



„PRO-POMIAR” s.c.

ul. Legionów 59, 42-200 Częstochowa
NIP 949-17-67-996 IDS 151838275

tel /fax 34 361 61 35
e-mail:propomiar@interia.pl

AUDYT ENERGETYCZNY

Inwestor:	SP ZOZ Miejski Szpital Zespólny ul. Mirowska 15 42-200 Częstochowa
Lokalizacja obiektu:	Szpital przy ul. Mickiewicza 12 w Częstochowie
Temat:	Audyt energetyczny budynków SP ZOZ Miejskiego Szpitala Zespólnego Szpital przy ul. Mickiewicza
Opracował :	mgr inż. Grzegorz Woźniak
Data opracowania:	maj 2011 r.
Miejsce opracowania:	Częstochowa

Audyt energetyczny budynku głównego Szpitala przy ul. Mickiewicza 12 w Częstochowie

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku			
1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1. Rodzaj budynku	budynki użyteczności publicznej 11,1	1.2. Rok budowy	1928
1.3. Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL) (w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	SP ZOZ Miejski Szpital Zespolony ul. Mirowska 15 42-200 Częstochowa tel. 343702122 fax 343702792 PESEL Nazwa nr	1.4. Adres budynku Szpital przy ul. Mickiewicza w Częstochowie ul. Mickiewicza 12 42-200 Częstochowa woj. Śląskie tel. 343702106	
2. Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt PRO-POMIAR s.c., ul. Legionów 59, 42-200 Częstochowa REGON: 151838275 NIP: 949-17-67-996			
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż. Grzegorz Woźniak, ul. Schillera 4/87, 42-200 Częstochowa			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego lub audytu remontowego	
1			
5. Miejscowość	Częstochowa	Data wykonania opracowania	23.04.2011
6. Spis treści			
1. Strona tytułowa			
2. Karta audytu energetycznego			
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku			
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			
5. Ocena stanu technicznego budynku			
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
8. Opis wariantu optymalnego			

Audyt energetyczny budynku głównego Szpitala przy ul. Mickiewicza 12 w Częstochowie

2. Karta audytu energetycznego			
1. Dane ogólne			
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplna dla c.o.)	tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	4	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	22 636,00	
4.	Powierzchnia zabudowy budynku [m ²]	1 879,00	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	0,00	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	6 780,00	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	200	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	centralnie	
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	centralny – kotłownia węglowa	
11.	Współczynnik kształtu A/V [l/m]	0,36	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściana zewnętrzna piwnic gr. 85 cm	0,790	0,266
2.	Ściana zewnętrzna parteru gr. 65 cm	0,990	0,240
3.	Ściana zewn. osłonowa gr. 58 cm	1,080	0,255
4.	Ściana zewn. szczytowa gr. 52 cm	1,180	0,225
5.	Ściana zewn. 2-go piętra bud. B i C gr. 24 cm	1,070	0,308
6.	Dach bud. A	0,250	0,250
7.	Strop pod strychem bud. B i C	0,250	0,250
8.	Ściana zewn. przy gruncie gr. 85 cm	0,770	0,254
9.	Podłoga I strefa	0,870	0,870
10.	Podłoga parteru II strefa	0,760	0,760
11.	okna	1,6	1,6
12.	drzwi	2,5	2,5
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	0,65	0,96
2.	Sprawność przesyłania	0,85	0,98
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,85	0,98
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	1,00
4. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	33 954,00	33 954,00
4.	Liczba wymian [l/h]	1,5	1,5
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	455,60	354,01
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	96,60	96,60
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	4 963,09	4 100,98
4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynków z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	10 559,77	4 447,92
5.	Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej bez uwzględnienia sprawności [GJ/rok]	2051,74	2051,74
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]		

Audyt energetyczny budynku głównego Szpitala przy ul. Mickiewicza 12 w Częstochowie

7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku głównego w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m3rok]	60,91	50,33
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku głównego w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m3rok]	129,59	54,59
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku głównego w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m2rok]	432,67	182,25
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Opłata za 1 GJ energii na ogrzewanie [zł]	35,71	49,99
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł]	0	0
3.	Opłata za podgrzanie 1 m ³ wody użytkowej [zł]	17,70	22,30
4.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc [zł]	0	0
5.	Opłata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej [zł]	7,00	3,00
6.	Inne - opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	343 114	Roczna zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	12,3
Planowane koszty całkowite [zł]	2 287 428	Premia termomodernizacyjna (umorzenie) [zł]	0
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	181 642	Dotacja [zł]	1 944 314

Audyt energetyczny budynku głównego Szpitala przy ul. Mickiewicza 12 w Częstochowie

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku							
Identyfikator budynku							
Własność		prywatna	spółdzielcza	komunalna	X		
Przeznaczenie budynku		mieszkalny	mieszk-usługowy	bud. szpitalny	X		
Osiedle							
Adres		ul. Mickiewicza 12, 42-200 Częstochowa					
Budynek		wolnostojący	17,7	22,3			
		bliźniak	blok mieszkalny, wielorodzinny				
Rok budowy		1928		Rok zasiedlenia		1928	
Technologia budynku		UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73	RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70 X	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit	tradycyjna	X
1	Powierzchnia zabudowana ¹⁾ [m ²]	1 879,0	12	Budynek podpiwniczony	tak		
2	Kubatura całkowita budynku ²⁾ [m ³]	35314,0	13	Liczba klatek schodowych	4		
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggi i galerii [m ³]	22636,0	14	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3,0 – 3,5		
4	Powierzchnia całkowita budynku [m ²]	4172,00	15	Liczba kondygnacji	4		
5	Powierzchnia korytarzy [m ²]	1210,00	16	Liczba osób użytkujących budynek	200		
6	Powierzchnia klatek schodowych [m ²]	243,00	17	Liczba pomieszczeń	19		
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m ²]	240,00	18	Liczba pomieszczeń o powierzchni <50 m ²	155		
8	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m ²]	1158,00	19	Liczba pomieszczeń o powierzchni 50-100 m ²	100		
9	Powierzchnia użytkowa pomieszczeń ogrzewanych [m ²]	3929,00	20	Liczba pomieszczeń o powierzchni >100 m ²	0		
10	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [4+5+6+7+8] [m ²]	6780,00	21	Liczba WC z łazienką	30		
11	Powierzchnia pomieszczeń technicznych i piwnic nieogrzewanych [m ²]	0,00	22	Liczba WC osobno	30		

¹⁾ wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru

²⁾ wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.

Patrz także PN- ISO 9836:1997 „Właściwości użytkowe w budownictwie. Określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych.”

Audyt energetyczny budynku głównego Szpitala przy ul. Mickiewicza 12 w Częstochowie

4.1. Opis techniczny elementów konstrukcji budynku	
1	ŁAWY FUNDAMENTOWE – fundamenty betonowe, ściany fundamentowe murowane z cegły ceramicznej pełnej
2	USTRÓJ KONSTRUKCYJNY BUDYNKÓW – obiekt wielotraktowy o mieszanym układzie ścian nośnych
3	ŚCIANY ZEWNĘTRZNE – ściany piwnic grubości 85 cm z cegły pełnej jednostronnie tynkowane, ściany zewnętrzne parteru gr. 65 cm i piętra nadbudowanego gr. 24 cm oraz 58 i 52 cm ściany szczytowe i osłonowe, wszystkie murowane z cegły pełnej obustronnie otynkowane tynkiem cementowo-wapiennym, współczynniki przenikania ciepła U niezgodnego z normą i z wytycznymi zawartymi w rozporządzeniu ministra infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2008 r. w sprawie warunków, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 109/2004 poz. 1156 z późn. zmianami).
4	ŚCIANY WEWNĘTRZNE – grubości 12, 25, 40, 50 i 65 cm z cegły pełnej obustronnie tynkowane tynkiem cementowo-wapiennym; w ścianach wewnętrznych nadproża żelbetowe; w piwnicach – z cegły pełnej gr. 25 cm tynkowane od wewnątrz.
5	STROPY MIĘDZYKONDYGNACYJNE – stropy gęstożebrowe z wypełnieniem pustakami ceramicznymi gr. 26 cm z warstwą płyty nadbetonu gr. 5 cm typu Akermana i z pustakami gruzobetonowymi gr. 26 cm typu DZ-3.
6	STROPY POD NIEOGRZEWANYMI PODDASZAMI I DACH – strop typu Akermana gr. 26 cm oraz typu DZ-3 ocieplone styropianem gr. 5 cm pod wylewkę betonową, dach wielospadowy konstrukcji drewnianej o pełnym deskowaniu kryty papą oraz blachą trapezową ocieplony od wewnątrz warstwą wełny mineralnej gr. 15 cm z podbitką z płyty pilśniowej.
7	OBRÓBKI BLACHARSKIE – rynny i rury spustowe oraz obróbki blacharskie parapetów stalowe ocynkowane nieszczelne, obróbki dachu z blachy ocynkowanej skorodowane, wszystkie obróbki do wymiany.
8	KOMINY – kominy wentylacyjne o działaniu grawitacyjnym murowane z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej otynkowane, z tzw. czapką, nieznaczne ubytki tynku, kominy do ewentualnej naprawy i malowania w kolorze dachu lub elewacji.
9	STOLARKA OKIENNA I DRZWIOWA – stolarka okienna drewniana zespolona w większości nowa z PCV o współczynniku przenikania ciepła $U=1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ szczelna, z mikrowentylacją, pozostała część stolarki przyziemia do wymiany; stolarka drzwiowa zewnętrzna drewniana, częściowo przeszklona o współczynniku $U=2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.
10	PODŁOGI I POSADZKI – cementowe, wykończone w części parkietem, w części lastrykiem, wykładziną PCV, na korytarzach lastrico, w węzłach higieniczno - sanitarnych płytki ceramiczne.
11	TYNKI I OKŁADZINY WEWNĘTRZNE – tynki wapienne gładkie kat. III, w pomieszczeniach malowane farbą, w sanitariatach obłożone płytkami ceramicznymi ściennymi do wysokości 2 m, sufity otynkowane, malowane na biało
12	WYPOSAŻENIE W INSTALACJE – obiekt wyposażony jest w następujące instalacje: instalacja wodna, instalacja kanalizacyjna sanitarna, instalacja c.o. zasilana z własnej kotłowni g węglowej ciepła woda użytkowa wytwarzana centralnie w kotłowni węglowej, instalacja elektryczna oświetleniowa i siłowa oraz instalacja teletechniczna.

4.2. Opis techniczny podstawowych elementów budynków

Budynek Szpitala im. Dr Władysława Biegańskiego jest budynkiem wolnostojącym o zabudowie w kształcie litery L wzniesionym w 1928 r. Budynek składa się z trzech segmentów. Segmentu głównego i dwóch skrzydeł przylegających bezpośrednio do niego. Cały budynek wykonany jest w technologii tradycyjnej, posiada podpiwniczenie. Obiekt jest budynkiem trójkondygnacyjnym. Skrzydła budynku szpitala pierwotnie posiadały dwie kondygnacje lecz w latach 60-tych zostały nadbudowane o jedną kondygnację. Budynki są funkcjonalnie połączone ze sobą i tworzą jeden kompleks zabudowy.

Ściany zewnętrzne budynków z cegły pełnej gr. 65 cm, 58, 52 oraz gr. 24 cm. Dach o konstrukcji stalowo prętowej, pokryty deskowaniem pełnym, papą oraz blachodachówką w kolorze ceglastym. Dźwigary wsparte na ścianach zewnętrznych. Strop pod nieogrzewanym poddasze ceramiczny typu DZ-3 i Akermana. Ściany zewnętrzne budynków w stanie istniejącym nie spełniają wymagań obowiązującej normy cieplnej. Strop nad ostatnią kondygnacją również nie spełnia wymagań obowiązującej normy cieplnej. Stolarka okienna i drzwiowa wykonana jest z profili PCV w dobrym stanie technicznym, o wysokiej szczelności. Wartość współczynnika przenikania ocenia się na $U=1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Do wymiany okna w przyziemiu o pow. ok. 100 m².

Szczegółowy opis elementów konstrukcyjnych budynku zawarty został w p. 4.3.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p	Opis	Pow. całkowita [m ²]	Pow. do obl. strat ciepła [m ²]	17,7	Pow. okien PCV [m ²]	22,3	Pow. drzwi [m ²]	U [drzwi W/(m ² ·K)]
1	Ściana zewnętrzna piwnic gr. 85 cm	696,2	663,0	0,79	10,6/100,2	1,6/2,6	14,7	2,5
2	Ściana zewnętrzna parteru gr. 65 cm	1381,6	1315,8	0,99	294,0	1,6	15,8	2,5
3	Ściana zewn. osłonowa gr. 58 cm	1959,2	1865,9	1,08	499,6	1,6		
4	Ściana zewn. szczytowa gr. 52 cm	220,2	209,7	1,18	39,8	1,6		
5	Ściana zewn. 2-go piętra bud. B i C gr. 24 cm	653,4	622,3	1,07	174,4	1,6		
6	Dach bud. A	1288,8	1227,4	0,25				
7	Strop pod strychem bud. B i C	2343,2	2231,6	0,25				
8	Ściana zewn. przy gruncie gr. 85 cm	499,6	475,8	0,77				
9	Podłoga I strefa	302,5	302,5	0,87				
10	Podłoga parteru II strefa	1557,2	1557,2	0,76				

Audyt energetyczny budynku głównego Szpitala przy ul. Mickiewicza 12 w Częstochowie

4.3. Charakterystyka energetyczna budynku				
Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym	
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplna dla c.o.)	qmoc [kW]	455,60	
2.	Szczytowa moc cieplna łącznie dla c.o. i c.w.u.	q [kW]	552,20	
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	QH [GJ]	4 963,09	
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Qs [GJ]	10 559,77	
Taryfa opłat (z VAT)				
5.	opłata stała (za moc zamówioną i przesył)	miesięcznie	zł/MW	0,00
	opłata zmienna za ciepło		zł/GJ	35,71
	opłata abonamentowa		zł	0,00

4.4. Charakterystyka systemu ogrzewania			
Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym	
1.	Typ instalacji	Ciepło dostarczane jest z wbudowanej kotłowni opalanej kosem i węglem zlokalizowanej w piwnicy budynku szkoły. Instalacja c.o. z rozdzielaczem dolnym, dwururowa, pompowa.	
2.	Parametry pracy instalacji	90/70 °C	
3.	Przewody w instalacji	Stalowe, czarne, spawane, grzejniki żeliwne członowe bez zaworów termostatycznych, rozkryzowane. Brak izolacji termicznej. Stan techniczny instalacji dobry.	
4.	Rodzaje grzejników	żeliwne członowe T1	
5.	Oslonięcie grzejników	nie	
6.	Zawory termostatyczne	nie	
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	ηH,g= 0,65	
		ηH,d= 0,85	
		ηH,e= 0,85	
		ηH,s= 1,00	
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	7/24	

4.5. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej			
Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym	
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda przygotowana centralnie w podgrzewaczach pojemnościowych o całkowitej pojemności 6,5m3 umiejscowionych w kotłowni.	
2.	Piony i ich izolacja	brak izolacji	
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	brak	
4.	Zużycie ciepłej wody w m3/m-c określone wg. pomiaru	brak	

4.6. Charakterystyka systemu wentylacji			
Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym	
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna	
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m3/h	33 954	

4.4. Charakterystyka kotłowni

Kotłownia węglowa umieszczona w piwnicach budynku i wyposażona w cztery kotły węglowe żeliwne typu ECA IV o pow. grzewczej 47m2 rok produkcji 1996. Dwa kotły parowe o mocy 383 kW każdy i dwa kotły wodne o mocy 437 kW każdy. Część wodna pracuje na potrzeby c.o. przy parametrach wody grzewczej 95/70°C i zabezpieczona jest naczyniami zbiorczymi systemu otwartego o pojemności 2x300dm3 i 400dm3. Część parowa produkuje parę na potrzeby przygotowania c.w.u. i zabezpieczona jest naczyniem zbiorczym 4000 dm3.

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

Oceniając stan techniczny budynków szpitalnych wzięto pod uwagę następujące czynniki mające wpływ na stan techniczny budynku: jakość materiałów i wykonawstwa, wpływ eksploatacji (proces naturalnego starzenia, zaniedbania w konserwacji i remontach, dewastacja).

W okresie budowy istniejące wówczas normy i wytyczne nie odpowiadają obowiązującym dzisiaj, stąd też wynika konieczność dostosowania obiektu do dzisiejszego prawa, przy czym chodzi tu nie tylko o wykonanie prac renowacyjnych służących utrzymaniu pierwotnego stanu technicznego, ale kompleksowych prac modernizacyjnych pozwalających na zdecydowaną poprawę wartości użytkowych. Do wymagań z czasów budowy dochodzą dziś nowe wymagania techniczne związane z ograniczaniem zużycia energii, emisją zanieczyszczeń, usuwaniem odpadów, poprawą jakości powietrza i komfortem wewnętrznym pomieszczeń. Biorąc pod uwagę ogólny stan techniczny elementów konstrukcyjnych budynku należy stwierdzić, że jest on zadowalający.

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynków

Ściany zewnętrzne – nieocieplone, wymagają termomodernizacji.

Ściany wewnętrzne konstrukcyjne i działowe - stan dobry. Tynki wewnętrzne standardowe – cementowo-wapienne malowane emulsyjnie, częściowo olejno i emulsyjnie - stan dobry. Podłogi cementowe, częściowo wyłożone lastrykiem oraz PCV, w sanitariatach cementowe wyłożone płytkami ceramicznym - stan techniczny dobry.

Stropy - stan techniczny konstrukcji dobry, dachy, stropy i stropodachy poddasza ocieplone spełniają wymogi ochrony cieplnej budynków. Pokrycie zewnętrzne dachów nie wymaga wymiany. Kominy murowane z cegły pełnej na zaprawie cementowej otynkowane w stanie dobrym, wymagają drobnej poprawy otynkowania części ponad dachami.

Obróbki blacharskie parapetów zewnętrznych, rynny, rury spustowe – do wymiany.

Okna nowe z PCV zespolone o współczynniku $U=1,6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ nie wymagają wymiany, do wymiany okna przyziemia, drzwi zewnętrzne o współczynniku przenikania ciepła $U= 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ nie wymagają wymiany.

5.2. System grzewczy

Kotłownia węglowa jest wyeksploatowana i wymaga modernizacji. Instalacja wewnętrzna c.o. wykonana z rur stalowych bez zaworów termostatycznych. Instalacja c.o. wyposażona w grzejniki członowe żeliwne typu 0, 1 i 4 oraz grzejniki typu Favier (rury gładkie i ożebrowane) z zamontowanymi zaworami przygrzejnikowymi (z zamontowanymi kryzami). rozprowadzenie przewodów poziomych pod stropem przyziemia, piony i gałazki grzejników prowadzone w bruzdach w ścianach, piony wyposażone w zawory odcinające. Istniejące zawory przygrzejnikowe nie pozwalają na jakąkolwiek regulację przepływu przez grzejnik. Grzejniki są zanieczyszczone i konieczne jest ich wymiana na grzejniki higieniczne.

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest centralnie przez podgrzewacze pojemnościowe umiejscowione w przyziemiu i zasilane w ciepło przez lokalną kotłownię.

Audyt energetyczny budynku głównego Szpitala przy ul. Mickiewicza 12 w Częstochowie

5.4. Zbiornicze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy		
Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	<p>Przegrody zewnętrzne mają niezadawalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m²K]</p> <p>Ściana zewn. osłonowa gr. 58 cm U= 1,080</p> <p>Ściana zewn. szczytowa gr. 52 cm U= 1,180</p> <p>Ściana zewn. 2-go piętra bud. B i C gr. 24 cm U= 1,070</p> <p>Ściana zewn. szczytowa gr. 52 cm U= 1,180</p> <p>Ściana zewn. 2-go piętra bud. B i C gr. 24 cm U= 1,070</p> <p>Ściana zewn. przy gruncie gr. 85 cm U= 0,770</p> <p>U= 622,300</p>	<p>Należy wykonać docieplenie przegród zewn.:</p> <p>- dla ścian zewnętrznych R ≥ 3,33 (m² K)/W</p>
2	<p>Okna/Drzwi</p> <p>okna nowe z PCV, stare drewn. zespolone U= 2,6/1,6</p> <p>drzwi stare drewniane U= 3,2</p>	<p>Ok. 10% stolarki okiennej do wymiany, stolarka drzwiowa nie wymaga wymiany</p>
3	<p>Wentylacja grawitacyjna- nie stwierdza się zbyt małe przewietrzanie (napływ powietrza)</p>	<p>nie wymaga modernizacji</p>
4	<p>Instalacja ciepłej wody użytkowej – ciepła woda użytkowa przygotowywana jest centralnie przez podgrzewacze pojemnościowe umiejscowione w przyziemiu i zasilane w ciepło przez lokalną kotłownię</p>	<p>nie wymaga modernizacji, zabudowa nowych podgrzewaczy pojemnościowych</p>
5	<p>System grzewczy – kotłownia węglowa zużyta technicznie i technologicznie, instalacja wewnętrzna c.o. do modernizacji</p>	<p>wymaga modernizacji</p>

Audyt energetyczny budynku głównego Szpitala przy ul. Mickiewicza 12 w Częstochowie**6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego**

L.p.	Wyszczególnienie	Sposób realizacji
1	2	3
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropu i stropodachu	Stropy i dachy nie wymagają ocieplenia
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian – styropian EPS-70-040 pod tynk ceramiczny, piwnice – styrodur ($\lambda=0,038$) pod folię

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło**

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
I	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	
	zmniejszenie strat przez ściany zewnętrzne	ocieplenie ścian zewnętrznych
	zmniejszenie strat przez stropy i stropodachy	ocieplenie stropów nad poddaszem nieużytkowym
II	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zużycia ciepła w instalacji c.o.	Przebudowa kotłowni węglowej na gazową, modernizacja instalacji c.o.
III	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zużycia ciepła w instalacji c.w.u.	montaż nowych podgrzewaczy c.w.u. w kotłowni

7.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego,
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
two	20,0	20,0	0C
tzo	-20,0	-20,0	0C
Sd	3712,8	3712,8	dzień.K.a
O_{0m}, O_{1m}	0	0	zł/(MW.mc)
O_{0z}, O_{1z}	35,71	49,99	zł/GJ
Ab0, Ab1	0	0	zł./m-c

Liczbę stopniodni przyjęto jak dla Częstochowy

Do określenia efektywności inwestycji posłużono się następującymi wskaźnikami:

NPV

NPVR = -----

Nu

Nu - nakłady inwestycyjne na przedsięwzięcia, w zł

NPV - wartość bieżąca netto, definiowana jako:

$$NPV = UPW * \Delta O_r - Nu$$

n=20

$$UPW = \sum_{n=1}^{n=20} 1/(1+r)^n$$

r – oprocentowanie kredytu

n – obliczeniowy okres analizy inwestycji, przyjęto 20 lat

Przedsięwzięcie jest opłacalne, gdy NPV (NPVR) > 0.

Prosty czas zwrotu inwestycji SPBT liczony w latach wyrażony jest zależnością:

Nu

SPBT= -----

ΔO_r

Rozpatrzono wykorzystanie następujących technologii:

- stropy – metoda układania płyt wełny mineralnej

- ściany - ocieplenie ścian zewnętrznych warstwą styropianu pod tynk akrylowy i styroduru pod folię

Ocenę opłacalności przeprowadzono dla optymalnej grubości warstwy izolacyjnej, kierując się optymalną wartością wskaźnika SPBT – ściany $U \leq 0,30$, stropy $U \leq 0,25$. Założono, że oszczędzana jest energia zawarta w węglu jako nośniku energii cieplnej. Wyniki obliczeń przedstawiono w dalszych tabelach. Do obliczeń przyjęto założenia jak wyżej.

Audyt energetyczny budynku głównego Szpitala przy ul. Mickiewicza 12 w Częstochowie

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewnętrzna piwnic gr. 85 cm		
Dane:				powierzchnia przegrody do obliczania strat	A =	663,00 m ²
				powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A koszt =	696,15 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ścian zewn. metodą układania płyt styroduru pod folię kubełkową o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 3,33 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$, $U \leq 0,30 \text{ (W/m}^2\text{ K)}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariacie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariacie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,08	0,10	0,12
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² .K/W		2,00	2,50	3,00
3	Opór cieplny R	m ² .K/W	1,266	3,27	3,77	4,27
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	168,0	65,1	56,5	49,9
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,020	0,0076	0,0066	0,0058
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		5 143	5 575	5 906
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		235	245	255
8	Koszt realizacji usprawnienia NU	zł		163 595	170 230	177 518
9	$SPBT = NU/\Delta O_{ru}$	lata		31,81	30,53	30,06
10	U_0, U_1	W/m ² .K	0,790	0,306	0,266	0,234
Podstawa przyjętych wartości NU						
Przyjęto ceny jednostkowe docieplenia 1m ² wg oferty producenta dociepień firmy WKT Polska Sp. z o.o. z Krakowa. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczonymi powierzchniami okien (A _{koszt}).						
Jako optymalny przyjęto wariant 2 , dla którego SPBT przyjmuje wartość SPBT= 30,53 a współczynnik U= 0,266 W/m ² K, co jest zgodne z wytycznymi zawartymi w rozporządzeniu ministra infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 r. w sprawie warunków, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 109/2004 poz. 1156 z późn. zm.).						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 170 230 zł		SPBT= 30,53 lat		

Audyt energetyczny budynku głównego Szpitala przy ul. Mickiewicza 12 w Częstochowie

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przełoga		
				Ściana zewnętrzna parteru gr. 65 cm		
Dane:				<p>powierzchnia przełogi do obliczania strat A = 1315,80 m² powierzchnia przełogi do obliczania kosztu usprawnienia A koszt = 1381,59 m²</p>		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem wełny mineralnej, np. FASROCK MAX, o współczynniku przewodności $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 3,33 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$, $U \leq 0,30 \text{ (W/m}^2\text{ K)}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,10	0,12	0,14
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² .K/W		2,63	3,16	3,68
3	Opór cieplny R	m ² .K/W	1,010	3,64	4,17	4,69
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} S_d \cdot A/R$	GJ/a	417,9	115,9	101,3	89,9
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} A(t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,049	0,0136	0,0119	0,0105
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{Ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})Oz + 12(q_{0U} - q_{1U})Om$	zł/a		15 097	15 828	16 396
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		322	332	342
8	Koszt realizacji usprawnienia NU	zł		444 872	459 249	472 504
9	SPBT = NU/ ΔO_{Ru}	lata		29,47	29,01	28,82
10	U ₀ , U ₁	W/m ² .K	0,990	0,275	0,240	0,213
Podstawa przyjętych wartości NU						
Przyjęto ceny jednostkowe docieplenia 1m ² wg oferty producenta dociepleń firmy WKT Polska Sp. z o.o. z Krakowa. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczonymi powierzchniami okien (A _{koszt}).						
Jako optymalny przyjęto wariant 2 , dla którego SPBT przyjmuje wartość SPBT = 29,01 a współczynnik U = 0,240 W/m ² K, co jest zgodne z wytycznymi zawartymi w rozporządzeniu ministra infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 r. w sprawie warunków, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 109/2004 poz. 1156 z późn. zm.).						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 459 249 zł		SPBT = 29,01 lat		

Audyt energetyczny budynku głównego Szpitala przy ul. Mickiewicza 12 w Częstochowie

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewn. osłonowa gr. 58 cm		
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczania strat	A	=	1865,90 m ²	
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A koszt	=	1959,20 m ²	
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem wełny mineralnej, np. FASROCK MAX, o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 3,33 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$, $U \leq 0,30 \text{ (W/m}^2\text{ K)}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariacie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariacie 2						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,10	0,12	0,14
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² .K/W		2,50	3,00	3,50
3	Opór cieplny R	m ² .K/W	0,926	3,43	3,93	4,43
4	$Q_{0U}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} S_d \cdot A/R$	GJ/a	646,4	174,7	152,5	135,2
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} A(t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,076	0,0205	0,0178	0,0158
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{Ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})Oz + 12(q_{0U} - q_{1U})Om$	zł/a		23 580	24 692	25 553
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		322	332	342
8	Koszt realizacji usprawnienia NU	zł		630 861	651 248	670 045
9	$SPBT = NU/\Delta O_{Ru}$	lata		26,75	26,37	26,22
10	U_0, U_1	W/m ² .K	1,080	0,292	0,255	0,226
Podstawa przyjętych wartości NU						
Przyjęto ceny jednostkowe docieplenia 1m ² wg oferty producenta dociepleń firmy WKT Polska Sp. z o.o. z Krakowa. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczonymi powierzchniami okien (A _{koszt}).						
Jako optymalny przyjęto wariant 2 , dla którego SPBT przyjmuje wartość SPBT= 26,37 a współczynnik U= 0,255 W/m ² K, co jest zgodne z wytycznymi zawartymi w rozporządzeniu ministra infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 r. w sprawie warunków, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 109/2004 poz. 1156 z późn. zm.).						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 651 248 zł		SPBT= 26,37 lat		

Audyt energetyczny budynku głównego Szpitala przy ul. Mickiewicza 12 w Częstochowie

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewn. szczytowa gr. 52 cm		
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczania strat	A =	220,19 m ²		
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A koszt =	209,70 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem wełny mineralnej, np. FASROCK MAX, o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 3,33 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$, $U \leq 0,30 \text{ (W/m}^2\text{ K)}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,10	0,12	0,14
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² .K/W		2,50	3,00	3,50
3	Opór cieplny R	m ² .K/W	0,847	3,95	4,45	4,95
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} S_d \cdot A/R$	GJ/a	83,3	17,9	15,9	14,3
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} A(t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,010	0,0021	0,0019	0,0017
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{Ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})Oz + 12(q_{0U} - q_{1U})Om$	zł/a		3 270	3 370	3 451
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		322	332	342
8	Koszt realizacji usprawnienia NU	zł		67 523	69 706	71 717
9	SPBT = NU/ΔOru	lata		20,65	20,68	20,78
10	U ₀ , U ₁	W/m ² .K	1,180	0,253	0,225	0,202
Podstawa przyjętych wartości NU						
Przyjęto ceny jednostkowe docieplenia 1m ² wg oferty producenta dociepleń firmy WKT Polska Sp. z o.o. z Krakowa. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczonymi powierzchniami okien (Akoszt).						
Jako optymalny przyjęto wariant 2 , dla którego SPBT przyjmuje wartość SPBT= 20,68 a współczynnik U= 0,225 W/m ² K, co jest zgodne z wytycznymi zawartymi w rozporządzeniu ministra infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 r. w sprawie warunków, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 109/2004 poz. 1156 z późn. zm.).						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 69 706 zł		SPBT= 20,68 lat		

Audyt energetyczny budynku głównego Szpitala przy ul. Mickiewicza 12 w Częstochowie

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewn. 2-go piętra bud. B i C gr. 24 cm		
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczania strat	A	=	653,42 m ²	
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A koszt	=	622,30 m ²	
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem wełny mineralnej, np. FASROCK MAX, o współczynniku przewodności $\lambda = 0,052 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 3,33 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$, $U \leq 0,25 \text{ (W/m}^2\text{ K)}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,10	0,12	0,14
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² .K/W		1,92	2,31	2,69
3	Opór cieplny R	m ² .K/W	0,935	2,86	3,24	3,63
4	$Q_{0U}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	224,3	73,3	64,6	57,8
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A(t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,026	0,009	0,0076	0,007
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{Ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot Oz + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot Om$	zł/a		7 546	7 981	8 324
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		322	332	342
8	Koszt realizacji usprawnienia NU	zł		200 381	206 856	212 827
9	SPBT = $NU/\Delta O_{Ru}$	lata		26,55	25,92	25,57
10	U_0, U_1	W/m ² .K	1,070	0,350	0,308	0,276
Podstawa przyjętych wartości NU						
Przyjęto ceny jednostkowe docieplenia 1m ² wg oferty producenta dociepleń firmy WKT Polska Sp. z o.o. z Krakowa. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczonymi powierzchniami okien (Akoszt).						
Jako optymalny przyjęto wariant 2 , dla którego SPBT przyjmuje wartość SPBT = 25,92 a współczynnik U = 0,308 W/m ² K, co jest zgodne z wytycznymi zawartymi w rozporządzeniu ministra infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 r. w sprawie warunków, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 109/2004 poz. 1156 z późn. zm.).						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 206 856 zł		SPBT = 25,92 lat		

Audyt energetyczny budynku głównego Szpitala przy ul. Mickiewicza 12 w Częstochowie

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewn. przy gruncie gr. 85 cm		
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczania strat	A	=	499,59 m ²	
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A koszt	=	475,80 m ²	
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ścian zewn. metodą układania płyt styroduru pod folię kubełkową o współczynniku przewodności $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 3,33 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$, $U \leq 0,25 \text{ (W/m}^2 \text{ K)}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariacie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariacie 2						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,08	0,10	0,12
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² .K/W		2,11	2,63	3,16
3	Opór cieplny R	m ² .K/W	1,299	3,40	3,93	4,46
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	123,4	47,1	40,8	36,0
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,014	0,006	0,0048	0,004
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		3 815	4 130	4 371
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		160	170	180
8	Koszt realizacji usprawnienia NU	zł		76 128	80 886	85 644
9	SPBT = NU/ΔOru	lata		19,95	19,58	19,59
10	U0, U1	W/m ² .K	0,770	0,294	0,254	0,224
Podstawa przyjętych wartości NU						
Przyjęto ceny jednostkowe docieplenia 1m ² wg oferty producenta dociepień firmy WKT Polska Sp. z o.o. z Krakowa. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczonymi powierzchniami okien (Akoszt).						
Jako optymalny przyjęto wariant 2 , dla którego SPBT przyjmuje wartość SPBT= 19,58 a współczynnik U= 0,254 W/m ² K, co jest zgodne z wytycznymi zawartymi w rozporządzeniu ministra infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 r. w sprawie warunków, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 109/2004 poz. 1156 z późn. zm.).						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 80 886 zł		SPBT= 19,58 lat		

Audyt energetyczny budynku głównego Szpitala przy ul. Mickiewicza 12 w Częstochowie

7.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana okien		
<p>Dane: powierzchnia okien i drzwi $A_{ok} = 100,00 \text{ m}^2$ $V_{nom} = V \cdot \Psi \cdot c_m = 1909 \text{ m}^3/\text{h}$ $c_w = 1,2$</p>						
<p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Usprawnienia obejmują:</p> <p>wariant 1: okna z PCV $U = 1,9$ $a = 1,0$ z nawiewnikami sterow. ręcznie</p> <p>wariant 2: okna z PCV $U = 1,6$ $a = 0,5$ z nawiewnikami sterow. ciśnieniowo</p> <p>wariant 3: okna z PCV $U = 1,1$ $a < 0,3$ z nawiewnikami higrosterowanymi</p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien	U W/m ² K	2,6	1,9	1,6	1,1
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C _r -	1,1	1,00	0,85	0,70
		C _m -	1,2	1,00	1,00	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	83,4	60,9	51,3	35,3
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	275,0	250,0	212,5	175,0
5	Q ₀ , Q ₁ = (3) + (4)	GJ/a	358,4	310,9	263,8	210,3
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0104	0,0076	0,0064	0,0044
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0260	0,0260	0,0260	0,0260
8	q ₀ , q ₁ = (6) + (7)	MW	0,0364	0,0336	0,0324	0,0304
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		1 719	3 424	5 357
10	Koszt wymiany okien N _{ok}	zł		40 722	45 722	50 722
11	Koszt modernizacji wentylacji N _w	zł		19 278	19 278	19 278
12	SPBT = (N _{ok} + N _w) / ΔO _{ru}	lata		34,90	18,98	13,07
Podstawa przyjętych wartości N _U						
wariant 1: wymiana	100	m2 okien*	600	zł/szt =	60 000	zł
wariant 2: wymiana	100	m2 okien*	650	zł/m ² =	65 000	zł
wariant 3: wymiana	100	m2 okien*	700	zł/m ² =	70 000	zł
Wybrany wariant : 2	Koszt : 65 000 zł		SPBT = 18,98 lat			

Audyt energetyczny budynku głównego Szpitala przy ul. Mickiewicza 12 w Częstochowie

7.2.8. 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, USZEREKOWANE WEDŁUG ROSNĄCEJ WARTOŚCI SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Wartość	SPBT lata
1	2	3	4
1	Wymiana okien	65 000	19,24
2	Ściana zewn. przy gruncie gr. 85 cm	80 886	19,58
3	Ściana zewn. szczytowa gr. 52 cm	69 706	20,68
4	Ściana zewn. 2-go piętra bud. B i C gr. 24 cm	206 856	22,30
5	Ściana zewn. osłonowa gr. 58 cm	651 248	26,37
6	Ściana zewnętrzna parteru gr. 65 cm	459 249	29,01
7	Ściana zewnętrzna piwnic gr. 85 cm	170 230	30,53
Razem:		1 703 175	

Audyt energetyczny budynku głównego Szpitala przy ul. Mickiewicza 12 w Częstochowie

7.3. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia modernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Dane: $Q_{ocw} = 4\,963,09 \text{ GJ}$ $w_{t_0} = 1$ $w_{d_0} = 1$ $\eta_0 = 0,47$

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące instalację do aktualnych wymagań technicznych:

1. modernizację instalacji c.o. oraz kotłowni – instalacja o małej pojemności wodnej z grzejnikami płytowymi dostosowana do potrzeb energetycznych pomieszczeń, zawory termostaticzne, przewody poziomie i piony zaizolowane; kotłownia gazowa opalana gazem ziemnym.

2. montaż pojemnościowych podgrzewaczy c.w.u.(wymiana na nowe w ramach modernizacji kotłowni)

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych usprawnień.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Jedn.	Współczynniki sprawności			
			Stan istniejący		Stan po modernizacji	
1.	wytwarzanie ciepła - zmiana źródła ciepła na nowy kocioł opalany gazem		$\eta_{H,g} =$	0,65	$\eta_{H,g} =$	0,96
2.	przesyłanie ciepła - wykonanie nowej instalacji o małej pojemności wodnej		$\eta_{H,d} =$	0,85	$\eta_{H,d} =$	0,98
3.	regulacja i wykorzystanie systemu ogrzewania - montaż ekranów zagrzejnikowych, uwzględnienie osłon grzejników przy ich doborze, montaż zaworów termostaticznych		$\eta_{H,e} =$	0,85	$\eta_{H,e} =$	0,98
4.	akumulacji ciepła		$\eta_{H,s} =$	1,00	$\eta_{H,s} =$	1,00
5.	sprawność całkowita systemu		$\eta =$	0,47	$\eta =$	0,92
6.	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia - bez przerw, bez zmiany		$w_t =$	1,00	$w_t =$	1,00
7.	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby		$w_d =$	1,00	$w_d =$	1,00

7.4. Ocena proponowanego przedsięwzięcia `

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Sprawność całkowita systemu grzewczego, η		0,470	0,920
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych, w_t		1,00	1,00
3	Uwzględnienie przerw dobowych, w_d		1,00	1,00
4	Oszczędność kosztów	zł/a		168 436
5	Koszt przedsięwzięcia, N_{co}	zł		584 253
6	SPBT	lata		3,47

Koszty w oparciu o ofertę firm instalacyjnych

			koszt	
1	modernizacja instalacji c.o.	1	119000	119 000
2	modernizacja kotłowni	1	465253	465 253
	razem			584 253

7.5. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- a. określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- b. ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- c. wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.6. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tabeli poniżej zastosowano następujące skrótowe określenia usprawnień zestawionych w p. 7.2.8:

- ~ stropy – strop pod nieogrzewanym poddaszem
- ~ ściany – ocieplenie ścian zewnętrznych
- ~ okna, drzwi – wymiana stolarki okiennej i drzwiowej
- ~ instalacja – wymiana instalacji c.o. i modernizacja kotłowni

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

Zakres	Nr wariantu			
	1	2	3	4
ściany	X			
stropy	X	X		
okna, drzwi	X	X	X	
instalacja	X	X	X	X

Audyt energetyczny budynku głównego Szpitala przy ul. Mickiewicza 12 w Częstochowie

7.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu usprawniającego pracę instalacji c.o.								Algorytm optymalizacji		
								NPV = $\Delta O_r \cdot UPW - N_u$		
$Q_0 = W_{d0} * Q_{0CO} / \eta + Q_{0CW}$ $Q_{11} = w_{d1} * Q_{1CO} / \eta_1 + Q_{1CW}$										
$q_0 = q_{0CO} + q_{0CW}$ $q_1 = q_{1CO} + Q_{1CW}$										
$O_{or} = Q_0 * O_z + q_0 * O_m * 12$										
$O_r = O_{r1} - O_{r0}$				$UPW = \sum_{n=1}^{n=15} 1 / (1+r)^n$						
Nr war.	Q_{0CO}	q_{0CO}	$\eta_{or} W_{d0}$	Q_{0CW}	q_{0CW}	Q_0	q_0	O_{or}	ΔO_r	N_u
	Q_{1CO}	q_{1CO}	$\eta_{1r} W_{d1}$	Q_{1CW}	q_{1CW}	Q_1	q_1	O_{1r}		
	GJ	kW	-	GJ	kW	GJ	kW	zł	39,24	zł
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
stan istniejący	7014,83	552,20	1,00	2052	96,60	7014,83	648,80	694 583		
			1,00							
			0,470							
1	6152,72	450,61	1,00	2052	96,60	6152,72	547,21	512 941	181 642	2 287 428
			1,00							
			0,922							
2	4147,48	365,31		2052	96,60	9023,83	461,91	404 219	290 364	649 253
stan istniejący	7014,83	552,20		2052	96,60	7014,83	648,80	559 684	134 899	584 253

Q_{0CO}	roczne zapotrzebowanie na ciepło	Q_{0CW}	zapotrzebowanie na ciepło dla ciepłej
Q_{1CO}	przed i po termomodernizacji	Q_{1CW}	wody przed i po modernizacji
q_{0CO}	zapotrzebowanie na moc cieplną odpowiednio	q_{0CW}	zapotrzebowanie na moc cieplną dla
q_{1CO}	przed i po termomodernizacji	q_{1CW}	ciepłej wody przed i po modernizacji
η_0	całkowita sprawność systemu grzewczego	Q_0	roczne zapotrzebowanie na ciepło
η_1	przed i po modernizacji	Q_1	dla c.o. i cwu przed i po modern.
W_{d0}	współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu	ΔO_r	roczna oszczędność ciepła
W_{d1}	w okresie doby przed i po modernizacji	N_u	nakłady inwestycyjne
W_{t0}	współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu	NPV	prosty czas zwrotu nakładów
W_{t1}	w okresie tygodnia przed i po modernizacji		inwestycyjnych poniesionych na
			przedsięwzięcie termomodernizac.

Audyt energetyczny budynku głównego Szpitala przy ul. Mickiewicza 12 w Częstochowie

8. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego								
Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię [[Q0-Q1)/Q0]*100% %	Planowana kwota środków własnych, kwota kredytu, kwota umorzenia, kwota dotacji		Różnica między 1/12 rocznej oszczędności kosztów energii i miesięczną ratą kapitałową wraz z odsetkami	SPBT
					[zł, %]			
1	2	3	4	5	6		7	8
1	wszystkie przedsięwzięcia	2 287 428	181 642	12,29	343 114	15%	13008	12,59
					343 114	15%		
					1 944 314	85%		
2	stropy, instalacja c.o. kotłownia, okna, drzwi	649 253	290 364	-28,64	97 388	15%	23593	2,24
					97 388	15%		
					551 865	85%		
3	instalacja c.o. kotłownia, okna, drzwi	584 253	246 143	-27,88	87 638	15%	19968	2,4
					87 638	15%		
					496 615	85%		
4	instalacja c.o., kotłownia,	584 253	134 899	0,0	87 638	15%	10181	4,3
					87 638	15%		
					496 615	85%		

*) W kolumnie 6 podano kwoty związane z realizacją inwestycji w przypadku skorzystania ze środków Regionalnego Funduszu Operacyjnego Województwa Śląskiego: 85% kwalifikowanych nakładów inwestycyjnych w formie dotacji i 15% nakładów – środki Inwestora. Inwestor 15% środków może pozyskać w formie kredytu bankowego.

Wysokość miesięcznej raty spłaty kredytu oblicza się z zależności:

$$A = 0,75 * S * qm(q-1) / (qm-1) = 0,00797 * S \quad \text{gdzie:}$$

$$q = 1 + r/12 = 1,00817$$

przy założeniu oprocentowania kredytu r w wysokości 3% rocznie $r = 9,8\%$
i okresie spłaty kredytu m przez okres 15 lat $m = 180 \text{ m-cy}$

Na podstawie dokonanej oceny jako wariant optymalny przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wybrano **wariant 1 przynoszący największe oszczędności** a obejmujący kompleksowo następujące usprawnienia:

- docieplenie wszystkich ścian zewnętrznych
- docieplenie stropów i stropodachów
- wymianę stolarki okiennej i drzwiowej
- budowę kolektorów słonecznych

Prosty czas zwrotu SPBT dla wybranego wariantu wynosi: **SPBT= 12,59 lata**

Uwaga: W kolumnie 6 podano:

- udział środków własnych – 15% nakładów inwestycyjnych,
- kwota kredytu - 15 % nakładów inwestycyjnych
- kwota środków z RPO - 85% nakładów inwestycyjnych,

8.1. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	
	[%, zł]
Wybrane przedsięwzięcie termomodernizacyjne określone wariantem 1 spełnia warunki ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U. z 2008 r. Nr 223, poz.1459):	
- następuje zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię zużywaną na potrzeby ogrzewania o	12,29%
- środki udzielone na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynoszą 85% kosztów kwalifikowanych	1 944 314
- środki własne inwestora wyniosą	343 114
- koszt przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi	2 287 428
- miesięczne raty spłaty kredytu wraz z odsetkami są większe od raty kapitałowej powiększonej o o należne odsetki i są mniejsze od 1/12 kwoty rocznych oszczędności kosztów energii, uzyskanych w wyniku realizacji przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i wynoszą	1 968
- oprocentowanie kredytu ze środków banków komercyjnych wynosi 0,9 - 1,2 stopy redyskonta weksli, nie mniej jednak niż 9,8% w skali roku	
- różnica pomiędzy 1/12 rocznej oszczędności kosztów energii i miesięczną ratą kapitałową wraz z odsetkami wynosi	15 053
- należne odsetki z tytułu zaciągnięcia kredytu komercyjnego wynoszą	96 823
8.2. Koszty eksploatacyjne	
W opracowaniu dokonano przeglądu gospodarki ciepłem w budynkach, w wyniku którego:	
- dokonano identyfikacji stanu obecnego systemu wytwarzania i użytkowania ciepła,	
- sporządzono bilans aktualnego zapotrzebowania na ciepło i zużycia ciepła,	
- sporządzono bilans docelowego zapotrzebowania na ciepło i zużycia ciepła dla potrzeb obiektu po termomodernizacji,	
- określono nakłady inwestycyjne na poszczególne warianty działań termomodernizacyjnych,	
- przeprowadzono ocenę efektywności ekonomicznej proponowanego zakresu modernizacji.	
Do analizy opłacalności termomodernizacji budynków przyjęto poniższe dane:	
Energia ciepła z lokalnej kotłowni gazowej do ogrzewania w stanie istniejącym w kwotach brutto:	
- opłata za ciepło, zł/GJ	35,71
Energia ciepła z lokalnej kotłowni gazowej do ogrzewania w stanie po modernizacji w kwotach brutto:	
- opłata za ciepło, zł/GJ	49,99

8.3. Charakterystyka finansowa	
Kalkulowany koszt robót wyniesie	2 287 428 zł
Udział środków własnych inwestora	343 114 zł
Kredyt bankowy komercyjny	343 114 zł
Wielkość miesięcznej raty (przy r=9,8%)	1 968
Czas zwrotu inwestycji	12,59 lat

8.4. Dalsze działania inwestora	
W dalszej kolejności należy:	
1. Opracowanie dokumentacji projektowej obejmującej projekt budowlany termomodernizacji budynku	
2. Złożenie wniosku o dofinansowanie inwestycji do RPOWŚL	
3. Wybór wykonawcy zadania i dostawcy urządzeń, podpisanie umowy z wykonawcą.	
4. Realizacja robót i odbiór techniczny.	
5. Ocena rezultatów przedsięwzięcia po pierwszym sezonie grzewczym.	

8.5. Efekt ekologiczny

Emisję zanieczyszczeń określono w oparciu o „Wskaźniki emisji substancji zanieczyszczających wprowadzanych do powietrza z procesów energetycznego spalania paliw” z dnia 30 kwietnia 1996 roku, zalecane do stosowania przez Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa.

Wzory stosowane do obliczeń:

- emisja dwutlenku siarki, dwutlenku azotu, tlenku węgla, dwutlenku węgla oraz sadzy $E = B \cdot w$ [kg/a], gdzie B oznacza ilość spalanej paliwa [Mg/a], w - wskaźnik emisji zanieczyszczenia [kg/Mg],
- emisja pyłu $E = B \cdot w \cdot (100 - \eta) / (100 - k)$ [kg/a], gdzie dodatkowo η jest skutecznością urządzenia odpylającego [%], k – zawartość części palnych w pyle [%].

Wskaźniki unosu substancji zanieczyszczających w [kg/Mg] oraz w [kg/10⁶ m³] powstających przy energetycznym spalaniu paliw:

	stan przed	stan po
	węgiel	Gaz
SO ₂	16s	2s
CO ₂	2000	1964000
NOx	1	1280
Pył	1,5Ar	15
CO	45	360

Stan istniejący

Założenia do obliczeń:	
- Roczne zużycie energii cieplnej brutto [GJ/a]	15085
- Zużycie węgla [Mg/rok]	655,88
- Wartość opałowa gazu [MJ/kg]	23

Stan planowany

Założenia do obliczeń:	
- Roczne zużycie energii cieplnej brutto [GJ/a]	4448
- Zużycie gazu [m ³ /rok]	129316,60
- Wartość opałowa gazu [MJ/m ³]	34,4

Audyt energetyczny budynku głównego Szpitala przy ul. Mickiewicza 12 w Częstochowie

STAN ISTNIEJĄCY								
Paliwo	Węgiel		Koks		Gaz		Olej	
Ilość	Mg/rok	655,88	17,7		22,3		m3/a	ton
Wartość opałowa	GJ/Mg	23	GJ/Mg	26	MJ/m3	34,5	GJ/m3	35,9
Zawartość popiołu	%	18	%	12				
Zawartość siarki	%	,8	%	,8	kg/E6m3	5	%	,3
Wsk. unosu pyłu	brak	1,5		1,5	kg/E6m3	15		1,8
Wsk. unosu SO2	kg/Mg	16		16		2		19
Zawartość cz. paln.	%	25	%	5				20
Wsk. unosu NOx	kg/Mg	1		1,5	kg/E6m3	1280		39,24
Wsk. unosu CO	kg/Mg	45		25	kg/E6m3	360		,6
Wsk. unosu sadzy	kg/kg	,01	25					
Wsk. unosu CO2	kg/Mg	2000		2400	kg/E6m3	1964000		1650
Sprawność odpyl.	%							

STAN DOCELOWY								
Paliwo	Węgiel		Koks		Gaz		Olej	
Ilość	Mg/rok		Mg/rok		m3	129316,6	m3/a	ton
Wartość opałowa	GJ/Mg	25	GJ/Mg	26,89	MJ/m3	34,4	GJ/m3	35,9
Zawartość popiołu	%	16	%	12				
Zawartość siarki	%	0,60	%	,8	kg/E6m3	5	%	,3
Wsk. unosu pyłu	kg/Mg	1,5		1,5	kg/E6m3	15		1,8
Wsk. unosu SO2	kg/Mg	16		16		2		19
Zawartość cz. paln.	%	25	%	5				
Wsk. unosu NOx	kg/Mg	1		,04	kg/E6m3	1280		5
Wsk. unosu CO	kg/Mg	45		25	kg/E6m3	360		,6
Wsk. unosu sadzy	kg/kg	,01	25	,04				
Wsk. unosu CO2	kg/Mg	2000		2400	kg/E6m3	1964000		1650
Sprawność odpyl.	%							

Efekt Ekologiczny [Mg/a]						
Wyszczególnienie	Stan istniejący		Stan projektowany		Efekt ekol.bezwzgl.	Efekt ekol.wzgl.
Pył	Mg/rok	23,6117	ton/rok	0,0019	23,6097	99,99
SO2	Mg/rok	8,3953	ton/rok	0,0013	8,3940	99,98
NOx	Mg/rok	0,6559	ton/rok	0,1655	0,4904	74,76
CO	Mg/rok	29,5146	ton/rok	0,0466	29,4680	99,84
CO2	Mg/rok	1311,7600	ton/rok	253,9778	1057,7822	80,64

Przeliczenie emisji zanieczyszczeń na dwutlenek siarki odbywa się przy użyciu indywidualnych współczynników dla każdego zanieczyszczenia. Współczynniki te stanowią iloraz jednostkowej stawki opłaty za korzystanie ze środowiska dla danego zanieczyszczenia i takiej stawki dla SO₂, przemnożony przez wartość efektu ekologicznego (ograniczenie emisji). Stawki opłat za korzystanie ze środowiska reguluje obwieszczenie Ministra Środowiska z dnia 18 sierpnia 2009 r. w sprawie wysokości stawek opłat za korzystanie ze środowiska na rok 2010 (MP 57 z 2009 r. poz. 780).

$$E_{RSO_2} = \frac{O_{pył}}{O_{SO_2}} E_{pył} + \frac{O_{NO_2}}{O_{SO_2}} E_{NO_2} + \frac{O_{CO_2}}{O_{SO_2}} E_{CO_2} + \frac{O_{CO}}{O_{SO_2}} E_{CO} + E_{so_2} =$$

$$E_{RSO_2} = 32,417 \quad \text{Mg/rok}$$

Jednostkowe stawki opłat za korzystanie ze środowiska wg Załącznika Nr G do ww. obwieszczenia

O _{pył}	310	zł/Mg
O _{SO2}	460	zł/Mg
O _{NO2}	460	zł/Mg
O _{CO2}	0,25	zł/Mg
O _{CO}	110	zł/Mg

Wskaźniki do obliczeń do formularza EFEKTY-II

Szacunkowe wartości emisji w zależności od rodzaju spalanego opału

rodzaj opału	węgiel przed modernizacją Mg/rok	koks ton/rok		gaz po modernizacji m ³ /rok		słoma ton/rok	efekt ekologiczny ton/rok
roczne zużycie opału	655,9			129316,6			
EMISJA (ton/rok)							
pyły ogólne	23,6117	0,000	0,000	0,0019	0,000	0,000	23,6097
SO ₂	8,3953	0,000	0,000	0,0013	0,000	0,000	8,3940
NO _x	0,6559	0,000	0,000	0,1655	0,000	0,000	0,4904
CO	29,5146	0,000	0,000	0,0466	0,000	0,000	29,4680
CO ₂	1311,7600	0,000	0,000	253,9778	0,000	0,000	1057,7822

Emisja równoważna

$$E_R = 2,9 * E_{pył} + 0,5 * E_{CO} + 2,9 * E_{NOx} + E_{SO2} = 93,02 \text{ Mg/rok}$$

gdzie:

E_R - emisja równoważna

$E_{pył}$ - redukcja emisji pyłu

E_{CO} - redukcja emisji CO

E_{NOx} - redukcja emisji Nox

E_{SO2} - redukcja emisji SO₂

Efekt ekologiczny w przeliczeniu na jednostkę wyprodukowanej energii

$$E = \frac{E_R}{Q_R} = \frac{93,02}{4447,92} = 0,02091 \text{ Mg/GJ rok} = 20,91 \text{ kg/GJ rok}$$

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Określenie sprawności systemu grzewczego dla stanu istniejącego
- Załącznik 2 Określenie sprawności systemu grzewczego dla stanu projektowanego
- Załącznik 3 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
- Załącznik 4 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie

Audyt energetyczny budynku głównego Szpitala przy ul. Mickiewicza 12 w Częstochowie

Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplna dla c.o. - stan istniejący)

1. **Sprawność wytwarzania**
 $\eta_{H,g} = 0,65$
2. **Sprawność przesyłania**
 $\eta_{H,d} = 0,85$
3. **Sprawność regulacji i wykorzystania**
 $\eta_{H,e} = 0,85$
4. **Sprawność akumulacji**
 $\eta_{H,s} = 1,00$
5. **Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia**
 $w_t = 1,00$
6. **Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby**
 $w_d = 1,00$
7. **Sprawność systemu grzewczego**
 $\eta = \eta_w * \eta_p * \eta_r * \eta_e = 0,470$

Określenie sprawności systemu grzewczego c.w.u. w stanie istniejącym

1. **Sprawność wytwarzania**
 $\eta_{w,g} = 0,65$
2. **Sprawność przesyłania**
 $\eta_{w,d} = 0,85$
3. **Sprawność akumulacji**
 $\eta_{w,s} = 1,00$
4. **Sprawność całkowita**
 $\eta_{w,tot} = 0,553$

Audyt energetyczny budynku głównego Szpitala przy ul. Mickiewicza 12 w Częstochowie

Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplna dla c.o. - stan projektowany)

1. **Sprawność wytwarzania**
 $\eta_{H,g} = 0,96$
2. **Sprawność przesyłania**
 $\eta_{H,d} = 0,98$
3. **Sprawność regulacji i wykorzystania**
 $\eta_{H,e} = 0,98$
4. **Sprawność akumulacji**
 $\eta_{H,s} = 1,00$
5. **Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia**
 $w_t = 1,00$
6. **Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby**
 $w_d = 1,00$
7. **Sprawność systemu grzewczego**
 $\eta = \eta_w * \eta_p * \eta_r * \eta_e = 0,922$

Określenie sprawności systemu grzewczego c.w.u. w stanie projektowanym

1. **Sprawność wytwarzania**
 $\eta_{w,g} = 0,96$
2. **Sprawność przesyłania**
 $\eta_{w,d} = 0,85$
3. **Sprawność akumulacji**
 $\eta_{w,s} = 1,00$
4. **Sprawność całkowita**
 $\eta_{w,tot} = 0,816$

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania c.w.u. w stanie przed modernizacją

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej		kotłownia	jm.
1	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	$OS = 230$	osób
2	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę dla 1 użytkownika	$V_{OS} = 0,130$	m ³ /d
3	Średnie dobowe zapotrzebowanie c.w.u. w budynku	$V_{dsred} = OS * V_{OS} = 29,90$	m ³ /d
4	Średnie godzinowe zapotrzebowanie c.w.u.	$V_{hsred} = V_{dsred} / 18 = 0,461$	dm ³ /s
5	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 dm ³ wody	$Q_{cwj} = c_w * p * (t_c - t_{zw}) = 4,186 * 1 * (60 - 10)$	0,188 MJ/dm ³
6	Max. moc cieplna	$q_{cw} = V_{hsred} * Q_{cwj} * 1000 = 96,60$	kW
7	Roczne zużycie c.w.u.	$V_{cw} = V_{dsred} * 365 = 10914$	m ³
8	Zapotrzebowanie na ciepło dla przygotowania c.w.u.	$Q_{cw} = Q_{cwj} * V_{cw} = 2051,74$	GJ
9	Koszt przygotowania c.w.u.	$Q_{rcw} * O_z + q_{cw} * O_m * 12 = 132 491$	zł
10	Koszt wody zimnej	$V_{cw} * 5,8 = 63 298$	zł
11	Sumaryczny koszt roczny c.w.u.		195 789 zł
12	Średni koszt 1 m ³ c.w.u.		17,94 zł/m ³
13	Sprawność wytwarzania		0,65
14	Sprawność przesyłu		0,85
16	Sprawność akumulacji		1,00
16	Sprawność całkowita		0,553
17	Zapotrzebowanie na ciepło dla przygotowania c.w.u. brutto	$Q_{cw} = 3710,20$	GJ

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania c.w.u. w stanie przed modernizacją

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej		kotłownia	jm.
1	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	$OS = 230$	osób
2	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę dla 1 użytkownika	$V_{OS} = 0,130$	m ³ /d
3	Średnie dobowe zapotrzebowanie c.w.u. w budynku	$V_{dsred} = OS * V_{OS} = 29,90$	m ³ /d
4	Średnie godzinowe zapotrzebowanie c.w.u.	$V_{hsred} = V_{dsred} / 18 = 0,461$	dm ³ /s
5	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 dm ³ wody	$Q_{cwj} = c_w * p * (t_c - t_{zw}) = 4,186 * 1 * (60 - 10)$	0,188 MJ/dm ³
6	Max. moc cieplna	$q_{cw} = V_{hsred} * Q_{cwj} * 1000 = 96,60$	kW
7	Roczne zużycie c.w.u.	$V_{cw} = V_{dsred} * 365 = 10914$	m ³
8	Zapotrzebowanie na ciepło dla przygotowania c.w.u.	$Q_{cw} = Q_{cwj} * V_{cw} = 2051,74$	GJ
9	Koszt przygotowania c.w.u.	$Q_{rcw} * O_z + q_{cw} * O_m * 12 = 125\ 702$	zł
10	Koszt wody zimnej	$V_{cw} * 5,8 = 63\ 298$	zł
11	Sumaryczny koszt roczny c.w.u.	189 000	zł
12	Średni koszt 1 m ³ c.w.u.	17,32	zł/m ³
13	Sprawność wytwarzania	0,82	
14	Sprawność przesyłu	0,93	
16	Sprawność akumulacji	10,00	
16	Sprawność całkowita	0,816	
17	Zapotrzebowanie na ciepło dla przygotowania c.w.u. brutto	$Q_{cw} = 2514,39$	GJ

Audyt energetyczny budynku głównego Szpitala przy ul. Mickiewicza 12 w Częstochowie

Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie i dla ciepłej wody wykonane przy pomocy programu Kan-OZC 4,6 PRO

Wariant	Szpital przy ul. Mickiewicza 12		
	mocy cieplnej, kW	ciepła Q_{netto} , GJ/a	ciepła Q_{brutto} , GJ/a
stan po modernizacji	354,01	4100,98	4785,27
2	365,31	4147,48	4498,35
3	455,30	4916,59	5332,53
4	455,60	4963,09	9581,25
stan istniejący	455,60	4963,09	9581,25

Wariant	Zapotrzebowanie dla c.w.u.		
	mocy cieplnej, kW	ciepła Q_{netto} , GJ/a	ciepła Q_{brutto} , GJ/a
stan po modernizacji	96,60	2051,74	2623,71
stan istniejący	96,60	2051,74	3448,30

Wariant	Zapotrzebowanie dla c.o. i c.w.u.		
	mocy cieplnej, kW	ciepła Q_{netto} , GJ/a	ciepła Q_{brutto} , GJ/a
stan po modernizacji	450,61	6152,72	7408,98
stan istniejący	552,20	7014,83	13029,55