

Ociepl dom!
Wymień
ogrzewanie!

czyste powietrze
zdrowy wybór
Twój wybór!

PŁAĆ MNIEJ,
ZMNIJSZ RACHUNKI!



czystepowietrze.gov.pl

KRAJOWY
PLAN
ODBUDOWY



Rzeczpospolita
Polska

Sfinansowane przez
Unię Europejską
NextGenerationEU



#AKADEMIA CZYSTEGO POWIETRZA2023

Audyty energetyczne budynków jednorodzinnych część 2

Agnieszka Antoszevska
Audytor energetyczny ZAE

20 kwietnia 2023 r.

Ociepl dom!
Wymień
ogrzewanie!

czyste powietrze
zdrowy wybór
Twój wybór!

PŁAĆ MNIEJ,
ZMNIEJSZ RACHUNKI!

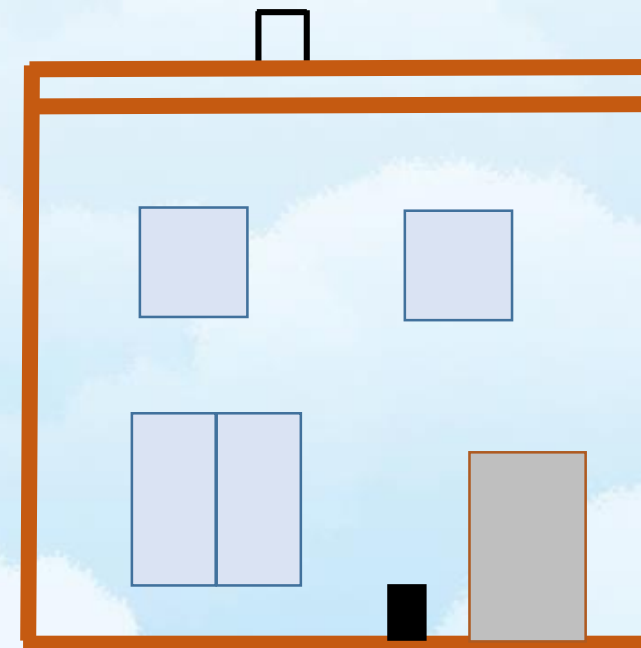


czystepowietrze.gov.pl

DOMEK JEDNORODZINNY

STAN ISTNIEJĄCY

- ✓ III Strefa Klimatyczna
- ✓ Wybudowany w latach 70-tych.
- ✓ Ocieplenie 5 cm styropianu na ścianach
- ✓ Powierzchnia ogrzewana: 120 m²
- ✓ Kubatura ogrzewana: 324 m³
- ✓ Źródło ciepła: kocioł węglowy z lat 90., sprawność 65%
- ✓ Instalacja c.o. w dobrym stanie
- ✓ Ciepła woda użytkowa: podgrzewacz elektryczny pojemnościowy



Inwentaryzacja techniczna i charakterystyka właściwości cieplnych przegród w stanie istniejącym

Opis przegrody	R m ² ·K/W	U = 1/R W/m ² ·K	U _{max} W/m ² ·K	Spełnione WT 2021 ?
Drzwi zewnętrzne L×H= 90,0×200,0 cm		1,800	1,300	NIE
Okno zewnętrzne L×H= 150,0×150,0 cm		2,300	0,900	NIE
Podłoga na gruncie 42,0 cm	2,100	0,476	0,300	NIE
Stropodach niewentylowany 60,5 cm	1,020	0,980	0,150	NIE
Ściana zewnętrzna 44,0 cm	1,814	0,551	0,200	NIE

Źródło: Certen, Obliczenia w programie Audytor 7.0 Pro Pol

Przegrody i stolarka otworowa nie spełniają WT 2021

Ze względu na niski standard cieplny budynku występują nadmierne straty ciepła

Zapotrzebowanie na ciepło użytkowe na ogrzewanie i wentylację:

$$Q_{U,H} = 92,17 \text{ GJ/rok}$$

Wskaźnik energii użytkowej jest wysoki:

$$EU_H = 213,4 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$$

Zapotrzebowanie na moc: $q = 13,2 \text{ kW}$

Sprawność systemu c.o.: $\eta_{1,0} = 55\%$

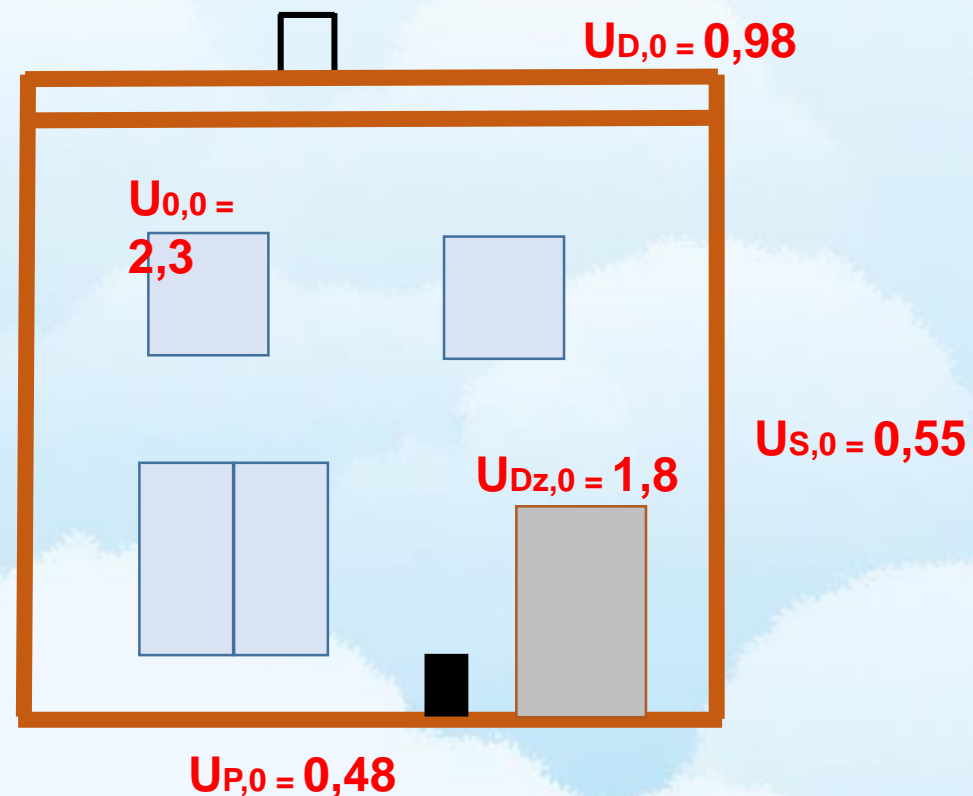
Zużycie energii końcowej: $Q_{K,H} = 167,58 \text{ GJ/rok}$

Wskaźnik energii końcowej jest wysoki:

$$EK_H = 387,9 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$$

Wskaźnik energii pierwotnej:

$$EP_H = 426,74 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$$



Zwiększamy opór cieplny ścian budynku

- ✓ Materiał izolacyjny styropian grafitowy
- ✓ Grubość $d = 12 \text{ cm}$
- ✓ Przewodność cieplna $\lambda = 0,032 \text{ W/m}^*\text{K}$
- ✓ Opór cieplny izolacji wynosi:

$$R_{\text{izolacji}} = d/\lambda = 3,75 \text{ m}^2*\text{K/W}$$

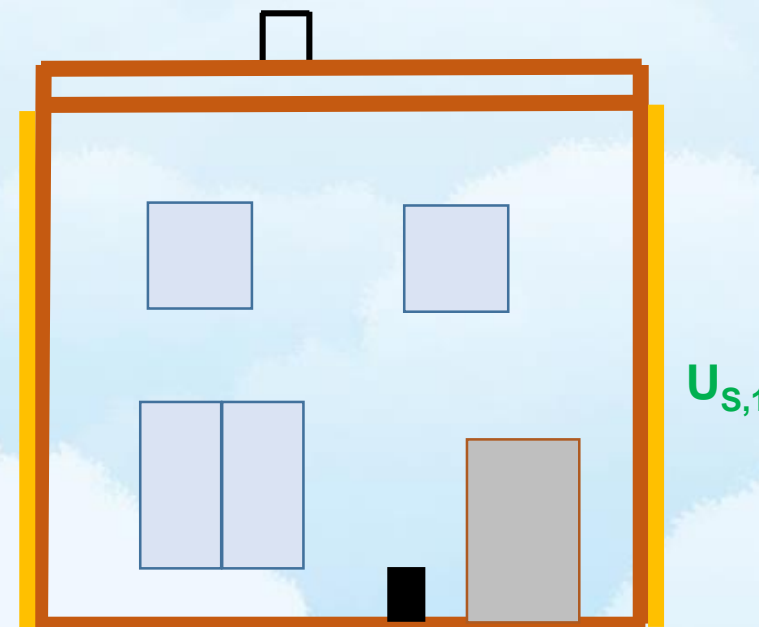
- ✓ Opór cieplny ocieplonej przegrody

$$R_{\text{ocieplonej}} = R_{\text{przegrody}} + R_{\text{izolacji}} = 1,81 + 3,75 = 5,56$$

- ✓ Współczynnik przenikania ciepła przez ocieploną ścianę

$$U_{S,1} = U_{\text{ocieplonej}} = 1/ R_{\text{ocieplonej}} = 0,18 \text{ W/m}^2*\text{K}$$

$U_{S,1} = 0,18 \text{ W/m}^2*\text{K}$
spełnia WT 2021 U_{max}
 $= 0,20 \text{ W/m}^2*\text{K}$



Zwiększamy opór cieplny stropodachu

- ✓ Materiał izolacyjny wdmuchiwana wełna mineralna
- ✓ Grubość $d = 23 \text{ cm}$
- ✓ Przewodność cieplna $\lambda = 0,040 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
- ✓ Opór cieplny izolacji wynosi:

$$R_{\text{izolacji}} = d/\lambda = 5,75 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$$

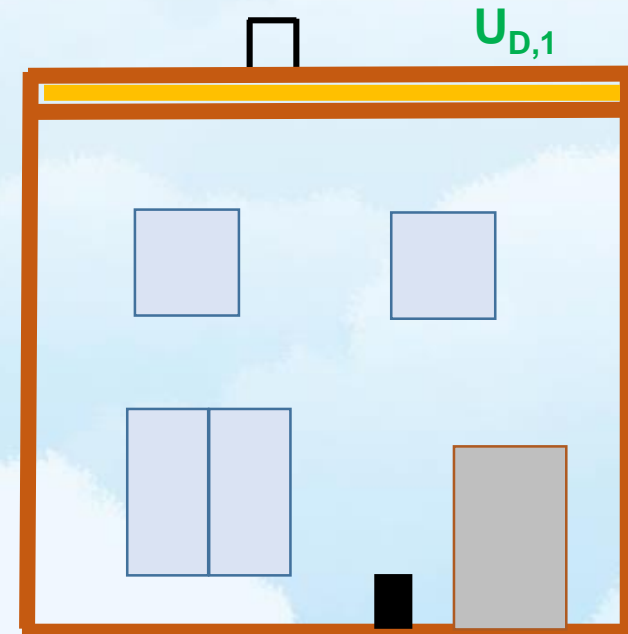
- ✓ Opór cieplny ocieplonej przegrody

$$R_{\text{ocieplonej}} = R_{\text{przegrody}} + R_{\text{izolacji}} = 1,02 + 5,75 = 6,77$$

- ✓ Współczynnik przenikania ciepła przez ocieplony stropodach

$$U_{D,1} = U_{\text{ocieplonej}} = 1/R_{\text{ocieplonej}} = 0,15 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

$U_{D,1} = 0,15 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
spełnia WT 2021 U_{max}
 $= 0,15 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$



Zwiększamy opór cieplny podłogi na gruncie

- ✓ Materiał izolacyjny styropian ekstrudowany XPS
- ✓ Grubość $d = 5 \text{ cm}$
- ✓ Przewodność cieplna $\lambda = 0,035 \text{ W/m}^*\text{K}$
- ✓ Opór cieplny izolacji wynosi:

$$R_{\text{izolacji}} = d/\lambda = 1,43 \text{ m}^2*\text{K/W}$$

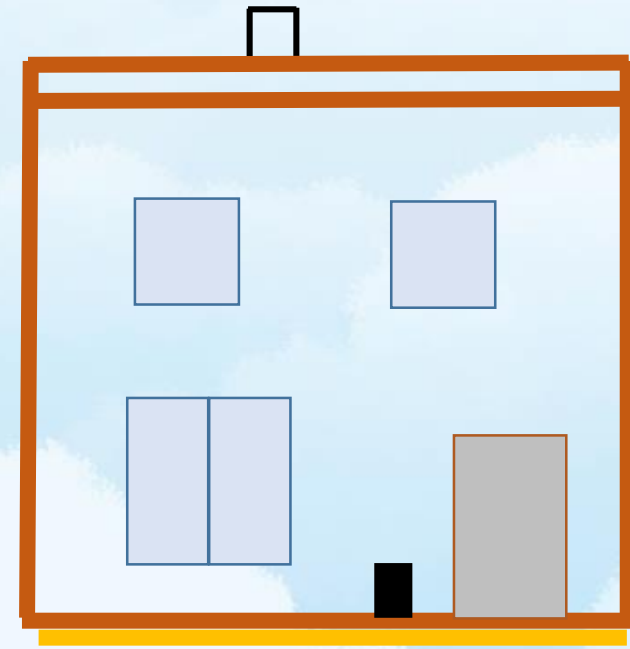
- ✓ Opór cieplny ocieplonej przegrody

$$R_{\text{ocieplonej}} = R_{\text{przegrody}} + R_{\text{izolacji}} = 2,1 + 1,43 = 3,5$$

- ✓ Współczynnik przenikania ciepła przez ocieploną podłogę na gruncie

$$U_{P,1} = U_{\text{ocieplonej}} = 1/ R_{\text{ocieplonej}} = 0,28 \text{ W/m}^2*\text{K}$$

$U_{P,1} = 0,28 \text{ W/m}^2*\text{K}$
spełnia WT 2021 U_{max}
 $= 0,30 \text{ W/m}^2*\text{K}$



$U_{P,1}$

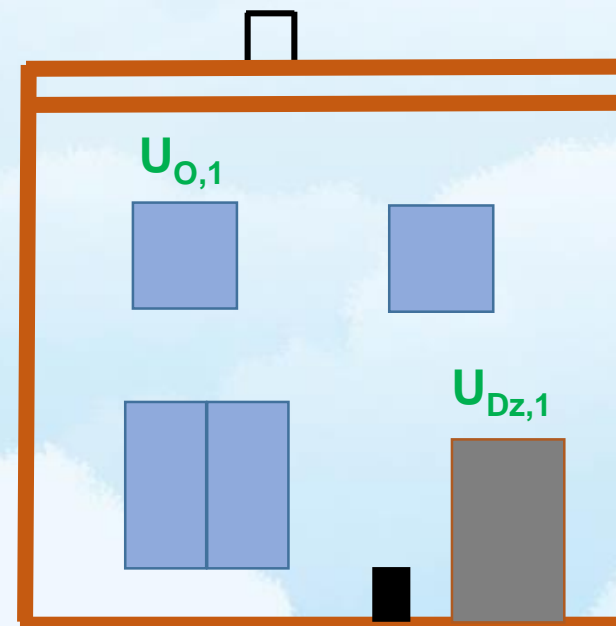
Wymieniamy okna i drzwi na spełniające aktualne warunki techniczne

$U_{O,1} = 0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ spełnia WT 2021

$U_{\text{max}} = 0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

$U_{Dz,1} = 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ spełnia WT 2021

$U_{\text{max}} = 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$



Ustawiamy przedsięwzięcia według SPBT

Przegroda	Izolacja	Koszt zł/m2	Pow. ocieplana m2	Koszt izolacji zł	Zmniejszenie kosztów ogrzewania zł/rok	SPBT lat
Stropodach niewentylowany	Wełna mineralna 23 cm	150	66,39	9 959	1048,30	9,1
Okna i drzwi	Wymiana	850	27,00	22 950	1164,97	19,7
Ściany zewewnętrzne	Styropian grafitowy 12 cm	220	183,22	40 307	1919,40	21,0
Podłoga na gruncie	Styropian XPS 5 cm	350	53,91	18 869	589,66	32,0

Źródło: Certen, obliczenia własne

- ✓ Ze względu na długi okres zwrotu audytor nie będzie zalecać ocieplania podłogi na gruncie

Budowanie scenariuszy termomodernizacyjnych i obliczenie oszczędności energii użytkowej

	STAN ISTNIEJĄCY	DACH	DACH_OKNA_DRZWI	DACH_OKNA_DRZWI_ŚCIANY	DACH_OKNA_DRZWI_ŚCIANY_PODŁOGA
EU kWh/(m ² ·rok)	213,4	169,9	138,5	85,0	66,14
Zmniejszenie EU kWh/(m ² ·rok)	0	43,5	74,9	128,4	147,26
Zmniejszenie EU %	0,0%	20,4%	35,1%	60,2%	69,0%
Kompleksowa termomodernizacja		NIE	NIE	TAK	TAK

Źródło: Certen, Obliczenia w programie Audytor 7.0 Pro Pol

- ✓ Ocieplenie stropodachu i ścian zewnętrznych oraz wymiana okien i drzwi spełnia wymóg kompleksowej termomodernizacji
- ✓ Ocieplanie podłogi na gruncie nie jest już konieczne

Domek po kompleksowej termomodernizacji ze starym kotłem węglowym

Zapotrzebowanie na ciepło użytkowe na ogrzewanie i wentylację:

$$Q_{U,H} = 36,71 \text{ GJ/rok}$$

Wskaźnik energii użytkowej:

$$EU_H = 85,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$$

Zapotrzebowanie na moc: $q = 6,5 \text{ kW}$

Sprawność systemu c.o.: $\eta_{1,0} = 55\%$

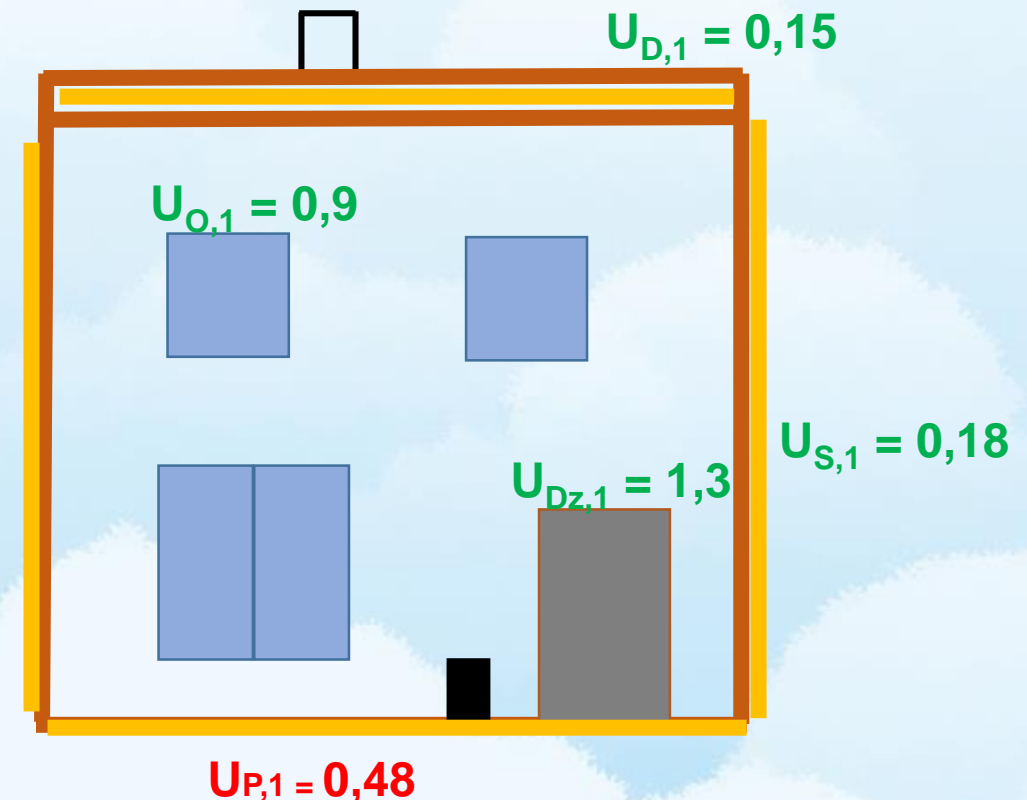
Zużycie energii końcowej: $Q_{K,H} = 66,75 \text{ GJ/rok}$

Wskaźnik energii końcowej:

$$EK_H = 154,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$$

Wskaźnik energii pierwotnej:

$$EP_H = 170,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$$



Domek po kompleksowej termomodernizacji z kotłem gazowym

Zapotrzebowanie na ciepło użytkowe na ogrzewanie i wentylację:

$$Q_{U,H} = 36,71 \text{ GJ/rok}$$

Wskaźnik energii użytkowej:

$$EU_H = 85,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$$

Zapotrzebowanie na moc: $q = 6,5 \text{ kW}$

Sprawność systemu c.o.: $\eta_{1,0} = 79\%$

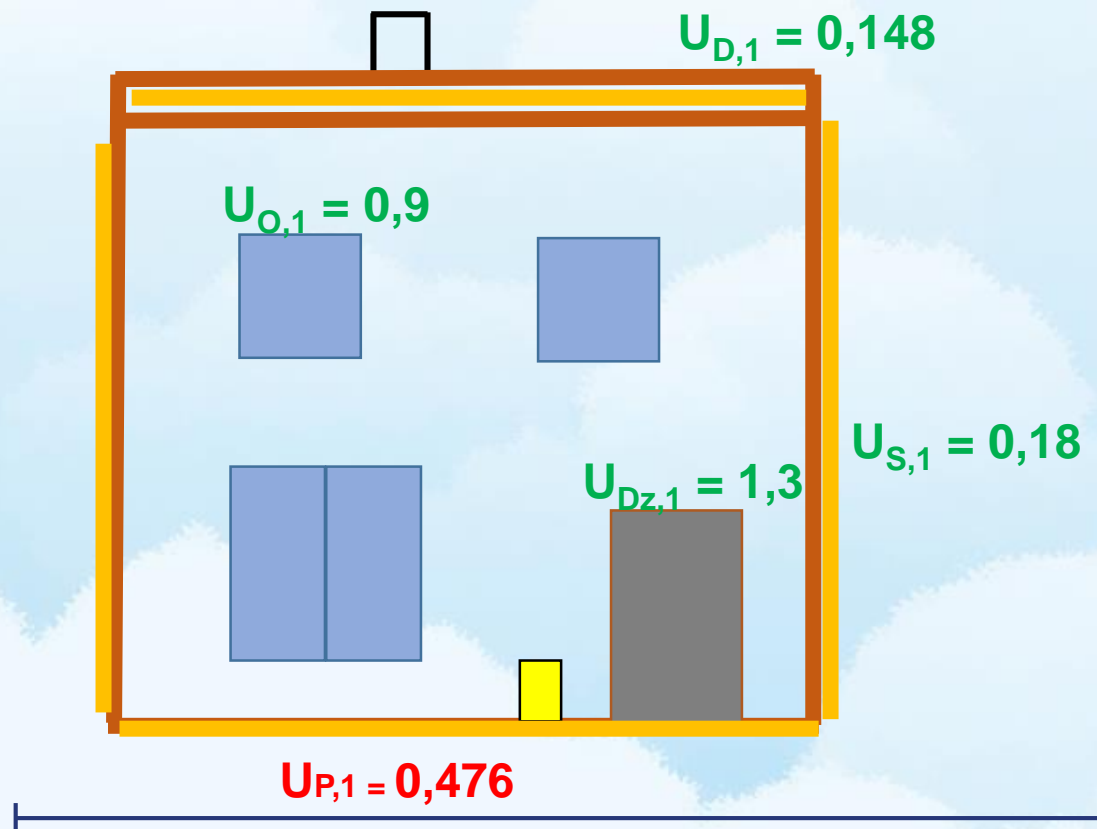
Zużycie energii końcowej: $Q_{K,H} = 46,46 \text{ GJ/rok}$

Wskaźnik energii końcowej:

$$EK_H = 107,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$$

Wskaźnik energii pierwotnej:

$$EP_H = 118,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$$



Domek po kompleksowej termomodernizacji z pompą ciepła

Zapotrzebowanie na ciepło użytkowe na ogrzewanie i wentylację:

$$Q_{U,H} = 36,71 \text{ GJ/rok}$$

Wskaźnik energii użytkowej:

$$EU_H = 85,0 \text{ kWh/(m}^2 \cdot \text{rok)}$$

Zapotrzebowanie na moc: $q = 6,5 \text{ kW}$

Sprawność systemu c.o.: $\eta_{1,0} = 296\%$

Zużycie energii końcowej NISKIE:

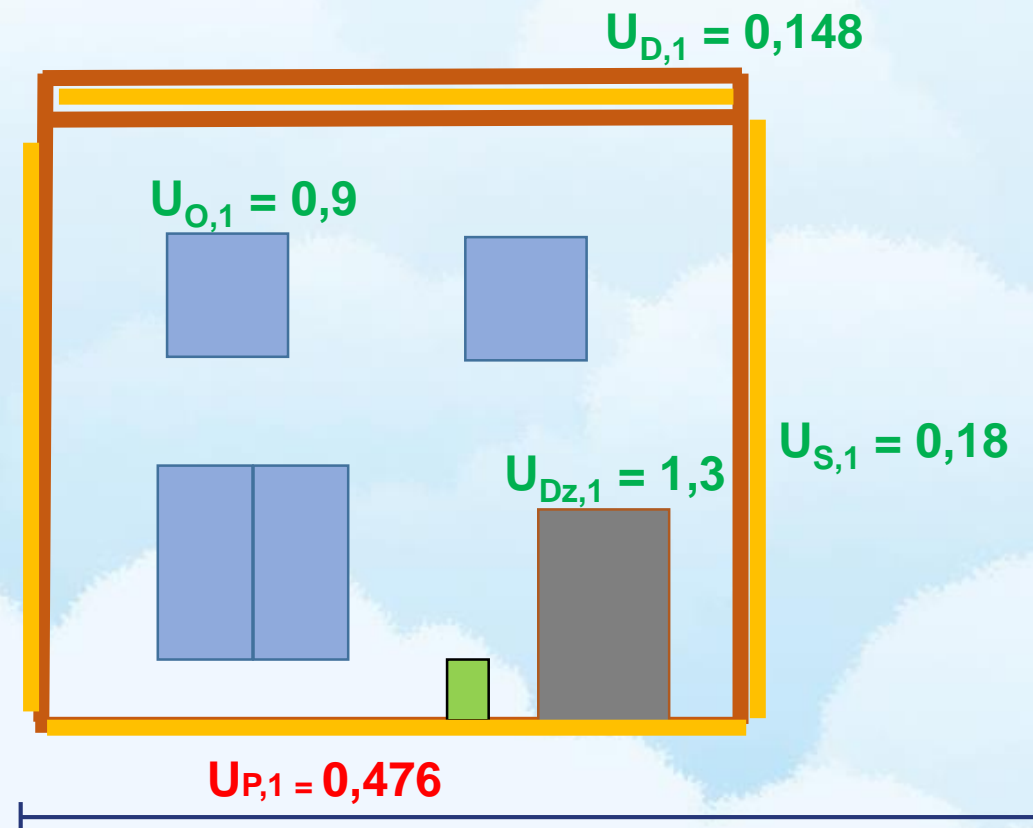
$$Q_{K,H} = 12,40 \text{ GJ/rok}$$

Wskaźnik energii końcowej NISKI:

$$EK_H = 28,72 \text{ kWh/(m}^2 \cdot \text{rok)}$$

Wskaźnik energii pierwotnej:

$$EP_H = 86,15 \text{ kWh/(m}^2 \cdot \text{rok)}$$



Domek po kompleksowej termomodernizacji z pompą ciepła i panelami PV

Zapotrzebowanie na ciepło użytkowe na ogrzewanie i wentylację:

$$Q_{U,H} = 36,71 \text{ GJ/rok}$$

Wskaźnik energii użytkowej:

$$EU_H = 85,0 \text{ kWh/(m}^2 \cdot \text{rok)}$$

Zapotrzebowanie na moc: $q = 6,5 \text{ kW}$

Sprawność systemu c.o.: $\eta_{1,0} = 296\%$

Zużycie energii końcowej NISKIE:

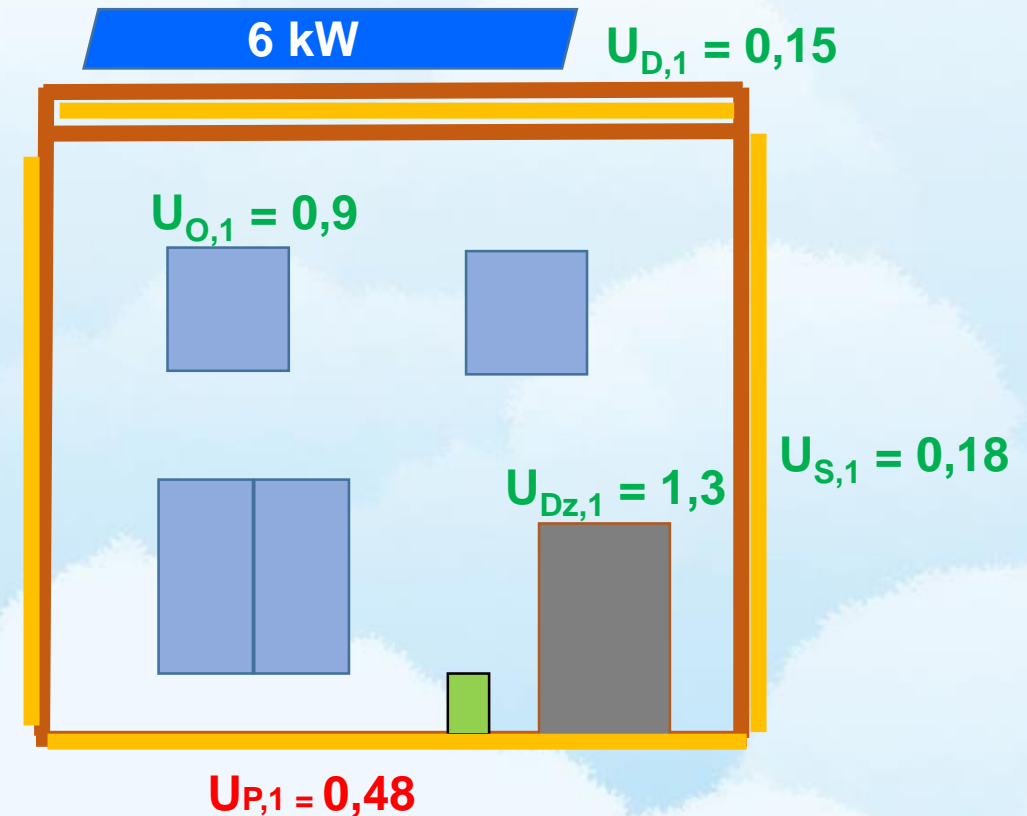
$$Q_{K,H} = 12,40 \text{ GJ/rok}$$

Wskaźnik energii końcowej NISKI:

$$EK_H = 28,7 \text{ kWh/(m}^2 \cdot \text{rok)}$$

Wskaźnik energii pierwotnej:

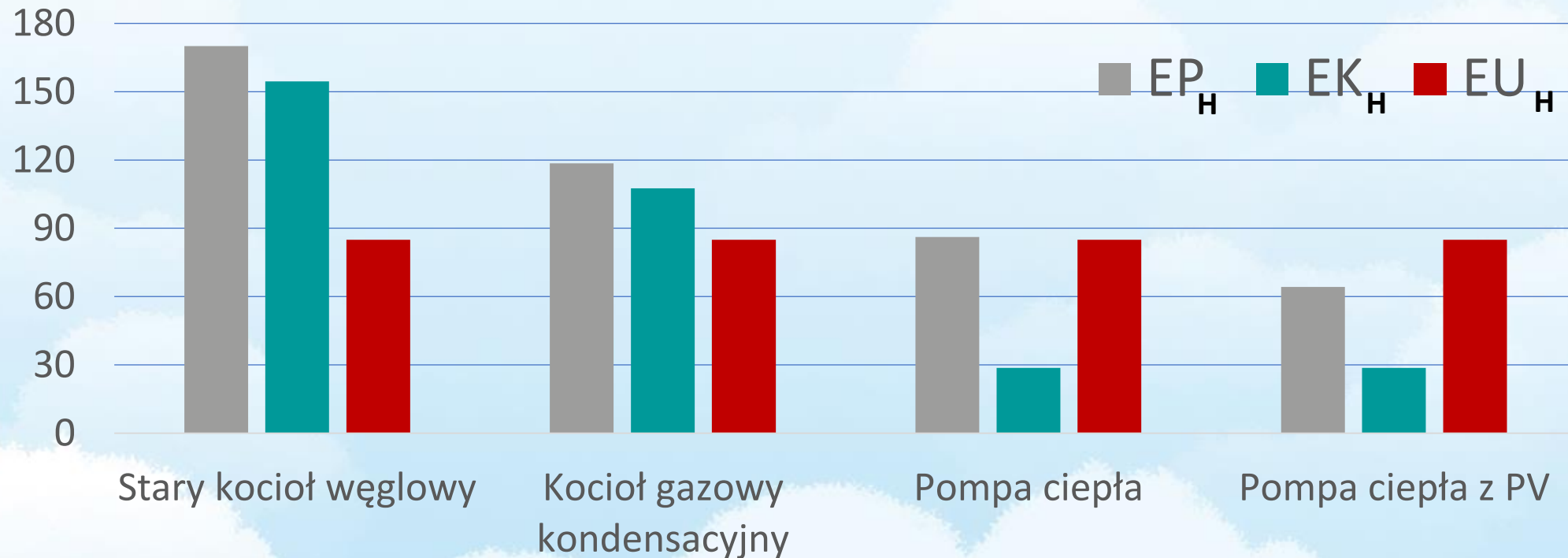
$$EP_H = 48,66 \text{ kWh/(m}^2 \cdot \text{rok) czyli blisko WT 2021}$$



Porównanie wskaźników energii dla różnych źródeł zasilania budynku po termomodernizacji

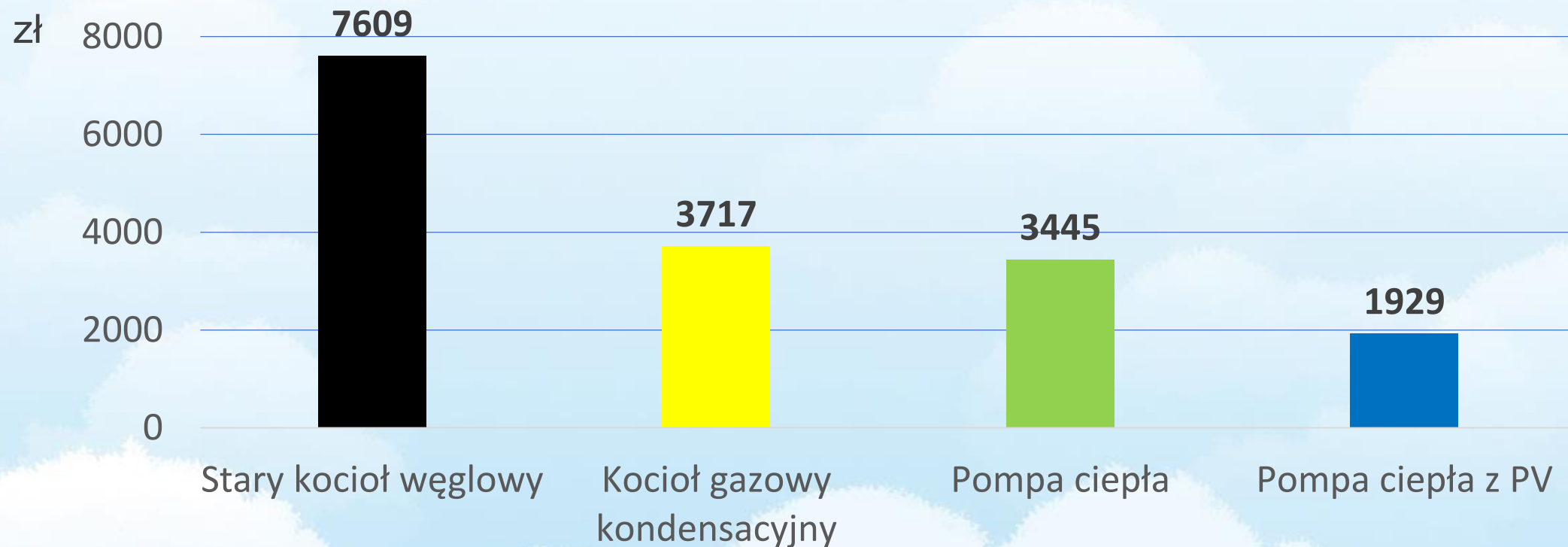
kWh/(m² · rok)

Zapotrzebowanie energii na ogrzewanie i wentylację



Wskaźniki dla budynku uwzględniają jeszcze energię na c.w.u..

Koszty ogrzewania budynku (bez c.w.u.) po kompleksowej termomodernizacji



Koszty paliw
i energii el.
marzec 2023

114 zł/GJ

80 zł/GJ

277,8 zł/GJ

277,8 zł/GJ

Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej

- ✓ Współczynnik EU_W 21,5 jest stały i wynosi kWh/(m²·rok),
- ✓ EK_W zależy od sprawności systemu c.w.u.
- ✓ EP_W zależy od wykorzystywanych systemów i paliw
- ✓ Trudno jest osiągnąć standard WT 2021 w budownictwie jednorodzinny wynoszący $EP_{H+W} = 70$ kWh/(m²· rok), bo im lepszy standard energetyczny budynku, tym większy udział zapotrzebowania na c.w.u.
- ✓ W przypadku ogrzewania i c.w.u. z pompy ciepła oraz instalacji paneli PV możemy zbliżyć się do standardu WT2021.

Ociepl dom!
Wymień
ogrzewanie!

czyste powietrze
zdrowy wybór
Twój wybór!

PŁAĆ MNIEJ,
ZMNIEJSZ RACHUNKI!

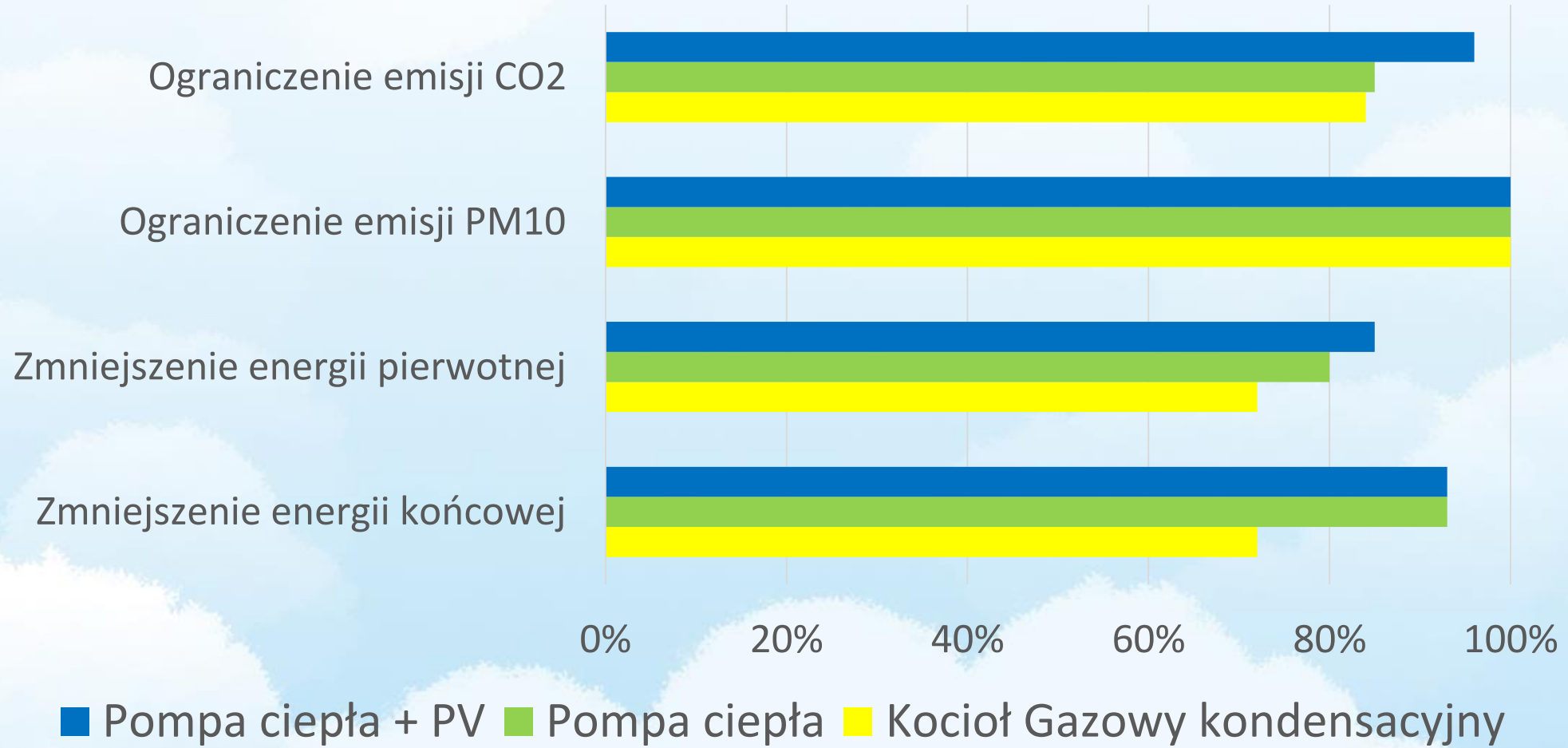


czystepowietrze.gov.pl

Audyty energetyczny - wnioski

- ✓ Wymiana źródła ciepła nie wpływa na wartości współczynników przenikania ciepła przez przegrody U ani na wartość zapotrzebowania na ciepło użytkowe $Q_{U,H}$.
- ✓ Dzięki znacznemu zmniejszeniu zapotrzebowania na energię użytkową budynku nie wystąpią zbyt wysokie koszty ogrzewania pompą ciepła. Natomiast stare źródło o niskiej sprawności będzie nadal drogie w eksploatacji.
- ✓ Właściwa kolejność realizacji prac – wymiana źródła na końcu – oraz audyt energetyczny pozwalają na odpowiedni dobór mocy nowego źródła ciepła.
- ✓ Zastosowanie prądu z paneli PV do zasilania pompy ciepła zmniejsza wartość EP budynku, wskazaną w wymagach Warunków Technicznych dla budynków.

Efekt ekologiczny przedsięwzięcia



Ociepl dom!
Wymień
ogrzewanie!

czyste powietrze
zdrowy wybór
Twój wybór!

PŁAĆ MNIEJ,
ZMNIEJSZ RACHUNKI!

czystepowietrze.gov.pl

Maksymalna dotacja znacznie wzrasta dla Kompleksowej Termomodernizacji

Maksymalna kwota dotacji	Podstawowy poziom dofinansowania		Podwyższony poziom dofinansowania		Najwyższy poziom dofinansowania	
	bez KT	z KT	bez KT	z KT	bez KT	z KT
Opis przedsięwzięcia	bez KT	z KT	bez KT	z KT	bez KT	z KT
Montaż pompy ciepła P/W A+, zbiornika c.w.u., modernizacja instalacji c.o. i c.w.u., termomodernizacja, instalacja paneli PV	41 000	66 000	59 000	99 000	79 000	135 000
Montaż kotła gazowego kondensacyjnego, modernizacja instalacji c.o. i c.w.u., termomodernizacja	25 000	50 000	32 000	72 000	50 000	100 000

Źródło: Program Priorytetowy Czyste Powietrze z Załącznikami

KT bez wymiany źródła ciepła

- ✓ Jeżeli posiadasz źródło ciepła, które nie jest do wymiany w ramach programu Czyste Powietrze: kocioł węglowy klasy 5 lub kocioł gazowy na pellet, pompę ciepła czy ogrzewania elektryczne.
- ✓ Możesz poddać budynek tylko termomodernizacji: ocieplić przegrody, wymienić okna i drzwi, zamontować wentylację mechaniczną z odzyskiem ciepła.
- ✓ Możesz zlecić wykonanie audytu energetycznego i uzyskać zwiększony poziom dofinansowania.
- ✓ **Sprawdź, czy audytor poprawnie wypełnił dokument podsumowujący audyt energetyczny.**
- ✓ **Jeśli nie planujesz audytu, oblicz grubość ocieplenia przegród korzystając z kalkulatora <https://kalkulatorczystepowietrze.kape.gov.pl/>**
- ✓ **Wybieraj urządzenia i materiały z listy ZUM lub równoważne, zapoznaj z nią Wykonawcę.**



Ociepl dom!
Wymień
ogrzewanie!

czyste powietrze
zdrowy wybór
Twój wybór!

PŁAĆ MNIEJ,
ZMNIEJSZ RACHUNKI!



czystepowietrze.gov.pl

PODSUMOWANIE

- ✓ Nigdy nie jest za późno na audyt energetyczny 😊
- ✓ Szukaj dobrego audytora np. lista ZAE, rekomendacje
- ✓ Upewnij się, że audytor zna wymogi techniczne dla produktów i urządzeń do „Czystego Powietrza”
- ✓ Sprawdź, czy możesz skorzystać z podwyższonej dotacji, dostępnej jeśli Twoje przedsięwzięcie spełni warunki Kompleksowej Termomodernizacji
- ✓ Sprawdź, czy audytor poprawnie wypełnił dokument podsumowujący audyt energetyczny
- ✓ Jeśli nie planujesz audytu, oblicz grubość ocieplenia przegród korzystając z kalkulatora <https://kalkulatorczystepowietrze.kape.gov.pl/>
- ✓ Wybieraj urządzenia i materiały z listy ZUM lub równoważne, zapoznaj z nią Wykonawcę

Ociepl dom!
Wymień
ogrzewanie!

czyste powietrze
zdrowy wybór
Twój wybór!

PŁAĆ MNIEJ,
ZMNIEJSZ RACHUNKI!



czystepowietrze.gov.pl

Dziękuję za uwagę

Zapraszamy do skorzystania z oferty programu „Czyste Powietrze”