polsce” wyd. KOBIZE ‘2011

***Zgodnie z rozporządzeniem [4] jako efekt ekologiczny określa się obniżenie emisji CO₂, a obliczenie tego efektu wykonuje się w oparciu o wyliczoną oszczędność energii pierwotnej, przez pomnożenie tej wartości przez odpowiednie współczynniki zależne od rodzaju zaoszczędzonej energii.

Załącznik nr 6. Tabela zbiorcza audytu. Redukcja energii oraz emisji CO₂

Zestawienie z uwzględnieniem modernizacji oświetlenia (wg osobnego opracowania) oraz zastosowania instalacji fotowoltaicznej

L P	Nośnik energii w budynku Zakres modernizacji	Szacunkowy koszt modernizacji brutto [zł.] Oszczędności	SPBT bez dotacji	Rok bazowy – stan przed modernizacją		Okres eksploatacji – stan po modernizacji		Redukcja	
				Energia końcowa EK	Emisja CO ₂ dla EP	Energia końcowa EK	Emisja CO ₂ dla EP	Energia końcowa EK	Emisja CO ₂ dla EP
				Energia pierwotna EP		Energia pierwotna EP		Energia pierwotna EP	
				[GJ/rok]	[Mg/rok] %	[GJ/rok]	[Mg/rok] %	[GJ/rok]	[Mg/rok] %
1	Energia ciepła	280 402,95	7,3	EK=970,53	E=73,73	EK=328,14	E=34,09	ΔEK=642,39	ΔE=39,64
	Termomodernizacja	38 234,49		EP=1110,35	100%	EP=403,72	46,2%	ΔEP=706,63	53,8%
2	Energia elektryczna	64 870,00	13,0	EK =160,13	E=108,35	EK=72,13	E=48,81	ΔEK=88,00	ΔE=59,54
	Oświetlenie LED**	84 903,47		EP=480,39	100%	EP=216,39	45,1%	ΔEP=264,00	54,9%
	Fotowoltaika	5 888,29					***		
		5 585,86							
Razem:		430 176,42 49 708,64	8,6	EK=1130,66 EP=1590,74	E=182,08 100%	EK=400,27 EP=620,11	E=82,90 45,5%	ΔEK=730,39 ΔEP=970,63 ΔEP=61,0%	ΔE=99,18 54,5%

*Wskaźnik emisji dwutlenku węgla CO₂ dla sieci energetycznej WE CO₂ = 812 [kg/MWh] tj. 225,55556 [kg/GJ] wg „Metodyki ewidencjonowania głównych efektów ekologicznych” wyd. NFOŚiGW W-wa ‘2013 oraz publikacji „Referencyjny wskaźnik jednostkowej emisyjności dwutlenku węgla przy produkcji energii elektrycznej do wyznaczenia poziomu bazowego dla projektów JI realizowanych w Polsce” wyd. KOBIZE ‘2011

*Wskaźnik emisji dwutlenku węgla CO₂ dla kotłowni na gaz ziemny = 56,10 [kg/GJ] (tab.14 KOBIZE ‘2016)

** Według opracowania „Audyt oświetlenia budynku”, styczeń ‘2016 stanowiącego odrębny dokument.

***Przy założeniu pełnej modernizacji oświetlenia na LED-owe oraz wykorzystania w całości energii elektrycznej wyprodukowanej przez instalację fotowoltaiczną

Tabela. Wskaźniki rezultatu bezpośredniego

(z uwzględnieniem modernizacji oświetlenia oraz zastosowania fotowoltaiki)

Lp.	Nazwa wskaźnika	Jednostka miary	Wartość bazowa	Wartość końcowa	Redukcja	Redukcja [%]
1	Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej EK	[GJ/rok]	970,53	328,14	642,39	66,2
2	Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej EK*	[GJ/rok]	160,13	72,13	88,00	54,9
		[MWh/rok]	44,48	20,04	24,44	
3	Zmniejszenie zużycia energii końcowej EK	[GJ/rok]	1 130,66	400,27	730,39	64,6
4	Zmniejszenie zużycia energii pierwotnej	[GJ/rok]	1 590,74	620,11	970,63	61,0
5	Szacowany roczny spadek emisji CO ₂ dla EP	[Mg/rok]	182,08	82,90	99,18	54,5

*Przy założeniu pełnej modernizacji oświetlenia na LED-owe oraz wykorzystania w całości energii elektrycznej wyprodukowanej przez instalację fotowoltaiczną

Załącznik nr 7. Dokumentacja fotograficzna budynku