

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Adres budynku	68-100 Żagań, ul. Dworcowa 39. Dz. ew. nr: 2475/8, 2475/7, obręb ew 003, j. ew. 081002-1 Żagań,
Wykonawca Audytu	Imię i nazwisko: Aneta Kaczmarek

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2 Rok budowy	1930
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*) (*w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	POWIAT ŻAGAŃSKI ul. Dworcowa 39, 68-100 Żagań	1.4 Adres budynku ul. Dworcowa 39, 68-100 Żagań	
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:			
Aneta Kaczmarek			
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
Michał Gancarczyk Upr: nr. 58/DOS/11			
4. Miejscowość: ŻAGAŃ data wykonania opracowania: 10.09.2015			
5. Spis treści			
1. Dane ogólne..... str. 3 2. Opis techniczny.....str. 6 3. Obliczenia zapotrzebowania na ciepło.....str. 8 4. Przedsięwzięcia termomodernizacyjne.....str. 16 Część rysunkowa: wg projektu branżowego.			

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Tradycyjna, murowana, stropodach płaski,	
2.	Liczba kondygnacji	2	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m^3]	4526,26	
4.	Powierzchnia netto budynku [m^2]	1374,26	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m^2]	0	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m^2]	1335,60	
7.	Liczba mieszkań	0	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	Zmienna	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	Kocioł na paliwo gazowe	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	Kocioł na paliwo gazowe	
11.	Współczynnik kształtu A/V [$1/\text{m}$]	0,89	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek		
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody budowlane [$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne	1,44	0,234
2.	Dach – stropodach płaski	0,30	0,18
3.	Stop pod nieogrzewanym poddaszem	-	-
4.	Podłoga na gruncie	0,86	0,19
5.	Okna	1,1	1,1
6.	Drzwi	-	-
7.	Inne		
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1.	Sprawność wytwarzania	0,96	0,96
2.	Sprawność przesyłania	0,97	0,97
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,80	0,93
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	-	-
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	-	-
4. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza		
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m^3/h]		
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	548	310
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	11,63	9,30
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	3643,81	3134,46

4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	3643,81	3134,46
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego) [GJ/rok]	589,92	471,94
6.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego) [GJ/rok]	589,92	471,94
7.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]		
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]		
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)			
1.	Cena za 1 GJ na ogrzewanie**) [zł]	17	17
2.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc***) [zł]		5523,93
3.	Opłata za podgrzanie 1 m ³ wody użytkowej**) [zł]		
4.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie wody użytkowej na miesiąc***) [zł]		5523,93
5.	Opłata za ogrzanie 1 m ² pow. użytkowej [zł]		
6.	Opłata abonamentowa [zł]		
7.	Inne [zł]		
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	70 000	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	
Planowane koszty całkowite [zł]	216 654	Premia termomodernizacyjna [zł]	29331
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	20 619		
<p>*) – dla budynku o mieszanej funkcji, należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku</p> <p>**) – opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii</p> <p>***) – stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii</p>			

1. Opis techniczny.

Audyt energetyczny budynku został wykonany na zlecenie Inwestora oraz na podstawie Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. Nr 43. poz. 346) z późniejszymi zmianami. Wszystkie obliczenia, które zostały użyte do wykonania audytu są oparte na aktualnych Normach.

Budynek użyteczności publicznej, administracyjny, znajduje się w miejscowości Żagań, powiat Żagański, woj. Lubuskie. Budynek posiada piwnicę, parter oraz piętro, jest całkowicie usytuowany na gruncie. Budynek posiada stropodach wentylowany płaski.

Do sporządzenia audytu wykorzystano następujące normy:

- PN – EN ISO 13790: 2006 „Ciepłne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania”,
- PN – EN 12831: 2009 „Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”,
- PN – EN ISO 14683: 2007 „Mostki cieplne w budynkach. Liniowy współczynnik przenikania ciepła. Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.

Dane podstawowe:

Lokalizacja	-	Żagań
temp zew	tzew [°C]	-18
średnia temp zew	[°C]	8,2
temp wew	tw [°C]	20
temp w piwnicy	tp [°C]	4
temp wody zimnej	twz [°C]	10
temp c.w.u.	tcwu [°C]	55
średnie dobowe zużycie c.w.u. na osobę	Vos [m3/d os]	0,08
pow przypadająca na jedną osobę	zo [m2/os]	20
pow przypadająca na jedno mieszkanie	zm [m2/m]	70

	ściana zewnętrzna gr 42cm	Ściana zewnętrzna gr 52cm	podł. Na gruncie P	Ściana w gruncie	strop	stropodach
U	1,44	1,35	0,86	1,18	1,05	0,30

Współczynnik przenikania ciepła okien	Uok	W/m ² K	1/1
Współczynnik przepuszczania promieniowania okien	g	-	0,70

	Ψ
Naroża	-0,05
Okna, DZ	0,35
Podłoga na gruncie	0,6
SZ + dach	0,6
Strop	0

Przegrody budowlane.

Ściana zewnętrzna A - Uzyskany $U = 0.234 \text{ [W/m}^2\text{K]}$,

- tynk wapienno-piaskowy
- cegła pełna zwykła gr 52cm
- tynk wapienno piaskowy
- styropian gr 10cm - $U=0,031\text{[W/m}^2\text{K]}$,

ściana zewnętrzna B - Uzyskany $U = 0.232 \text{ [W/m}^2\text{K]}$,

- tynk wapienno-piaskowy
- cegła pełna zwykła 42cm
- tynk wapienno piaskowy
- styropian gr 15cm - $U=0,036\text{[W/m}^2\text{K]}$,

Stolarka okienna wymieniona w latach 2000-2001 wykonana z PCV w kolorze białym o współczynniku szyby $U = 1,1 \text{ [W/(m}^2\text{xK)]}$ według cech producenta.

1.1 Charakterystyka źródła ciepła oraz instalacji grzewczej w budynku (stan istniejący).

Ciepło na cele C.O. oraz C.W.U. będzie wytwarzane poprzez kocioł gazowy kondensacyjny VITODENS 200-W o mocy $Q=80\text{-}105\text{kW}$ firmy Viessmann. Instalację rozprowadzającą, oraz piony, prowadzone w brzdach ściennych wykonać z rur wielowarstwowych łączonych przez złączki zaciskowe takich jak TECEflex PN 12.5 z polietylenu sieciowanego PEXc/Al/PE.

Grzejniki np. zaworowe CosmoNOVA z podejściem od dołu. Każdy grzejnik jest wyposażony w zawór, dodatkowo należy wyposażyć grzejnik w głowicę termostatyczną z regulacją wstępną..

2. Obliczenie sezonowego zapotrzebowania na ciepło wg normy PN-EN 13790.**2.1 Obliczanie sezonowego zapotrzebowania energii użytkowej na potrzeby ogrzewania i wentylacji.**

Sezonowego zapotrzebowania energii użytkowej na potrzeby ogrzewania i wentylacji określa się zależnością:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{Hgn} \cdot Q_{H,gn}$$

Gdzie:

$Q_{H,ht}$ – miesięczne straty ciepła przez przenikanie i wentylację,

η_{Hgn} – współczynnik efektywności wykorzystania zysków w trybie ogrzewania,

$Q_{H,gn}$ – miesięczne solarne i wewnętrzne zyski ciepła.

$$Q_{H,ht} = Q_{tr} + Q_v$$

Gdzie:

Q_{tr} – strata ciepła przez przenikanie,

Q_v – strata ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego,

$$Q_{tr} = H_{tr} \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \cdot t_m \cdot 10^{-3} \left[\frac{kWh}{mies} \right]$$

Współczynnik strat ciepła przez przenikanie określa się zależnością:

$$H_{tr} = b_{tr} \cdot \left[\sum_i A_i U_i + \sum_k l_k \Psi_k + \sum_n X_n \right]$$

b_{tr} – współczynnik korekcyjny

A_i – pole i-tej powierzchni,

U_i – współczynnik przenikania ciepła i-tej powierzchni,

l_k – długość k-tego liniowego mostka cieplnego,

Ψ_k – współczynnik przenikania ciepła liniowego mostka cieplnego,

X_n – współczynnik strat ciepła punktowego mostka cieplnego.

Współczynnik strat ciepła przez wentylację:

$$H_{ve} = \rho_a \cdot c_a \cdot \left(\sum_k b_{ve,k} \cdot V_{ve,k,mn} \right)$$

ρ_a – gęstość powietrza,

c_a – ciepło właściwe powietrza

$b_{ve,k}$ – współczynnik korekcyjny dla strumieni powietrza,

$V_{ve,k,mn}$ – uśredniony w czasie strumień powietrza wentylacyjnego.

Elewacje	Ab [m ²]	Aokien [m ²]	Adrzwi [m ²]	Anetto [m ²]	U	U okien	U drzwi	Ψ*l	Htr	Asolp	Asolpn	Asolpndz	Asol
N	481.00	37.60	0.00	443.40	1.12	4.50	3.00	11.73	676.17	19.74	5.94	0.00	25.68
S	484.00	70.00	0.00	414.00	1.12	4.50	3.00	11.73	789.13	36.75	5.55	0.00	42.30
E	168.00	18.80	0.00	149.20	1.12	4.50	3.00	29.65	280.89	9.87	2.00	0.00	11.87
W	116.00	5.60	5.00	105.40	1.12	4.50	3.00	29.29	187.21	2.94	1.41	0.00	4.35
Strop	695.00	0.00	0.00	695.00	1.18	4.50	3.00	18.72	842.22	0.00	9.88	0.00	9.88
Podł. na gruncie P	428.00	0.00	0.00	428.00	0.35	4.50	3.00	26.40	176.20	0.00	1.80	0.00	1.80
Podł. na gruncie G	267.00	0.00	0.00	267.00	0.37	4.50	3.00	16.32	115.11	0.00	1.19	0.00	1.19

$$\Sigma H_{tr} = 3066.94$$

Współczynniki strat ciepła przez wentylację

V	14020.00	m3/h
Vinf	0.0132	m3/s
Ve	297.00	m3
Vinf	237.60	m3
Hve	4689.17	W/K
Qtr	122677.68	W
Qve	187566.93	W
Q	310244.61	W
	310.24	kW

Zyski wewnętrzne.

$$Q_{\text{int}} = q_{\text{int}} \cdot A_f \cdot t_m \cdot 10^{-3} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{mies}} \right]$$

Gdzie:

q_{int} – jednostkowe zyski wewnętrzne, [W/m²]

		styczeń	luty	marzec	kwiecień
temperatura wewnętrzna	C	20.00	20	20	20
temperatura zewnętrzna	C	-4.10	-3.4	0.6	6.7
tM	h	744.00	672	744	720
Straty przenikanie Qtr	kWh	54991.50	48227.05	44267.01	29369.04
Straty wentylacja Qve	kWh	84078.75	73736.31	67681.65	44903.52
Straty suma	kWh	139070.25	121963.36	111948.67	74272.56
Zyski wew	kWh	179.90	162.49	179.90	174.10

maj	wrzesień	październik	listopad	grudzień
20	20	20	20	20
13.2	12.8	7.2	1.7	-2
744	720	744	720	744
15516.27	15899.03	29207.10	40410.03	50199.71
23723.47	24308.67	44655.94	61784.55	76752.39
39239.74	40207.70	73863.04	102194.58	126952.10
179.90	174.10	179.90	174.10	179.90

Zyski od promieniowania słonecznego.

Zyski od nasłonecznienia określone są zależnością:

$$Q_{sol} = \sum_k \phi_{sol,mn,k} \cdot t \cdot 10^{-3} + \sum_l (1 - b_{tr,l}) \phi_{sol,mn,u,l} \cdot t \cdot 10^{-3}$$

Gdzie:

$\phi_{sol,mn,u,l}$ – średni miesięczny strumień ciepła wydzielony z l-tego solarnego źródła ciepła znajdującego się w przyległej strefie o nieregulowanej temperaturze, $\phi_{sol,mn,u,l} = 0$

$\Phi_{sol,mn,k}$ – średni miesięczny strumień ciepła wydzielony z k-tego solarnego źródła ciepła.

$$\Phi_{sol,mn,k} = F_{sh,ob,k} \cdot A_{sol,k} \cdot I_{sol,k} - F_{r,k} \cdot \phi_{r,k}$$

Gdzie:

$F_{sh,ob,k}$ – współczynnik zacienienia k-tej powierzchni nasłonecznionej związanej z zewnętrznymi elementami zacieniającymi, $F_{sh,ob,k} = 0,95$,

$A_{sol,k}$ – efektywne pole powierzchni nasłonecznionej,

Dla przegród przezroczystych:

$$A_{sol,k} = F_{sh,gl,k} \cdot g_{gl,k} (1 - F_{F,k}) A_{w,p,k}$$

$F_{sh,gl,k}$ – współczynnik zacienienia k-tej powierzchni związanych z ruchomymi elementami zacieniającymi, $F_{sh,gl,k} = 1$

$g_{gl,k}$ – współczynnik przepuszczalności promieniowania słonecznego, $g_{gl,k} = 0,73$

$F_{F,k}$ – udział powierzchni ramy w powierzchni okna, $F_{F,k} = 0,3$

$A_{w,p,k}$ – całkowita powierzchnia okna.

Dla przegród nieprzezroczystych:

$$A_{sol,k} = \alpha_{s,c,k} \cdot R_{sc,k} \cdot U_{c,k} \cdot A_{c,k}$$

$\alpha_{s,c,k}$ – współczynnik pochłaniania promieniowania słonecznego k-tej powierzchni

0,3- dla jasnego tynku

0,8- dla drzwi

0,9- dla dachu

$R_{sc,k}$ – opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej, przyjęty zgodnie z normą PN-EN 12831

$$R_{sc,k} = 0,04 \frac{W}{m^2 K}$$

$U_{c,k}$ – współczynnik przenikania ciepła dla k-tej powierzchni o polu $A_{c,k}$

Elewacje	Asolp	Asolpn	Asolpndz	Asol
NW	0,00	0,37	0,00	0,37
SE	0,00	0,37	0,00	0,37
SW	6,13	0,39	0,00	6,52
NE	3,08	0,47	0,00	3,55
Stropodach	0,00	2,22	0,00	2,22
Podł. na gruncie G	0,00	0,69	0,00	0,69

$I_{sol,k}$ – średnia miesięczna wartość promieniowania słonecznego, na powierzchnię k, dla danej orientacji tej przegrody oraz kąta jej nachylenia, W/m²,

$F_{r,k}$ – współczynnik kierunkowy k-tej powierzchni i nieba. Dla powierzchni horyzontalnych $F_{r,k} = 1,0$, dla pionowych $F_{r,k} = 0,5$, dla innych kątów pochylenia przyjmowane są wartości z pomiędzy zakresu.

$\phi_{r,k}$ – strumień ciepła tracony przez k-tą powierzchnię przez promieniowanie.

$$\phi_{r,k} = R_{se,k} \cdot U_{c,k} \cdot h_r \cdot A_{c,k} \cdot \Delta\phi_{er,k}$$

Gdzie:

$R_{se,k}$ – opór przejmowania ciepła po zewnętrznej stronie ściany zgodnie z norma PN-EN 12831

$U_{c,k}$ – współczynnik przenikania ciepła k-tej przegrody budowlanej,

$$h_r = 4 \cdot \varepsilon \cdot \sigma \cdot (\theta_{ss} + 273)^3$$

θ_{ss} – średnia arytmetyczna temperatura powierzchni zewnętrznej przegrody i niebosłonu,

ε – emisyjność przegród budowlanych, dla ścian zewnętrznych, $\varepsilon = 0,8$

σ – stała Stefana-Boltzmanna, $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$

natężenie promieniowania	NW	17955.00	22101	47955	79377	99148	112897	108255	91821	61261
natężenie promieniowania	SE	28140.00	39740.00	70619.00	103209.00	122484.00	128413.00	126536.00	112505.00	78568.00
natężenie promieniowania	SW	28129.00	38567	65890	100888	117479	123516	119414	110462	78077
natężenie promieniowania	NE	17955.00	22394.00	49494	81045	103139	117604	114853	93426	60806
natężenie promieniowania	H	21991.00	31525	61971	99228	124117	132708	127934	113023	74997
energia dostarczona	NW	461.14	567.62	1231.62	2038.63	2546.41	2780.30	2358.23	2358.23	1573.36
energia dostarczona	SE	1190.29	1680.96	2987.10	4365.62	5180.93	5431.72	5352.32	4758.83	3323.33
energia dostarczona	SW	333.88	457.78	782.10	1197.51	1394.44	1466.10	1417.41	1311.15	926.75
energia dostarczona	NE	78.15	97.47	215.43	352.76	448.93	511.89	499.92	406.65	264.67
energia dostarczona	H	217.32	311.53	612.40	980.58	1226.53	1311.43	1264.25	1116.90	741.12
suma		2280.78	3115.36	5828.65	8935.10	10797.24	11501.44	10892.13	9951.76	6829.24
t sky		-9.50	-9.8	-6.70	-1	5.00	8.80	11.5	10.10	6.2
energia wypromieniowana	NW	186.76	200.38	263.30	286.78	337.52	162.23	-177.46	-323.34	-313.01
energia wypromieniowana	SE	217.56	233.42	306.72	334.07	393.18	188.98	-206.73	-376.66	-364.63
energia wypromieniowana	SW	70.45	75.59	99.32	108.18	127.32	61.20	-66.94	-121.97	-118.08
energia wypromieniowana	NE	44.39	47.63	62.58	68.16	80.22	38.56	-42.18	-76.85	-74.40
energia wypromieniowana	H	527.53	565.99	743.71	810.03	953.35	458.23	-501.26	-913.30	-884.13
suma		1046.70	1123.01	1475.63	1607.22	1891.59	909.20	-994.57	-1812.13	-1754.25
zyski słoneczne	kWh	1234.08	1992.35	4353.02	7327.89	8905.65	10592.23	11886.70	11763.89	8583.48
zyski suma	kWh	1413.98	2154.84	4532.92	7501.98	9085.54	10766.33	12066.60	11937.99	8763.38

Sezonowe zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby ogrzewania i wentylacji wynosi 73831,62 kWh/a czyli 265,80 GJ/a.

2.2 Projektowe obciążenie cieplne wg normy PN-EN 12831.

Projektowe obciążenie cieplne określa się wg zależności:

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}, [W]$$

Gdzie:

$\Phi_{T,i}$ – projektowa strata ciepła ogrzewanej przestrzeni przez przenikanie,

$\Phi_{V,i}$ – projektowa strata ciepła ogrzewanej przestrzeni na podgrzanie powietrza wentylacyjnego,

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij})(\theta_{int} - \theta_e)$$

Gdzie:

$H_{T,ie}$ – współczynnik strat ciepła przez przenikanie z przestrzeni ogrzewanej do otoczenia,

$H_{T,iue}$ – współczynnik strat ciepła przez przenikanie z przestrzeni ogrzewanej do otoczenia przez przestrzeń nieogrzewaną,

$H_{T,ig}$ – współczynnik strat ciepła przez przenikanie do gruntu,

$H_{T,ij}$ – współczynnik strat ciepła przez przenikanie z przestrzeni ogrzewanej do przestrzeni o znacząco różnej temperaturze.

$$H_{tr} = \sum (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij})$$

te	-20.00	C
Htr	3066.94	W/K
Φti	122.68	kW
n50	4.00	1/h
e	0.03	
ε	1.20	
Vinf i	68.43	m3/h
n min	0.50	
Vmin i	118.80	m3/h
Hve	40.39	W/K
Φvi	1.62	kW
Φ	29.29	kW

2.3 Zapotrzebowanie na ciepło i moc do ogrzewania c.w.u.

Liczba osób użytkujące budynek - $L=55$ osób.

V_{os} – jednostkowe, osobowe zapotrzebowanie na c.w.u.

V_{hsr} – średnie, godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u.,

t_z – temperatura wody zimnej,

t_c – temperatura wody ciepłej,

Stąd:

Q_{cwj} – zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1m^3 wody,

$$Q_{cwj} = \rho \cdot c_w \cdot (t_c - t_z)$$

q_{cw} – maksymalna wartość mocy potrzebnej na podgrzanie c.w.u.

$$q_{cw} = V_{hsr} \cdot Q_{cwj}$$

Roczne zużycie c.w.u określa się zależnością:

$$V_{cw} = V_{os} \cdot L \cdot 365$$

Zapotrzebowanie na ciepło do podgrzania c.w.u. wynosi:

$$Q_{cw} = Q_{cwj} \cdot V_{cw}$$

3.0 Wykaz przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

- 3.1. Zmniejszenie zapotrzebowania na moc do przygotowania c.w.u. poprzez zasilanie z kotła energooszczędnego.
- 3.2. Zmniejszenie zapotrzebowania na moc na potrzebę c.o. poprzez wymianę instalacji oraz zamontowanie termostatów przy grzejnikach.
- 3.3. Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez stropodach poprzez ocieplenie stropodachu.
- 3.4. Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne poprzez ocieplenie tych ścian.

3.1 Termomodernizacja ścian zewnętrznych

A=	1006.60	m ²
A _{brutto} =	1133.00	m ²
Sd=	3728	dzieńK/rok
Rsz	0.90	(m ² *K)/W
R _≥	4	(m ² *K)/W
ΔR	3.10	(m ² *K)/W
λ=	0.031	W/mK
d=	0.10	m
Qz=	17.79	zł/GJ
Qm=	66287.16	zł/MW/rok

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0.50	0.10	0.15
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² *K)/W		16.13	3.23	4.84
3	Opór cieplny R	(m ² *K)/W	0.90	17.02	4.12	5.73
4	Q _{ou} , Q _{1u} =8,64*10 ⁻⁵ *Sd*A/R	GJ/a	362.13	19.04	78.67	56.54
5	q _{ou} , q _{1u} =10 ⁻⁶ *A*(two-tzo)/R	MW	0.0450	0.0024	0.0098	0.0070
6	Roczna oszczędność kosztów ΔQ _{ru} =(Q _{ou} -Q _{1u})*Q _z +12*(q _{ou} -q _{1u})*Q _m	zł/a		8 927.76	7 376.10	7 951.96
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		129.00	138.00	147.00
8	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		146 157.00	156 354.00	166 551.00
9	SPBT=Nu/Qru	lata		16.37	21.20	20.94
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	1.12	0.06	0.24	0.17

Wybrano wariant 2. SPBT= 21,2. Koszt realizacji = 156354,00 zł

3.2 Termomodernizacja stropodachu

A=	695.00	m ²
Akoszt=	695.00	m ²
Sd=	3728.00	dzień K/a
Rsd	0.84	(m ² *K)/W
R≥	4.5	(m ² *K)/W
ΔR	3.66	(m ² *K)/W
λ=	0.04	W/mK
d=	0.16	m
Qz=	17.79	zł/GJ
Qm=	66287.16	zł/MW/rok

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0.16	0.20	0.35
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² *K)/W		3.50	4.00	4.50
3	Opór cieplny R	(m ² *K)/W	0.84	4.34	4.84	5.34
4	$Q_{ou}, Q_{1u}=8,64*10^{-5}*Sd*A/R$	GJ/a	265.25	51.53	46.21	41.89
5	$q_{ou}, q_{1u}=10^{-6}*A*(t_{wo}-t_{zo})/R$	MW	0.0148	0.0029	0.0026	0.0023
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta Q_{ru}=(Q_{ou}-Q_{1u})*Q_z+12*(q_{ou}-q_{1u})*Q_m$	zł/a		4 593.70	4 708.04	4 800.98
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		55.00	60.00	65.00
8	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		38 225.00	41 700.00	45 175.00
9	SPBT=Nu/Qru	lata		8.32	8.86	9.41
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	1.18	0.23	0.21	0.19

Wybrano wariant 2. SPBT= 8,86. Koszt realizacji = 41 700,00 zł

3.3 Termomodernizacja C.W.U.

Oz=	17.79	zł/GJ
Om=	66287.16	zł/MW/rok

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Zapotrzebowanie na ciepło Q_{cwu}	GJ/a	275.02	220.02
2	Zapotrzebowanie na moc q_{cwu}	kW	11.63	9.30
3	Sprawność wytwarzania ciepła η_{wg}	-	0.90	0.90
4	Sprawność przesyłania wody ciepłej η_{wd}	-	0.70	0.70
5	Sprawność wykorzystania η_{we}	-	1.00	1.00
6	Sprawność akumulacji ciepła η_{ws}	-	0.74	0.74
7	Sprawność całkowita systemu $\eta_w = \eta_{wg} * \eta_{wd} * \eta_{we} * \eta_{ws}$	-	0.47	0.47
8	Zużycie ciepła po uwzględnieniu sprawności $Q_{C.W.U.0\eta}, Q_{C.W.U.1\eta} = Q_{C.W.U.0} / \eta_w$	GJ/rok	589.92	471.94
9	Koszt przygotowania c.w.u.	zł/a	11 265.43	9 012.34
10	Oszczędność	zł/a		2 253.09
11	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/punkt		100.00
12	Koszt realizacji usprawnienia NC.O.	zł		3 000.00
13	SPBT	lata		1.33

Wybrano wariant 1. SPBT= 1,33. Koszt realizacji = 3000,00 zł

3.4 Termomodernizacja C.O.

Oz=	17.00	zł/GJ
Om=	66287.16	zł/MW/rok

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Sprawność wytwarzania ciepła η_{Hg}	-	0.96	0.96	0.96
2	Sprawność przesyłania ciepła η_{Hd}	-	0.97	0.97	0.97
3	Sprawność regulacji i wykorzystania η_{He}	-	0.80	0.93	0.93
4	Sprawność akumulacji ciepła η_s	-	1.00	1.00	1.00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta = \eta_g * \eta_d * \eta_e * \eta_s$	-	0.74	0.87	0.87
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia wt	-	1.00	1.00	1.00
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby wd	-	0.98	0.98	0.98
8	Zużycie ciepła po uwzględnieniu sprawności $Q_{C.O.0\eta}, Q_{C.O.1\eta} = Q_{C.O.0} * wt * wd / \eta$	GJ/rok	3 643.81	3 134.46	3 134.46
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta Or_{c.o.} = (Q_{C.O.0\eta} - Q_{C.O.1\eta}) * Oz$	zł/rok		8 658.96	8 658.96
10	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/punkt		500.00	1 400.00
11	Koszt realizacji usprawnienia NC.O.	zł		28 000.00	12 600.00
12	SPBT = NC.O./ ΔOr r C.O.	lata		3.23	1.46

Wybrano wariant 2. SPBT= 1,46 . Koszt realizacji = 12 600,00 zł

3.6 Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Lp.	Omówienie	Planowane koszty usprawnienia	SPBT	Oszczędność zużycia ciepła ΔQ	Oszczędność mocy Δq
1	Modernizacja systemu przygotowania i dystrybucji ciepłej wody użytkowej	3 000.00	1.33	55.00	0.0023
2	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	12 600.00	1.46	0.00	0.0000
3	Modernizacja stropodachu	41 700.00	8.86	219.04	0.0122
4	Modernizacja ścian zewnętrznych budynku	156 354.00	21.20	283.46	0.0352
5	Modernizacja okien i systemu wentylacji nawiewnej	52 800.00	238.62	247.50	0.0021

Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć

Lp.	Omówienie	Planowane koszty usprawnienia	SPBT	Oszczędność zużycia ciepła ΔQ	Oszczędność mocy Δq
1	Modernizacja systemu przygotowania i dystrybucji ciepłej wody użytkowej	3 000.00	1.33	55.00	0.0023
2	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	12 600.00	1.46	0.00	0.0000
3	Modernizacja stropodachu	41 700.00	8.86	219.04	0.0122
4	Modernizacja ścian zewnętrznych budynku	156 354.00	21.20	283.46	0.0352
5	Modernizacja okien i systemu wentylacji nawiewnej	52 800.00	238.62	247.50	0.0122

3.5 Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu				
		1	2	3	4	5
1	Modernizacja systemu przygotowania i dystrybucji ciepłej wody użytkowej	X	X	X	X	X
2	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	X	X	X	X	
3	Modernizacja stropodachu	X	X	X		
4	Modernizacja ścian zewnętrznych budynku	X	X			
5	Modernizacja okien i systemu wentylacji nawiewnej	X				

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu zł	Koszt całkowity zł
1	1+2+3+4+5	266 454.00	269 454.00
2	1+2+3+4	213 654.00	216 654.00
3	1+2+3	57 300.00	60 300.00
4	1+2	15 600.00	18 600.00
5	1	3 000.00	6 000.00

3.8 Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termo modernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna [zł]			Wartość premii termomodernizacyjnej
		zł	zł	%	[zł,%] [zł,%]		20% kredytu	16% całkowitych kosztów	2-letnie oszczędności	
1	2	3	4	5	6		7	8	9	10
1	Modernizacja systemu przygotowania i dystrybucji ciepłej wody użytkowej	269 454	48 391	65.6%	199 454	74.0%	39 891	43 113	96 781	43 113
	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania									
	Modernizacja stropodachu									
	Modernizacja ścian zewnętrznych budynku									
	Modernizacja okien i systemu wentylacji nawiewnej				70 000	26.0%				
2	Modernizacja systemu przygotowania i dystrybucji ciepłej wody użytkowej	216 654	20 619	27.4%	146 654	67.7%	29 331	34 665	41 237	29 331
	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania									
	Modernizacja stropodachu				70 000	32.3%				
	Modernizacja ścian zewnętrznych budynku									
3	Modernizacja systemu przygotowania i dystrybucji ciepłej wody użytkowej	60 300	18 841	24.9%	50 300	83.4%	10 060	9 648	37 681	9 648
	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania									
	Modernizacja stropodachu				10 000	16.6%				
4	Modernizacja systemu przygotowania i dystrybucji ciepłej wody użytkowej	18 600	17 257	23.6%	18 600	100.0%	3 720	2 976	34 514	2 976
	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania									
5	Modernizacja systemu przygotowania i dystrybucji ciepłej wody użytkowej	6 000	5 440	7.5%	6 000	100.0%	1 200	960	10 881	960

W opracowaniu wzięto pod uwagę budynek, w którym nie była przeprowadzona żadna termomodernizacja.

Na podstawie Ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów stwierdza się, że inwestor może ubiegać się o premię termomodernizacyjną na spłatę kredytu zaciągniętego na przedsięwzięcie termomodernizacyjne, jeśli w wyniku przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nastąpi zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię o co najmniej 25%.

Ustawa ta określa również wysokość premii termomodernizacyjnej, która jest równa najmniejszej z trzech wartości:

- 20% kredytu zaciągniętego na przedsięwzięcie termomodernizacyjne,
- 16% całkowitych kosztów poniesionych na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego,
- dwukrotności przewidywanych rocznych oszczędności kosztów energii.

Przeprowadzony audyt zgodnie z zaleceniami inwestora nie obejmował termomodernizacji podłogi na gruncie oraz nie uwzględniał wymiany okien i drzwi. Zrealizowanie w/w modernizacji wiązałoby się z dodatkowymi kosztami oraz z utrudnieniami wynikającymi z szeregu czynności, które należałoby wykonać, aby osiągnąć zamierzony efekt.