

35-105 Rzeszów, ul. Przemysłowa 23
tel./fax 17 854 36 11, kom. 664 19 30 31, 602 571 800
e-mail: bui.audytor@gmail.com
NIP: 813 – 368 – 91 – 28; Regon: 181084031
Konto bankowe: mBank S.A.; nr rachunku: 36 1140 2017 0000 4402 1230 7312

Nazwa opracowania:	Wyciąg z audytu efektywności energetycznej budynku Prosektorium Powiatowego Szpitala Specjalistycznego w Stalowej Woli
Adres obiektu:	ul. Staszica 4 37-450 Stalowa Wola powiat stalowowolski, woj. podkarpackie
Inwestor:	Samodzielny Publiczny Zespół Zakładów Opieki Zdrowotnej Powiatowy Szpital Specjalistyczny w Stalowej Woli ul. Staszica 4, 37-450 Stalowa Wola
Autor opracowania:	mgr inż. Luiza Nowak audytor energetyczny z listy BGK, Min. Infrastruktury, ZAE upr. bud. PDK/0089/POOS/13

Rzeszów, listopad 2016 r.

1. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji wraz z modernizacją oświetlenia wbudowanego, zastosowaniem PV, modernizacją instalacji chłodzenia oraz wymianą komory chłodniczej na zwłoki.

1.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia modernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. **Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem** płytami styropianowymi lub z wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040 \text{ W/m}^2\text{K}$ i grubości 25 cm, z zabezpieczeniem wykonanej izolacji termicznej przed zniszczeniem oraz zawilgoceniem, zgodnie z technologią przyjętą w projekcie budowlanym. W przypadku zastosowania materiału o innym współczynniku przewodności λ , należy przeliczyć grubość warstwy ocieplenia tak, aby osiągnąć co najmniej współczynnik przenikania ciepła wyliczony w niniejszym opracowaniu (pkt. 2.2.).

Powierzchnia do ocieplenia: 146,0 m²

2. **Ocieplenie ścian zewnętrznych** z zastosowaniem izolacji termicznej np. z płyt styropianowych o grubości 13 cm i współczynniku przewodności styropianu $\lambda = 0,031 \text{ W/m}^2\text{K}$, z tynkiem i ociepleniem ościeży okiennych styropianem, po uprzednim wykonaniu izolacji przeciwwilgociowej ścian fundamentowych, zgodnie z technologią przyjętą w projekcie budowlanym. W przypadku zastosowania materiału izolacyjnego o innym współczynniku przewodności λ , należy przeliczyć grubość warstwy ocieplenia tak, aby osiągnąć co najmniej opór wyliczony w niniejszym opracowaniu (pkt. 2.1.). W celu likwidacji liniowego mostka cieplnego występującego na styku ściany zewnętrznej z zewnętrznym stropem nad wejściem głównym, zaleca się ocieplenie ww. stropu warstwą izolacji termicznej analogiczną jak dla ścian zewnętrznych, zgodnie z projektem budowlanym.

Powierzchnia do ocieplenia: 187,0 m²

Izolacja ścian fundamentowych: 1 kpl.

Likwidacja mostka liniowego: 1 kpl.

3. **Wymiana 5 szt. starych drzwi zewnętrznych** na nowe - stalowe, aluminiowe lub z PCV, ocieplone, o współcz. $U \leq 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$, w tym zmiana lokalizacji 1 szt. drzwi zewnętrznych na ścianie południowej budynku, zgodnie z projektem budowlanym dostosowania funkcji pomieszczeń do obowiązujących przepisów (patrz: uwagi - punkt.1.2.)

4. **Wymiana 7 szt. starych okien** na nowe np. z PCV, o współcz. $U \leq 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ oraz likwidacja 2 szt. starych okien, zgodnie z projektem budowlanym dostosowania funkcji pomieszczeń do obowiązujących przepisów (patrz: uwagi - punkt.1.2.).

5. **Modernizacja systemu przygotowania c.w.u.** - rezygnuje się z przygotowania ciepłej wody użytkowej dla potrzeb prosektorium w węźle wymiennikowym zlokalizowanym w budynku głównym szpitala (tym samym wyłącza się z użytkowania zewnętrzną instalację odbiorczą c.w.u. i cyrkulacji prowadzoną w kanale podziemnym) i przewiduje się w zamian lokalne źródło przygotowania c.w.u. w budynku prosektorium, w postaci sprężarkowej pompy ciepła powietrze/woda, z zintegrowanym zasobnikiem c.w.u. i dodatkowo zamontowaną grzałką elektryczną. Ponadto w związku z planowaną zmianą funkcji pomieszczeń wynikającą z dostosowania do obowiązujących przepisów oraz ze względu na zły stan techniczny wewnętrznej instalacji c.w.u., zakłada się wymianę tej instalacji na nową - zgodnie z projektem budowlanym. W celu weryfikacji osiągniętego efektu energetycznego w wyniku wdrożenia działań modernizacyjnych, instalację należy wyposażyć w licznik ciepła.

Uwaga: ze względu na długotrwały charakter inwestycji stosowane urządzenia mają spełniać wymagania dotyczące ekoprojektu dla produktów związanych z energią, jakie będą obowiązywały od końca 2020r. - określone w środkach wykonawczych do dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE z dnia 21 października 2009r.

6. **Modernizacja systemu grzewczego** - odłączenie budynku prosektorium od grupowego węzła cieplnego zlokalizowanego w budynku głównym szpitala wraz z wyłączeniem z użytkowania zewnętrznej instalacji odbiorczej prowadzonej w kanale podziemnym pomiędzy tym węzłem, a budynkiem prosektorium i wykonanie w zamian indywidualnego węzła wymiennikowego c.o. w budynku prosektorium zasilanego z miejskiej sieci ciepłowniczej nowym przyłączem ciepłowniczym wysokich parametrów (punkt włączenia przyłącza do miejskiej sieci ciepłowniczej - zgodny z warunkami technicznymi PEC Stalowa Wola). Wymiana wewnętrznej instalacji c.o. budynku na nową, z grzejnikami stalowymi płytowymi w wykonaniu higienicznym, z zaworami termostatycznymi przygrzejnikowymi z głowicami, z zaworami różnicy ciśnień przy rozdzielaczach i odpowietrznikami indywidualnymi - zgodnie z projektem budowlanym. W celu weryfikacji osiągniętego efektu energetycznego w wyniku wdrożenia działań modernizacyjnych, instalację należy wyposażyć w licznik ciepła.

Uwaga: ze względu na długotrwały charakter inwestycji stosowane urządzenia mają spełniać wymagania dotyczące ekoprojektu dla produktów związanych z energią, jakie będą obowiązywały od końca 2020r. - określone w środkach wykonawczych do dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE z dnia 21 października 2009r.

7. **Modernizacja systemu wentylacji** - montaż nowoczesnych central nawiewno-wywiewnych w wykonaniu higienicznym, z odzyskiem ciepła, z nagrzewnicami wodnymi, wentylatorami z falownikami, budowa układu przewodów wentylacyjnych oraz wykonanie instalacji ciepła technologicznego zasilającej nagrzewnicę wodną. Dla pomieszczeń ogólnych przewiduje się centralę z wysokosprawnym przeciwprądowym wymiennikiem ciepła, natomiast dla pomieszczeń, gdzie występują substancje agresywne chemicznie centralę z odzyskiem ciepła z czynnikiem pośrednim. Nowy układ wentylacji umożliwiać będzie płynną regulację strumienia powietrza w zależności od bieżących potrzeb.

Uwagi:

1. Ze względu na długotrwały charakter inwestycji stosowane urządzenia mają spełniać wymagania dotyczące ekoprojektu dla produktów związanych z energią, jakie będą obowiązywały od końca 2020r. - określone w środkach wykonawczych do dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE z dnia 21 października 2009r.

2. Minimalna sprawność temperaturowa odzysku ciepła (za wyjątkiem układu z medium pośredniczącym) winna wynosić 73%

8. **Modernizacja systemu oświetlenia**- przewiduje się wymianę istniejących opraw oświetleniowych na nowe o wyższej skuteczności z źródłami światła typu LED wraz z niezbędną wymianą instalacji elektrycznej zasilającej urządzenia oświetleniowe, wynikającą z dostosowania instalacji do wymagań W.T.

Modernizacja oświetlenia: 1 kpl.

9. **Montaż ogniw fotowoltaicznych** - na południowej pości dachu. Instalacja fotowoltaiczna składać się będzie z 12 szt. modułów o mocy 260 W i wymiarach 1670 cm x 983 cm każdy. Projektowana instalacja będzie produkować prąd dla potrzeb instalacji technicznych budynku oraz innych odbiorników elektrycznych. W celu weryfikacji osiągniętego efektu energetycznego w wyniku wdrożenia działań modernizacyjnych, instalację należy wyposażyć w licznik energii.

10. **Modernizacja instalacji chłodniczej** - przewiduje się demontaż istniejącego klimatyzatora i montaż w sali odbioru zwłok i sali sekcji klimatyzatorów o podwyższonym standardzie higienicznym wraz z wymaganym osprzętem.

Uwaga: ze względu na długotrwały charakter inwestycji stosowane urządzenia mają spełniać wymagania dotyczące ekoprojektu dla produktów związanych z energią, jakie będą obowiązywały od końca 2020r. - określone w środkach wykonawczych do dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE z dnia 21 października 2009r.

11. **Montaż komory chłodniczej na zwłoki** - przewiduje się likwidację istniejącej niskosprawnej komory chłodniczej oraz montaż kompaktowego urządzenia - komory chłodniczej na 8 ciał, dwusegmentowej, wyposażonej w agregat mroźniczy typu split, z wymuszonym obiegiem powietrza oraz hydrauliczny wózek do załadunku zwłok.

Uwaga: ze względu na długotrwały charakter inwestycji stosowane urządzenia mają spełniać wymagania dotyczące ekoprojektu dla produktów związanych z energią, jakie będą obowiązywały od końca 2020r. - określone w środkach wykonawczych do dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE z dnia 21 października 2009r.

1.2. Uwagi

- Zgodnie z wytycznymi Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Podkarpackiego na lata 2014-2020, obiekty poddawane głębokiej modernizacji energetycznej winny spełniać wymagania określone w dziale X *Oszczędność energii i izolacyjność cieplna* Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DZ.U. nr 75, poz 690 z późn. zm.) **obowiązujące od dnia 1 stycznia 2021r.**
- Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DZ.U. nr 75, poz 690 z późn. zm.) budynki poddawane przebudowie nie muszą spełniać wymagań w zakresie ochrony cieplnej dotyczące granicznych wartości wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP.
- Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DZ.U. nr 75, poz 690 z późn. zm.) jedynie przegrody budynku podlegające przebudowie muszą spełniać wymóg w zakresie izolacyjności cieplnej określone w załączniku nr 2 ww. rozporządzenia.
- Stosowane urządzenia mają spełniać wymagania dotyczących ekoprojektu dla produktów związanych z energią, jakie będą obowiązywały od końca 2020r. - określone w Rozporządzeniu Komisji (UE) nr 1253/2014 z dnia 7 lipca 2014r. w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE.
- Rozwiązania konstrukcyjne przewidziane w projekcie budowlanym, winny umożliwiać spełnienie wymogu szczelności budynku na poziomie $n_{50} < 1,5$ l/h (bud. wyposażony w wentylację mechaniczną). Przegrody zewnętrzne nieprzezroczyste, złącza między przegrodami i częściami przegród, przejścia elementów instalacji oraz połączenia okien z ościeżami należy projektować i wykonać pod kątem osiągnięcia ich całkowitej szczelności na przenikanie powietrza.
- **Audyt efektywności energetycznej został sporządzony na podstawie projektu budowlanego udostępnionego przez Inwestora, opracowanego w 2012r. W przypadku opracowania nowego projektu budowlanego oraz przyjęcia nowych rozwiązań architektonicznych (zmiany funkcji pomieszczeń), niektóre dane zawarte w niniejszych wytycznych mogą ulec korekcie.**

2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne		
Dane:				A = 187 m²		
powierzchnia przegrody do obliczenia strat ciepła						
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia				A koszt = 187 m²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ścian zewnętrznych, z zastosowaniem izolacji termicznej np. z płyt styropianowych, z ociepleniem ościeży okiennych styropianem, zgodnie z projektem budowlanym.						
Uwagi:						
1. Roboty ociepleniowe należy poprzedzić wykonaniem izolacji przeciwwilgociowej i termicznej ścian fundamentowych. Koszty wykonania tej izolacji w całości przypisano do usprawnienia związanego z ociepleniem ścian zewnętrznych.						
2. W celu likwidacji liniowego mostka cieplnego występującego na styku ściany zewnętrznej i zewnętrznego stropu nad wejściem głównym, zaleca się ocieplenie ww. stropu warstwą izolacji termicznej. Koszty wykonania tej izolacji w całości przypisano do usprawnienia związanego z ociepleniem ścian zewnętrznych.						
Deklarowany współczynnik przewodności izolacji $\lambda =$				0,0313 [W/mK]		
Uwaga: W przypadku zastosowania materiału o innym współczynniku przewodności λ , należy przeliczyć grubość warstwy ocieplenia tak, aby osiągnąć co najmniej współczynnik przenikania ciepła wyliczony w niniejszym audycie.						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji 12 cm (nie spełnia wymagania wielkości współczynnika przenikania ciepła $U \leq 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
1	2	3	4	1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,12	0,13	0,14
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		3,83	4,15	4,47
3	Opór cieplny komponentu R_i	m ² K/W	0,863	4,697	5,016	5,336
	Współczynnik przenikania ciepła komponentu U_i	W/m ² K	1,159	0,213	0,199	0,187
4	Człon korekcyjny $\Delta U_{1,2,3} = (\Delta U_g + \Delta U_f) = U^{**} \cdot (R_1/RT)^2 + n_f \cdot \chi^{(1)}$	m ² K/W	0,000	0,000	0,000	0,000
5	Całkowity współczynnik przenikania ciepła ¹⁾	W/m ² K	1,159	0,213	0,199	0,187
	Całkowity opór cieplny ¹⁾	m ² K/W	0,863	4,70	5,02	5,34
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_i \cdot U_c$	GJ/a	61,8	11,4	10,6	10,0
7	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A_i \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0082	0,0015	0,0014	0,0013
8	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} \cdot O_{0z} - Q_{1u} \cdot O_{1z}) + 12(q_{0u} \cdot O_{0m} - q_{1u} \cdot O_{1m})$	zł/a		3 121	3 170	3 210
	Cena jednostkowa usprawnienia - ocieplenia ścian zewnętrznych	zł/m ²		264,00	270,00	276,00
	Koszt likwidacji liniowego mostka cieplnego	zł		3695,00	3700,00	3705,00
	Koszt wykonania nowej izolacji ścian fundamentowych budynku	zł		33000,00	33000,00	33000,00
10	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		86 063	87 190	88 317
11	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$ dla całego przedsięwzięcia	lata		27,58	27,50	27,51
12	U_0, U_1	W/m ² K	1,159	0,213	0,199	0,187
¹⁾ Zgodnie z wymaganiami W.T. w obliczeniach całkowitego współczynnika przenikania ciepła uwzględniono poprawki ze względu na pustki powietrzne w warstwie izolacji oraz łączniki mechaniczne przechodzące przez warstwę izolacyjną wyliczone wg PN-EN ISO 6946:1999 "Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynniki przenikania ciepła. Metoda obliczania" oraz PN-EN ISO 10211 "Mostki cieplne w budynkach - Strumienie ciepła i temperatury powierzchni - Obliczenia szczegółowe". Do obliczeń w stanie projektowanym przyjęto łączniki o współczynniku przenikania ciepła w danym punkcie $\chi = 0,00 \text{ W/K}$ i poziom 0 poprawki tj. $\Delta U^{**} = 0,00 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.						
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² ścian zewnętrznych przyjęto na podstawie ofert lokalnych wykonawców z terenu woj. podkarpackiego. Koszt ocieplenia ścian zewnętrznych stanowi sumę iloczynu ceny jednostkowej i powierzchni ścian do ocieplenia z odliczeniem powierzchni okien i drzwi oraz kosztu wykonania izolacji przeciwwilgociowej i termicznej ścian fundamentowych oraz kosztu likwidacji mostka liniowego nad wejściem głównym do budynku.						
Wybrano wariant : 2		Koszt całkowity:		87 190,00 zł	SPBT= 27,5 lat	

2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop pod nieogrzewanym poddaszem		
<p>Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia</p>				<p>A = 159 m² A_{koszt} = 146 m²</p>		
<p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Przewiduje się ocieplenie stropu pod nieogrzewanym strychem płytami z wełny mineralnej lub styropianowymi układanymi na stropie poddasza, z zabezpieczeniem wykonanej izolacji termicznej przed zniszczeniem lub zawilgoceniem, wg technologii przyjętej w projekcie budowlanym.</p> <p>Współczynnik przewodności izolacji $\lambda = 0,040$ [W/mK]</p> <p>W przypadku zastosowania materiału o innym współczynniku przewodności λ należy przeliczyć grubość warstwy ocieplenia tak, aby osiągnąć co najmniej współczynnik przenikania ciepła wyliczony w niniejszym audycie.</p> <p>Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:</p> <p>wariant 1: o grubości warstwy izolacji 24 cm (nie spełnia wymagania wielkości współczynnika przenikania ciepła $U \leq 0,15$ W/(m²·K)) wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 2</p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	2	3	4	5	6	7
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,24	0,25	0,26
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		6,00	6,25	6,50
3	Opór cieplny komponentu Ri	m ² K/W	0,579	6,579	6,829	7,079
	Współczynnik przenikania ciepła komponentu Ui	W/m ² K	1,728	0,152	0,1464	0,141
4	Człon korekcyjny $\Delta U_{1,2,3} = (\Delta U_g) = U^{**}(R1/RT)^2$ ¹⁾	W/m ² K	0,000	0,000	0,000	0,000
5	Całkowity współczynnik przenikania ciepła ¹⁾	W/m ² K	1,728	0,152	0,146	0,141
	Całkowity opór cieplny ¹⁾	m ² K/W	0,579	6,579	6,829	7,079
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	66,8	7,1	6,9	6,6
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0089	0,0009	0,0009	0,0008
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} \cdot O_{0z} - Q_{1u} \cdot O_{1z}) + 12(q_{0u} \cdot O_{0m} - q_{1u} \cdot O_{1m})$	zł/a		3 709	3 724	3 739
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		156	160	164
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		22 776	23 360	23 944
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		6,1	6,3	6,4
10	U_0, U_1	W/m ² K	1,728	0,152	0,146	0,141
<p>¹⁾ Zgodnie z wymaganiami W.T. w obliczeniach całkowitego współczynnika przenikania ciepła uwzględniono poprawki ze względu na pustki powietrzne w warstwie izolacji wyliczone wg PN-EN ISO 6946:1999 "Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynniki przenikania ciepła. Metoda obliczania" oraz PN-EN ISO 10211 "Mostki cieplne w budynkach - Strumienie ciepła i temperatury powierzchni - Obliczenia szczegółowe". Do obliczeń w stanie projektowanym poziom 0 poprawki tj. $\Delta U'' = 0,00$ W/m² K.</p>						
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Ceny jednostkowe przyjęto na podstawie ofert lokalnych wykonawców z terenu woj. podkarpackiego. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropodachu do ocieplenia.</p>						
Wybrano wariant : 2		Koszt całkowity:		23 360,00 zł	SPBT= 6,3	lat

2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien dotychczas niewymienionych, a także zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego				Przedsięwzięcie	
				Wymiana 7 szt. okien oraz likwidacja 2 szt. okien	
<p>Dane: powierzchnia okien do wymiany:</p> <p>okna o współczynniku $U = 1,9 \text{ W/m}^2\text{K}$: $A_{ok,1} = 14,1 \text{ m}^2$ - przeznaczone do wymiany okna o współczynniku $U = 1,9 \text{ W/m}^2\text{K}$: $A_{ok,2} = 4,0 \text{ m}^2$ - przeznaczone do likwidacji $V_{nom} = \Psi_u = 56,7 \text{ m}^3/\text{h}$ $C_w = 1$</p>					
<p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę 7 szt. okien na nowe o niskim współczynniku przenikania ciepła ($U_{okna,max} = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$) oraz likwidację 2 szt. okien, zgodnie z projektem budowlanym dostosowania funkcji pomieszczeń do obecnie obowiązujących przepisów.</p> <p>Uwagi:</p> <p>1. W związku z planowaną budową instalacji wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej nie przewiduje się montażu nawiewników okiennych.</p> <p>2. Ulepszenie związane z likwidacją okien ma zapewnić spełnienie wymagania wielkości współczynnika przenikania ciepła nowopowstałego fragmentu ściany $U \leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$.</p>					
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania ciepła U	do wymiany: $\text{W/m}^2\text{K}$	1,90	0,90	0,80
		do likwidacji: $\text{W/m}^2\text{K}$	1,90	0,20	0,20
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r :	-	1,0	1,0
		C_m :	-	1,0	1,0
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U_{okw}$	GJ/a	9,8	3,8	3,4
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	5,5	5,5	5,5
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	15,3	9,4	8,9
6	$10^{-6} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot A_{ok} \cdot U$	MW	0,0013	0,00051	0,0005
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0007	0,0007	0,0007
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0020	0,0012	0,0012
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} \cdot O_{0z} - Q_{1u} \cdot O_{1z}) + 12(q_{0u} \cdot O_{0m} - q_{1u} \cdot O_{1m})$	zł/rok		370	394
10	Cena jednostkowa wymiany okien na nowe	zł/m ²		980	1 080
	Cena jednostkowa likwidacji okien (zamurowania otworu wraz z ociepleniem nowopowstałego fragmentu ściany)	zł/m ²		350	350
11	Koszt wymiany/likwidacji okien N_{ok}	zł		15 218	16 628
12	$SPBT = (N_{ok}) / (\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw})$ dla całej inwestycji	lata		41,2	42,2
<p>Podstawa przyjętych wartości N_u</p> <p>Koszt wymiany okien przyjęto na podstawie ofert lokalnych wykonawców. Koszt usprawnienia stanowi odpowiednio iloczyn cen jednostkowych i powierzchni okien do wymiany/likwidacji.</p>					
Wybrano wariant : 1		Koszt całkowity:		15 218,00 zł	SPBT= 41,2 lat

2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie/ likwidacji drzwi zewnętrznych, a także zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Przedsięwzięcie
	Wymiana starych drzwi zewnętrznych

Dane: Powierzchnia starych drzwi zewnętrznych do obliczenia strat ciepła (stan istniejący):
 $A_{d.1} = 7,8 \text{ m}^2$ drzwi o wsp. $U = 2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $A_{d.2} = 3,5 \text{ m}^2$ drzwi o wsp. $U = 5,1 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $\Psi_u = 35,3 \text{ m}^3/\text{h}$
 $C_w = 1$

Powierzchnia starych drzwi zewnętrznych do obliczenia strat ciepła (stan projektowany):
 $A_d = 11,7 \text{ m}^2$

Powierzchnia drzwi do kosztu usprawnienia:
 powierzchnia $A_d = 11,7 \text{ m}^2$

Opis wariantów usprawnienia

Usprawnienie obejmuje wymianę 5 szt. drzwi zewnętrznych na nowe stalowe, aluminiowe lub z PCV ocieplone, o współcz. $U \leq 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$, w tym zmianę lokalizacji 1 szt. drzwi zewnętrznych na elewacji południowej budynku, zgodnie z projektem budowlanym dostosowania funkcji pomieszczeń do obecnie obowiązujących przepisów.

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania drzwi U	W/m ² K	2,50	1,3	1,2
		W/m ² K	5,10	1,3	1,2
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	-	1,20	1,00
		Cm	-	1,30	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{dz} \cdot U_{dzw}$	GJ/a	10,7	4,3	4,0
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	4,1	3,4	3,4
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	14,8	7,7	7,4
6	$10^{-6} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot A_{dz} \cdot U$	MW	0,0014	0,0006	0,0005
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0006	0,0005	0,0005
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0020	0,0010	0,0010
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} \cdot O_{0z} - Q_{1u} \cdot O_{1z}) + 12(q_{0u} \cdot O_{0m} - q_{1u} \cdot O_{1m})$	zł/rok		442	461
10	Cena jednostkowa wymiany drzwi zewnętrznych wraz z zamurowaniem otworu drzwiowego i z ociepleniem nowopowstałego fragmentu ściany	zł/m ²		1 450	1 630
11	Łączny koszt wymiany i likwidacji drzwi N_d	zł		16 965	19 071
12	$SPBT = (N_d) / (\Delta O_{rdz} + \Delta O_{rW})$ dla całej inwestycji	lata		38,4	41,4

Podstawa przyjętych wartości N_d

Ceny jednostkowe przyjęto na podstawie ofert lokalnych wykonawców z terenu woj. podkarpackiego. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni drzwi do wymiany/przeniesienia wraz z kosztami zamurowania otworu drzwiowego i z ociepleniem nowopowstałego fragmentu ściany.

Wybrano wariant : 1	Koszt całkowity:	16 965,00 zł	SPBT= 38,4 lat
----------------------------	-------------------------	---------------------	-----------------------

2.5. Ocena opłacalności i wyznaczenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na energię przez system wentylacji

Dane:

czas eksploatacji	$\tau =$	19,35	Ms
temperatura powietrza nawiewanego	$t_i =$	18,0	°C
najniższa temperatura zewnętrzna	$t_e =$	-20	°C
średnia temp. powietrza wewnętrznego w sezonie grzewczym	$t_{es} =$	3,1	°C
średnia temp. powietrza zewnętrznego	$t_{es} =$	7,6	°C
sprawność temperaturowa odzysku ciepła	$\eta =$	73	%
stopień zmniejszenia strumienia powietrza zewnętrznego	$r_n =$	73	%

Opis wariantu usprawnienia:

W ramach przedsięwzięcia prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na energię dla potrzeb wentylacji zakłada się zamontowanie nowoczesnych central nawiewno-wywiewnych, z odzyskiem ciepła, z nagrzewnicami wodnymi, wentylatorami z falownikami oraz wykonanie układu przewodów wentylacyjnych. Dla pomieszczeń ogólnych przewiduje się centralę z wysokosprawnym przeciwprądowym wymiennikiem ciepła, natomiast dla pomieszczeń, gdzie występują substancje agresywne chemicznie przewiduje się centralę z odzyskiem ciepła z czynnikiem pośrednim. Nowy układ wentylacji umożliwił będzie płynną regulację powietrza w zależności od bieżących potrzeb.

L.p.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1.	Strumień powietrza wentylacyjnego nominalny V_0 - wentylacja grawitacyjna	m ³ /h	92	0
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego nominalny V_{ex} - wywiewanego mechanicznie	m ³ /h	2200	1600
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego nominalny V_{su} - nawiewanego mechanicznie	m ³ /h	0	1550
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną niezbędną do podgrzania powietrza $q_{0w} = C_p \cdot \rho \cdot [V_0 + V_{ex} \cdot C_m \cdot (t_i - t_e) + V_{inf}] / q_{1w} = C_p \cdot \rho \cdot ((V_1 \cdot (t_i - (\eta \cdot (t_i - t_e) + t_e) + V_{inf}))$ z uwzględnieniem odzysku ciepła i powietrza infiltracyjnego	MW	0,031	0,006
5.	Zapotrzebowanie na ciepło niezbędne do podgrzania powietrza $Q_{0w} = 0,0294 \cdot C_r \cdot C_w \cdot V \cdot S_d / Q_{1w} = \tau \cdot C_p \cdot \rho \cdot V_{ve} \cdot r_n \cdot (t_i - t_e)$	GJ/a	95,07	119,29
6.	Ciepło możliwe do odzyskania przy zastosowaniu wymienników ciepła	GJ/a	0	62,03
7.	Zapotrzebowanie na ciepło (z uwzględnieniem odzysku ciepła)	GJ/a	95,070	58,27
8.	Roczna oszczędność kosztów ciepła $\Delta O_{1w} = Q_{0w} \cdot O_z + 12 \cdot q_{0w} \cdot O_m - Q_{1w} \cdot O_z - 12 \cdot q_{1w} \cdot O_m - K_{e.pom.v} - K_{sv0} - K_{sv1}$ (z uwzględnieniem kosztów stałych i kosztu energii pomocniczej)	zł/a		2 554,25
9.	Koszt modernizacji	zł/a		158 000,00
10.	SPBT	lata		61,9

Koszt usprawnienia:

Na podstawie ofert lokalnych wykonawców przyjęto koszt budowy instalacji wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej wraz z instalacją ciepła technologicznego zasilającą nagrzewnicę wodne:

158 000,00 zł brutto

Dodatkowe uwagi i wytyczne:

1. Stosowane urządzenia mają spełniać wymagania dotyczące ekoprojektu dla produktów związanych z energią, jakie będą obowiązywały od 2018r. - określone w Rozporządzeniu Komisji (UE) nr 1253/2014 z dnia 7 lipca 2014r. w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla systemów wentylacji oraz Rozporządzeniu Komisji (UE) nr 327/2011 z dnia 30 marca 2011r. w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla wentylatorów napędzanych silnikiem elektrycznym o poborze mocy od 125W do 500kW.
2. Minimalna sprawność temperaturowa odzysku ciepła (za wyjątkiem układu z medium pośredniczącym) winna wynosić 73%.
3. Wskaźnik zapotrzebowania na energię elektryczną do przetłoczenia powietrza w układzie wentylacji nie powinien być większy niż 0,5 Wh/m³ łącznie dla obu wentylatorów w centrali.
4. Sekcja wyciągowa centrali nawiewno/wywiewnej obsługującej pomieszczenia gdzie występują substancje agresywne chemicznie, winna być odpowiednio zabezpieczona antykorozyjnie, w wykonaniu chemoodpornym.

Wybrany wariant:	koszt całkowity brutto [zł]	158 000,00	SPBT=	61,9	lat
-------------------------	------------------------------------	-------------------	--------------	-------------	------------

2.6. Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Opis:

Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest w grupowym węźle wymiennikowym zasilanym z miejskiej sieci ciepłowniczej, zlokalizowanym w budynku głównym szpitala. Zewnętrzna instalacja odbiorcza* (zasilanie ciepłej wody użytkowej i cyrkulacja) prowadzona jest w podziemnym kanale półprzechodnym pomiędzy węzłem grupowym, a budynkiem prosektorium i wykonana z rur stalowych izolowanych wełną mineralną w płaszczu ochronnym z folii aluminiowej. Instalacja zewnętrzna odbiorcza jest w złym stanie technicznym i wymaga wymiany na nową, w standardach obecnie obowiązujących, bądź likwidacji - istniejący układ jest niskosprawny energetycznie. Straty ciepła na przesyle zewnętrzną instalacją odbiorczą znacznie przekraczają potrzeby ciepłej wody użytkowej, co w konsekwencji powoduje nieracjonalne koszty eksploatacyjne i wysoką emisję zanieczyszczeń do atmosfery, w stosunku do innych alternatywnych rozwiązań. Stąd analizie poddano m.in. wariant polegający na budowie lokalnego źródła ciepła dla potrzeb przygotowania ciepłej wody użytkowej. Instalacja wewnętrzna w budynku wykonana jest z rur stalowych ocynkowanych - w związku z planowaną zmianą funkcji pomieszczeń wynikającą z dostosowania do obowiązujących przepisów, planowana jest do wymiany. W ramach oceny sprawności systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej rozpatruje się dwa warianty:

Wariant 1: modernizacja systemu c.w.u. polegająca na zmniejszeniu strat ciepła na przesyle w instalacji przesyłowej zewnętrznej tj. wymiana ok. 152 m sieci kanałowej na sieć preizolowaną oraz wymiana wewnętrznej instalacji c.w.u. budynku na nową.

Wariant 2: rezygnacja z przygotowania ciepłej wody użytkowej dla potrzeb prosektorium w węźle wymiennikowym grupowym zlokalizowanym w budynku głównym szpitala i tym samym wyłączenie z użytkowania zewnętrznej instalacji odbiorczej c.w.u. i cyrkulacji prowadzonej w kanale podziemnym pomiędzy węzłem grupowym, a budynkiem prosektorium) i wykonanie w zamian lokalnego źródła przygotowania c.w.u. w budynku prosektorium, w postaci sprężarkowej pompy ciepła powietrze/woda, ze zintegrowanym zasobnikiem c.w.u. i dodatkowo zamontowaną grzałką elektryczną. Ponadto podobnie jak w wariantcie 1 - wymiana wewnętrznej instalacji c.w.u. budynku na nową.

Uwaga: Zgodnie z informacją uzyskaną od dostawcy ciepła tj. PEC Sp. z o.o. w Stalowej Woli, nowe przyłącze ciepłownicze umożliwi dostawę ciepła wyłącznie w sezonie grzewczym (pkt. 2.7), stąd istnieje konieczność budowy odrębnego źródła ciepła dla celów przygotowania c.w.u.

* Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki w sprawie szczegółowych zasad kształtowania i kalkulacji taryf oraz rozliczeń z tytułu zaopatrzenia w ciepło, z dnia 17 września 2010r. odcinek instalacji odbiorczej łączący grupowy węzeł cieplny z instalacją odbiorczą w obiekcie stanowi zewnętrzną instalację odbiorczą.

Lp.	Wyszczególnienie	Jedn.	Stan istniejący	Wariant	
				1	2
1.	Średnia moc c.w.u. $Q_{cwu\dot{s}r}$	kW	1,01	1,01	0,27
2.	Moc strat ciepła zewnętrznej instalacji odbiorczej Q_{str}	kW	6,48	3,28	0,00
3.	Sprawność całkowita przygotowania c.w.u. η_{tot} (instalacji wewnętrznej) ¹⁾	-	0,464	0,464	1,768
4.	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego bez uwzględnienia strat w zewnętrznej instalacji odbiorczej $Q_{0,1\ cw}$	GJ/rok	8,4	8,4	2,3
5.	Straty na przesyle w zewnętrznej instalacji odbiorczej	GJ/rok	204,3	124,7	-
6.	Sumaryczne roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego z uwzględnieniem strat na przesyle w instalacji zewnętrznej $Q_{0,1\ cw}$	GJ/rok	212,7	133,1	2,3
7.	Roczny koszt przygotowania ciepłej wody - razem z kosztami energii pomocniczej $O_{0,1}$	zł/rok	10411,34	6502,45	351,62
8.	Roczna oszczędność kosztów $\Delta Orcwu$	zł/rok		3908,89	10059,71
9.	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		86780	23100
10.	SPBT= $N_u/\Delta Orcwu$ dla całego przedsięwzięcia	lata		22,2	2,3

Podstawa przyjętych wartości N_u

Na podstawie ofert lokalnych wykonawców przyjęto:

Usprawnienie	Koszt [zł]	
	wariant 1	wariant 2
Wymiana instalacji zewnętrznej (sieci c.w.u. i cyrkulacji) / wyłączenie z eksploatacji	82 080,00	1 500,00
Wymiana instalacji wewnętrznej	4 700,00	4 700,00
Montaż lokalnego źródła ciepła - sprężarkowej pompy ciepła	-	16 900,00
Koszty całkowite:	86 780,00	23 100,00

Uwagi:

- Ze względu na długotrwały charakter inwestycji stosowane urządzenia mają spełniać wymagania dotyczące ekoprojektu dla produktów związanych z energią, jakie będą obowiązywały od końca 2020r. - określone w środkach wykonawczych do dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE z dnia 21 października 2009r.
- W celu weryfikacji osiągniętego efektu energetycznego w wyniku wdrożenia działań modernizacyjnych, instalację należy wyposażyć w licznik ciepła.

Wybrano wariant : 2	Koszt całkowity:	23 100,00 zł	SPBT=	2,3	lat
----------------------------	-------------------------	---------------------	--------------	------------	------------

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

Dane: $Q_{oco} = 279,3$ GJ/a,

$q_{oco} = 56,5$ kW

Budynek prosektorium posiada ogrzewanie centralne zasilane z grupowego węzła cieplnego zlokalizowanego w budynku głównym szpitala. Węzeł ten zasilany jest z miejskiej sieci ciepłowniczej. Zewnętrzna instalacja odbiorcza* (zasilanie i powrót) pomiędzy węzłem grupowym, a budynkiem prosektorium prowadzona jest w podziemnym kanale półprzechodnym i wykonana z rur stalowych izolowanych wełną mineralną w płaszczu ochronnym z folii aluminiowej. Instalacja ta jest w złym stanie technicznym. Instalacja wewnętrzna c.o. budynku prosektorium jest tradycyjna, z grzejnikami żeliwnymi, bez zaworów termostatycznych, kwalifikuje się do wymiany. W ramach oceny i poprawy sprawności obecnego systemu grzewczego budynku rozpatruje się dwa warianty:

Wariant 1: Zakłada wymianę zewnętrznej instalacji odbiorczej w istniejącym kanale podziemnym na nową, w standardach obecnie obowiązujących (z rur preizolowanych) oraz wymianę wewnętrznej instalacji c.o. budynku na nową, z grzejnikami stalowymi płytowymi w wykonaniu higienicznym, z zaworami termostatycznymi przygrzejnikowymi z głowicami, z zaworami różnicy ciśnień przy rozdzielaczach i odpowietrznikami indywidualnymi - zgodnie z projektem budowlanym.

Wariant 2: Zakłada odłączenie budynku prosektorium od grupowego węzła cieplnego zlokalizowanego w budynku głównym szpitala wraz z wyłączeniem z użytkowania zewnętrznej instalacji odbiorczej prowadzonej w kanale podziemnym pomiędzy tym węzłem, a budynkiem prosektorium i wykonanie w zamian indywidualnego węzła wymiennikowego c.o. w budynku prosektorium zasilanego z miejskiej sieci ciepłowniczej nowym przyłączem ciepłowniczym wysokich parametrów (punkt włączenia przyłącza do miejskiej sieci ciepłowniczej - zgodny z warunkami technicznymi PEC Stalowa Wola). Podobnie jak w wariantcie 1 zakłada się wymianę wewnętrznej instalacji c.o. budynku na nową, z grzejnikami stalowymi płytowymi w wykonaniu higienicznym, z zaworami termostatycznymi przygrzejnikowymi z głowicami, z zaworami różnicy ciśnień przy rozdzielaczach i odpowietrznikami indywidualnymi - zgodnie z projektem budowlanym.

* Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki w sprawie szczegółowych zasad kształtowania i kalkulacji taryf oraz rozliczeń z tytułu zaopatrzenia w ciepło, z dnia 17 września 2010r. odcinek instalacji odbiorczej łączący grupowy węzeł cieplny z instalacją odbiorczą w obiekcie stanowi zewnętrzną instalację odbiorczą.

Uwagi:

- ze względu na długotrwały charakter inwestycji stosowane urządzenia mają spełniać wymagania dotyczące ekoprojektu dla produktów związanych z energią, jakie będą obowiązywały od końca 2020r. - określone w środkach wykonawczych do dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE z dnia 21 października 2009r.

- w celu weryfikacji osiągniętego efektu energetycznego w wyniku wdrożenia działań modernizacyjnych, instalację c.o. należy wyposażyć w licznik ciepła.

Koszty realizacji przedsięwzięcia przyjęte w oparciu o oferty lokalnych firm instalacyjnych:

Lp.	Usprawnienie	Koszt	
		[zł]	
		Wariant 1	Wariant 2
1.	Wymiana zewnętrznej instalacji odbiorczej: wyłączenie z eksploatacji istniejącego odcinka instalacji w kanale prefabrykowanym żelbetowym, wykonanie w zamian nowego odcinka sieci z rur preizolowanych o długości ok. 152 m	106 400	-
2.	Odlączenie budynku prosektorium od grupowego węzła cieplnego oraz wyłączenie z eksploatacji zewnętrznej instalacji odbiorczej pomiędzy węzłem grupowym, a budynkiem prosektorium	-	1 500
3.	Montaż indywidualnego węzła cieplnego wymiennikowego w budynku prosektorium wraz z robotami towarzyszącymi	-	18 000
4.	Budowa przyłącza cieplnego - opłata przyłączeniowa	-	5 000
5.	Wymiana wewnętrznej instalacji c.o.: wymiana przewodów instalacji c.o. + izolacja termiczna + armatura regulacyjna i odcinająca + montaż grzejników (ilość istniejących odbiorników ciepła: 12 szt.) + montaż licznika ciepła	39 396	39 396
Razem:		145 796	63 896

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności		
		przed mmodernizacją	Wariant 1	Wariant 2
1.	Rodzaj systemu zasilania	m.s.c.	m.s.c.	m.s.c.
2.	Wytwarzanie ciepła $\eta_{H,g}$	0,95	0,95	0,98
3.	Przesyłanie ciepła (instalacja wewnętrzna) $\eta_{H,d}$	0,88	0,96	0,96
4.	Regulacja i wykorzystanie $\eta_{H,e}$	0,77	0,88	0,88
5.	Akumulacja ciepła $\eta_{H,s}$	1,00	1,00	1,00
6.	Sprawność całkowita systemu $\eta_{H,tot}$	0,644	0,803	0,828
7.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia - bez przerw, bez zmiany w_t	1,00	1,00	1,00
8.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	1,00	1,00	0,98

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

P	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	wariant 1	wariant 2
1.	Obliczeniowa moc cieplna c.o. dla budynku w stanie istniejącym	kW	56,53	56,53	56,5
2.	Moc strat ciepła w zewnętrznej instalacji odbiorczej Q_{str2}	kW	14,86	7,36	0,00
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania ¹⁾	GJ/rok	279,3	279,3	279,3
4.	Sprawność całkowita systemu grzewczego η_{tot}	-	0,644	0,803	0,828
5.	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	1,00	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw dobowych w_d	-	1,00	1,00	0,98
7.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu	GJ/rok	433,95	348,06	330,66
8.	Straty na przesyle w zewnętrznej instalacji odbiorczej	GJ/rok	142,50	73,60	0,00
9.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu	GJ/rok	576,45	421,66	330,7
10.	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	35 094,12	27 286,08	22 293,85
11.	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{rco}	zł/rok		7 808,04	12 800,27
12.	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		145 796,00	63 896,00
13.	SPBT	lata		18,7	5,0
Wybrano wariant : 2					
Koszt całkowity:		63 896,00 zł		SPBT=	5,0 lat

3. Ocena opłacalności modernizacji oświetlenia wbudowanego

3.1. Charakterystyka energetyczna i ekonomiczna oświetlenia wbudowanego budynku

Charakterystyka energetyczna oświetlenia wbudowanego budynku		Stan istniejący	Stan po modernizacji
1.	Instalacja elektryczna - oświetlenie [kW]	11,252	1,305
2.	Zapotrzebowanie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia budynku w ciągu roku, $Q_{k,L}$ [kWh/rok]	2 672,78	1851,6
3.	Zapotrzebowanie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia budynku w ciągu roku, $Q_{k,L}$ [GJ/rok]	9,62	6,67
Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		Stan istniejący	Stan po modernizacji
1.	Opłata zmienna brutto odpowiadająca opłacie za en. elektryczną, stawce jakościowej (w szczycie przedpołudniowym) - udział 25%	0,375	0,375
	Opłata zmienna brutto odpowiadająca opłacie za en. elektryczną, stawce jakościowej (w szczycie popołudniowym) - udział 17%	0,4285	0,4285
	Opłata zmienna brutto odpowiadająca opłacie za en. elektryczną, stawce jakościowej (w pozostałych godzinach doby) - udział 58%	0,3312	0,3312
2.	Stała opłata miesięczna brutto odpowiadająca opłacie za moc zamówioną i opłacie stałej za usługi przesyłowe [zł/kW/m-c] ¹⁾	14,953	14,953
3.	Abonament [zł/m-c]	-	-
Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowane koszty całkowite [zł]	51 504,00	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	30,72%
		Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	321,64

¹⁾ Jednostkowe ceny za energię elektryczną przyjęto zgodnie z obowiązującą taryfą - grupa odbiorców B23

3.2. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora

3.2.1 Dokumentacja projektowa:

- Inwentaryzacja własna

3.2.2 Akty prawne

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 18.03.2015r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. 2015 poz. 376)
- Norma PN-EN 15193 Charakterystyka energetyczna budynków - Wymagania energetyczne dotyczące oświetlenia
- Norma PN-EN 12464-1:2012P Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach.

3.3. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora

Z tytułu modernizacji oświetlenia wbudowanego Inwestor oczekuje zmniejszenia ilości zużywanej w budynku energii elektrycznej, a tym samym zmniejszenia kosztów utrzymania budynku.

3.4. Inwentaryzacja oświetlenia wbudowanego

W poszczególnych pomieszczeniach budynku występuje oświetlenie naturalne poprzez okna oraz sztuczne realizowane głównie poprzez tradycyjne żarówki oraz świetlówki ze statecznikami indukcyjnymi. Oświetlenie w stanie istniejącym w większości pomieszczeń nie spełnia wymagań określonych w normie PN-EN 12464 - 1:2012P Światło i oświetlenie, stąd wskaźnik mocy jednostkowej po modernizacji określono na podstawie komputerowej symulacji fotometrycznej dla przedmiotowego budynku.

Rodzaj oprawy	Ilość opraw	Łączna moc w stanie istniejącym	Moc w stanie istniejącym (stan spełniający wymagania norm z uwzględnieniem istn. źródeł światła)	Moc w stanie projektowanym
	[szt.]	[W]	[W]	[W]
oprawa żarowa	17	1060	10892	-
oprawa świetlówkowa	6	396	360	-
Razem	23	1456	11252	1305

Uwaga: Szczegółowe zestawienie zainstalowanych źródeł światła zawiera załącznik nr 13.

3.5. Ocena opłacalności zastosowania nowego energooszczędnego oświetlenia wbudowanego

Dane:

$A_{r1} =$	121,49 m ² ;	$A_{L1} =$	121,49 m ²	- przed modernizacją
$A_{r2} =$	123,44 m ² ;	$A_{L2} =$	123,44 m ²	- po modernizacji

Opis wariantu usprawnienia:

W celu doprowadzenia do spełnienia wymagań normowych dot. oświetlenia pomieszczeń oraz zmniejszenia zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia przewiduje się wymianę istniejących opraw oświetleniowych na nowe o wyższej skuteczności, ze źródłami światła typu LED wraz z niezbędną wymianą instalacji elektrycznej zasilającej urządzenia oświetleniowe wynikającą z dostosowania instalacji do wymagań Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie wraz z późniejszymi zmianami oraz do nowej lokalizacji opraw oświetleniowych. Do sterowania oświetleniem w sanitariatach przewiduje się zastosowanie czujników ruchu z opóźnieniem czasowym wyłączenia. Do sterowania oświetleniem zewnętrznym przewiduje się zastosowanie zegara astronomicznego zawierającego harmonogram załączeń w funkcji czasu wschodów i zachodów słońca.

Nowe oświetlenie typu LED opiera się o energooszczędne oświetlenie, które charakteryzuje się:

- zmniejszeniem zużycia energii elektrycznej i mocy oprawy
- możliwością wielokrotnego załączania oświetlenia w ciągu dnia bez skrócenia żywotności źródeł światła
- niską temperaturą oprawy w trakcie działania
- większą odpornością na wahania napięcia
- żywotnością min. 50 000 godzin.

L.P.	Omówienie	Jednostka	stan istniejący	stan po modernizacji	
1.	Roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia $LENI = \{F_c * P_j * [(t_D * F_D) + (t_N * F_0)] / 1000 + m + n * \{5 / t_y * [t_y - (t_D + t_N)]\}$	kWh/(m ² *r)	22	15	
	Moc jednostkowa $P_j^{(1)}$	W/m ²	12,0	10,6	
	Czas użytkowania w ciągu dnia t_D	h/r	wg. funkcji pom.		
	Czas użytkowania w ciągu nocy t_N	h/r	wg. funkcji pom.		
	Czas użytkowania w ciągu nocy i dnia t_0	h/r	wg. funkcji pom.		
	Czas równy jednemu rokowi t_y	h	8760	8760	
	współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia do poziomu wymaganego F_c	-	1	1	
	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu F_D	-	1	1	
	Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy F_0	-	1	1	
	stosowanie oświetlenia awaryjnego, m	-	0	1	
	sterowanie opraw, $n^{(2)}$	-	0	0/1	
2.	Energia elektryczna na potrzeby oświetlenia, $Q_{k,L}$	kWh	2672,78	1851,6	
3.	Obliczeniowa roczna oszczędność energii	kWh	-	821,18	
4.	Moc	W	1456	1305	
5.	Roczne koszty za energię elektryczną na potrzeby oświetlenia	zł/rok	1219,96	898,32	
6.	Roczna oszczędność kosztów za energię elektryczną na potrzeby oświetlenia	zł/rok	-	321,64	
7.	Nakłady inwestycyjne Nu	koszt wymiany opraw i źródeł światła:	zł	-	44 354,00
		koszt wymiany instalacji zasilającej:	zł	-	7 150,00
8.	SPBT	lat	-	160,1	

¹⁾ Wskaźnik mocy jednostkowej po modernizacji określono na podstawie symulacji fototermicznej dla przedmiotowego budynku przy użyciu programu komputerowego DIALux evo - dla warunków normatywnych.

Podstawa przyjętych wartości Nu

Koszty modernizacji oświetlenia przyjęto na podstawie oferty firmy instalacyjnej elektrycznej (ilość opraw w stanie istniejącym - 23 szt.)

Wybrany wariant :	Koszt całkowity:	51 504 zł	SPBT= 160,1 lat
--------------------------	-------------------------	------------------	------------------------

4. Ocena opłacalności zastosowania ogniw fotowoltaicznych

4.1. Wyliczenie ilości energii uzyskanej z ogniw fotowoltaicznych

Opis usprawnienia:

Usprawnienie obejmuje produkcję energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych w postaci ogniw fotowoltaicznych. Przewiduje się system fotowoltaiczny złożony z 12 szt. paneli zamontowanych na południowej pości dachu. Projektowana instalacja fotowoltaiczna będzie produkować prąd dla potrzeb instalacji technicznych budynku oraz innych odbiorników elektrycznych. Nie przewiduje się sprzedaży wytworzonej energii elektrycznej do sieci elektroenergetycznej. Zgodnie z wymaganiami projektu układ należy wyposażyć w licznik energii.

Dane przyjęte do analizy:

Moc modułu fotowoltaicznego:	260	[W]
Moc instalacji:	3120	[W]
Rodzaj modułu:	Krzemowe ogniwa polikrystaliczne	
Wymiary modułu:	1670 x 983 mm	
Liczba modułów:	12	
Powierzchnia całkowita ogniw:	19,7	[m ²]

Wytworzoną energię elektryczną dla przyjętych ogniw fotowoltaicznych wyliczono z zależności:

$$E_{PV} = \text{czas} * I_{sr}/1000 * P_{maks}, \text{ co jest równoważne ze wzorem: } E_{PV} = G\beta * P_{maks}$$

Uwaga: w obliczeniach przyjęto współczynnik wydajności - wskaźnik uwzględniający poziom strat na instalacji fotowoltaicznej.

Miesiąc	Promieniowanie słoneczne $G\beta^{1)}$	Maksymalna moc systemu P_{maks}	Wsp. Wydajności WW	Ilość energii elektr. uzyskana z ogniwa E_{PV} $= G\beta * P_{maks}/1000$
	kWh/m	W	%	kWh/rok
Styczeń	45,4	3120	83%	117,57
Luty	51,4	3120	83%	133,11
Marzec	76,6	3120	83%	198,36
Kwiecień	120,1	3120	83%	311,01
Maj	151,1	3120	83%	391,29
Czerwiec	161,0	3120	83%	416,93
Lipiec	159,4	3120	83%	412,78
Sierpień	158,1	3120	83%	409,42
Wrzesień	98,6	3120	83%	255,33
Październik	62,6	3120	83%	162,11
Listopad	40,4	3120	83%	104,62
Grudzień	29,6	3120	83%	76,65
Rok	1154,3			2989,18

¹⁾ suma całkowitego promieniowania słonecznego na powierzchnię o orientacji południowej oraz nachyleniu do poziomu 30°C dla stacji aktymometrycznej: Sandomierz

5. Ocena opłacalności modernizacji instalacji chłodniczej

Opis:				
Obecnie jedynie sala odbioru zwłok wyposażona jest w układ chłodniczy oparty o klimatyzator komfortu typu split z jednostką zewnętrzną i wewnętrzną. W ramach głębokiej modernizacji budynku przewiduje się demontaż istniejącego klimatyzatora i montaż klimatyzatorów o podwyższonym standardzie higienicznym, w sali odbioru zwłok i sali sekcji.				
L.p.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności		
		przed modernizacją	po modernizacji	
1.	Współczynnik efektywności energetycznej wytworzenia chłodu $SEER=SEER_{ref}*(1+\sum ci)$	3,20	3,20	
2.	Sprawność przesyłu chłodu, $\eta_{C,d}$	0,98	0,98	
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania chłodu, $\eta_{C,e}$	0,92	0,92	
4.	Sprawność akumulacji chłodu $\eta_{C,s}$	1,00	1,00	
5.	Sprawność całkowita systemu chłodu $\eta_{C,tot}$	2,885	2,885	
Lp.	Wyszczególnienie	Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Moc	kW	7,7	15,4
2	Sprawność całkowita	-	2,885	2,885
3	Roczne zużycie energii ¹⁾	GJ/rok	0,09	0,46
	Roczne zużycie energii ¹⁾	kWh/rok	24,1	126,5
4	Roczny koszt chłodzenia	zł/rok	1390,30	2808,69
5	Roczna oszczędność kosztów ΔOrc	zł/rok		-1418,39
6	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		17 054,0
7	SPBT= $N_u/\Delta Orc$ dla całego przedsięwzięcia	lata		-12,0
¹⁾ wg załącznika nr 10 i 11				
Podstawa przyjętych wartości N_u				
Na podstawie ofert lokalnych wykonawców przyjęto:				
Koszt całkowity:		17 054,00 zł	SPBT= -12,0 lat	
Uwaga: Modernizacja instalacji chłodniczej konieczna jest ze względów technologicznych i należy ją wykonać pomimo zwiększenia rocznych kosztów energii na cele chłodnicze.				

6. Ocena opłacalności wymiany komory chłodniczej na zwłoki

Opis:				
Komorę na zwłoki stanowi wydzielone pomieszczenie o kubaturze 15 m ³ , z agregatem chłodniczym UJ 9238GK, ze sprężarką chłodzoną powietrzem. Ściany chłodni zaizolowane są warstwą wełny mineralnej o gr. 10 cm. Wg opinii użytkownika istniejąca komora nie zaspokaja istniejących potrzeb. Ponadto zastosowane rozwiązanie kubaturowe i technologiczne jest nieoszczędne. Przewiduje się montaż kompaktowego urządzenia - komory chłodniczej na 8 ciał, dwusegmentowej, wyposażonej w agregat mroźniczy typu split, z wymuszonym obiegiem powietrza oraz hydrauliczny wózek do załadunku zwłok.				
L.p.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności		
		przed modernizacją	po modernizacji	
1.	Współczynnik efektywności energetycznej wytworzenia chłodu $SEER=SEER_{ref}*(1+\sum ci)$	3,00	3,00	
2.	Sprawność przesyłu chłodu, $\eta_{C,d}$	1,00	1,00	
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania chłodu, $\eta_{C,e}$	0,92	0,94	
4.	Sprawność akumulacji chłodu $\eta_{C,s}$	1,00	1,00	
5.	Sprawność całkowita systemu chłodu $\eta_{C,tot}$	2,760	2,820	
Lp.	Wyszczególnienie	Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Moc	kW	1,6	1,3
2	Sprawność całkowita	-	2,760	2,820
3	Roczne zużycie energii	GJ/rok	50,46	41,00
	Roczne zużycie energii	kWh/rok	14016,00	11388,00
4	Roczny koszt chłodzenia ¹⁾	zł/rok	5 314,51	4 318,04
5	Roczna oszczędność kosztów ΔOrc	zł/rok		996,47
6	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		68 880,0
7	SPBT= $N_u/\Delta Orc$ dla całego przedsięwzięcia	lata		69,1
¹⁾ Jednostkowe ceny za energię elektryczną przyjęto zgodnie z obowiązującą taryfą - grupa odbiorców B23 Podstawa przyjętych wartości N_u Na podstawie ofert producentów i wykonawców przyjęto:				
Koszt całkowity:		68 880,00 zł	SPBT= 69,1 lat	
Uwaga: Modernizacja komory chłodniczej na zwłoki konieczna jest ze względów technologicznych i należy ją wykonać pomimo niekorzystnego czasu zwrotu kosztów inwestycji.				

załącznik nr 1

Obliczenie współczynników przenikania ciepła "U" przegród budowlanych w stanie istniejącym

Uwaga: Zgodnie z wymaganiami W.T. w obliczeniach całkowitego współczynnika przenikania ciepła uwzględniono poprawki ze względu na pustki powietrzne w warstwie izolacji oraz łączniki mechaniczne przechodzące przez warstwę izolacyjną wyliczone wg PN-EN ISO 6946:1999 "Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynniki przenikania ciepła. Metoda obliczania" oraz PN-EN ISO 10211 "Mostki cieplne w budynkach - Strumienie ciepła i temperatury powierzchni - Obliczenia szczegółowe".

Symbol	d	Opis materiału	λ	R
	m		W/(m·K)	m ² ·K/W
SZ 51CM	Ściana zewnętrzna			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,012
CEGLA-PEŁN	0,5100	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	0,662
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:				0,130
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:				0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:				0,863
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:				1,159
STROP POD	Strop pod nieogr. poddaszem			
Rodzaj przegrody: Strop pod nieogr. poddaszem, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
TYNK-CEM	0,0200	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	0,020
POLEPA	0,0500	Polepa	0,850	0,059
GRUZOBETON	0,0700	Gruzobeton.	1,000	0,070
STR-AKER18	0,1800	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		0,210
TYNK-CEM	0,0200	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	0,020
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:				0,100
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:				0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:				0,579
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:				1,728
PGR	Podłoga na gruncie			
BET-CHUDY	0,0300	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,029
PAPA-ASF	0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	0,033
GRUZOBETON	0,1000	Gruzobeton.	1,000	0,100
PIASEK-ŚR	0,1500	Piasek średni.	0,400	0,375
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m ² ·K/W]:				1,617
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:				2,154
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:				0,464