

Marta Skiba, Natalia Rzeszowska*

WARIANTY POPRAWY EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ BUDYNKU SZKOLNEGO W SŁUBICACH

Streszczenie

Jednym z pięciu dalekosiężnych celów Unii Europejskiej jest zmiana klimatu i zrównoważone wykorzystanie energii. Pierwszym etapem działań obejmujących realizację tego zadania jest ograniczenie zapotrzebowania na energię do minimum przez budynki do 2020 r., a w przypadku budynków użyteczności publicznej do 2019 r.

Celem niniejszego artykułu jest poszukiwanie optymalnego sposobu doprowadzenia charakterystyki energetycznej istniejącej szkoły do poziomu umożliwiającego realizację założeń polityki energetycznej Unii Europejskiej.

Wykonano analizę stanu istniejącego budynku szkoły oraz przedstawiono propozycję wariantów jego głębokiej termomodernizacji w celu dostosowania poszczególnych parametrów charakterystyki energetycznej do aktualnych wytycznych określonych w Warunkach Technicznych.

Jedną z możliwych dróg poprawy efektywności energetycznej szkoły jest wykorzystanie odnawialnych źródeł energii jako środka poprawiającego charakterystykę energetyczną w zakresie energii pierwotnej E_p , drugą - optymalizacja wydawania środków finansowych na cele remontowe.

Słowa kluczowe: efektywność energetyczna, audyt energetyczny, szkoła, OZE

WSTĘP

Każdy z istniejących obiektów zużywa energię potrzebną do spełnienia funkcji, dla której został stworzony. Ilość tej energii jest uwarunkowana technologią i jakością wykonania obiektu oraz rodzajem urządzeń i instalacji wykorzystanych do jego funkcjonowania. Całkowite zużycie energii przez sektor budowlany na

* Uniwersytet Zielonogórski, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska

terenie Unii Europejskiej wynosi 40% [1], z czego za 12% [7] odpowiadają budynki użyteczności publicznej. Będąc członkiem Unii Europejskiej, Polska musi dążyć do określonych standardów, co obliguje do wprowadzania zmian i innowacji. Na przestrzeni ostatnich lat Unia Europejska wydała trzy główne dokumenty regulujące efektywne wykorzystanie energii w budownictwie:

- Dyrektywa 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków [1],
- Dyrektywa 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej [2],
- Dyrektywa 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowanie energii ze źródeł odnawialnych [3].

W myśl dyrektywy 2012/27/UE wszystkie budynki użyteczności publicznej powinny pełnić rolę wzorcową prezentując możliwości nowoczesnych technologii i systemów, które znacząco obniżają energochłonność obiektów, generując przy tym znacząco niższe koszty eksploatacyjne. Stopniowe podnoszenie wartości przyjętych wskaźników jest środkiem do realizacji głównego celu strategii *Europa 2020*, zgodnie z którym:

- w 2021 r. wszystkie nowe budynki powinny spełniać normy dla budynków o niemal zerowym zużyciu energii oraz
- w 2019 r. nowe budynki zajmowane przez władze publiczne oraz będące ich własnością powinny spełniać normy dla budynków o niemal zerowym zużyciu energii.

Prezentowany artykuł na przykładzie budynku szkoły podstawowej i gimnazjum w Słubicach, omawia zagadnienie termomodernizacji budynków użyteczności publicznej mających na celu dostosowania ich parametrów związanych ze zużyciem energii oraz izolacyjnością przegród, do aktualnie obowiązujących warunków technicznych określonych w przepisach prawa. Według nowych przepisów budynki użyteczności publicznej powinny zużywać najmniej energii spośród wszystkich rodzajów budynków. Grupa tych obiektów stanowi ogromny potencjał dla podnoszenia efektywności energetycznej całego sektora budowlanego, biorąc pod uwagę, iż są one niezbędne do funkcjonowania każdego osiedla i stanowią jego nieodłączną część.

BUDYNEK SZKOŁY PODSTAWOWEJ I GIMNAZJUM W SŁUBICACH

Budynek dotychczas zajmowany przez obie szkoły zlokalizowany jest przy ulicy Wojska Polskiego 38 w Słubicach w województwie lubuskim. Bryła obiektu jest zbudowana na planie kilku prostokątów przylegających do siebie i mieści się na skraju zajmowanej działki. Jest to budynek dwukondygnacyjny

w większości podpiwniczony, w którym urządzono klasy lekcyjne, zaplecze socjalno-biurowe, stołówkę, świetlicę, salę gimnastyczną oraz mieszkanie służbowe. Budynek wykonano w technologii tradycyjnej murowanej z cegły pełnej. Stan techniczny całego obiektu określono w audycie jako zadowalający. Główne wejście do szkoły znajduje się od strony zachodniej. Na działce oprócz istniejącego budynku znajdują się również boiska sportowe, bieżnia oraz tereny zielone.

W 2011 roku wykonano audyt energetyczny budynku obu szkół w celu poznania charakterystyki energetycznej obiektu oraz przedstawienia działań pozwalających uzyskać jak największe oszczędności energii. W audycie zaproponowano 8 wariantów termomodernizacji, które jednak nie spełniają obecnych wymagań warunków technicznych WT 2017 ani WT 2019.



Fot. 1. Elewacja zachodnia budynku szkoły - wejście główne. [N.Rzeszowska]
Phot. 1. Western elevation of the school building - main entrance. [N.Rzeszowska]

W artykule zaprezentowano analizę 6 wariantów głębokiej termomodernizacji rozpatrywanego obiektu, które odpowiadają wymaganiom stawianych nowym budynkom użyteczności publicznej wybudowanym po 2019 roku. Wartości EU, EP, EK dla poszczególnych wariantów ulepszeń obiektu i jego instalacji są wielkościami oszacowanymi na podstawie dokumentacji technicznej poszczególnych urządzeń oraz dostępnej literatury z zakresu modernizacji obiektów i ich instalacji.

Wariant 1 obejmujący modernizację osłony budynku jest wariantem wyjściowym i zawiera się w pozostałych wariantach termomodernizacji. Sprawność układów instalacji jest wielkością przybliżoną i deklaratywną. Wpływ na ich wielkość ma wiele czynników wzajemnie od siebie zależnych jak np. jakość wykonania ocieplenia budynku, odpowiednia obsługa urządzeń.

WNIOSKI Z PRZEPROWADZONYCH BADAŃ

Poniżej opisano 6 wariantów głębokiej termomodernizacji umożliwiające dostosowanie szkoły do obowiązujących wymagań dotyczących efektywności energetycznej.

WARIANT 1 - Modernizacja osłony budynku

- Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemia z cegły pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (51 cm i 38 cm) styropianem o grubości 15 cm i współczynniku $\lambda = 0,031$ W/mK. W celu uniknięcia mostków termicznych, styropian zostanie ułożony na zakładkę w dwóch warstwach, z których pierwsza o gr. 8 cm, a druga 7 cm.
- Ocieplenie ścian zewnętrznych przyziemia z cegły pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (51 cm i 38 cm) styropianem XPS o grubości 10 cm i współczynniku $\lambda = 0,029$ W/mK.
- Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic z cegły pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (51 cm i 38 cm) styropianem XPS o grubości 10 cm i współczynniku $\lambda = 0,029$ W/mK. Zastosowanie izolacji przeciwwilgociowej w formie folii kubełkowej.
- Ocieplenie stropodachów opartych na stropie Akermana granulatem celulozowym o grubości 25 cm i współczynniku $\lambda = 0,037$ W/mK. Ściany zewnętrzne poddasza należy ocieplić od wewnątrz wełną mineralną o grubości 10 cm, a pustą przestrzeń płyty korytkowej znajdującej się bezpośrednio przy tej ścianie wypełnić szczelnie granulatem celulozowym w celu uniknięcia tworzenia się mostków termicznych.
- Wymiana stolarki otworowej w całym obiekcie zarówno okien jak i drzwi wewnętrznych, w celu uzyskania współczynników przenikania ciepła zgodnych z wymaganiami WT 2019.

Tab. 1. Zapotrzebowania na energię - wariant 1

Tab. 1. Energy demand - option 1

	Ogrzewanie i wentylacja	Chłodzenie	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze	Oświetlenie wbudowane	Suma
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową						
Wartość [kWh/(m ² rok)]	56,45	-	15,23	-	-	71,68
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową						
Wartość [kWh/(m ² rok)]	62,72	-	25,62	1,16	30,00	119,5
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną						
Wartość [kWh/(m ² rok)]	68,99	-	46,68	3,47	90,00	209,14

WARIANT 2 - Modernizacja instalacji ogrzewania

- Zastąpienie dwóch kotłów gazowych o mocy 250kW każdy, kotłem na biomasę (drewno) o mocy 500 kW, oddzielenie instalacji ogrzewania mieszkania służbowego (34 m²), uzupełnienie brakujących termostatów grzejników.

Tab. 2. Zapotrzebowania na energię - wariant 2

Tab. 2. Energy demand - option 2

	Ogrzewanie i wentylacja	Chłodzenie	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze	Oświetlenie wbudowane	Suma
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową						
Wartość [kWh/(m2rok)]	56,45	-	15,23	-	-	71,68
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową						
Wartość [kWh/(m2rok)]	75,27	-	25,62	1,16	30,00	132,05
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną						
Wartość [kWh/(m2rok)]	15,05	-	46,68	3,47	90,00	155,20

WARIANT 3 - Modernizacja systemu wentylacji

- Centrala wentylacji z odzyskiem ciepła o wydajności nominalnej 2500 m³/h wyposażona w zintegrowaną nagrzewnicę wodną o mocy znamionowej 1,65 kW, instalacja 5-ciu urządzeń wymaganych do zrealizowania zapotrzebowania na wymianę powietrza 11 660 m³/h, 4 turbiny wiatrowe o pionowej osi obrotu (ø 6 m) o mocy znamionowej 10 kW wyposażone w 18 akumulatorów o pojemności 200 Ah oraz inwerter, które będą zasilaly nagrzewnicę wodną centrali wentylacji.

Tab. 3. Zapotrzebowania na energię - wariant 3

Tab. 3. Energy demand - option 3

	Ogrzewanie i wentylacja	Chłodzenie	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze	Oświetlenie wbudowane	Suma
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową						
Wartość [kWh/(m2rok)]	39,52	-	15,23	-	-	54,75
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową						
Wartość [kWh/(m2rok)]	43,91	-	25,62	23,60	30,00	123,13
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną						
Wartość [kWh/(m2rok)]	48,30	-	46,68	3,48	90,00	188,46

WARIANT 4 - Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej:

- Instalacja pompy ciepła typu solanka/woda do c.w.u. z gruntowym wymiennikiem ciepła o mocy cieplnej znamionowej 39,8 kW i współczynniku COP 6,9, zużycie energii elektrycznej 5,8 kW, zasobnik c.w.u. o pojemności 1000 litrów wyposażony w grzałkę elektryczną o mocy 6 kW, 2 x komplet paneli fotowoltaicznych (62 x 240 W) o powierzchni 100 m² o mocy 14,88 kWp, komplet paneli fotowoltaicznych (52 x 240 W) o powierzchni 50 m² o mocy 12,48 kWp, zestaw akumulatorów gromadzących energię z paneli fotowoltaicznych dostosowanych do wydajności przyjętego układu.

Tab. 4. Zapotrzebowania na energię - wariant 4

Tab. 4. Energy demand - option 4

	Ogrzewanie i wentylacja	Chłodzenie	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze	Oświetlenie wbudowane	Suma
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową						
Wartość [kWh/(m2rok)]	56,45	-	15,23	-	-	71,68
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową						
Wartość [kWh/(m2rok)]	62,72	-	8,96	7,23	30,00	108,91
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną						
Wartość [kWh/(m2rok)]	68,99	-	0,00	3,47	90,00	162,46

WARIANT 5 - Modernizacja oświetlenia wbudowanego

- Oświetlenie boiska sportowego oraz wielofunkcyjnego: 10 x hybrydowe lampy LED zasilane przez panele fotowoltaiczne i turbiny wiatrowe, każda z opraw o mocy 48 W,
- Oświetlenie wewnętrzne i zewnętrzne budynku szkoły: 2 x turbiny wiatrowe o pionowej osi obrotu (ø1,8 m) i mocy znamionowej 1 kW, komplet paneli fotowoltaicznych (62 x 240 W) o powierzchni 100 m² o mocy 14,88 kWp, komplet paneli fotowoltaicznych (52 x 240 W) o powierzchni 50 m² o mocy 12,48 kWp, zestaw akumulatorów gromadzących energię z paneli fotowoltaicznych oraz turbin wiatrowych dostosowanych do wydajności przyjętego układu.

Tab. 5. Zapotrzebowania na energię - wariant 5

Tab. 5. Energy demand - option 5

	Ogrzewanie i wentylacja	Chłodzenie	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze	Oświetlenie wbudowane	Suma
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową						
Wartość [kWh/(m2rok)]	56,45	-	15,23	-	-	71,68

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową						
Wartość [kWh/(m2rok)]	62,72	-	25,62	1,16	6,00	95,50
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną						
Wartość [kWh/(m2rok)]	68,99	-	46,68	3,47	-	119,14

WARIANT 6 - Projekt zintegrowany

- Zastosowanie ulepszeń ze wszystkich powyższych wariantów,
- Zintegrowanie wszystkich instalacji w budynku poprzez wybór odpowiedniej szafy sterującej, której celem jest racjonalne zarządzanie energią wyprodukowaną, energią pobraną z sieci i energią zużywaną.

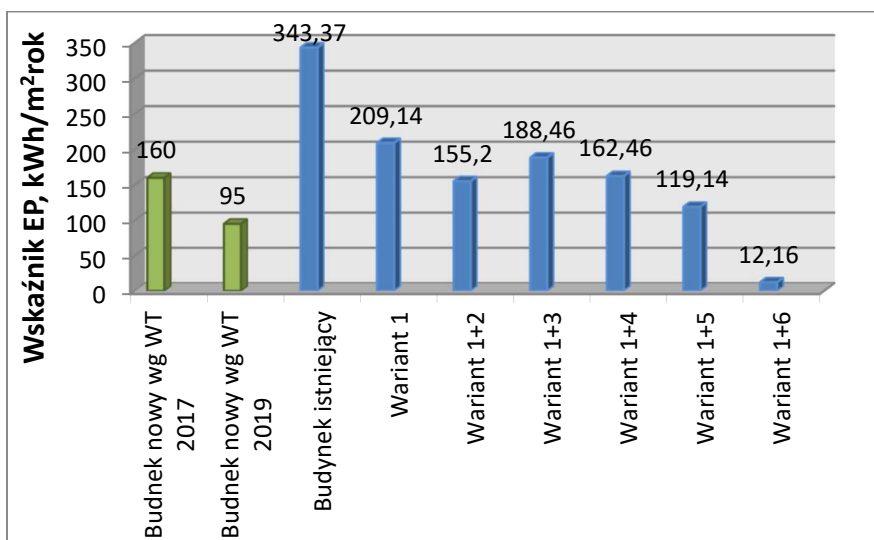
Tab. 6. Zapotrzebowania na energię - wariant 6

Tab. 6. Energy demand - option 6

	Ogrzewanie i wentylacja	Chłodzenie	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze	Oświetlenie wbudowane	Suma
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową						
Wartość [kWh/(m2rok)]	39,52	-	15,23	-	-	54,75
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową						
Wartość [kWh/(m2rok)]	43,43	-	8,96	29,67	6,00	88,06
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną						
Wartość [kWh/(m2rok)]	8,69	-	0,00	3,47	-	12,16

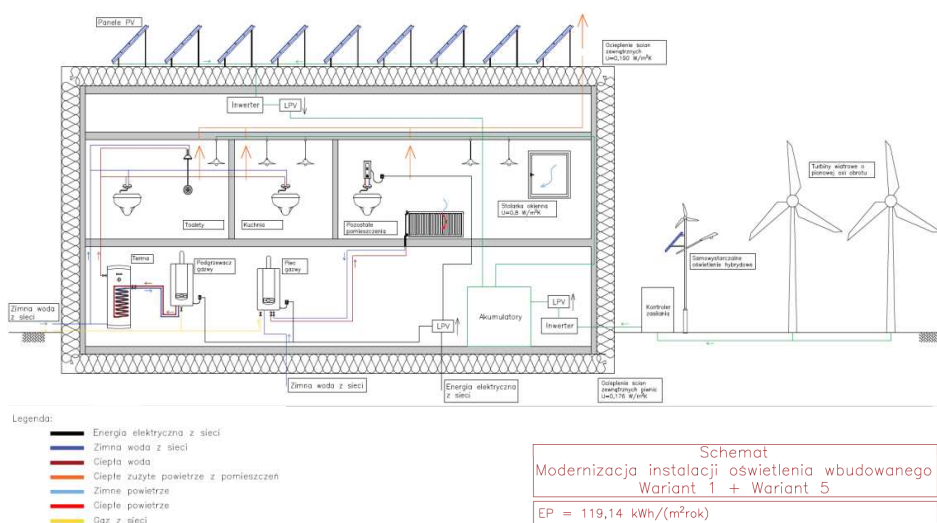
Proponowane warianty zostały tak dobrane, aby zaprezentować możliwą oszczędność energii pierwotnej wynikającą z modernizacji poszczególnych elementów i instalacji całego obiektu. Sam wariant 1 jest niewystarczający, a inwestycja w system instalacji, taki jak ogrzewanie lub wentylacja, jest nieefektywna, jeśli osłona budynku ma wysoki współczynnik przenikania ciepła, w wyniku czego sprawność dobranych urządzeń znacząco spada (rys. 1).

Na podstawie powyższego wykresu pokazano, że tylko wariant 1+6 prezentuje wartość wskaźnika EP niższą niż obowiązująca w WT 2019. Wariant 1+5 zakładający modernizację systemu oświetlenia wbudowanego obniża wartość wskaźnika EP do poziomu 119,14 kWh/m²rok, która i tak jest o 224,23 kWh/m²rok niższa od obecnego stanu istniejącego i spełnia normę dla budynków nowych wg WT 2017. W tym wariantcie zaproponowano zmianę standardowych żarówek na oświetlenie typu LED, dzięki czemu zapotrzebowanie na energię końcową do oświetlenia obiektu spadło o 80%. Taka zmiana, choć przyczynia się jedynie do zredukowania wskaźnika EK, niesie za sobą znaczne oszczędności energii, a co za tym idzie zmniejsza koszty eksploatacyjne obiektu.



Rys. 1. Analiza rozpatrywanych wariantów na podstawie wskaźnika zapotrzebowania na energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji, przygotowania c.w.u. oraz wbudowanego oświetlenia szkoły

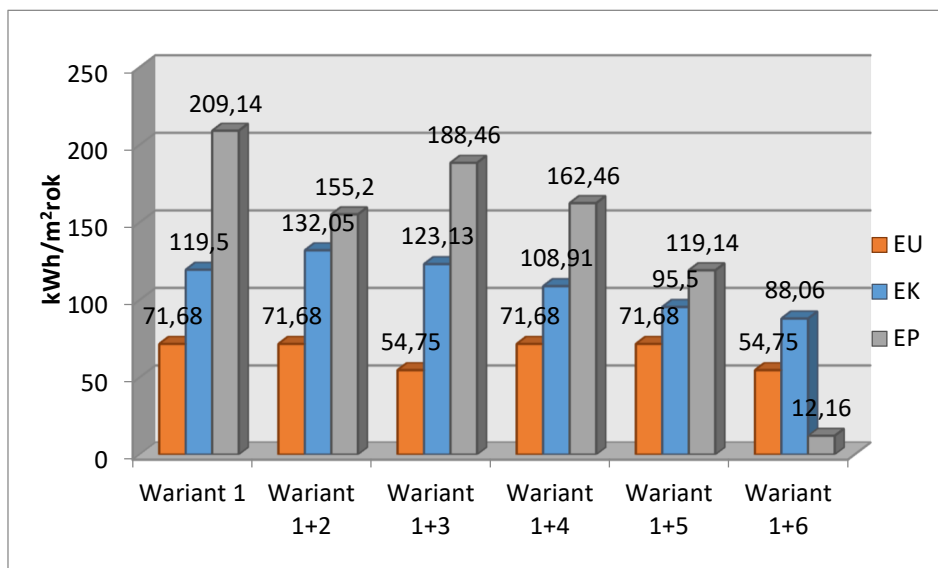
Fig. 1. Analysis of the variants considered on the basis of the primary energy demand index for heating, ventilation, hot water preparation and insite illumination of the school



Rys. 2. Schemat systemu instalacji - Wariant 1+5 - Modernizacja oświetlenia wbudowanego

Fig. 2. Scheme of the installation system - Option 1 + 5 - Muting of the insite built-in lighting

W celu obniżenia wartości wskaźnika EP zastosowano zestaw ogniw fotowoltaicznych i małą elektrownię wiatrową, które pokryją zapotrzebowanie na energię do oświetlenia budynku szkoły oraz samowystarczalne hybrydy oświetlające boiska sportowe przy szkole. W ten sposób ograniczono zapotrzebowanie na EP oświetlenia aż o 90 kWh/m²rok co stanowi 43% łącznego zapotrzebowania na energię pierwotną dla całego obiektu. Ten przykład obrazuje zależność wartości wskaźnika EP od źródła pobieranej energii oraz wskazuje kierunek inwestycji mających na celu poprawę efektywności energetycznej.



Rys. 3. Wartości wskaźników EU, EK, EP dla poszczególnych wariantów
Fig. 3. EU, EK, EP values for individual variants

Wariantem spełniającym normę dla obiektów nowo budowanych jest wariant 1+6, którego projekt zakłada realizację wszystkich proponowanych ulepszeń. Ponadto to rozwiązanie przedstawia bardzo ciekawą relację między wskaźnikami EU, EK oraz EP. W przypadku wszystkich pozostałych wariantów wartość wskaźnika EP jest znacząco wyższa w porównaniu ze wskaźnikiem EU czy EK, natomiast w przypadku wariantu 1+6 sytuacja jest odwrotna. Jak już wcześniej wspomniano wskaźnik EP zależy od źródła pobieranej energii, dlatego po zastosowaniu urządzeń OZE takich jak kocioł na biomasę, ogniwa PV czy pompa ciepła mnożnik energii pierwotnej znacząco spada. Energia użytkowa pozostaje na tym samym poziomie jak dla wariantu 1+3 (wentylacja z odzyskiem ciepła), ponieważ straty i zyski ciepła budynku nie zmieniają się, a energia końcowa ze względu na wyższą sprawność instalacji nieznacznie spada. Analizując inne przy-

kłady zastosowania urządzeń OZE, w których rozważano również koszty określono, że realizacja wariantu 1+6 niesie za sobą koszty, niewspółmierne duże do osiągniętych zysków.

Tab. 7. Analiza kosztów - wariant 1 oraz wariant 5

Tab. 7. Cost Analysis - Option 1 and Option 5

Lp.	Ulepszenie	Koszt inwestycji, zł
Wariant 1		
1.	Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemia	411 137,00
2.	Ocieplenie ścian zewnętrznych przyziemia	
3.	Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic	
4.	Ocieplenie stropodachów	144 900,00
5.	Wymiana stolarki otworowej w całym obiekcie	327 751,00
SUMA		883 788,00
Wariant 5		
1.	Oświetlenie boiska sportowego oraz boiska wielofunkcyjnego	214 020,00
2.	Oświetlenie wewnętrzne i zewnętrzne budynku szkoły	309 634,00
SUMA		523 654,00
SUMA CAŁKOWITA (Wariant 1 + Wariant 5)		1 407 442,00

Na podstawie powyższych rozważań jako wariant optymalny wybrano wariant 1+5 (modernizacji systemu oświetlenia wbudowanego), mimo że spełnia on wymagane jedynie do roku 2017, Warunki Techniczne. Wariant ten jest efektywny zarówno energetycznie jak i ekonomicznie w analizie wskaźników EP, EK oraz EU. Nakłady konieczne do realizacji tego rozwiązania oszacowano w tabeli (tab. 7). Szacowana suma kosztów przedsięwzięcia wynosi 1 407 442,00 zł. Na podstawie analizy dostępnych możliwości finansowania inwestycji związanych z budynkami użyteczności publicznej, w tym budynkami oświatowymi, realizacja optymalnego wariantu jest wysoce prawdopodobna. Biorąc pod uwagę oszczędność wynikającą z mniejszego zapotrzebowania na energię użytkową, wariant ten wiąże się również z oszczędnością eksploatacyjną.

PODSUMOWANIE

Energia pierwotna jako podstawowy wskaźnik efektywności energetycznej określa wymagania w zakresie zużycia energii w budynkach. Ocena obiektu jedynie na podstawie tego wskaźnika nie jest miarodajna, gdyż jej wartość zależy od teoretycznych mnożników. Na przykład budynek.: o naprawdę niskim wskaźniku EP może być wyposażony w przestarzałą instalacją grzewczą z kotłem na drewno o bardzo niskiej sprawności. Dzięki niskim mnożnikom dla biomasy

wskaźnik EP jest niski choć zapotrzebowanie na energię zużywaną przez budynek może być wysokie, podobnie jak koszty eksploatacyjne.

W wyniku przeprowadzonej analizy można jednoznacznie stwierdzić, iż głęboka termomodernizacja istniejącej szkoły zakładająca przystosowanie budynku do obowiązujących przepisów dla nowych budynków wymaga zaprojektowania nowoczesnych rozwiązań oraz wysokiej jakości wykonawstwa. Tylko w taki sposób możliwa jest poprawa efektywności energetycznej obiektu z zachowaniem optymalnych kosztów inwestycyjnych.

Podsumowując: aby w pełni wykorzystać potencjał energetyczny obiektów użyteczności publicznej należy określić opłacalność takiej inwestycji, ponieważ czasami bardziej efektywnym rozwiązaniem może okazać się wybudowanie trzech budynków energooszczędnych od podstaw niż termomodernizacja tylko jednego.

LITERATURA

1. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (Dz. Urz. UE L 153 z 19.06.2010, str. 13).
2. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej, zmiany dyrektyw 2009/125/WE i 2010/30/UE oraz uchylenie dyrektyw 2004/8/WE i 2006/32/WE (Dz. Urz. UE L 315 z 14.11.2012, str. 1, z późn. zm.).
3. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE (Dz. Urz. UE L 140 z 05.06.2009, str. 65).
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. poz. 462, z późn. zm).
5. Audyt energetyczny budynku dla przedsięwzięcia termo modernizacyjnego przewidzianego do realizacji w trybie Ustawy z dnia 21.11.2008.
6. Efektywność Energetyczna w Systemach Budowlano - Instalacyjnych. Materiały dydaktyczne, dr inż. Piotr Lis, Częstochowa 2009.
7. Poradnik w zakresie poprawy charakterystyki energetycznej budynków, Warszawa, marzec 2016.
8. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Plan działania prowadzący do przejścia na konkurencyjną gospodarkę niskoemisyjną do 2050 r.

9. Efektywniej o efektywności, czyli jak najlepiej wdrożyć w Polsce Dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie efektywności energetycznej, Warszawa, listopad 2013.
10. http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/targets/index_pl.htm, wrzesień 2016.
11. https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_pl, luty 2017.
12. <http://www.purmo.com/pl/clever/poradnik-wplyw-izolacyjnosci-budynkowa-efektywnosc-ogrzewania.htm>, październik 2016.

OPTIONS TO IMPROVE THE ENERGY EFFICIENCY OF THE BUILDING OF A PRIMARY SCHOOL IN SŁUBICE

S u m m a r y

Climate change and sustainable energy use is one of the five long-term objectives of the European Union. The first stage of the activities involving the implementation of this task is to reduce energy consumption of buildings to a minimum by 2020 and, in the case of public buildings by 2019.

The purpose of this article is a search for the optimal way of bringing the energy performance of an existing school to a level that enables implementation of the objectives of the European Union energy policy.

An analysis of the current condition of the existing school building has been carried out and options of its deep thermal upgrading has been proposed to adjust each parameter the energy performance to current guidelines specified in the technical conditions. One of the possible ways to improve the energy efficiency of the school is the use of renewable energy sources as a means of improving energy characteristics in terms of primary energy PE, the other one - optimization of renovation spending.

Key words: energy efficiency, energy audit, school, RES