

---

# Modernizacja instalacji grzewczej przeprowadzana w następstwie termomodernizacji budynku

---

Jarosław Wasilczuk, Marian Sobiech

---

## STRESZCZENIE

W referacie przedstawiono wyniki analiz cieplnych oraz warianty modernizacji systemu ogrzewania w istniejącym (jednorodnym, wolnostojącym, niepodpiwniczonym, z poddaszem użytkowym) budynku mieszkalnym, zbudowanym na przełomie lat 80. i 90. ubiegłego wieku, w celu przystosowania go do aktualnych wymagań w zakresie izolacyjności cieplnej oraz racjonalizacji zużycia ciepła. Analizowano istniejący budynek mieszkalny, jednorodzinny, wolnostojący, niepodpiwniczony, z poddaszem użytkowym, który jest zlokalizowany w powiecie legionowskim w woj. mazowieckim. Ściany zewnętrzne budynku, o powierzchni użytkowej 140,87 m<sup>2</sup> i całkowitej 206,16 m<sup>2</sup>, są wykonane z bloczków gazobetonowych na zaprawie klejowej o całkowitej grubości 36,5 cm. Strop jest wykonany z prefabrykatów gęstożelbetowych Teriva – 1. Dach jest symetryczny, dwuspadowy, krokwiowo-jętkowy – pokryty blachodachówką. W celu wybrania optymalnego zakresu termomodernizacji istniejącego budynku wykonano obliczenia cieplne dla 3 różnych wariantów, a mianowicie: wariant 1 – ocieplenie ścian zewnętrznych uniwersalnym materiałem termozolacyjnym swisspor LAMBDA fasada, produkowanym metodą spieczenia polistyrenu o  $\lambda=0,033$  [W/mK] i grubości płyt 10 cm; wariant 2 – wymiana stolarki okiennej na nową o podwyższonej jakości; wariant 3 – połączenie wariantów 1 i 2 oraz dodatkowo ocieplenie połaci dachowej i podłogi. Na podstawie obliczeń współczynnika przenikania ciepła i analizy finansowej wybrano wariant 3, co pozwoliło zmniejszyć wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na energię pierwotną z EP=251,02 kWh/rok·m<sup>2</sup> do wartości 150,59 kWh/rok·m<sup>2</sup>. Przebudowano instalację centralnego ogrzewania i ciepłej wody, analizowano 3 warianty: wariant 1 – instalacja c.o. z grzejnikami stalowymi panelowymi, podłączona do kotła gazowego; wariant 2 – instalacja c.o. z grzejnikami stalowymi panelowymi w pokojach i z ogrzewaniem podłogowym w łazienkach, podłączona do kotła gazowego; wariant 3 – instalacja c.o. z grzejnikami stalowymi panelowymi w pokojach i z ogrzewaniem podłogowym w łazienkach, podłączona do kotła gazowego ze wspomaganie kolektorów słonecznych. Ostatecznie wybrano również wariant 3, co pozwoli na zmniejszenie zużycia gazu i efektywniejsze wykorzystanie energii słońca.

---

## Wstęp

Aktualne wymagania z zakresu ochrony cieplnej budynku są zawarte w rozporządzeniach. Rozporządzenie z dnia 5 lipca 2013 r. [RMiTBiGM 2013], zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [RMiIR 2015], zaostriżyło wymagania izolacyjności cieplnej i inne związane z oszczędnością energii. Zmienione przepisy budowlane w przedmiotowym rozporządzeniu odnoszą się do paragrafów 148, 151 i 154, które dotyczą kwestii wentylacji budynku. Istotne jest również to, że budynki muszą spełniać jednocześnie wymagania, co do dopuszczalnej wartości wskaźnika EP (roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną) oraz co do minimalnej izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych budynku (ścian, podłóg, dachów, stropów, okien i drzwi) i przewodów (instalacji c.o. i c.w.u.). Wcześniej wystarczyło spełnienie jednego z tych dwóch warunków. Aktualnie projektanci muszą dokonać działań inżynierskich

**Tabela 1. Wymagana izolacyjność cieplna przegród według warunków technicznych**

Lp.	Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu	Współczynnik przenikania ciepła $U_{(max)}$ [W/m <sup>2</sup> K]		
		od 1 stycznia 2014 r.	od 1 stycznia 2017 r.	od 1 stycznia 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	0,45	0,45
	c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	0,90	0,90	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	1,00	1,00
	b) przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$	bez wymagań	bez wymagań	bez wymagań
	c) oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	0,30	0,30	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	1,00	1,00
	b) powyżej 5 cm, niezależnie od przyjętego sposobu zamknięcia i zaizolowania szczeliny	0,70	0,70	0,70
4	Ściany nieogrzewanych kondygnacji podziemnych	bez wymagań	bez wymagań	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	0,30	0,30
	c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	0,70	0,70	0,70

Źródło: Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2012 r.

w wielu dziedzinach, ponieważ o wysokości EP dla konkretnego budynku decyduje kombinacja wielu czynników, takich jak: izolacja cieplna, sposób wentylacji, rodzaj paliwa do ogrzewania budynku, a nawet jego położenie na działce. Aktualne warunki techniczne stanowią element pakietu implementującego do polskiego prawa postanowienia dyrektywy europejskiej 2010/31/UE. Bardzo ważnym aktem prawnym jest także rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego, które obowiązuje w nowej edycji od 3 października 2013 roku. Zmiana polega na zobowiązaniu projektanta budynku do przeprowadzenia analiz w zakresie możliwości racjonalnego wykorzystania alternatywnych systemów zaopatrzenia w energię i ciepło z tak zwanych źródeł odnawialnych, a także wyboru optymalnego rozwiązania. W tabelach 1-3, będących kopiami tabel z rozporządzenia, przedstawiono istotne różnice pomiędzy wybranymi wymaganiami budowlanymi.

**Tabela 2. Wymagana izolacyjność cieplna okien i drzwi według warunków technicznych**

Lp.	Okna, drzwi balkonowe i drzwi zewnętrzne	Współczynnik przenikania ciepła $U_{(max)}$ [W/m <sup>2</sup> K]		
		od 1 stycznia 2014 r.	od 1 stycznia 2017 r.	od 1 stycznia 2021 r.
1	Okna (z wyjątkiem okien połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne: a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ b) przy $t_i < 16^\circ\text{C}$	1,30	1,10	1,10
		1,80	1,60	1,40
2	Okna połaciowe: a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ b) przy $t_i < 16^\circ\text{C}$	1,50	1,30	0,90
		1,80	1,60	1,40
3	Okna w ścianach wewnętrznych: a) przy $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$ b) przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$ c) oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	1,50	1,30	1,10
		bez wymagań 1,50	bez wymagań 1,30	bez wymagań 1,10

Źródło: Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2012 r.

Charakterystykę energetyczną określają wartości wskaźników rocznego zapotrzebowania na:

1. Nieodnawialną energię pierwotną,  $EP=Q_p/A_p$  kWh/(m<sup>2</sup>rok);
2. Energię końcową,  $EK=Q_k/A_p$  kWh/(m<sup>2</sup>rok);
3. Energię użytkową,  $EU=Q_u/A_p$  kWh/(m<sup>2</sup>rok).

**Tabela 3. Wymagana izolacyjność cieplna przegród zewnętrznych, rodzaj systemu wentylacji, szczelność powietrzna zgodnie z warunkami technicznymi z 2008 roku**

Opis przegrody	Zgodnie z wymaganiami WT z 2008r.
Ściany zewnętrzne	$U_{max} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	$U_{max} = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$
Stropy nad piwnicami nieogrzewanymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi, podłogi na gruncie	$U_{max} = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$
Okna (z wyjątkiem połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne: a) w I, II i III strefie klimatycznej b) w IV i V strefie klimatycznej	$U_{max} = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U_{max} = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$
Okna połaciowe	$U_{max} = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$

Źródło: Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2012 r.

**Tabela 4. Algorytm wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku – metoda obliczeniowa**

Podział budynku na przestrzenie		
Przestrzeń ogrzewana	Przestrzeń nieogrzewana	Przestrzeń chłodzona
<b>Wyznaczenie wskaźników rocznego zapotrzebowania na energie EP, EK i EU</b>		

Źródło: Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z 27 lutego 2015 r.

Wyznaczenie rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną dla systemów technicznych  $Q_p$

$$Q_p = Q_{pH} + Q_{pW} + Q_{pC} + Q_{pL} \quad \text{kWh/rok,}$$

gdzie:

$Q_{pH}$  – roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną dla systemu ogrzewania w kWh/rok;

$Q_{pW}$  – roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej w kWh/rok;

$Q_{pC}$  – roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną dla systemu chłodzenia w kWh/rok;

$Q_{pL}$  – roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną dla systemu wbudowanej instalacji oświetlenia w kWh/rok.

Wyznaczenie rocznego zapotrzebowania na energię końcową, dostarczaną dla budynku lub części budynku, dla systemów technicznych  $Q_k$

$$Q_k = Q_{kH} + Q_{kW} + Q_{kC} + Q_{kL} + E_{el,pom} \quad \text{kWh/rok,}$$

gdzie:

$Q_{kH}$  – roczne zapotrzebowanie na energię końcową, dostarczoną do budynku lub części budynku, dla systemu ogrzewania w kWh/rok;

$Q_{kW}$  – roczne zapotrzebowanie na energię końcową, dostarczoną do budynku lub części budynku, dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej w kWh/rok;

$Q_{kC}$  – roczne zapotrzebowanie na energię końcową, dostarczoną do budynku lub części budynku, dla systemu chłodzenia w kWh/rok;

$Q_{kL}$  – roczne zapotrzebowanie na energię końcową, dostarczoną do budynku lub części budynku, dla systemu wbudowanej instalacji oświetlenia w kWh/rok;

$E_{el,pom}$  – roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą końcową, dostarczoną do budynku lub części budynku, dla systemów technicznych w kWh/rok.

Wyznaczenie rocznego zapotrzebowania na energię użytkową  $Q_u$  budynku lub części budynku

$$Q_u = Q_{Hnd} + Q_{Wnd} + Q_{Cnd} \quad \text{kWh/rok,}$$

gdzie:

$Q_{Hnd}$  – roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji w kWh/rok;

$Q_{Wnd}$  – roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania ciepłej wody użytkowej w kWh/rok;

$Q_{Cnd}$  – roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do chłodzenia w kWh/rok.

Wyznaczenie jednostkowej emisji  $CO_2$

$$E_{CO_2} = (E_{CO_2H} + E_{CO_2W} + E_{CO_2C} + E_{CO_2L} + E_{CO_2pom})/A_f \quad \text{tCO}_2/(\text{m}^2\text{rok}),$$

gdzie:

$E_{CO_2H}$  – wielkość emisji  $CO_2$  pochodząca z procesu spalania paliw przez system ogrzewania w  $tCO_2/\text{rok}$ ;

$E_{CO_2W}$  – wielkość emisji  $CO_2$  pochodząca z procesu spalania paliw przez system przygotowania ciepłej wody użytkowej w  $tCO_2/\text{rok}$ ;

$E_{CO_2C}$  – wielkość emisji  $CO_2$  pochodząca z procesu spalania paliw przez system chłodzenia w  $tCO_2/\text{rok}$ ;

$E_{CO_2L}$  – wielkość emisji  $CO_2$  pochodząca z procesu spalania paliw przez system wbudowanej instalacji oświetlenia w  $tCO_2/\text{rok}$ ;

$E_{CO_2pom}$  – wielkość emisji  $CO_2$  pochodząca z procesu spalania paliw przez urządzenia pomocnicze w systemach technicznych w  $tCO_2/\text{rok}$ .

Wyznaczenie obliczeniowej rocznej ilości zużywanego nośnika energii

$$C_H = Q_{k,H}/A_f \quad \text{kWh}/(\text{m}^2\text{rok}),$$

gdzie:

$Q_{k,H}$  – roczne zapotrzebowanie na energię końcową, dostarczaną do budynku lub części budynku, do systemu ogrzewania w kWh/rok;

$A_f$  – powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana lub chłodzona) w kWh/rok.

Wyznaczenie udziału odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową w budynku lub części budynku

$$U_{OZE} = \frac{Q_{k,H,oze} + Q_{k,W,oze} + Q_{k,C,oze} + Q_{k,L,oze} + Q_{el,pom,oze}}{Q_k} \cdot 100\%,$$

gdzie:

$Q_{k,H,oze}$  – roczne zapotrzebowanie na energię końcową, dostarczoną do budynku lub części budynku, dla systemu ogrzewania, zapewniane przez odnawialne źródła energii, w kWh/rok;

$Q_{k,W,oze}$  – roczne zapotrzebowanie na energię końcową, dostarczoną do budynku lub części budynku, dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, zapewniane przez odnawialne źródła energii, w kWh/rok;

$Q_{k.c.oze}$  – roczne zapotrzebowanie na energię końcową, dostarczoną do budynku lub części budynku, dla systemu chłodzenia, zapewniane przez odnawialne źródła energii, w kWh/rok;

$Q_{k.l.oze}$  – roczne zapotrzebowanie na energię końcową, dostarczoną do budynku lub części budynku, dla systemu wbudowanej instalacji oświetlenia, zapewniane przez odnawialne źródła energii, w kWh/rok;

$E_{el.pom.oze}$  – roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą końcową, dostarczoną do budynku lub części budynku, dla systemów technicznych, zapewniane przez odnawialne źródła energii, w kWh/rok;

$Q_k$  – roczne zapotrzebowanie na energię końcową, dostarczaną do budynku lub części budynku, dla systemów technicznych w kWh/rok.

W literaturze technicznej, dotyczącej kwestii ustalania wskaźnika EP jako rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną, podane są zasady jako ścieżka poprawnego obliczenia tego wskaźnika. Tabela 4. ilustruje taki algorytm, według którego ustalana jest wartość wskaźnika EP. Ilość energii zużywanej, niezbędnej do spełniania wszystkich potrzeb związanych z użytkowaniem budynku, czyli ogrzewaniem ciepłą wodą użytkową, chłodzeniem, wentylacją i oświetleniem, wyrażają wskaźniki EP oraz EK. Ze wskaźnika wartości nieodnawialnej energii pierwotnej EP, wyrażonej w [kWh/m<sup>2</sup>rok], nie można wnioskować o rzeczywistym zużyciu energii przez budynek. Dopiero wartość energii końcowej EK, wyrażona w [kWh/m<sup>2</sup>rok], pokazuje ilość energii dostarczonej do budynku. Energia końcowa pozwala ustalić opłaty za energię elektryczną i ciepło oraz chłód. Zredukowanie wartości energii końcowej pozwoli na uzyskanie niższych kosztów utrzymania budynku, a istotnym czynnikiem wpływającym na zmniejszenie wartości energii końcowej EK jest zastosowanie energii odnawialnej.

### **Charakterystyka energetyczna istniejącego budynku oraz proponowanych wersji zakresu termomodernizacji**

Istniejący budynek mieszkalny, jednorodzinny, wolnostojący, niepodpiwniczony, z poddaszem użytkowym jest zlokalizowany w powiecie legionowskim w woj. mazowieckim. Ściany zewnętrzne budynku, o powierzchni użytkowej 140,87 m<sup>2</sup> i całkowitej 206,16 m<sup>2</sup>, są wykonane z bloczków gazobetonowych na zaprawie klejowej o całkowitej grubości 36,5 cm. Strop jest wykonany z prefabrykatów gęstożelbetowych Teriva – 1. Dach jest symetryczny, dwuspadowy, krokwiowo-jętkowy – pokryty blachodachówką.

Zgodnie z §329. 1 warunków technicznych [Rozporządzenie Ministra Infrastruktury 2012] – zapotrzebowanie budynku na nieodnawialną energię pierwotną oblicza się według poniższego wzoru:

$$EP = EP_{H+W} + \Delta EP_C + \Delta EP_{L'}$$

gdzie:

$EP_{H+W}$  – cząstkowa maksymalna wartość wskaźnika EP na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej w kWh/(m<sup>2</sup> · rok);

$\Delta EP_C$  – cząstkowa maksymalna wartość wskaźnika EP na potrzeby chłodzenia w kWh/(m<sup>2</sup> · rok);

$\Delta EP_L$  – cząstkowa maksymalna wartość wskaźnika EP na potrzeby oświetlenia w kWh/(m<sup>2</sup> · rok).

Cząstkowe maksymalne wartości wskaźnika EP przedstawia Tabela 5.

Poddany analizie obliczeniowej istniejący budynek, jak opisano go powyżej, uzyskał zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną, wyrażoną wskaźnikiem EP, o wartości 251,02 kWh/(m<sup>2</sup>rok). Oznacza to, że wskaźnik ten jest znacznie przekroczony w stosunku do wartości podanej w warunkach technicznych, a zatem trzeba budynek poddać termomodernizacji, aby spełnić wymagania określone w rozporządzeniu. Niespełnienie wymagań z warunków technicznych odnosi się do wyższych wartości współczynników przenikania ciepła przegród zewnętrznych, a także do zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną budynków. W celu uzyskania odpowiedniego standardu energetycznego budynku poddano analizie przeprowadzenie termomodernizacji budynku. Dla dokonania optymalnego wyboru zakresu termomodernizacji istniejącego budynku przeprowadzono obliczenia energetyczne dla 3 różnych wariantów, a mianowicie:

- wariant 1: ocieplenie ścian zewnętrznych uniwersalnym materiałem termoizolacyjnym swisspor LAMBDA fasada, produkowanym metodą spieczenia polistyrenu o  $\lambda=0,033$ [W/mK] i grubości płyt 10 cm;
- wariant 2: wymiana stolarki okiennej na nową, o podwyższonej jakości,  $U=1$  [W/m<sup>2</sup>K];

**Tabela 5. Maksymalne wartości wskaźnika EP na potrzeby wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej**

Rodzaj budynku	Cząstkowe maksymalne wartości wskaźnika EP <sub>H+W</sub> na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]		
	od 1 stycznia 2014r.	od 1 stycznia 2017r.	od 1 stycznia 2021r.*)
Budynek mieszkalny:			
a) jednorodzinny	120	95	70
b) wielorodzinny	105	85	65
Budynek zamieszkania zbiorowego	95	85	75
Budynek użyteczności publicznej:			
a) opieki zdrowotnej	390	290	190
b) pozostałe	65	60	45
Budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny	110	90	70

\* od 1 stycznia 2019r. – w przypadku budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością

Źródło: Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z 27 lutego 2015 r.

**Tabela 6. Współczynniki przenikania ciepła U dla przegród budowlanych modernizowanego budynku**

Zestawienie współczynników przenikania ciepła U przegród budowlanych							
Przegroda budowlana	Budynek standardowy „S”	W-1	Różnica $\frac{U_{S^1}-U^1}{U^1} \cdot 100\%$	W-2	Różnica $\frac{U_{S^2}-U^2}{U^2} \cdot 100\%$	W-3	Różnica $\frac{U_{S^3}-U^3}{U^3} \cdot 100\%$
	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	%	W/m <sup>2</sup> K	%	W/m <sup>2</sup> K	%
Ściana zewnętrzna	0,433	<b>0,187</b>	56,81	<b>0,433</b>	0,00	<b>0,187</b>	56,81
Połąc dachowa	0,298	<b>0,298</b>	0,00	<b>0,298</b>	0,00	<b>0,185</b>	37,92
Poddasze	0,185	<b>0,185</b>	0,00	<b>0,185</b>	0,00	<b>0,145</b>	21,62
Podłoga na gruncie	0,350	<b>0,350</b>	0,00	<b>0,350</b>	0,00	<b>0,216</b>	38,29
Okna	2,800	<b>2,800</b>	0,00	<b>1,200</b>	57,14	<b>1,200</b>	57,14
Drzwi	2,500	<b>2,500</b>	0,00	<b>1,100</b>	56,00	<b>1,100</b>	56,00

Źródło: Dąbrowska 2015

- wariant 3: połączenie wariantów 1 i 2 oraz dodatkowo ocieplenie połączenia dachowej wełną mineralną o grubości 20cm,  $\lambda=0,035$  [W/mK] i podłogi 15cm płytą styrodurową,  $\lambda=0,035$  [W/mK].

W powyższej tabeli 6. oraz kolumnowym wykresie (ryc. 1.) przedstawiono wyniki obliczeń współczynnika U dla w/w wariantów termomodernizacji istniejącego budynku oraz wskaźnika energii użytkowej  $EU_{co}$ :

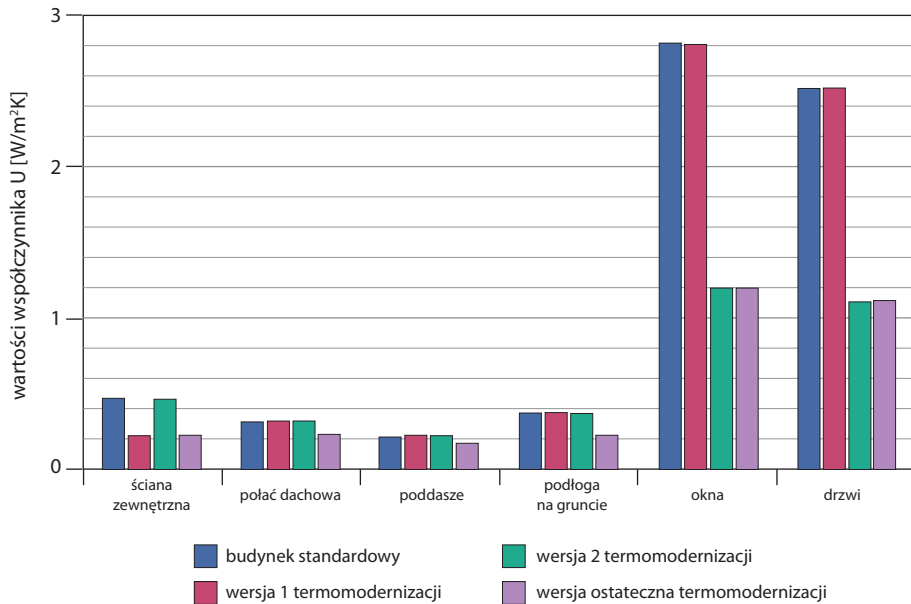
Na ryc. 1. przedstawiono graficznie wartości obliczonych współczynników przenikania ciepła dla analizowanych trzech wariantów termomodernizacji istniejącego domu jednorodzinnego, jak opisano powyżej.

Na ryc. 2. przedstawiono, w formie kolumnowego wykresu, wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną – EP. Wykres potwierdza, że istniejący budynek nie spełnia wymaganych warunków technicznych w odniesieniu do współczynników przenikania ciepła budynków standardowych (odniesienie do maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła U). Uwzględniając powyższe wyniki, wybrano *trzeci wariant* termomodernizacji, jako najbardziej korzystny pod względem zużycia energii użytkowej, uwzględniającej potrzeby ogrzewania i wentylacji budynku. Poniżej wykresy wskaźników zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji budynku  $EU$  oraz zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP.

Ze względu na koszty wykonania i efektywność energetyczną zdecydowano się na wykonanie termomodernizacji budynku według wariantu trzeciego, ponieważ spełnione są



Ryc. 1. Zestawienie współczynników przenikania ciepła U



Źródło: Dąbrowska 2015

warunki techniczne w odniesieniu do wartości współczynników przenikania ciepła przegród budynku i stolarki, a wartość zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną – EP = 150 kWh/rok m<sup>2</sup>.

### Modernizacja istniejącej instalacji centralnego ogrzewania

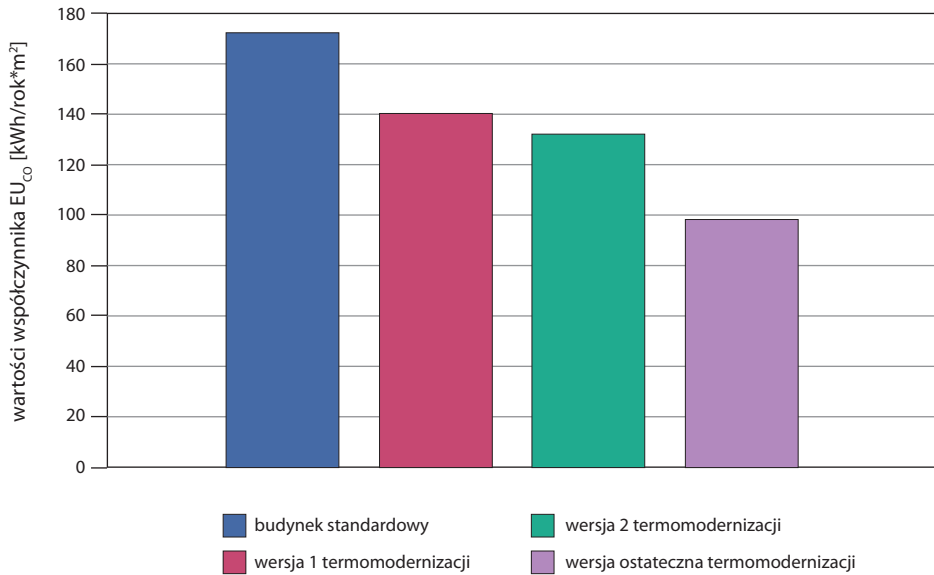
Przeprowadzenie termomodernizacji istniejącego budynku mieszkalnego według wariantu trzeciego pozwoli (według obliczeń) na zaoszczędzenie około 40% zapotrzebowania na energię pierwotną, czyli obniży zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną z poziomu EP=251,02 kWh/rok m<sup>2</sup> do poziomu EP=150,59 kWh/rok m<sup>2</sup>.

Powstała zmiana zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną wymaga również modernizacji istniejącej instalacji centralnego ogrzewania w celu dostosowania jej do zmienionych strat ciepła poszczególnych pomieszczeń. Ponadto, do przygotowania ciepłej wody użytkowej przewidziano zamontowanie kolektora słonecznego, wspomagającego kosztów gazowy w dostarczaniu ciepła w tym zakresie.

Analizowano trzy warianty usprawnienia instalacji centralnego ogrzewania:

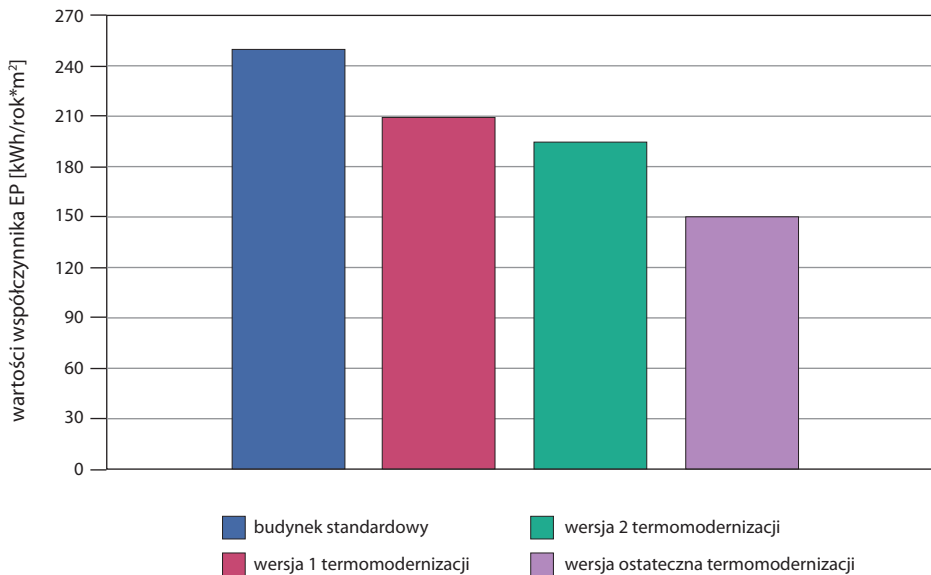
1. instalacja c.o. z grzejnikami stalowymi panelowymi, podłączona do kotła gazowego;
2. instalacja c.o. z grzejnikami stalowymi panelowymi w pokojach i z ogrzewaniem podłogowym w łazienkach, podłączona do kotła gazowego;

**Ryc. 2. Wskaźnik energii użytkowej do ogrzewania i wentylacji EU<sub>co</sub>**



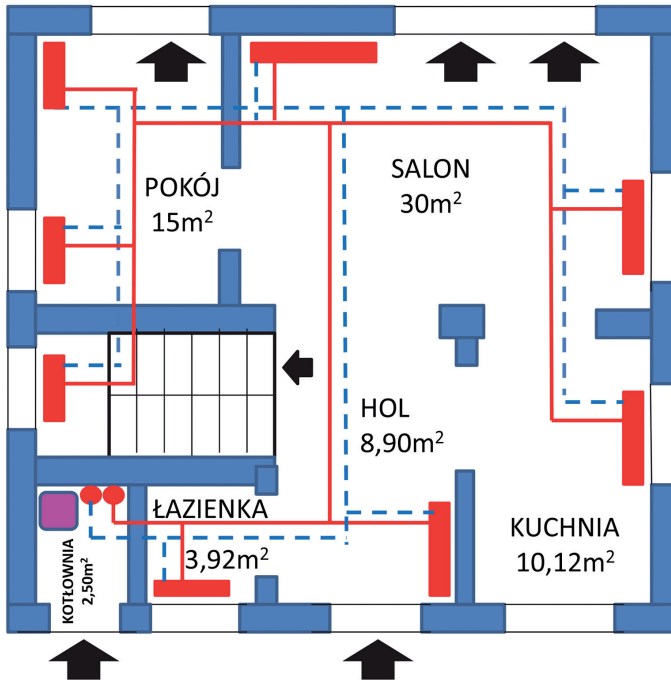
Źródło: Dąbrowska 2015

**Ryc. 3. Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną EP**



Źródło: Dąbrowska 2015

**Ryc. 4. Projektowana instalacja centralnego ogrzewania parteru budynku według wariantu 3. Układ pomieszczeń i rozmieszczenie grzejników – rurociągi prowadzone w posadzce**



Źródło: Dąbrowska 2015

3. instalacja c.o. z grzejnikami stalowymi panelowymi w pokojach i z ogrzewaniem podłogowym w łazienkach, podłączona do kotła gazowego, ze wspomaganie kolektorów słonecznych.

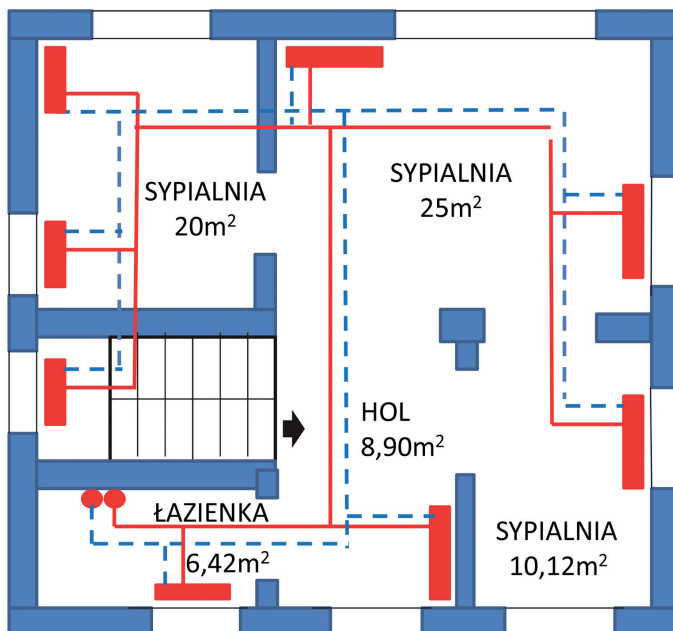
Każdy z wymienionych wariantów ma takie same straty ciepła, więc wielkość kotła nie ulega zmianie. Poszczególne rozwiązania różnią się układem technologicznym.

Kolektor słoneczny wspomaga kocioł gazowy w zakresie centralnego ogrzewania i przygotowania c.w.u. w okresach przejściowych, a latem całkowicie podgrzewa ciepłą wodę. Kolektor pozwala zmniejszyć o około 30% zapotrzebowanie na ciepło w sezonie ogrzewania budynku. Uwzględniając powyższe, najlepszym wariantem usprawnienia instalacji centralnego ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej jest wariant trzeci.

Rozpatrzono aspekt finansowy przedsięwzięcia, a szczególnie kwestię: po ilu latach zacznie się zwracać inwestycja w panele słoneczne (będzie ich aż pięć, co powoduje znaczne koszty).

Usprawniona instalacja najczęściej będzie pracować przy niskich parametrach, co stanowi, że ten rodzaj ogrzewania zapewnia najwłaściwszy, pod względem fizjologii ludzkiego

**Ryc. 5. Projektowana instalacja centralnego ogrzewania piętra budynku według wariantu 3. Układ pomieszczeń i rozmieszczenie grzejników – rurociągi prowadzone w posadzce**



Źródło: Dąbrowska 2015

organizmu, rozkład temperatury w pomieszczeniach; temperatura w płaszczyźnie poziomej jest stała – nie występują strefy przegrzania.

Usprawniana instalacja centralnego ogrzewania jest z rozdziałem dolnym, z jednym pionem. Główne przewody rozprowadzające [zasilanie i powrót] ułożone są w warstwie dociepleń posadzki, na parterze i poddaszu.

### Podsumowanie

W artykule zaprezentowano wybrane wyniki z analiz zapotrzebowania ciepła budynku w stanie istniejącym i przy trzech różnych wariantach termomodernizacji, jak również trzech opcjach zmian instalacji centralnego ogrzewania. Analizie poddano dwa zagadnienia:

- wskazanie rozwiązań technicznych i zakresu termomodernizacji istniejącego budynku mieszkalnego, optymalnych pod względem kosztu wykonawstwa i zaspokojenia potrzeb wynikających z użytkowania budynku (głównie zmniejszenie zużycia ciepła na cele grzewcze);

- wskazanie zakresu modernizacji instalacji grzewczej, optymalnej pod względem kosztu wykonawstwa, sprawności energetycznej oraz zapewnienia komfortu cieplnego jej użytkowników.

Najbardziej znaczącym rozwiązaniem jest zastosowanie w instalacji do ogrzewania budynku i przygotowania ciepłej wody użytkowej kolektorów słonecznych, które stanowią podstawę do wykorzystania energii słońca, będącej rekomendowaną formą energii odnawialnej. Zastosowanie ocieplenia budynku w zakresie wszystkich przegród zewnętrznych (podłoga, ściany zewnętrzne, dach) oraz lepsze pod względem przenikania ciepła okna i drzwi, a także usprawnienie instalacji centralnego ogrzewania, polegające na wymianie grzejników żeliwnych na płytowe stalowe, dodanie ogrzewania podłogowego i zamontowanie kolektorów słonecznych, spowodowało, że budynek o zapotrzebowaniu na nieodnawialną energię pierwotną o wartości  $EP=251,02$  kWh/rok  $m^2$  obniżył jej wartość do  $EP = 150,59$  kWh/rok  $m^2$ .

### **Bibliografia:**

COBRTI INSTAL, zeszyt 02, *Wytyczne projektowania instalacji c.o.*

Dąbrowska M., 2015, praca dyplomowa, Wyższa Szkoła Ekologii i Zarządzania, Warszawa.

Ickiewicz et alli 2010, Ickiewicz I., Sarosiek W., Ickiewicz J., *Fizyka budowli: wybrane zagadnienia*, Politechnika Białostocka.

Kamińska A. (red.) 2011, *Dom energooszczędny*, praca zbiorowa, „Murator”, numer specjalny 1/2011, kwiecień 2011, Warszawa.

Klemm P. (kier.) 2008, *Budownictwo ogólne, Tom 2: Fizyka budowli*, praca zbiorowa pod kierunkiem Klemm P., Arkady, Warszawa.

Krygier et alli 1997, Krygier K., Klinke T., Sewerynik J., *Ogrzewnictwo, Wentylacja, Klimatyzacja*, Warszawa.

Laskowski L. 2005, *Ochrona cieplna i charakterystyka energetyczna budynku*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.

Marszałek et alli 1986, Marszałek K., Nowak H., Śliwowski L., *Materiały do ćwiczeń z fizyki budowli*, Politechnika Wrocławska, Wrocław.

Norwisz J. (red.) 2004, *Termomodernizacja budynków dla poprawy jakości środowiska: poradnik dla audytorów energetycznych, inspektorów środowiska, projektantów oraz zarządców budynków i obiektów*, praca zbiorowa, Narodowa Agencja Poszanowania Energii, Gliwice.

Nowak H. 2013, *Fizyka budowli*, wykłady, Politechnika Wroclawska.

Panek A., Robakiewicz M. 2008, *Termomodernizacja budynku, Mądry Polak przed budową*, Narodowa Agencja Poszanowania Energii, Warszawa.

Staniec M. 2013, *Fizyka budowli, materiały do projektu*, Politechnika Wroclawska.

Śliwowski L. 2010, *Mikroklimat wewnątrz i komfort cieplny ludzi w pomieszczeniach*, Warszawa: Polska Geotermalna Asocjacja, Kraków.

#### **Normy:**

PN-EN 12831, *Nowa metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego*, „Poradnik Purmo”.

PN-EN ISO 10077-1:2007, *Właściwości cieplne okien, drzwi i żaluzji. Obliczanie współczynnika przenikania ciepła. Część 1: metoda uproszczona*.

PN-EN ISO 10211:2008, *Mostki cieplne w budynkach. Strumienie ciepła i temperatury powierzchni. Obliczenia szczegółowe*.

PN-EN ISO 10456:2009, *Materiały i wyroby budowlane. Właściwości cieplno-wilgotnościowe. Tabełaryczne wartości obliczeniowe i procedury określania deklarowanych i obliczeniowych wartości cieplnych*.

PN-EN ISO 14683: 2008, *Mostki cieplne w budynkach. Linowy współczynnik przenikania ciepła. Metody uproszczone i wartości orientacyjne*.

PN-EN ISO 6946: 2008, *Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania*.

PN-EN ISO 12831: 2008, *Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego*.

PN-EN ISO 13788:2003, *Cieplno-wilgotnościowe właściwości komponentów budowlanych i elementów budynku – Temperatura powierzchni wewnętrznej konieczna do uniknięcia krytycznej wilgotności powierzchni i kondensacja międzywarstwa – Metody obliczania*.

PN-B-02402:1982, *Ogrzewnictwo – Temperatury obliczeniowe zewnętrzne*.

PN-83/B-03430/Az3:2002, *Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej*.

PN-91B-02414, *Zabezpieczenie instalacji grzewczych*.

PN-81M-35630, *Zawory bezpieczeństwa*.

PN-99/B-02414, *Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych systemu zamkniętego z naczyniami wzbiorczymi przeponowymi*.

### Akty prawne:

RMI 2012, Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2012 r.

RMIiR 2015, Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r., w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.

RMiTBiGM 2013, Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z 5 lipca 2013 r.

---

### The modernization of the heating system carried out as a result of the thermo modernization of the bulding

#### ABSTRACT

The paper presents the results of heat demand analysis and variants of modernization of the heating system in an existing (single-family, detached, without basement to the attic) apartment building built in the late 80's and 90's of the last century in order to adapt it to current requirements for thermal insulation and efficiency of the heating installation. Thermal and economic analysis are subjected to existing residential, single-family house, usable area of 140.87 m<sup>2</sup> and a total area of 206.16 m<sup>2</sup>, located in Legionowo, this is the district in the province Mazowieckie. The outer walls of the building are made of concrete blocks on adhesive mortar with a total thickness of 36,5 cm. The ceiling is made of prefabricated blocks, called Teriva - 1. The roof is symmetrical, double-pitched, rafter collar beam - covered with tile. In order to select the optimal range of thermal modernization of the existing building, the calculations of power were given for 3 different variants, namely: Option 1: insulation of external walls universal insulating material swisspor LAMBDA facade, produced by sintering of polystyrene  $\lambda = 0.033$  [W / mK] and thick plates of 10 cm, Option 2: replacement of windows with a new improved quality,  $U=1$  [W/m<sup>2</sup>K], Option 3: a combination of options 1 and 2 and additional thermal insulation of roof, 20 cm of roof wool,  $\lambda = 0.035$  [W / mK] and floor, styrodur foam, thick plates of 10 cm,  $\lambda = 0.035$  [W / mK]. On the basis of the calculation of the heat transfer and financial analysis the option 3 was selected for the thermal modernization of the building. This option reduces the rate of seasonal demand for primary energy from EP = 251.02 kWh / year m<sup>2</sup> to the value of 150.59 kWh / year m<sup>2</sup>. As a result of the thermal modernization of the building and a rebuild of central heating installation and hot water were given. The analysis consider three options for the heating installation: Option 1: Installing steel paneled radiators, connected to a gas boiler, option 2: Installing steel paneled radiators and underfloor heating in the bathrooms, connected to a gas boiler, Option 3: Installing steel paneled radiators and underfloor heating in the bathrooms,, connected to a gas boiler and to the power solar panels. Finally, the option 3 was selected, which will help to reduce gas consumption and more efficient use of solar energy.

---

**dr inż. Jarosław Wasilczuk**, wykładowca Wydziału Architektury Wyższej Szkoły Ekologii i Zarządzania w Warszawie; specjalizuje się w technice związanej z inżynierią środowiska / works as lecturer in the University of Ecology and Management in Warsaw, the Architecture Faculty; by profession is the specialist in the field of environmental engineering; kontakt/contact: Wyższa Szkoła Ekologii i Zarządzania, ul. Olszewska 12, 00-792 Warszawa, Polska e-mail: jwasilczuk@wseiz.pl

**dr inż. Marian Sobiech**, wykładowca Wydziału Architektury Wyższej Szkoły Ekologii i Zarządzania w Warszawie; specjalizuje się w technice związanej z inżynierią środowiska / works as lecturer in the University of Ecology and Management in Warsaw, the Architecture Faculty; by profession is the specialist in the field of environmental engineering; kontakt/contact: Wyższa Szkoła Ekologii i Zarządzania, ul. Olszewska 12, 00-792 Warszawa, Polska, e-mail: msobiech@wseiz.pl