

**Bogusława Olszewska**

Studenckie Koło Naukowe Zakładu Budownictwa

Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej

- opiekun naukowy mgr inż. Agnieszka Karwacka

## **BUDYNEK STAREGO BUDOWNICTWA - OBIEKTEM ENERGOOSZCZĘDNYM. ANALIZA MOŻLIWOŚCI DOSTOSOWANIA ISTNIEJĄCEGO BUDYNKU DO WARUNKÓW ENERGOOSZCZĘDNYCH**

### **Streszczenie**

Praca przedstawia analizę możliwości dostosowania istniejącego domu jednorodzinnego do warunków energooszczędnych, uwzględniając obecnie obowiązujące przepisy prawa. Przedstawione zostały najczęściej stosowane formy modernizacji oraz warunki techniczne, które powinien spełniać budynek podjęty opracowaniu. W szczególności na zachowanie odpowiedniego współczynnika przenikania ciepła. Podjęte zagadnienie zobrazowane zostanie za pomocą programu komputerowego Purmo OZC 6.1. Zostaną przedstawione różnice straty i zysków ciepła oraz sezonowego zapotrzebowania na ciepło budynku przed modernizacją jak i po. Przy doborze materiałów uwzględniono dostępność na rynku, cenę i prostotę wykonania. Podstawą analizy jest istniejący dom jednorodzinny zlokalizowany w Horodyszczu, który został wybudowany w latach 70 jako „typowa kostka”. Modernizacja będzie polegała na zaprojektowaniu izolacji o odpowiednich współczynnikach oraz grubościach, tak aby zostały spełnione wymagania domu energooszczędnego. Wygenerowane wyniki z programu Purmo OZC pokazują jak duża różnica w izolacyjności cieplnej nastąpi po wykonaniu modernizacji. Największe straty energii cieplnej stanu istniejącego wykazują ściany zewnętrzne, wentylacja, strop pod nieogrzewanym poddaszem oraz strop nad nieogrzewaną piwnicą. Porównanie wyników wskazuje, że zastosowanie zaprojektowanych izolacji pozwoliło na obniżenie zapotrzebowania wytwarzania ciepła w budynku. Zatem zakwalifikowanie budynku po modernizacji jako energooszczędny jest możliwe.

### **Wstęp**

Modernizacja dla większości obiektów budowlanych z lat 60, 70 i 80 stała się koniecznością. Na podjęcie takiej decyzji ma nie tylko wpływ estetyka ale również kwestie ekonomiczne, jak i wymagania związane z ochroną środowiska. Wzrost cen energii w ostatnich latach stał się impulsem do poszukiwania nowych rozwiązań technologicznych. Ułatwiają one dostosowywanie energooszczędnych budynków do obowiązujących unormowań w zakresie energooszcz-

zczędności budynków. Zmiany technologii wykonawczych i materiałowych składają się do znacznego obniżenia kosztów związanych z eksploatacją budynku, zarazem polepszają warunki komfortu cieplnego. Dostosowanie starego budownictwa wymaga skrupulatnej inwentaryzacji budynku. Pozwala to na dobór odpowiednich materiałów.

Niniejsza praca ma na celu przedstawienie możliwości dostosowania starego budynku do warunków energooszczędnych. Biorąc pod uwagę zmieniające się przepisy odnoszące się do oszczędności energii - niwelowanie strat ciepła. Wykonana analiza pozwoli na dostrzeżenie możliwości wykonania z istniejącego, starego budynku nowy w standardach energooszczędnych.

### Modernizacja i jej rodzaje

Powszechnie za modernizację budynku jednorodzinnego uważa się unowocześnienie, trwałe ulepszenie obiektu budowlanego. Przeprowadzenie modernizacji zwiększa wartość użytkową danego obiektu, jak również poprawia estetykę. W latach 70 wartość użytkową budynku zwiększały prace polegające na wykonaniu kanalizacji, instalacji wodnej, centralnego ogrzewania (Zaleski, 1987). Obecnie priorytetem jest oszczędność energii. Aby ją zapewnić często modernizacja łączy się z przebudową, rozbudową, nadbudową lub remontem.

Przebudowa obiektu budowlanego ma miejsce gdy w budynku objętym pracami następuje zmiana parametrów użytkowych lub technicznych, pomijając charakterystyczne parametry, tj. np. kubaturę (Olszewska, Marczuk, 2014). Na zdjęciach poniżej przedstawiony został przykład przebudowy budynku. Miała ona na celu maksymalne wykorzystanie istniejącego zabudowania. Zdecydowano się na całkowitą zmianę funkcjonalną pomieszczeń, przeprojektowanie całkowicie ścian parteru, jak również stworzenie na nowo poddasza (ryc. 1).



Ryc. 1. Modernizowany dom jednorodzinny

Źródło: strona internetowa pracowni architektonicznej m2studio

Rozbudowę charakteryzuje zmiana powierzchni zabudowy a co za tym idzie także powierzchni użytkowej. Wykonanie takiego projektu często dzieli się na dwa etapy modernizacji starej części budynku oraz wykonanie nowej części wraz z elewacją, która zaciera granice między nimi. W taki sposób wykonany został budynek przedstawiony poniżej. Nową część budynku wykonuje się jako niezależną konstrukcję, wraz z dylatacją (3 cm z np. wełny mineralnej) między nowym i starym budynkiem. Wykonana została wymiana stolarki oraz docieplenie przegród zewnętrznych (Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r.) - ryc. 2.



Ryc. 2. „Rozbudowa domu. Metamorfoza domu kostki w dużą nowoczesną willę” - Piotr Mastalerz

Nadbudowa jest rodzajem budowy, w którym także zmienia się powierzchnia użytkowa, jednak nie zmienia się powierzchnia zabudowy. Zwiększana jest wysokość budynku (Olszewska, Marczuk, 2014).

Kolejnym przykładem modernizacji obiektu budowlanego jest budynek wzniesiony w latach 70 ubiegłego wieku tzw. kostka. Modernizacja polegała na rozbudowie i nadbudowie istniejącego budynku. Celem inwestorów było wyodrębnienie dwóch lokali mieszkalnych (ryc. 3).



Ryc. 3. Rozbudowa i nadbudowa istniejącego budynku  
Źródło: Pracownia architektoniczna DBA

Formą modernizacji obiektów zabytkowych jest najczęściej remont. Należy przez to rozumieć wykonanie prac budowlanych mających na celu odtworzenie stanu pierwotnego danego obiektu budowlanego. Jednak prace wykonywane nie mogą być konserwacją bieżącą budynku. Rodzaj omawianej formy modernizacji dopuszcza stosowanie innych materiałów budowlanych niż użyto przy wznoszeniu tego obiektu (Olszewska, Marczuk, 2014). Przykładowym projektem na omawianą formę jest remont jednorodzinny budynek mieszkalny w Siemianowicach Śląskich (ryc. 4).



**Ryc. 4.** Remont jednorodzinny budynek mieszkalny w Siemianowicach Śląskich” Firma „KAMIŃSKI Zaopatrzenie Przemysłu, Robert Kamiński”

Każda z przedstawionych form modernizacji zmienia budynek. Obiekt zmienia się wizualnie technicznie i funkcjonalnie. Najważniejszą ze zmian jest poprawa stanu technicznego. Dzięki czemu przedłuża się jego „żywność”, oraz zmniejsza się koszty eksploatacji.

### **Budynek energooszczędny i jego wymagania**

Budynek energooszczędny jest to obiekt cechujący się niższym zapotrzebowaniem na energię cieplną, który jednocześnie zapewnia użytkownikom odpowiedni komfort cieplny, w porównaniu do budynków budowanych tradycyjnie. Budynki tradycyjne wznoszono bez przywiązywania większej uwagi do

jakości wykonania, ani do parametrów cieplnych materiałów. Nie brano pod uwagę ilości energii zużywanej do ogrzewania. Powodem tego były wysokie koszty materiałów izolacyjnych, a dość tanie wytwarzanie energii cieplej. Nie zważano również na ochronę środowiska. Dom ma miano energooszczędnego, gdy jego zapotrzebowanie na energię do ogrzewania, obniżone zostanie poniżej poziomu 70 kWh/m<sup>2</sup>rok. Podział obiektów budowlanych energooszczędnych określany jest na podstawie współczynnika EUco - zapotrzebowanie budynku na ciepło do ogrzewania i wentylacji. Budynki wykazujące współczynnik większy niż 70 kWh/m<sup>2</sup>rok przypisane są jako domy poza klasą energooszczędności - budownictwo tradycyjne. Obiekty bardziej korzystne dla środowiska tj. dom niskoenergetyczny - wskaźnik poniżej 30 kWh/m<sup>2</sup>rok, dom pasywny o wskaźniku niższym niż 15 kWh/m<sup>2</sup>rok. Wyodrębnione zostały również budynki nie wykazujące żadnego zapotrzebowaniu tj. dom zero energetyczny, a nawet budynki o dodatnim bilansie energetycznym - dom plus energetyczny.

Uzyskanie domu energooszczędnego wiąże się z uzyskaniem jak najmniejszego zapotrzebowania na energią podczas eksploatacji budynku. Należy zwracać uwagę na oświetlenie, pracę urządzeń AGD i RTV wykorzystywanych w gospodarstwie domowym. Zarazem powinny się przyczyniać do ochrony środowiska poprzez redukcję emisji dwutlenku węgla do atmosfery. W pozytywne cechy takiego budynku wpisuje się jak największy procent wykorzystywania energii odnawialnej (Kusak, 2013).

Budynki nowo wznoszone jak i te przebudowywane, powinny przede wszystkim spełniać warunki stanów granicznych nośności i użyteczności. W tym celu przed wykonaniem koncepcji przebudowy, projektant zapoznaje się ze stanem budynku. Następnie określa i dopasowuje zakres prac budowlanych. Budynek powinien być zaprojektowany i wykonany zgodnie z obecnie obowiązującymi normami, przepisami rozporządzenia i przepisów odrębnych oraz zgodnie z wymaganiami wynikającymi z usytuowania i przeznaczenia obiektu budowlanego (Dz.U. Nr 75, poz. 690).

Obecnie głównym zadaniem modernizacji jest dostosowanie budynku do warunków energooszczędnych. Poprawne wykonanie termomodernizacji wiąże się z odpowiednim doбором materiałów, które będą spełniać wymagania izolacyjności cieplnej, a zarazem polepszać funkcjonalność pomieszczeń budynków. Obecnie przepisy budowlane dokładnie określają wartości współczynnika przenikania ciepła, których poszczególne przegrody budynku nie mogą przekroczyć. W tabeli 1 przedstawiono maksymalne wartości współczynnika przenikania ciepła dla poszczególnych przegród budynku. Wartości zmieniają się co kilka lat, na coraz niższe. Reasumując, budowanie budynków energooszczędnych będzie koniecznością.

**Tab. 1.** Wartości współczynnika przenikania ciepła  $U_{\max}$  dla ścian, dachów, stropów i podłogi na gruncie

Lp.	Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu	Współczynnik przenikania ciepła $U_{C(\max)}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]		
		od 1.01.2014 r.	od 1.01.2017 r.	od 1.01.2021 r.
1	Ściany zewnętrzne:			
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,25	0,23	0,20
	b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	0,45		
	c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	0,90		
2	Ściany wewnętrzne:			
	a) przy $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$ oraz oddzielające pomieszczenia ogrzewane od klatek schodowych i korytarzy	1,00		
	b) przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$	bez wymagań		
	c) oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	0,30		
3	Ściany przyległe do szczelin dylatacyjnych o szerokości:			
	a) do 5 cm, trwale zamkniętych i wypełnionych izolacją cieplną na głębokości co najmniej 20 cm	1,00		
	b) powyżej 5 cm, niezależnie od przyjętego sposobu zamknięcia i zaizolowania szczeliny	0,70		
4	Ściany nieogrzewanych kondygnacji podziemnych	bez wymagań		
5	Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami:			
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,20	0,18	0,15
	b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	0,30		
	c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	0,70		
6	Podłogi na gruncie:			
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,30		
	b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	1,20		
	c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	1,50		

7	Stropy nad piwnicami nieogrzewanymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi:	
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,25
	b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	0,30
	c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	1,00
8	Stropy nad ogrzewanymi pomieszczeniami podziemnymi i stropy międzykondygnacyjne:	
	a) przy $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$	1,00
	b) przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$	bez wymagań
	c) oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	0,25
<p>Pomieszczenie ogrzewane - pomieszczenie, w którym na skutek działania systemu ogrzewania lub w wyniku bilansu strat i zysków ciepła utrzymywana jest temperatura, której wartość została określona w § 134 ust. 2 rozporządzenia.</p> <p><math>t_i</math> - Temperatura obliczeniowa w pomieszczeniu zgodnie z § 134 ust. 2 rozporządzenia.</p> <p><sup>*)</sup> Od 1 stycznia 2019 r. - w przypadku budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością.</p>		

Źródło: Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. (Dz.U. Nr 75, poz. 690) wraz z późniejszymi zmianami

Tabela przedstawiona poniżej pokazuje maksymalne wartości współczynnika przenikania ciepła dla okien i drzwi. Współczynniki są bardzo niskie ponieważ przez otwory okienne i drzwiowe występują duże straty ciepła. Mogą one wynikać ze złego montażu okien czy drzwi, bądź wad technologicznych okien lub drzwi (tab. 2).

**Tab. 2.** Wartości współczynnika przenikania ciepła  $U_{\max}$  dla okien, drzwi balkonowych i drzwi zewnętrznych

Lp.	Okna, drzwi balkonowe i drzwi zewnętrzne	Współczynnik przenikania ciepła $U_{\max}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]		
		od 1.01.2014 r.	od 1.01.2017 r.	od 1.01.2021 r.
1	Okna (z wyjątkiem połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne:			
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	1,3	1,1	0,9
	b) przy $t_i < 16^\circ\text{C}$	1,8	1,6	1,4
2	Okna połaciowe:			
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	1,5	1,3	1,1
	b) przy $t_i < 16^\circ\text{C}$	1,8	1,6	1,4

3	Okna w ścianach wewnętrznych:			
	a) przy $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$	1,5	1,3	1,1
	b) przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$	bez wymagań		
	c) oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	1,5	1,3	1,1
4	Drzwi w przegrodach zewnętrznych lub w przegrodach między pomieszczeniami ogrzewanymi i nieogrzewanymi:	1,7	1,5	1,3
5	Okna i drzwi zewnętrzne w przegrodach zewnętrznych pomieszczeń nieogrzewanych	bez wymagań		
<p>Pomieszczenie ogrzewane - pomieszczenie, w którym na skutek działania systemu ogrzewania lub w wyniku bilansu strat i zysków ciepła utrzymywana jest temperatura, której wartość została określona w § 134 ust. 2 rozporządzenia.</p> <p><math>t_i</math> - Temperatura obliczeniowa w pomieszczeniu zgodnie z § 134 ust. 2 rozporządzenia.</p> <p><sup>*)</sup> Od 1 stycznia 2019 r. - w przypadku budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością.</p>				

Źródło: Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. (Dz.U. Nr 75, poz. 690) wraz z późniejszymi zmianami

Od 2014 roku, każdy budynek musi spełniać minimalne wymagania. W budynkach przebudowywanych, spełnienie tego warunku uznaje się gdy przegrody obiektu oraz jego wyposażenie techniczne spełniają przynajmniej wymagania izolacyjności cieplnej. Istotnym elementem w przebudowywaniu budynku do warunków energooszczędnych, który będzie się zmieniał na przeciągu najbliższych lat jest wartość wskaźnika EP - roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną. Maksymalne wartości cząstkowe danego wskaźnika przedstawia tabela 3.



**Tab. 3.** Częstkowe maksymalne wartości wskaźnika  $EP_{H+W}$  na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj budynku	Częstkowe maksymalne wartości wskaźnika $EP_{H+W}$ na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]		
		od 1.01.2014 r.	od 1.01.2017 r.	od 1.01.2021 r.*)
1	Budynek mieszkalny:			
	a) jednorodzinny	120	95	70
	b) wielorodzinny	105	85	65
2	Budynek zamieszkania zbiorowego	95	85	75
3	Budynek użyteczności publicznej:			
	a) opieki zdrowotnej	390	290	190
	b) pozostałe	65	60	45
4	Budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny	110	90	70
*) Od 1 stycznia 2019 r. - w przypadku budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością.				

Źródło: Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. (Dz.U. Nr 75, poz. 690) wraz z późniejszymi zmianami

Wprowadzenie warunków na roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną będzie wymuszało wymianę starych pieców na nowe, rezygnacji z pieców na paliwo stałe. Modernizacji wentylacji poprzez stosowanie wentylacji mechanicznej. Wykorzystanie energii słonecznej do podgrzewania wody oraz wytwarzania prądu potrzebnego do funkcjonowania poszczególnych gospodarstw domowych.

### Przedstawienie analizowanego budynku

Analiza przedstawiona w pracy dotyczy budynku mieszkalnego jednorodzinnego zlokalizowanego w Horodyszczu. Przedmiotowy obiekt jest budynkiem mieszkalnym, jednorodzinny, wolnostojącym, parterowym. Budynek posiada piwnicę nieogrzewaną oraz poddasze nieużytkowe. Fundament wraz z podłogą nie posiada izolacji przeciwwilgociowej poziomej. Warstwa podłogi na gruncie nie posiada izolacji termicznej. Ściany fundamentowe, gr. 0,40 m zostały wykonane z cegły pełnej, murowane na zaprawie cementowo-wapiennej. Stwierdzono brak izolacji przeciwwilgociowej oraz termicznej pionowej. W budynku stwierdza się duże straty ciepła na wysokości ściany, strefy przemarzania, jak również bezpośrednio ze stroną zewnętrzną (ryc. 5-8).

Obiekt wykonano w konstrukcji tradycyjnej murowanej. Ściany konstrukcyjne zewnętrzne gr. 0,42 m wykonano z bloczków gazobetonowych na zaprawie cementowo-wapiennej. Ściany konstrukcyjne wewnętrzne gr. 0,27 m i ściany działowe gr. 0,17 m, także wykonano z bloczków gazobetonowych na zaprawie cementowo-wapiennej.

Stropy wykonano jako kleina. Elementami nośnymi są belki stalowe dwuteowe o wysokości 14 cm. Wypełnienie tworzą ułożone cegły pełne z warstwą nadbetonu. Brak izolacji termicznej na stropie pod nieogrzewanym poddaszem oraz nad nieogrzewaną piwnicą powoduje bardzo duże straty ciepła.

Więźba dachowa drewniana krokwiowo-płatwiowa, czterospadowa. Dach pokryty eternitem.

Budynek posiada schody i taras zewnętrzne wykonywane jako monolityczne, żelbetowe. Na powierzchni widoczne są porosty i zawilgocenia. Brak izolacji termicznej i przeciwwilgociowej, powoduje występowanie mostków termicznych, przez które następują znaczne straty ciepła.

Wentylacja w budynku wykonana jako grawitacyjna. Kratka wentylacyjna zamontowana jest jedynie w pomieszczeniu kotłowni. Komin wykonany z cegły pełnej. W pomieszczeniach tj. łazienka, aneks kuchenny wykonane są bezpośrednie wyloty o średnicy 10 cm przez strop na nieogrzewane poddasze. Wykonana wentylacja powoduje bardzo duże straty ciepła.

Posadzki w piwnicy wykonano jako betonowe. W pomieszczeniach na parterze wykonana została podłoga drewniana na legarach. Grubość desek podłogowych to 2,5 cm. Deski pomalowane farbą olejną. Ślepy pułap nie zawiera wypełnienia z warstwy izolacyjnej. Widoczne zawilgocenie podkładek pod legarami. Na poddaszu nieużytkowym, bezpośrednio na stropie wykonane jest ocieplenie z polepy gr. 5 cm.

Okna na parterze zostały wymienione w 2005 r. z drewnianych na PCV dwuszybowe o współczynniku przenikania ciepła  $U=1,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ . Okna na poddaszu nieużytkowym oraz w piwnicy wykonane są z drewna, dwuszybowe o współczynniku  $U=2,6 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ .

Drzwi zewnętrznie zamontowane w wejściu do ganku nieogrzewanego oraz z ganku do mieszkania wykonane są w całości z drewna sosnowego, bez elementów termoizolacyjnych o współczynniku  $U=3,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ .

## Wymiary budynku

- długość budynku - 12,77 m
- szerokość budynku - 11,84 m
- wysokość budynku - 7,75 m

Wysokości kondygnacji wynoszą:

- piwnica - 2,00 m

- parter - 2,70 m
- poddasze nieużytkowe - 2,33 m

Łączna powierzchnia i kubatura obiektu:

- powierzchnia użytkowa budynku: 205,98 m<sup>2</sup>
- powierzchnia całkowita: 393,34 m<sup>2</sup>
- powierzchnia zabudowy: 129,06 m<sup>2</sup>
- kubatura netto: 988,615 m<sup>3</sup>

W piwnicy znajdują się pomieszczenia gospodarcze, wiatrołap i kotłownia (tab. 4).

**Tab. 4.** Zestawienie powierzchni użytkowej piwnicy

<b>ZESTAWIENIE POMIESZCZEŃ PIWNICY</b>			
Nr.Pom	Nazwa Pomieszczenia	Wykończenie posadzki	Pow. m <sup>2</sup>
1.0	WIATROŁAP	<i>Posadzka betonowa</i>	4,35
2.0	POM.1	<i>Posadzka betonowa</i>	11,33
3.0	POM. 2	<i>Posadzka betonowa</i>	19,61
4.0	POM. 3	<i>Posadzka betonowa</i>	10,01
5.0	POM.4	<i>Posadzka betonowa</i>	19,42
6.0	POM. 5	<i>Posadzka betonowa</i>	19,71
7.0	KOTŁOWNIA	<i>Posadzka betonowa</i>	19,03
<b>ŁĄCZNA POWIERZCHNIA PIWNICY</b>			<b>103,46</b>

Parter służy do codziennego użytku mieszkańców - znajdują się tam pomieszczenia, tj. łazienka, aneks kuchenny, spiżarnia, wiatrołap, hol, sypialnie (tab. 5).

**Tab. 5.** Zestawienie powierzchni użytkowej parteru

<b>ZESTAWIENIE POMIESZCZEŃ PARTERU</b>			
Nr.Pom	Nazwa Pomieszczenia	Wykończenie posadzki	Pow. m <sup>2</sup>
1.1	WIATROŁAP	<i>Drewno</i>	3,40
2.1	HOL	<i>Drewno</i>	5,00
3.1	ŁAZIENKA	<i>Terakota</i>	5,90
4.1	ANEKS KUCHENNY	<i>Drewno</i>	19,15
5.1	POKÓJ 1	<i>Drewno</i>	19,73
6.1	POKÓJ 2	<i>Drewno</i>	4,38
7.1	SPIŻARNIA	<i>Drewno</i>	5,71
8.1	POKÓJ 3	<i>Drewno</i>	19,54
9.1	POKÓJ 4	<i>Drewno</i>	19,71
<b>ŁĄCZNA POWIERZCHNIA PARTERU</b>			<b>102,52</b>

## Dokumentacja fotograficzna budynku



Ryc. 5. Elewacja południowa



Ryc. 6. Elewacja zachodnia



Ryc. 7. Elewacja północna



Ryc. 8. Elewacja wschodnia

## Zakres prac modernizacyjnych

Zakres prac modernizacyjnych obejmuje:

- a) demontaż izolacji stropu pod nieogrzewanym poddaszem, pokrycia dachu wraz z obróbką blacharską;
- b) wykonanie nadbudowy budynku i podłogi w celu przekształcenia poddasza nieużytkowego na użytkowe;
- c) naprawa i nadbudowa komina;
- d) wykonanie nowego pokrycia dachu wraz z obróbką blacharską;
- e) docieplenie podłogi na legarach;
- f) docieplenie konstrukcji więźby dachowej;
- g) wykonanie instalacji wentylacji mechanicznej wraz z sufitem podwieszanym na stelaży metalowym, z płyt kartonowo gipsowych;
- h) wymiana stolarki okiennej i drzwiowej;
- i) modernizacja tarasu;
- j) wykonanie izolacji termicznej ścian zewnętrznych wraz z warstwą wykończeniową.

## Obliczenia strat i zysków ciepła budynku dla stanu istniejącego i projektowanego

Obliczenia wykonano w programie komputerowym PURMO OZC 6.1. Budynek analizowano w stanie istniejącym i projektowanym. Poniżej przedstawiono wyniki wykonanych obliczeń zysków ciepła, strat oraz roczne zapotrzebowanie na energię cieplną wyrażoną w kWh/(m<sup>3</sup>·rok).

### Straty i zyski ciepła stanu budynku inwentaryzowanego

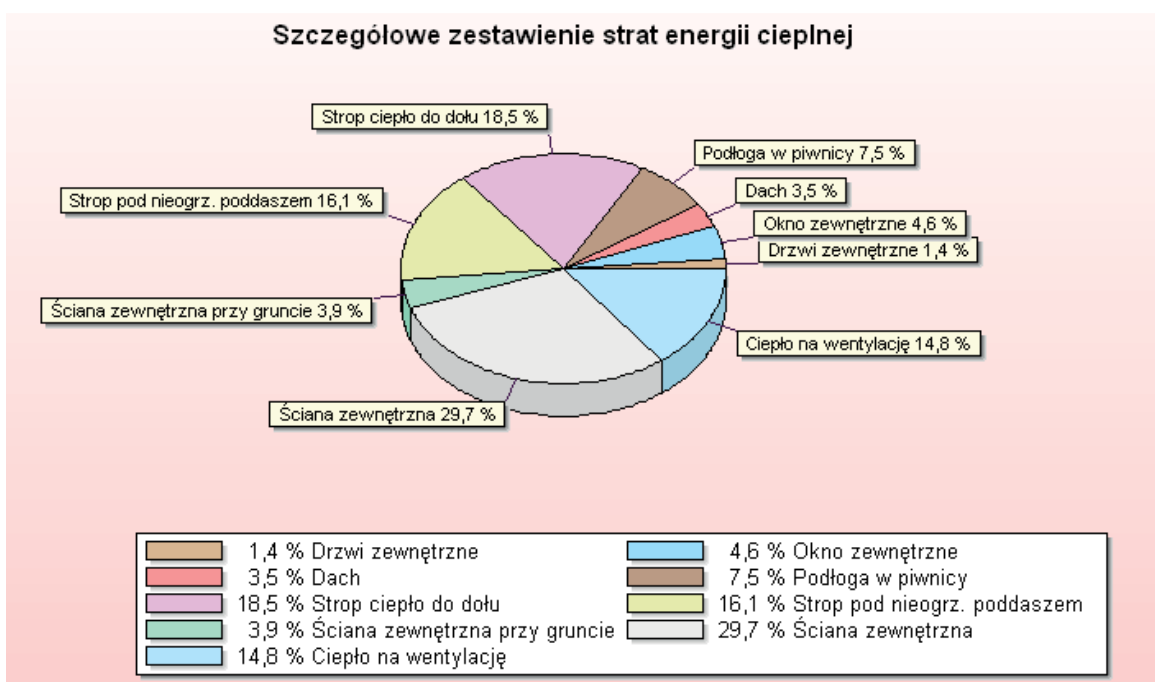
W programie zawarto szczegółowe informacje o budynku istniejącym tj. lokalizacja, geometria, system wentylacji, warstwy przegród zewnętrznych i ich współczynniki (ryc. 9).

The screenshot shows the 'Podstawowe dane' (Basic data) tab in the PURMO OZC 6.1 software. The interface is in Polish and contains the following information:

- Projekt:** BUDYNEK JEDNORODZINNY, PRACA INŻYNIERSKA
- Miejscowość:** BIAŁA PODLASKA
- Adres:** HORODYSZCZE
- Projektant:** BOGUSŁAWA OLSZEWSKA
- Zakres obliczeń:**
  - Obliczaj projektowe obciążenie cieplne
  - Obliczaj sezonowe zapotrzebowanie na energię cieplną E
  - Przeprowadź analizę wilgotnościową przegród
  - Orientacyjny dobór grzejników
- Normy:**
  - Norma na wyznaczanie współczynników U: **PN-EN ISO 6946**
  - Norma na projektowe obciążenie cieplne  $\Phi$ : **PN-EN 12831:2006**
  - Norma na obliczanie E: **PN-EN ISO 13790 - miesięcznie**
  - Norma na analizę wilgotnościową przegród: **PN-EN ISO 13788**
- Strefa klimatyczna:**
  - Strefa klimatyczna: **IV  $\theta_e = -22^\circ\text{C}$**
  - $\theta_e$  °C: **-22**
  - $\theta_{m,e}$  °C: **6,9**
  - Stacja meteorologiczna: **Terespol**
- Grunt:**
  - Rodzaj gruntu: **Piasek lub żwir**
  - Pojemność cieplna: **2,000** MJ/m<sup>3</sup>·K
  - Głębokość okresowego wnikania ciepła  $\delta$ : **3,167** m
  - Współczynnik przewodzenia ciepła  $\lambda_g$ : **2,0** W/(m·K)

**Ryc. 9.** Dane ogólne budynku stanu istniejącego  
Źródło: obliczenia własne w programie PURMO OZC 6.1

Największe straty energii cieplnej powstają w przegrodach, które mają największą powierzchnię stykającą się z zewnętrznymi warunkami atmosferycznymi, czyli ściany zewnętrzne 29,7%, strop pod nieogrzewanym poddaszem 16,1%, strop nad nieogrzewaną piwnicą 18,5% oraz wentylacja grawitacyjna 14,8% (ryc. 10).



**Ryc. 10.** Straty energii cieplnej budynku stanu istniejącego  
Źródło: obliczenia własne w programie PURMO OZC 6.1

Wyrównane wyniki zysków od słońca oraz zysków wewnętrznych wskazuje na dużą wymianę ciepła między wnętrzem budynku i środowiskiem zewnętrznym (ryc. 11).



**Ryc. 11.** Zyski energii cieplnej budynku stanu istniejącego  
Źródło: obliczenia własne w programie PURMO OZC 6.1

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię jednoznacznie wskazują na budynek tradycyjny, charakteryzujący się wysokim zapotrzebowaniem na ciepło 652 kWh/m<sup>2</sup>·rok (ryc. 12).

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Terespol	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :	367,8	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	273,79	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	76054	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	117	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	314,9	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	2347,3	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	652,0	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	869,4	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	241,5	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)

**Ryc. 12.** Sezonowe zapotrzebowanie na energię budynku stanu istniejącego  
Źródło: obliczenia własne w programie PURMO OZC 6.1

Budynek stanu istniejącego wykazuje duże straty ciepła i duże zapotrzebowanie na energię. Szybka utrata ciepła wymusza szybkie jej ponowne dostarczenie, czyli spalanie dużej ilości paliwa stałego. Wiąże się to z oddawaniem do atmosfery dużej ilości zanieczyszczeń. Budynki tradycyjne są mało ekonomiczne oraz bardzo przyczyniają się do zanieczyszczenia środowiska naturalnego.

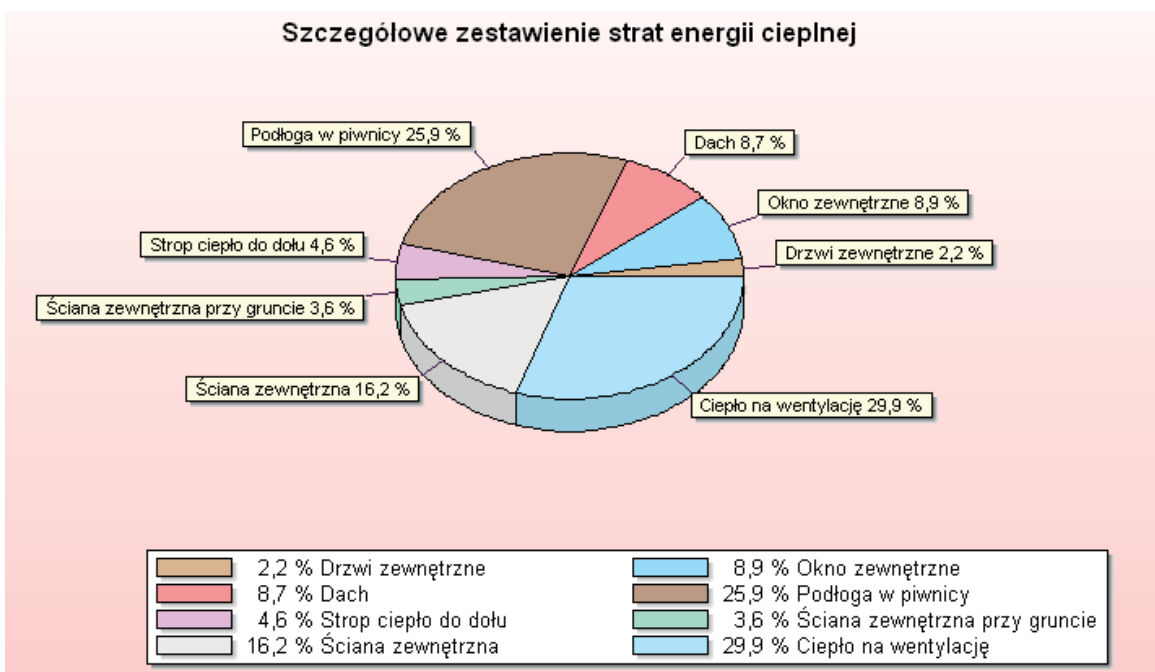
### Straty i zyski ciepła budynku po modernizacji

Zastosowanie izolacji termicznych na analizowanym budynku pozwoliło na zmniejszenie strat ciepła, zwiększenie odzysku ciepła wewnętrznego budynku w wyniku czego zmniejszyło się zapotrzebowanie na ciepło. Dane wyjściowe budynku, jak w budynku przed modernizacją (ryc. 13).

The screenshot shows the 'Budynek' (Building) tab in the PURMO OZC 6.1 software. The project name is 'BUDYNEK JEDNORODZINNY PRACA INŻYNIERSKA'. The location is 'BIAŁA PODLASKA', address is 'HORODYSZCZE', and the designer is 'BOGUSŁAWA OLSZEWSKA'. The calculation scope includes: 'Obliczaj projektowe obciążenie cieplne', 'Obliczaj sezonowe zapotrzebowanie na energię cieplną E', and 'Przeprowadź analizę wilgotnościową przegród'. The climate zone is 'IV  $\theta_e = -22^\circ\text{C}$ ' with  $\theta_{m,e} = 6,9$ . The meteorological station is 'Terespol'. The ground type is 'Piasek lub żwir' with a thermal capacity of 2,000 MJ/m<sup>3</sup>·K, a depth of 3,167 m, and a thermal conductivity coefficient of 2,0 W/(m·K).

Ryc. 13. Dane ogólne budynku po modernizacji  
Źródło: obliczenia własne w programie PURMO OZC 6.1

Budynek po modernizacji wykazuje największe straty ciepła przez wentylację grawitacyjną 29,9%. Następnie przez przegrodę podłogi piwnicy 25,9%, która nie została docieplona i ściany zewnętrzne 16,2% (ryc. 14).



Ryc. 14. Straty energii cieplnej budynku po modernizacji  
Źródło: obliczenia własne w programie PURMO OZC 6.1



Po modernizacji znacząco zwiększyły się zyski wewnętrzne. Ucieczka ciepła została zatrzymana przez izolację co zmniejszyła zapotrzebowanie na energię (ryc. 15).



**Ryc. 15.** Zyski energii cieplnej budynku po modernizacji  
Źródło: obliczenia własne w programie PURMO OZC 6.1

Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło zostało zmniejszone do 66 kWh/m<sup>2</sup>rok poziomu wartości budynku energooszczędnego, za pomocą termomodernizacji (ryc. 16).

Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :	374,8	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	24,57	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	6824	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	103	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	1056,7	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	237,5	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	66,0	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	23,2	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	6,5	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)

**Ryc. 16.** Sezonowe zapotrzebowanie na energię budynku po modernizacji  
Źródło: obliczenia własne w programie PURMO OZC 6.1

Budynek po modernizacji wykazuje bardziej sprzyjające dla środowiska wyniki. Potrzebuje o wiele mniej energii na dogrzewanie. Izolacja zmniejszyła straty ciepła i zwiększyła zyski. Termomodernizacja zmniejszy koszty eksploatacji budynku.

## Wnioski

Wyniki strat ciepła oraz sezonowego zapotrzebowania na ciepło wygenerowane w programie Purmo OZC pokazują jak duża różnica nastąpi po wykonaniu modernizacji. Największe straty energii cieplnej stanu istniejącego wykazują ściany zewnętrzne, strop pod nieogrzewanym poddaszem oraz strop nad nieogrzewaną piwnicą. W projektowanym budynku z uwagi na wykonane izolacje termiczne największe straty ciepła wykazuje wentylacja, podłoga w piwnicy i ściany zewnętrzne.

Porównując wyniki sezonowego zapotrzebowania na ogrzewanie ( $EA_B$ ) widać, że budynek stanu istniejącego wykazywał bardzo duży wskaźnik. Zastosowanie zaprojektowanych izolacji pozwoliło na obniżenie zapotrzebowania z  $652 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$  do  $66 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ . Zatem zakwalifikowanie budynku po modernizacji jako energooszczędny jest możliwe.

Przedstawione wyniki dowodzą o możliwości dostosowania budynku istniejącego starego budownictwa do warunków energooszczędnych. Budynek taki wykazuje mniejsze zapotrzebowanie na ogrzewanie od  $70 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ , wyższy komfort cieplny. Niestety modernizacja budynku do standardu energooszczędnego jest nadal kosztowna, co wpływa na decyzję potencjalnych inwestorów o poziomie modernizacji.

## Piśmiennictwo

1. Kusak E. (2013), *Rozbudowa domu. Metamorfoza domu kostki w dużą nowoczesną willę*. Murator, s. 3-4.
2. Olszewska B., Marczuk M. (2014), *Przebudowa tradycyjna czy pasywna?*. Wydawnictwo PSW im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej, Biała Podlaska.
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. (Dz.U. Nr 75, poz. 690) wraz z późniejszymi zmianami.
4. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 roku - Prawo budowlane wraz z późniejszymi zmianami.
5. Zaleski S. (red.), (1987), *Remonty i modernizacja budynków mieszkalnych*. Arkady.