



Stolarka budowlana oparta o profile



Analizy i obliczenia wykonano wykorzystując
programy:





Założenia

Analizie podano budynek przedszkola we Wrocławiu o następującej charakterystyce geometrycznej i energetycznej:

1.1. Podział powierzchni

Powierzchnia użytkowa mieszkalna	0,00 m ²
Powierzchnia użytkowa niemieszkalna (ogrzewana)	814,18 m ²
Liczba użytkowników ogrzewanej części budynku	147,0

1.2. Przestrzeń ogrzewana wentylowana

	Użytkowa	Usługowa	Ruchu	Razem
Powierzchnia [m ²]	814,18	0,00	199,10	1013,28
Kubatura [m ³]	2438,85	0,00	597,30	3036,15

1.3. Zwartość

Powierzchnia przegród zewnętrznych (A)	2843,07 m ²
Kubatura ogrzewana (Ve)	3645,16 m ³
Wskaźnik zwartości (A/Ve)	0,78 1/m





Parametry przegród budowlanych

2.1. Przegrody nieprzezroczyste

Rodzaj przegrody	U [W/m ² K]	A [m ²]	Htr przegrody [W/K]	Htr mostków liniowych [W/K]	Htr łączne [W/K]	fRsi**
podłoga na gruncie	0,274*	951,16	116,06	0,00	116,06	0,95*
stropodach	0,865	931,93	806,12	0,00	806,12	0,91*
ściana w gruncie	0,846*	55,05	21,18	0,00	21,18	0,89*
ściana zewnętrzna	0,636	244,64	155,59	0,00	155,59	0,92*
ściana zewnętrzna	0,703	361,47	254,11	87,97	342,09	0,91*
RAZEM	0,598*	2544,25	1353,07	87,97	1441,04	0,93*

2.2. Przegrody przezroczyste

L.p.	U [W/m ² K]	gc	A [m ²]	Htr otworu [W/K]	Htr mostków liniowych [W/K]	Htr łączne [W/K]
1	3,200	0,00	12,80	40,96	6,56	47,52
2	3,200	0,75	235,10	752,32	334,66	1086,98
RAZEM	3,200*	0,71*	247,90	793,28	341,22	1134,50

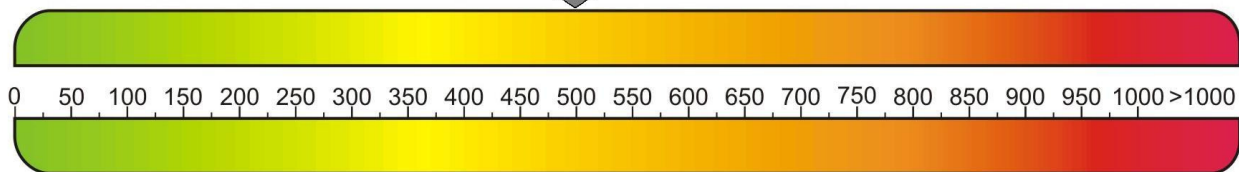


Ocena energetyczna budynku

Stan początkowy

Zapotrzebowanie na energię	na c.o.	na c.w.u.	oświetlenie	energia pom.	Razem
	kWh/rok	kWh/rok	kWh/rok	kWh/rok	kWh/rok
EU - energię użytkową	317,51	25			342,51
EK - energię końcową	396,89	37,88	44	6,51	485,28
EP - nieodnawialną energię pierwotną	317,51	30,3	132	19,52	499,34

EP - budynek oceniany
499,34 kWh/(m²rok)



↑
Wg wymagań WT2008²
budynek nowy
292,49 kWh/(m²rok)

↑
Wg wymagań WT2008²
budynek przebudowywany
336,36 kWh/(m²rok)

Przegrody nieprzeźroczyste	U
	[W/m ² K]
Stolarka drzwiowa	3,2
Stolarka okienna	3,2





Propozycja rozwiązań opartych o energooszczędne rozwiązania firmy



Jakie rozwiązania są optymalne?



Dane:

$U_f = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

$\psi = 0,04 \text{ W/mK}$



Dane:

$U_f = 0,89 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

$\psi = 0,04 \text{ W/mK}$



Dane:

$U_f = 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

$\psi = 0,04 \text{ W/mK}$





Wskazanie rozwiązania uzasadnionego ekonomicznie

Rama $U_f=1,0$ W/m²K , układ dwuszybowy o $U_g=1,0$ W/m²K oraz ramka dystansowa z polimerów konstrukcyjnych o $\psi=0,04$

Parametry stolarki	jednostki	Okno odniesienia	U_w
	m ²		[W/m ² K]
Wsp. przenikania ciepła U_w	W/m ² K	1,8	1,13
Opór cieplny stolarki -R	m ² K/W	0,56	0,88
KS-koszt 1 m ² stolarki		380	418
Wskaźnik kosztu oporu c.WK = KS/R	K/Wzł	686	473

Rama $U_f=1,0$ W/m²K , układ trzyszybowy o $U_g=0,6$ W/m²K oraz ramka dystansowa z polimerów konstrukcyjnych o $\psi=0,04$

Parametry stolarki	jednostki	Okno odniesienia	U
	m ²		wartość średnia
Wsp. przenikania ciepła U_w	W/m ² K	1,8	0,87
Opór cieplny stolarki -R	m ² K/W	0,56	1,15
KS-koszt 1 m ² stolarki		380	574
Wskaźnik kosztu oporu c. WK = KS/R	K/Wzł	686	500



Wskazanie rozwiązania uzasadnionego ekonomicznie

Rama $U_f=1,0$ W/m²K , układ dwuszybowy o $U_g=1,0$ W/m²K oraz ramka dystansowa z polimerów konstrukcyjnych o $\psi=0,04$

Parametry stolarki	jednostki	Okno odniesienia	U_w
	m ²		[W/m ² K]
Wsp. przenikania ciepła U_w	W/m ² K	1,8	1,13
Opór cieplny stolarki -R	m ² K/W	0,56	0,88
KS-koszt 1 m ² stolarki		380	418
Wskaźnik kosztu oporu c. WK = K/R	K/Wzł	686	473

Rama $U_f=1,0$ W/m²K , układ trzyszybowy o $U_g=0,5$ W/m²K oraz ramka dystansowa z polimerów konstrukcyjnych o $\psi=0,04$

Parametry stolarki	jednostki	Okno odniesienia	U
	m ²		wartość średnia
Pole powierzchni			
Wsp. przenikania ciepła U_w	W/m ² K	1,8	0,81
Opór cieplny stolarki -R	m ² K/W	0,56	1,23
KS-koszt 1 m ² stolarki		381	774
Wskaźnik kosztu oporu c. WS = KP/R	K/Wzł	686	627

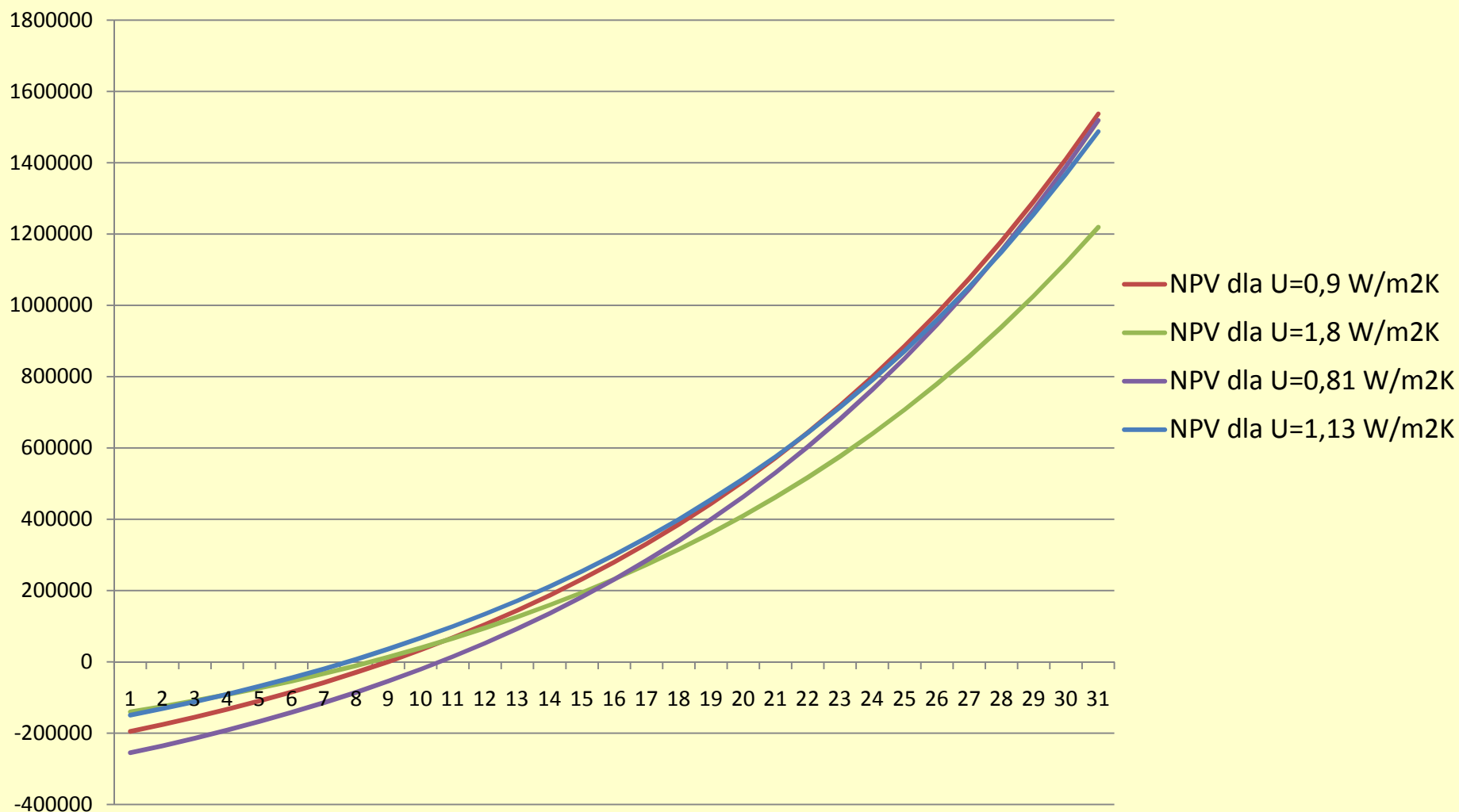


Analiza opłacalności proponowanych rozwiązań

Analiza efektów dla poszczególnych wariantów	Stan początkowy	Warianty			
		W1	W2	W3	W4
U [W/m ² K]	3,2	1,8	1,13	0,81	0,9
zapotrzebowanie na ciepło [GJ/a]	760,86	502,17	449,37	423,36	431,24
koszty za ciepło [zł/rok]	41847	27619	24715	23284	23718,3
Oszczędności [zł/rok]		14228	17132	18563	18128,9
Nakłady inwestycyjne [zł]		155033	166828	273890,7	213706
SPBT [lata]		10,90	9,74	14,75	11,79
NPV=0 po [lata]		7,4	6,9	9,7	8,9
NPV10		66044,7	99373	14545	67985
NPV15		232114	299338	231212	279586
NPV20		461831	575941	530920	572286
NPV25		779590	958555	945493	977165



Wykres NPV dla różnych wartości U_w w porównaniu do istniejącej stolarki przedszkola o $U_{w0} = 3,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ w okresie projekcji 25 lat





Analiza opłacalności proponowanych rozwiązań

Analiza efektów dla poszczególnych wariantów	Stan początkowy	Warianty			
		W1	W2	W3	W4
U [W/m ² K]	3,2	1,8	1,13	0,81	0,9
zapotrzebowanie na ciepło [GJ/a]	760,86	502,17	449,37	423,36	431,24
koszty za ciepło [zł/rok]	41847	27619	24715	23284	23718,3
Oszczędności [zł/rok]		14228	17132	18563	18128,9
Nakłady inwestycyjne [zł]		155033	166828	273890,7	213706
SPBT [lata]		10,90	9,74	14,75	11,79
NPV=0 po [lata]		7,4	6,9	9,7	8,9
NPV10		66044,7	99373	14545	67985
NPV15		232114	299338	231212	279586
NPV20		461831	575941	530920	572286
NPV25		779590	958555	945493	977165

Optymalna wartość współczynnika przenikania ciepła wynosi $U_w = 1,13 \text{ W/m}^2\text{K}$
Składające się z $U_f=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_g=1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, $\psi = 0,04 \text{ W/mK}$

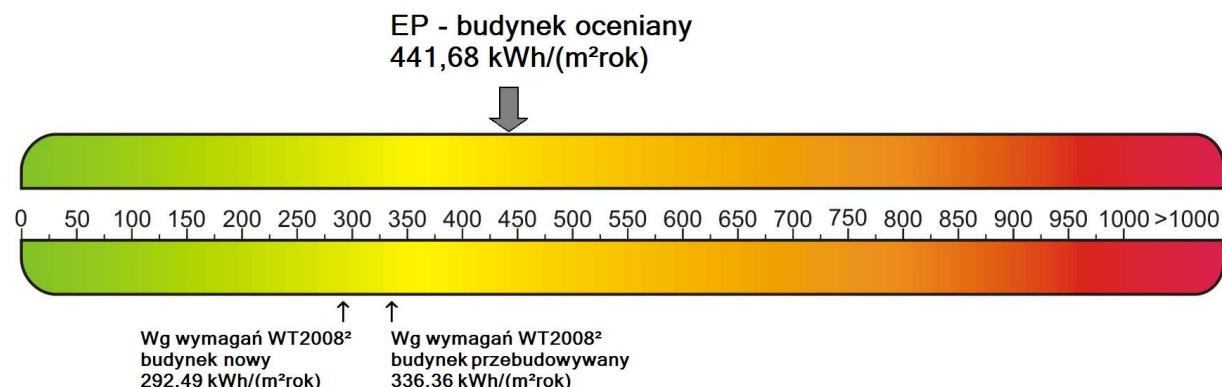




Oszczędności energii

Stan po wprowadzeniu stolarki okiennej na profilu **energeto 4000**

Zapotrzebowanie na energię	na c.o.	na c.w.u.	oświetleni e	energia pom.	Razem
	kWh/rok	kWh/rok	kWh/rok	kWh/rok	kWh/rok
EU - energię użytkową	260,15	25			285,15
Oszczędności energii użytkowej	18,1%				16,7%
EK - energię końcową	325,19	37,88	44	6,51	413,58
Oszczędności energii końcowej	18,1%				14,8%
EP - nieodnawialną energię pierwotną	260,15	30,3	132	19,23	441,68
Oszczędności energii nieodnawialnej	18,1%				11,5%

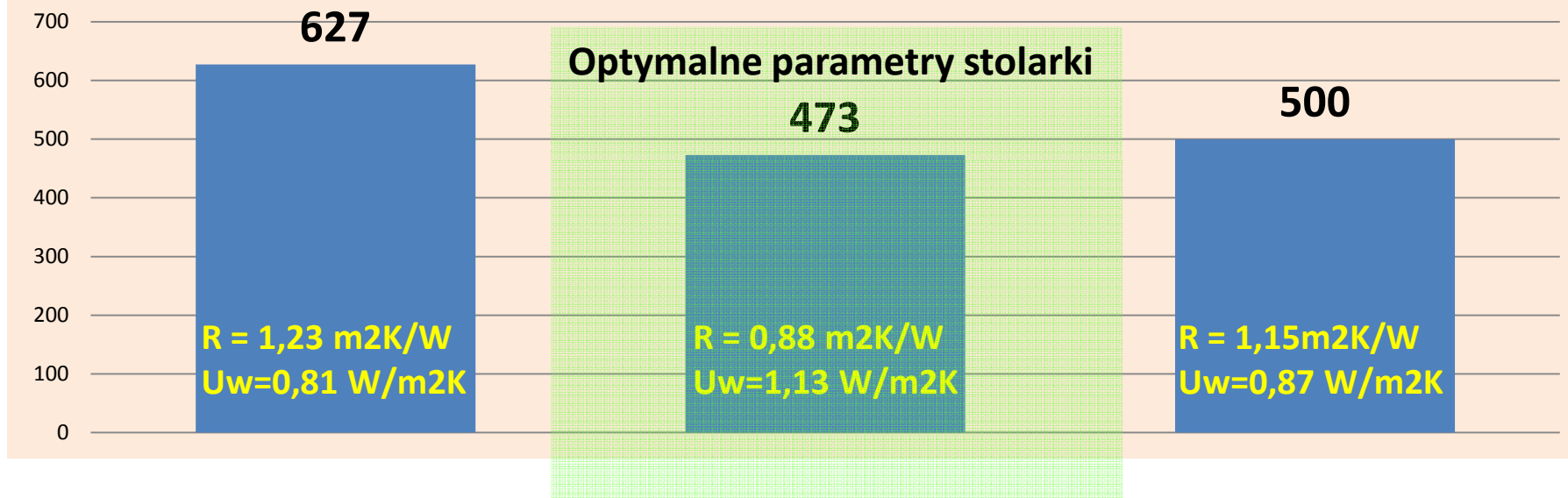




Podsumowanie



Stosunek kosztów stolarki WK do oporu cieplnego wyrażający efektywność ekonomiczną izolacyjności [zł/m²K/W]



**Optymalna wartość współczynnika przenikania ciepła wynosi $U_w = 1,13 \text{ W/m}^2\text{K}$
Składające się z $U_f = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_g = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, $\psi = 0,04 \text{ W/mK}$**





Podsumowanie

1. Dziś istnieje możliwość wyprodukować stolarkę budowlaną o parametrach izolacyjnych równych przegrodom nieprzeźroczystym.
2. Pojawia się jednak pytanie: o czy jest to zasadne ekonomicznie? Jakie rozwiązania są uzasadnione ekonomicznie?
3. Za bardzo prosty wskaźnik oceny ekonomicznej można przyjąć
4. Wskaźnik kosztów oporu cieplnego $WK = K / R$

R- opór cieplny

K- koszty m² okna , gdzie $K = K_{\text{okna}} / F_{\text{okna}}$

K_{okna} koszt okna

F_{okna} powierzchnia okna

Poszukujemy minimalną wartość WK





Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska **REKOMENDACJA**

Rama $U_f=1,0$ W/m²K , układ trzyszybowy o $U_g=0,5$ oraz ramka dystansowa z polimerów konstrukcyjnych o $\psi=0,04$

Parametry stolarki	jednostki	Okno odniesienia	U
Wym okna szer. x wys.	m ²		wartość średnia U_w
Wsp. przenikania ciepła U_w	W/m ² K	1,8	0,81
Opór cieplny stolarki -R	m ² K/W	0,56	1,23
Wskaźnik WK = KS/R	K/Wzł	686	627

Rama $U_f=1,0$ W/m²K , układ trzyszybowy o $U_g=1,0$ oraz ramka dystansowa z polimerów konstrukcyjnych o $\psi=0,04$

Parametry stolarki	jednostki	Okno odniesienia	U
Wym okna szer. x wys.	m ²		wartość średnia
Wsp. przenikania ciepła U_w	W/m ² K	1,8	1,13
Opór cieplny stolarki -R	m ² K/W	0,56	0,88
Wskaźnik WK = KS/R	K/Wzł	686	473

Rama $U_f=1,0$ W/m²K , układ trzyszybowy o $U_g=0,6$ W/m²K oraz ramka dystansowa z polimerów konstrukcyjnych o $\psi=0,04$

Parametry stolarki	jednostki	Okno odniesienia	U
Wym okna szer. x wys.	m ²		wartość średnia
Wsp. przenikania ciepła U_w	W/m ² K	1,8	0,87
Opór cieplny stolarki -R	m ² K/W	0,56	1,15
Wskaźnik WK = KS/R	K/Wzł	720	500

Kunststoff-Fenstersysteme



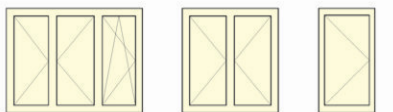
Podsumowanie

- Najkorzystniejszą stolarką budowlaną uwzględniając wskaźnik WK jest stolarka zbudowana z: $U_f = 1,0$ W/m²K, $U_g = 1,0$ W/m²K z ciepłą ramką dystansową
- Współczynnik przenikania ciepła $U_w = 1,13$ W/m²K, $R_w = 0,88$ m²K/W
- Dla stolarki $U_w = 1,13$ W/m²K wartość WK = 473 zł/m²K/W jest najmniejsza
- Dla budynków ogrzewanych nie jest opłacalne stosowanie potrójnej szyby zespolonej.



Dane techniczne analizowanej stolarki budowlanej

Analizowana geometria stolarki



wys. / szer.
1,2cm x 1,8cm 1,2cm x 1,5cm 1,2cm x 1,2cm

Rama $U_f=1,1$ W/m²K, układ dwuszybowy o $U_w=1,0$ oraz ramka dystansowa z polimerów konstrukcyjnych o $\psi=0,04$.

Parametry stolarki	jednostki	Okno odniesienia	U
Wym okna szer. x wys.	m ²		wartość średnia
Wsp. przenikania ciepła U_w	W/m ² K	1,8	1,13
Opór cieplny stolarki -R	m ² K/W	0,56	0,88
KS-koszt 1 m ² stolarki		381	418
Wskaźnik WK = KS/R	K/Wzł	686	473

Rama $U_f=1,1$ W/m²K, układ trzyszybowy o $U_w=0,6$ W/m²K oraz ramka dystansowa z polimerów konstrukcyjnych o $\psi=0,04$

Parametry stolarki	jednostki	Okno odniesienia	U
Wym okna szer. x wys.	m ²		wartość średnia
Wsp. przenikania ciepła U_w	W/m ² K	1,8	0,87
Opór cieplny stolarki -R	m ² K/W	0,56	1,15
KS-koszt 1 m ² stolarki		400	574
Wskaźnik WK = KS/R	K/Wzł	720	500

Rama $U_f=1,0$ W/m²K, układ trzyszybowy o $U_w=0,5$ oraz ramka dystansowa z polimerów konstrukcyjnych o $\psi=0,04$

Parametry stolarki	jednostki	Okno odniesienia	U
Wym okna szer. x wys.	m ²		wartość średnia
Pole powierzchni			
Wsp. przenikania ciepła U_w	W/m ² K	1,8	0,81
Opór cieplny stolarki -R	m ² K/W	0,56	1,23
KS-koszt 1 m ² stolarki		381	774
Wskaźnik WS = KS/R	K/Wzł	686	627

wskaźniki wyliczone w programie **GAPi**

aluplast®
Kunststoff-Fenstersysteme



Energeto 4000

Analiza stolarki (przeprowadzona w programie CERT)

Wykonano analizy wykorzystując ocenę w oparciu o prosty czas zwrotu - SPBT oraz w oparciu o wartość bieżącą netto NPV która jest dynamiczną metodą oceny efektywności ekonomicznej inwestycji. NPV obliczono przy założeniu że korzystać się będzie z efektów przez okres 10, 15, 20, 25 lat.

Analiza efektów dla poszczególnych wariantów	jednostki	Stan początkowy	W1	W2	W3	W4
Współczynnik przenikania ciepła U	[W/m ² K]	3,2	1,8	1,13	0,81	0,9
zapotrzebowanie na ciepło	[GJ/a]	760,86	502,17	449,37	423,36	431,24
koszty za ciepło	[zł/rok]	41847	27619	24715	23284	23718,3
Oszczędności	[zł/rok]		14228	17132	18563	18128,9
Nakłady inwestycyjne	[zł]		155033	166828	273890,7	213706
SPBT	[lata]		10,90	9,74	14,75	11,79
NPV=0 po	[lata]		7,4	6,9	9,7	8,9
NPV10	[zł]		66044,7	99373	14545	67985
NPV15	[zł]		232114	299338	231212	279586
NPV20	[zł]		461831	575941	530920	572286
NPV25	[zł]		779590	958555	945493	977165

Najkorzystniejszym ekonomicznie rozwiązaniem jest stolarka budowlana wykonana z:

1. Współczynnik przenikania ciepła ramy $U_f=1,0$ - 1,1 W/m²K - profil firmy Aluplast Energeto 4000.
2. Ramka dystansowa wykonana z polimerów konstrukcyjnych o mostku liniowym $\psi=0,04$ W/mK.
3. Współczynnik przenikania ciepła dla szyby: 1,0 W/m²K;

Oszczędności dla analizowanego budynku wrocławskiego przedszkola:

Zapotrzebowanie na energię	na c.o.	na c.w.u.	oświetlenie	energia pom.	Razem
	kWh/rok	kWh/rok	kWh/rok	kWh/rok	kWh/rok
EU - energię użytkową	317,51	25			342,51
EK - energię końcową	396,89	37,88	44	6,51	485,28
EP - nieodnawialną energię pierwotną	317,51	30,3	132	19,52	499,33

Stan po wprowadzeniu stolarki okiennej na profilu Energeto 4000:

Zapotrzebowanie na energię	na c.o.	na c.w.u.	oświetlenie	energia pom.	Razem
	kWh/rok	kWh/rok	kWh/rok	kWh/rok	kWh/rok
EU - energię użytkową	260,15	25			285,15
Oszczędności energii użytkowej	18,1%				16,7%
EK - energię końcową	325,19	37,88	44	6,51	413,58
Oszczędności energii końcowej	18,1%				14,8%
EP - nieodnawialną energię pierwotną	260,15	30,3	132	19,23	441,68
Oszczędności energii nieodnawialnej	18,1%				11,5%

Wnioski:

Optymalne okna wykonane z profilu Energeto 4000 to rozwiązania wykorzystujące szybę o $U_w=1,0$ W/m²K z ramką dystansową z polimerów konstrukcyjnych.

