

Temat główny spotkania branżowego: Ocieplenia wewnętrzne budynków zabytkowych – konserwatorska konieczność czy technologiczny rozsądek

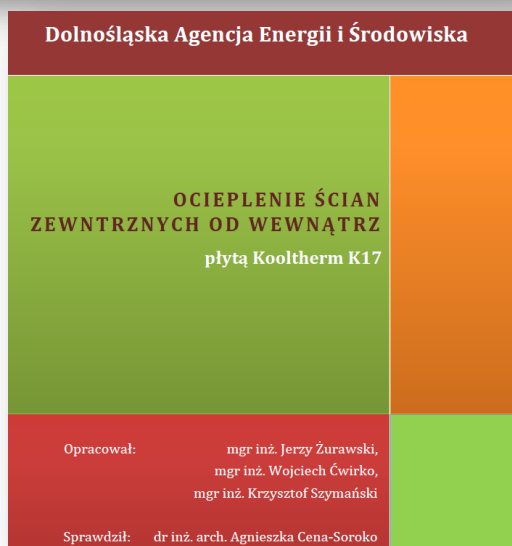
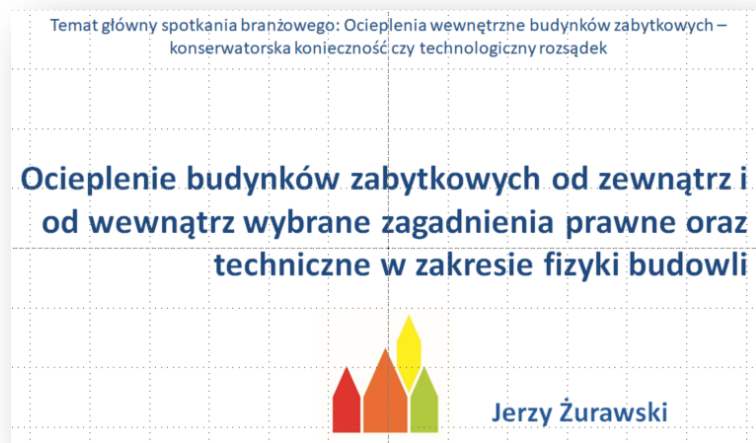
Ocieplenie budynków zabytkowych od zewnątrz oraz od wewnątrz wybrane zagadnienia prawne oraz techniczne w zakresie fizyki budowli



Jerzy Żurawski



Na www.cieplej.pl zamieszczono materiały pomocnicze: prezentację, artykuły, poradniki





V EDYCJA KONKURSU NA NAJLEPSZĄ DOSTĘPNĄ NA POLSKIM RYNKU STOLARKĘ BUDOWLANĄ



okna 2019



Fundacja na Rzecz
Efektywnego Wykorzystania Energii



**Dolnośląska Agencja
Energii i Środowiska**



STOWARZYSZENIE NA RZECZ
ZRÓWNOWAZONEGO ROZWOJU





OGÓLNOPOLSKI KONKURS

na najlepszą stolarkę budowlaną



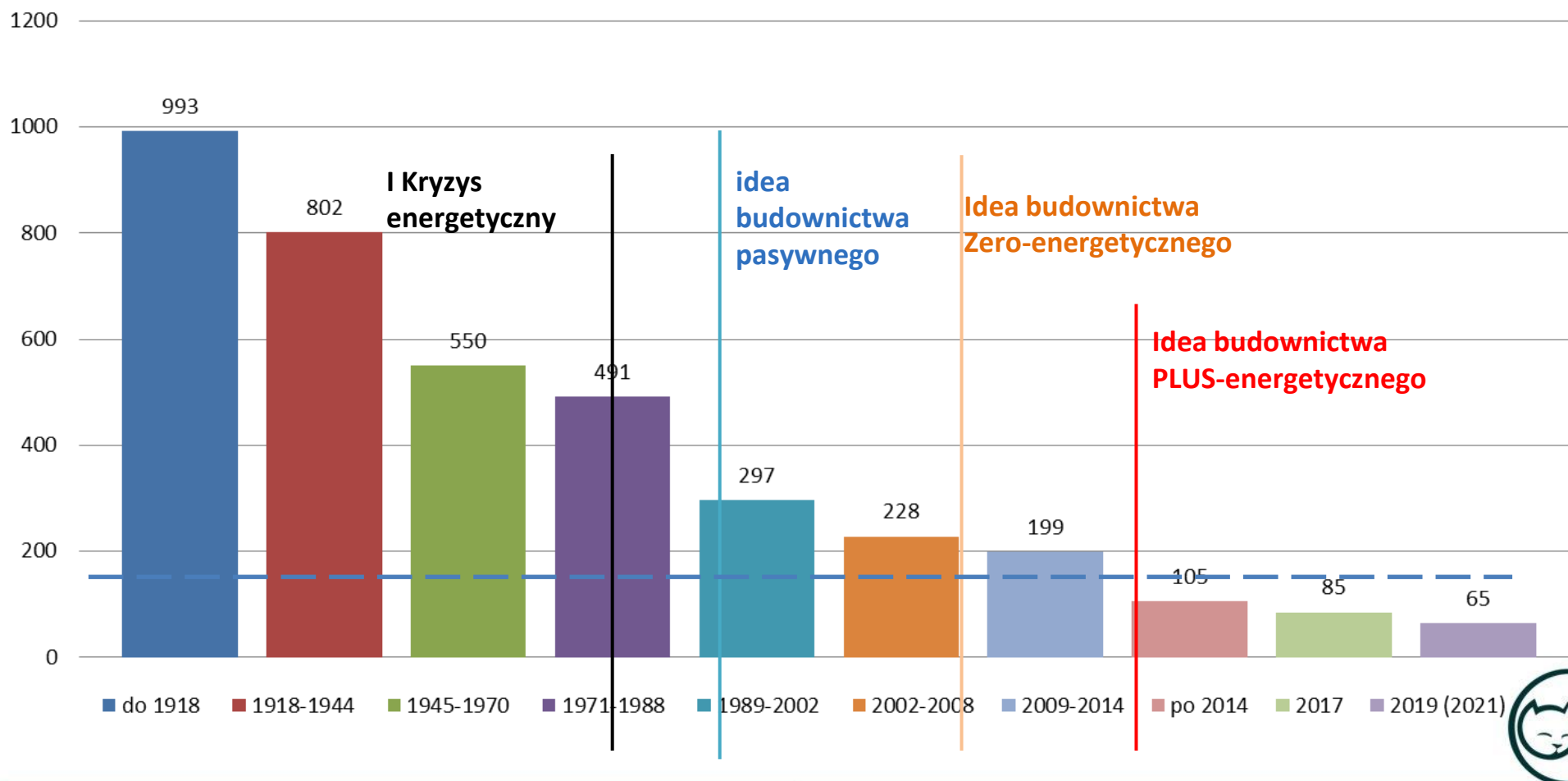
Efektywność energetyczna budynku zależy od:

- Izolacji termicznej przegród budowlanych: ścian, dachu, stolarki: okien i drzwi
- Systemu wentylacji
- Systemu grzewczego
- Systemu chłodniczego
- Oświetlenia
- Systemu sterowania
- Urządzeń pomocniczych



Historia energooszczędności w budownictwie

Energia nieodnawialna pierwotna - EP w budynkach budowanych w latach



Warunki techniczne 2017 – 2019

Budynek i jego instalacje ogrzewcze, wentylacyjne i klimatyzacyjne, ciepłej wody użytkowej, a w przypadku budynku użyteczności publicznej, **zamieszkania zbiorowego, produkcyjnych, gospodarczych i magazynowych** - również oświetlenia wbudowanego, powinny być zaprojektowane i wykonane w sposób, **zapewniający spełnienie następujących wymagań minimalnych:**

1) wartość wskaźnika EP [kWh/(m²rok)]

określającego roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji, chłodzenia oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej, oświetlenia wbudowanego jest mniejsza od wartości wskaźnika EP, o których mowa w § 329 ust. 2;

2) przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku

odpowiadają przynajmniej wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w załączniku nr 2 do rozporządzenia oraz powierzchnia okien odpowiada wymaganiom określonym w pkt 2.1. załącznika nr 2 do rozporządzenia.



Maksymalną wartość wskaźnika EP

określającego roczne obliczeniowe zapotrzebowanie budynku na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji, chłodzenia, przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz oświetlenia oblicza się zgodnie z poniższym wzorem:

$$EP = EP_{H+W} + \Delta EP_C + \Delta EP_L; [\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})]$$

EP_{H+W} - częściowa maksymalna wartość wskaźnika EP na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej,

ΔEP_C - częściowa maksymalna wartość wskaźnika EP na potrzeby chłodzenia,

ΔEP_L - częściowa maksymalna wartość wskaźnika EP na potrzeby oświetlenia.



Wymagania prawne a głęboka termomodernizacja

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków;

Artykuł 9: Państwa członkowskie zapewniają, aby:

- a) **Od dnia 31 grudnia 2020 r. wszystkie nowe budynki** były budynkami o niemal zerowym zużyciu energii; oraz
- b) **Po dniu 31 grudnia 2018 r. nowe budynki zajmowane przez władze publiczne** oraz będące ich własnością były budynkami o niemal zerowym zużyciu energii.



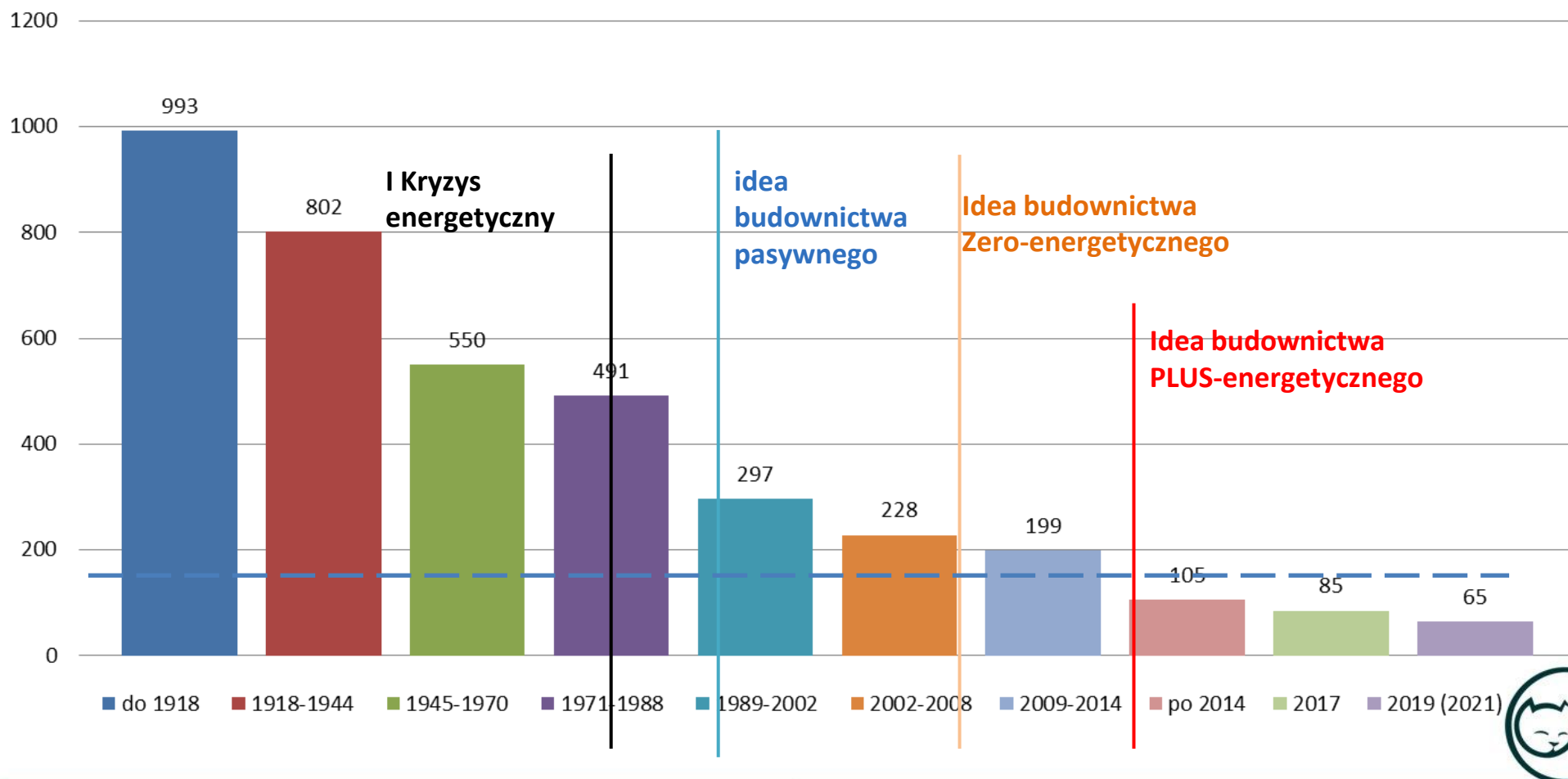
Warunki techniczne - EP

Wymagania obowiązujące w roku		2017	2021/2019
Przeznaczenie budynku		EP_{H+W}	EP_{H+W}
		[W/m ² K]	[W/m ² K]
Mieszkalny jednorodzinny		95	70
Mieszkalny wielorodzinny		85	65
Zamieszkania zbiorowego		85	75
Użyteczności publicznej	Opieki zdrowotnej	290	190
	Pozostałe	60	45
Budynki gospodarcze produkcyjne, magazynowe		90	70



Historia energooszczędności w budownictwie

Energia nieodnawialna pierwotna - EP w budynkach budowanych w latach



Wartości $U_{\max}$ dla ścian zewnętrznych,

Lp.	Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu	Współczynnik przenikania ciepła $U_{C(\max)}$ [W/(m ² ·K)]	
		od 1.01.2017 r.	od 1.01.2021 r.
1	Ściany zewnętrzne:		
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,23	0,2
	b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	0,45	
	c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	0,9	
2	Ściany wewnętrzne:		
	a) przy $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$ oraz oddzielające pomieszczenia ogrzewane od klatek schodowych i korytarzy	1	
	b) przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$	bez wymagań	
	c) oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	0,3	
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	
	b) powyżej 5 cm, niezależnie od przyjętego sposobu zamknięcia i zaizolowania szczeliny	0,7	
4	Ściany nieogrzewanych kondygnacji podziemnych	bez wymagań	



Stolarka budowlana

Lp.	Okna, drzwi balkonowe i drzwi zewnętrzne	Współczynnik przenikania ciepła U(max) [W/(m ² ·K)]	
		od 1.01.2017 r.	od 1.01.2021 r.
1	Okna (z wyjątkiem połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne:		
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	1,1	0,9
	b) przy $t_i < 16^\circ\text{C}$	1,6	1,4
2	Okna połaciowe:		
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	1,3	1,1
	b) przy $t_i < 16^\circ\text{C}$	1,6	1,4
3	Okna w ścianach wewnętrznych:		
	a) przy $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$	1,3	1,1
	b) przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$	bez wymagań	
	c) oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	1,3	1,1
4	Drzwi w przegrodach zewnętrznych lub w przegrodach między pomieszczeniami ogrzewanymi i nieogrzewanymi:	1,5	1,3
5	Okna i drzwi zewnętrzne w przegrodach zewnętrznych pomieszczeń nieogrzewanych	bez wymagań	



WYMAGANIA PRAWNE A GŁĘBOKA TERMOMODERNIZACJA.

Zgodnie z Dyrektywą UE 2018/844 z dnia 30 maja 2018 r. państwa członkowskie powinny wspierać te modernizacje poprawiające charakterystykę energetyczną istniejących budynków, które **przyczyniają się do tworzenia zdrowego środowiska również w pomieszczeniach.**

W długoterminowych strategiach renowacji każde państwo członkowskie ustali plan działania długoterminowego zakładającego do 2050 r. zredukowanie emisji gazów cieplarnianych w Unii Europ. o 80–95 % w porównaniu z 1990 r., przez zapewnienie:

- wysokiej efektywności energetycznej,
- dekarbonizacji krajowych zasobów budowlanych,
- **oraz przekształcenia istniejących budynków w budynki o niemal zerowym zużyciu energii.**



Warunki techniczne - EP

Wymagania obowiązujące w roku		2017	2021/2019
Przeznaczenie budynku		EP_{H+W}	EP_{H+W}
		[W/m ² K]	[W/m ² K]
Mieszkalny jednorodzinny		95	70
Mieszkalny wielorodzinny		85	65
Zamieszkania zbiorowego		85	75
Użyteczności publicznej	Opieki zdrowotnej	290	190
	Pozostałe	60	45
Budynki gospodarcze produkcyjne, magazynowe		90	70



Wartości $U_{\max}$ dla ścian zewnętrznych,

Lp.	Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu	Współczynnik przenikania ciepła $U_{C(\max)}$ [W/(m ² ·K)]	
		od 1.01.2017 r.	od 1.01.2021 r.
1	Ściany zewnętrzne:		
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,23	0,2
	b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	0,45	
	c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	0,9	
2	Ściany wewnętrzne:		
	a) przy $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$ oraz oddzielające pomieszczenia ogrzewane od klatek schodowych i korytarzy	1	
	b) przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$	bez wymagań	
	c) oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	0,3	
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	
	b) powyżej 5 cm, niezależnie od przyjętego sposobu zamknięcia i zaizolowania szczeliny	0,7	
4	Ściany nieogrzewanych kondygnacji podziemnych	bez wymagań	



WYMAGANIA PRAWNE A GŁĘBOKA TERMOMODERNIZACJA.

Dyrektywa EPBD odnosi się do efektywności energetycznej budynków.

Promuje poprawę charakterystyki energetycznej budynków do poziomu niemal zeroenergetycznego.

Ustanawia konieczność określenia minimalnych wymagań charakterystyki energetycznej wobec nowych budynków oraz budynków istniejących, podlegających ważniejszej renowacji.

Celem jest osiągnięcie poziomów efektywności energetycznej, które byłyby opłacalne ekonomicznie lub optymalne pod względem kosztów.

Zgodnie z dyrektywą UE 2018/844 z maja 2018 (EPDB2018), **każde państwo członkowskie ustanawia długoterminową strategię renowacji służącą wspieraniu renowacji krajowych zasobów budynków mieszkaniowych i niemieszkaniowych, zarówno publicznych, jak i prywatnych**, aby zapewnić do 2050 r. wysoką efektywność energetyczną i dekarbonizację zasobów budowlanych,

umożliwiając opłacalne przekształcenie istniejących budynków w budynki o niemal zerowym zużyciu energii.



Głęboka termomodernizacja-definicja

Pojęcie „głębokiej”, tzw. ambitniejszej, termomodernizacji nie jest opisane i zdefiniowane prawnie. Komisja Europejska na własny użytek podjęła próbę definicji, zgodnie z którą głęboka modernizacja budynku ma miejsce wtedy, gdy:

- koszty prac termomodernizacyjnych są wyższe niż 25% wartości budynku (z wyłączeniem wartości działki). Oznacza to, że średnio na rynku wtórnym koszt nieruchomości do kompleksowej termomodernizacji lub remontu wynosi 4000-8000 zł/m², głęboka termomodernizacja (GT) powinna przekroczyć 1000– 2000 zł/m², (koszt głębokiej termomodernizacji zabytków może być 2 a nawet 3 krotnie większy)
- modernizacji podlega więcej niż 25% powierzchni przegród zewnętrznych
- spełnione zostaną wymagania Warunków technicznych obowiązujące od 2021 roku w zakresie co najmniej izolacyjności termicznej przegród

W ramach RPO pojawiły się jeszcze inne wymagania i uzupełniające wskaźniki, które można by uznać za parametry „głębokiej” termomodernizacji:

- zmniejszenie zużycia energii w budynkach poddanych termomodernizacji o 60%
- poprawa efektywności energetycznej samego źródła ciepła o minimum 30%



EU	Instalacja		Moc	EP	Koszty	Nakłady	Nakłady	Oszczędno ści energii
kWh/m2rok	c.o.	c.w.u.	kW	kWh/m2rok	zł/m2m-c	zł	zł/m2	%
196	Kocioł na węgiel	energia elektryczna	220	517	5,81			0,00%
196	Kocioł na gaz	Kocioł na gaz	220	362,5	5,74	671600	324	29,90%
196	Kocioł na gaz	kolektory słoneczne	220	349,9	5,55	734850	354,5	32,30%
196	Pompa ciepła powietrzna	Pompa ciepła powietrzna	220	313	4,61	1282963	618,9	39,50%
	Pompa ciepła gruntowa	Pompa ciepła gruntowa	220	285	4,21	1380000	665,7	44,90%

EU	Instalacja		Moc	EP	Koszty	Nakłady	Nakłady	Oszczędno ści energii
kWh/m2rok	c.o.	c.w.u.	kW	kWh/m2rok	zł/m2m-c	zł	zł/m2	%
196	Kocioł na węgiel	energia elektryczna	220	517	5,81			0,00%
33	Kocioł na gaz	Kocioł na gaz	88,8	173	2,71	1242834	599,5	66,50%
33	Kocioł na gaz	kolektory słoneczne	88,8	158,9	2,49	1306084	630,0	69,30%
35,1	Pompa ciepła powietrzna	Pompa ciepła powietrzna	90,3	178,4	2,92	1491556	719,5	65,50%
35,7	Pompa ciepła gruntowa	Pompa ciepła gruntowa	91,6	159,2	2,38	1530679	738,4	69,20%





EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA BUDYNKU

OKNA I DRZWI

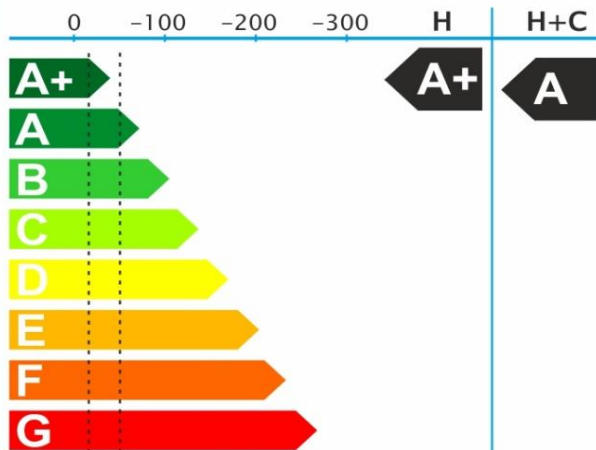




Etykieta energetyczna OKNO PIONOWE

Producent: GAP s.p. z o.o, Wrocław, ul. Kwiatowa 5

Model: xxxxxxxxxxxx



Energia na ogrzewanie (H)

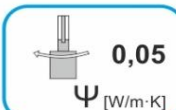
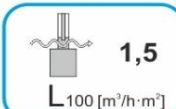
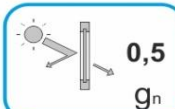
-42 kWh/m²rok

Energia na chłodzenie (C)

-15 kWh/m²rok

Energia na ogrzew. i chłodzi.(H+C)

-57 kWh/m²rok



Profil: A MB-86
Szyba: AAA 100
Ramka: SGG Swisspacer V

Uf: 0,57 W/m²/K
Ug: 0,30 W/m²/K
 Ψ : 0,034 W/m·K

wg normy: AS100
wg normy: aaa
wg aprobaty: brak danych

Nazwa producenta

Model okna , numer produkcyjny (zgodnie z oznakowaniem fabrycznym)

A+ - Klasa energetyczna okna w pomieszczeniach ogrzewanych

A –klasa dla okien w pomieszczeniach ogrzewanych i chłodzonych

H - wskaźnik energii na ogrzewanie

C – wskaźnik energii na chłodzenie

H+C – wskaźnik energii na ogrzewanie i chłodzenie

Parametry ocenianego okna odpowiednio:

- U_w – współczynnik przenikania ciepła
- g_n – przepuszczalność energii słonecznej szyby
- L_{100} – przepuszczalność powietrza
- ΔR - osłony termiczne (rolety, okiennice...)
- f_c – przepuszczalność energii słonecznej osłony przeciwsłoneczne
- Ψ - mostek liniowy (zalecany sposób montażu fabrycznego)



EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA OKIEN I DRZWI

PRZYKŁADY

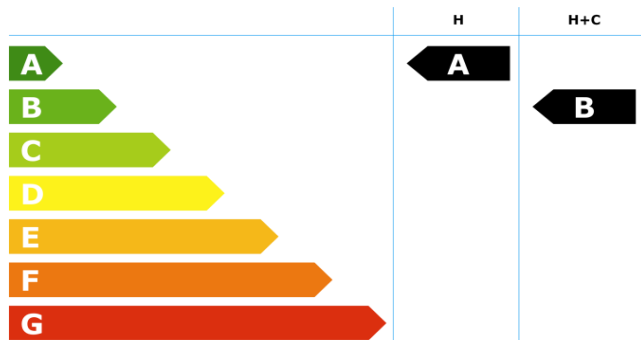


Etykieta energetyczna
OKNO PIONOWE

Producent: MS Pomorska Fabryka Okien Sp. z o.o., 76-200 Słupsk, Grottgra 15

Model: MS Pomorska Fabryka Okien

Nr serii: MS Evolution Passive



Energia na ogrzewanie (H)

Energia na chłodzenie (C)

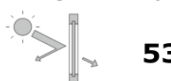
Energia na ogrzew. i chłódz. (H+C)

-37,87 kWh/m²rok-29,34 kWh/m²rok-67,21 kWh/m²rok

przenikanie ciepła



0,72

 U_w [W/m²K]przepuszczalność
energii słonecznej

53

 g_n [%]przepuszczalność
powietrza

0,90

 L_{100} [W/hm²]

osłona termiczna



brak

 ΔR [W/mK]osłona
przeciwsloneczna

brak

 $1-f_c$ [%]

mostek cieplny

0,05
0,03
0,03 ψ [W/mK]

Profil: MS Evolution Passive -
Szyba: MS Evolution Passive -
Ramka: MS Pomorska Fabryka Okien MS Evolution Passive
Osłona termiczna: brak
Osłona przeciwsloneczna: brak

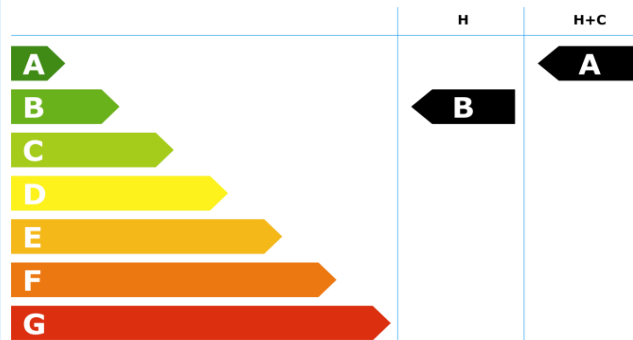
Uf: 1,00 W/m²K
Ug: 0,50 W/m²K
wg aprobaty: AT
wg normy: MS Passive
wg aprobaty: MS Passive

Etykieta energetyczna
OKNO DACHOWE

Producent: FAKRO Sp. z o.o., 33-300 Nowy Sącz, ul. Węgierska 144a

Model: Fakro FTT U8 Thermo

Nr serii: -



Energia na ogrzewanie (H)

Energia na chłodzenie (C)

Energia na ogrzew. i chłódz. (H+C)

-127,91 kWh/m²rok-11,58 kWh/m²rok-139,49 kWh/m²rok

przenikanie ciepła



0,57

 U_w [W/m²K]przepuszczalność
energii słonecznej

43

 g_n [%]przepuszczalność
powietrza

1,50

 L_{100} [W/hm²]

osłona termiczna



brak

 ΔR [W/mK]osłona
przeciwsloneczna

92

 $1-f_c$ [%]

mostek cieplny

0,25
0,25
0,25 ψ [W/mK]

Profil: FTT U8 Thermo FTT U8 Thermo
Szyba: FTT U8 Thermo -
Ramka: FTT U8 Thermo -
Osłona termiczna: brak
Osłona przeciwsloneczna: Fakro AMZ

Uf: 1,00 W/m²K
Ug: 0,41 W/m²K
 ψ : 0,040 W/mK
wg aprobaty: FTT U8 Thermo
wg aprobaty: FTT U8 Thermo
wg aprobaty: FTT U8 Thermo

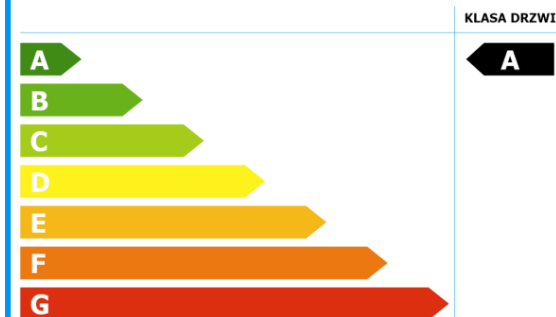
sterowanie: ręczne

Etykieta energetyczna
DRZWI ZEWNĘTRZNE

Producent: P.D. "BARAŃSKI" Sp. jawna, 14-240 Susz, Babięty Wielkie 54

Model: Barański Thermo Wood Plus

Nr serii: Thermo Wood Plus



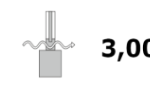
Energia na ogrzewanie (H)

-86,45 kWh/m²rok

przenikanie ciepła



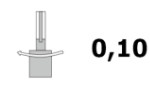
0,54

 U_D [W/m²K]przepuszczalność
powietrza

3,00

 L_{100} [W/hm²]

mostek cieplny



0,10

 ψ [W/mK]

Profil: MS Evolution Passive -
Szyba: MS Evolution Passive -
Ramka: MS Pomorska Fabryka Okien MS Evolution Passive
Osłona termiczna: brak
Osłona przeciwsloneczna: brak

Uf: 1,00 W/m²K
Ug: 0,50 W/m²K
wg aprobaty: AT
wg normy: MS Passive
wg aprobaty: MS Passive





TERMOIZOLACJA ŚCIANY



Wartości $U_{\max}$ dla ścian zewnętrznych,

Lp.	Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu	Współczynnik przenikania ciepła $U_{C(\max)}$ [W/(m ² ·K)]	
		od 1.01.2017 r.	od 1.01.2021 r.
1	Ściany zewnętrzne:		
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,23	0,2
	b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	0,45	
	c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	0,9	
2	Ściany wewnętrzne:		
	a) przy $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$ oraz oddzielające pomieszczenia ogrzewane od klatek schodowych i korytarzy	1	
	b) przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$	bez wymagań	
	c) oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	0,3	
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	
	b) powyżej 5 cm, niezależnie od przyjętego sposobu zamknięcia i zaizolowania szczeliny	0,7	
4	Ściany nieogrzewanych kondygnacji podziemnych	bez wymagań	



Metody ocieplenia ścian

- Od zewnątrz:
 - Ocieplenie w systemie ETICS: styropianem, wełną mineralną , pianką: PUR, PIR, rezolową
 - Ocieplenie tynkiem termoizolacyjnym
 - Metodą suchą z warstwą zewnętrzną: drewno, kamień, blacha, łupek, płyty syntetyczne
- Od wewnątrz
 - Tynkiem termoizolacyjnym
 - Płytami klimatycznymi
 - Wełną mineralną
 - Płytami z pianki rezolowej



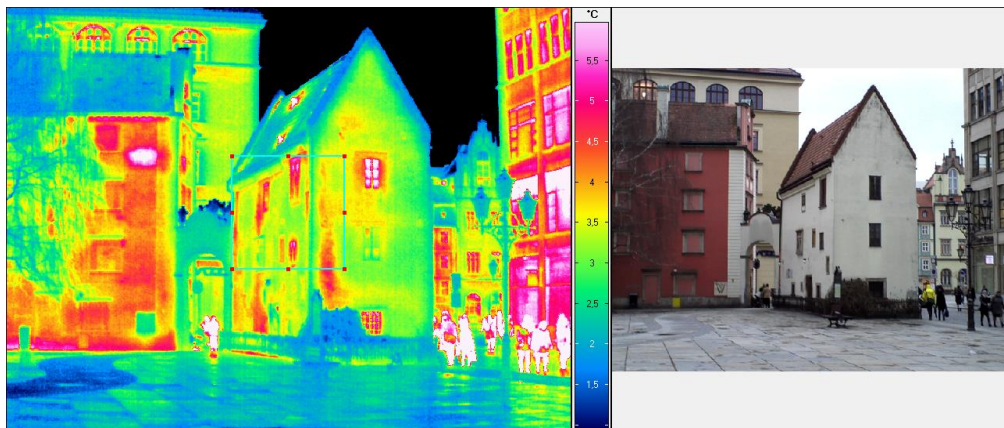


OCIEPLONYCH ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH BUDYNKÓW ZABYTKOWYCH



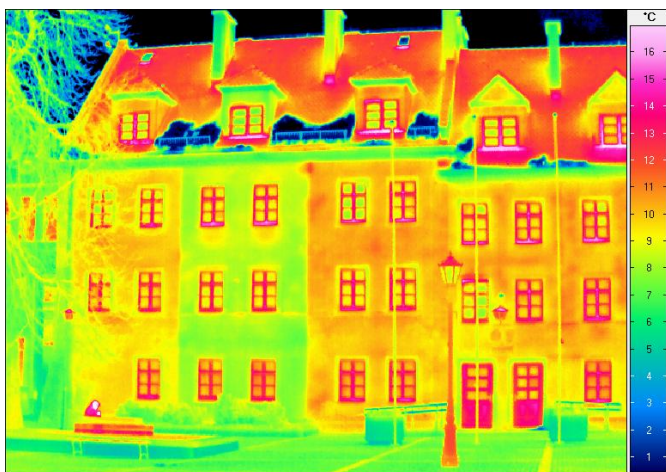
Ocieplenie ścian w obiekcie zabytkowym

Stan przed ociepleniem



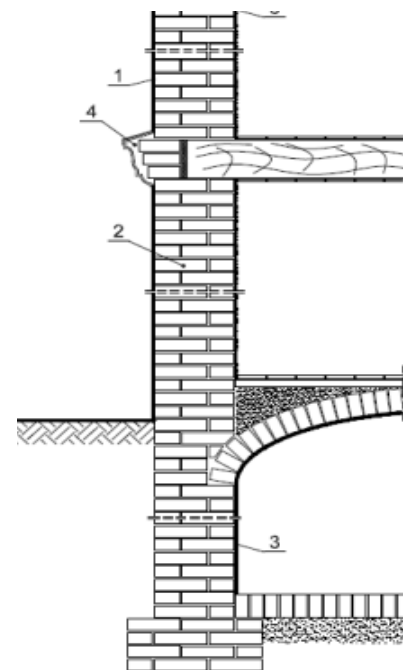
Przykładowy obiekt zabytkowy:

- Tynk wap-cem.
- Mur ceglany grubość ścian zewnętrznych (38 cm – $U=1,43 \text{ W/m}^2\text{K}$, 51 cm – $U=1,151 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Tynk wap-cem.



Warianty ocieplenia:

- od wewnątrz
- od zewnątrz
- od wewnątrz oraz od zewnątrz

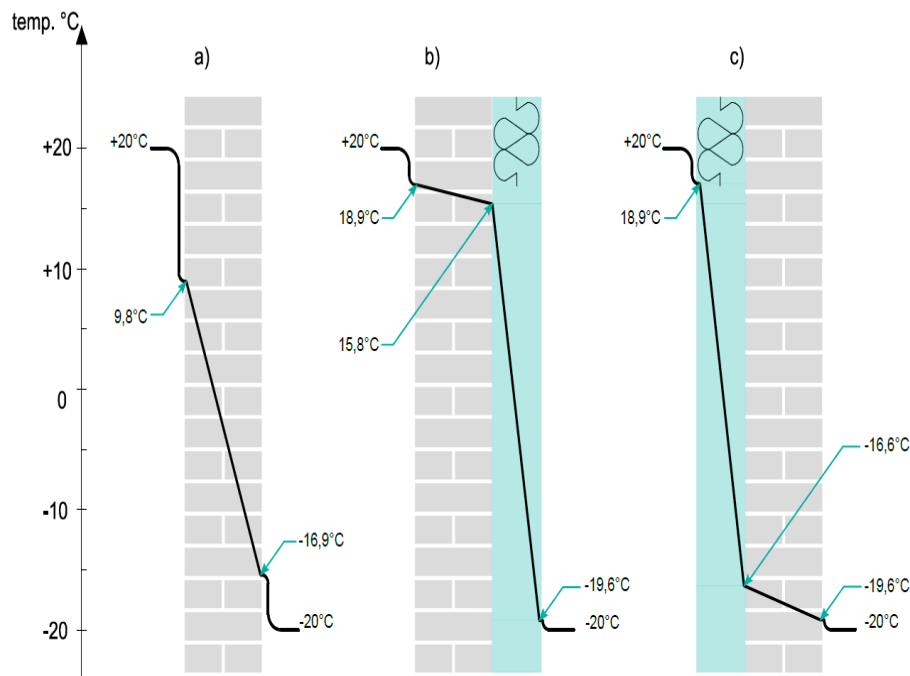


[3] Maciej Nocoń XII Dni Oszczędzania Energii ,
Ocieplenia budynków zabytkowych od zewnątrz oraz od wewnątrz



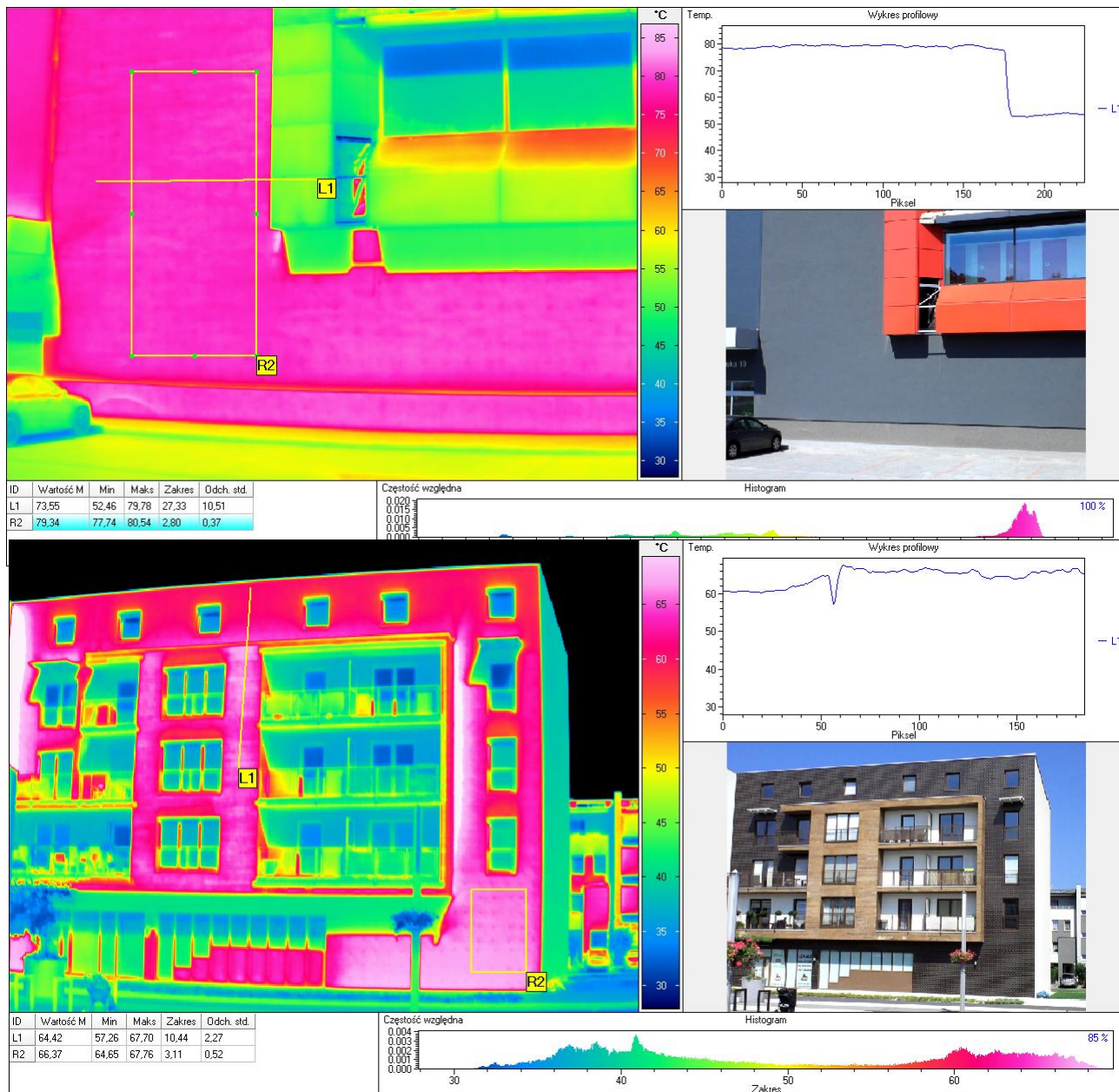
Kryteria oceny przegrody

- całkowita izolacyjność termiczna - U ,
- Występowanie mostków termicznych i kondensacji powierzchniowej,
- dyfuzja pary wodnej,
- głębokość przemarzania,
- rozszerzalność termiczna,
- pojemność cieplna,
- stateczność cieplna.



Wpływ docieplenia na
rozkład temperatury w przegrodzie



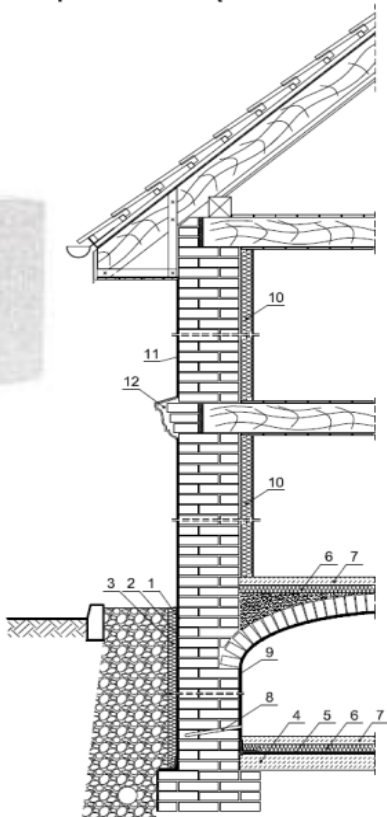


Ocieplenie ścian w obiekcie zabytkowym

Wariant I - Ocieplenie od wewnątrz

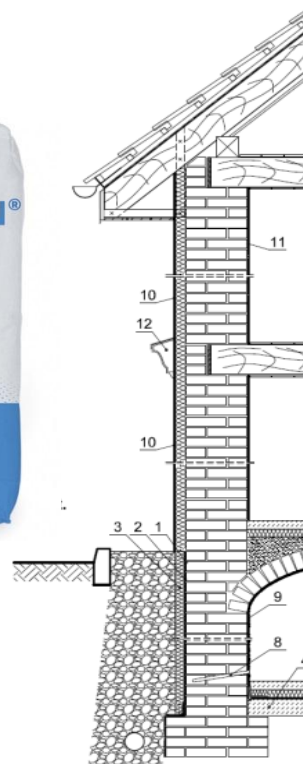


Płyta MI-XI



Ocieplenie ścian w obiekcie zabytkowym

Wariant II - Tynk ciepłochronny

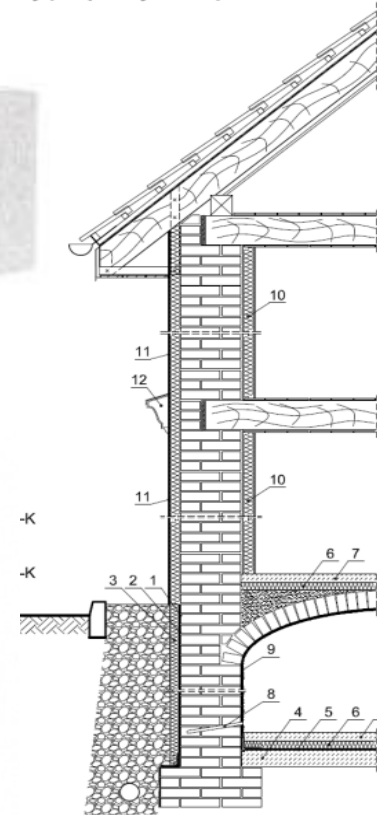


Ocieplenie ścian w obiekcie zabytkowym

Wariant III - Tynk ciepłochronny połączony z ociepleniem od wewnątrz



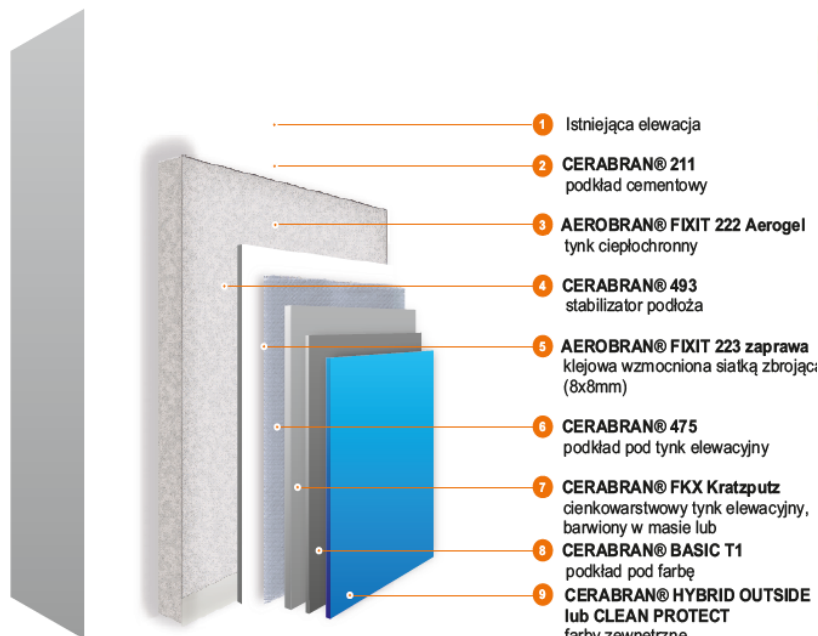
Płyta MI-XI



[3] Maciej Nocoń 12 Dni Oszczędzania Energii ,
Ocieplenia budynków zabytkowych od zewnątrz oraz od wewnątrz



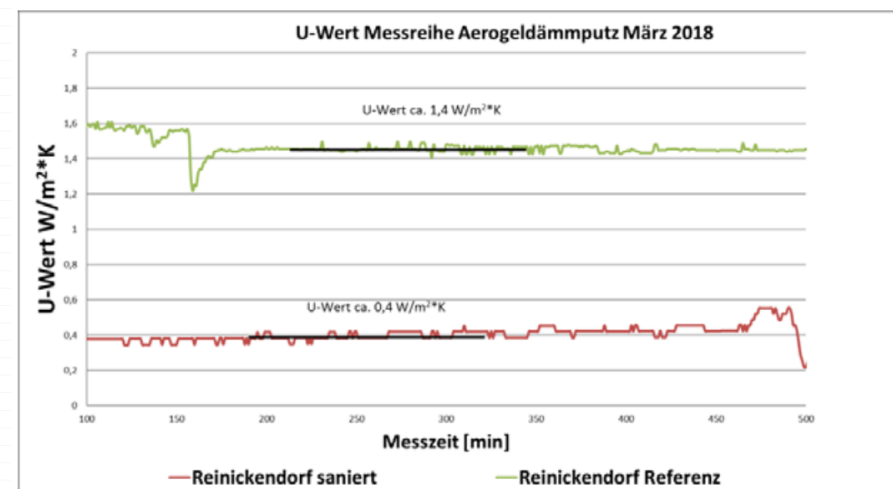
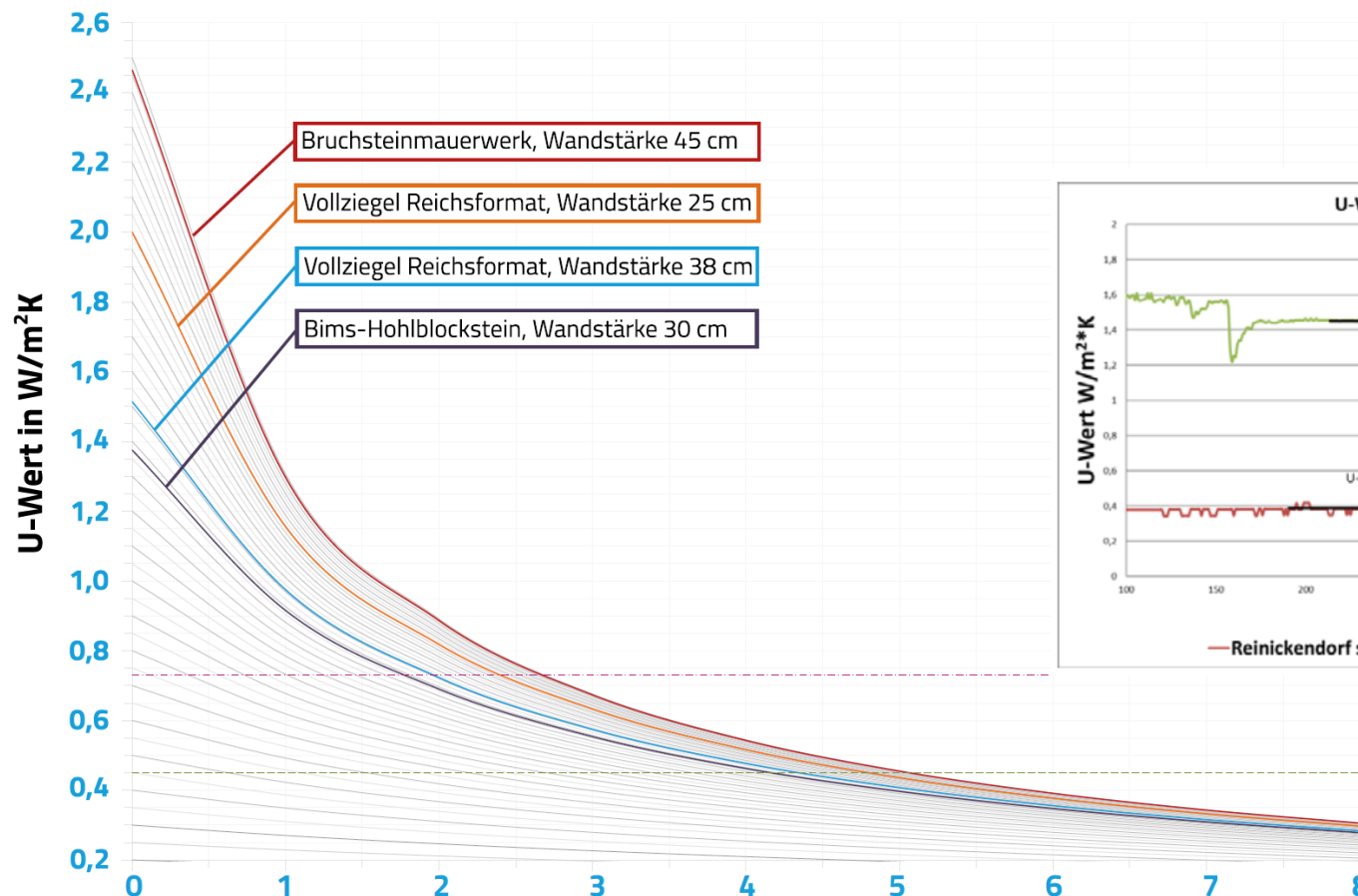
- **Wysoka izolacyjność termiczna,**
współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda = 0,028 \text{ W/mK}$,
min. grubość warstwy 2 cm ($R = 0,714 \text{ m}^2\text{k/W}$)
- **Bardzo dobra wytrzymałość mechaniczna**
klasa wytrzymałości na ściskanie CS I
- **Paroprzepuszczalność**
brak niebezpieczeństwa wystąpienia kondensacji pary wodnej, współczynnik oporu dyfuzyjnego <5
- **Wodoodporny**
w przypadku absorpcji wilgoci tynk zachowuje stałość parametrów izolacyjnych i mechanicznych
- **Materiał grzybo-odporny i pleśnio-odporny**
dzięki składnikom mineralnym wchodzącym w skład aerogelu
- **Bardzo dobra izolacyjność akustyczna**
ze względu na porowatą oraz włóknistą strukturę
- **Odporność ogniowa**
klasa A2 (niepalny)
- **Nakładanie**
ręcznie lub maszynowo



Typowa ściana budynku zabytkowego	U ściany przed ociepleniem	U ściany po ociepleniu min. 2 cm aerobranem	U ściany po ociepleniu 4 cm aerobranem	U ściany po ociepleniu 6 cm aerobranem	U ściany po ociepleniu max. 20 cm aerobranem
	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
z cegły 25 cm + tynk	1,882	0,812	0,514	0,376	0,131
z cegły 38 cm + tynk	1,428	0,714	0,473	0,353	0,128
z cegły 51 cm + tynk	1,151	0,637	0,438	0,334	0,125



U-WERT-RECHNER FÜR HISTOBRAN®-AEROGELDÄMMPUTZ WLK 028*



HISTOBRAN® AEROGEL-Wärmedämmputz (WLK 028) in cm





OCIEPLENIE OD WEWNĄTRZ



Ogólne zasady ocieplenia przegród od wewnątrz

Docieplenia od wewnątrz powinny być wykonywane przy zachowaniu uniwersalnych zasad konstruowania przegród warstwowych.

Przed wszystkim do niedawna przyjmowano, że opór cieplny przegrody można zwiększać warstwami dociepleniowymi układanymi od wewnątrz do poziomu niezagrożającego wystąpieniem wewnętrznej kondensacji pary wodnej.

Obecnie dopuszcza się zwiększanie oporu cieplnego przegrody warstwami układanymi na jej wewnętrznej powierzchni, powodującymi kondensację wewnętrzną pary wodnej, jednak skondensowana w okresie zimowym wilgoć powinna wyschnąć w okresie letnim, czyli w przegrodzie musi być zapewniony ujemny roczny bilans wilgoci.

Przy realizacji tego postulatu występują ograniczenia polegające na określeniu krytycznej wartości oporu cieplnego i dyfuzyjnego warstwy dociepleniowej, której nie można przekroczyć, gdyż skutkowałoby to corocznym przyrostem wilgoci akumulowanej we wnętrzu przegrody.



Ogólne zasady ocieplenia przegród od wewnątrz

W praktyce kondensacja pary wodnej występuje głównie w miejscach najbardziej wychłodzonych, jak narożniki ścian czy nadproża oraz w miejscach mostków parowych. Aby wartość krytyczna temperatury lokalnie nie została przekroczona, skondensowana para powinna się kapilarnie przemieszczać do suchszych stref warstwy dociepleniowej.

Tak właśnie się dzieje w starych tynkach wapiennych, pokrywających stosunkowo cienkie mury, na których bardzo rzadko rozwijają się grzyby pleśniowe. Współcześnie takie możliwości dają materiały, które w nieco mniejszym stopniu zaspokajają potrzeby termoizolacyjne, jednak bardzo dobrze akumulują i transportują kapilarnie wilgoć.

Zwiększenie oporu cieplnego warstwą izolacyjną wykonaną za pomocą tynków termoizolacyjnych lub tzw. płyt klimatycznych, doskonale akumulujących wodę dzięki wysokiej wilgociochłonności właściwej (nawet 200%), można dopisać do listy dociepleń od wewnątrz.

Należy jednak pamiętać o wymaganiach wilgotnościowych stawianych docieplanej przegrodzie, o otwartości dyfuzyjnej powłok malarskich i oczywiście ekonomicznej efektywności całego przedsięwzięcia, gdyż nie są to tanie materiały.



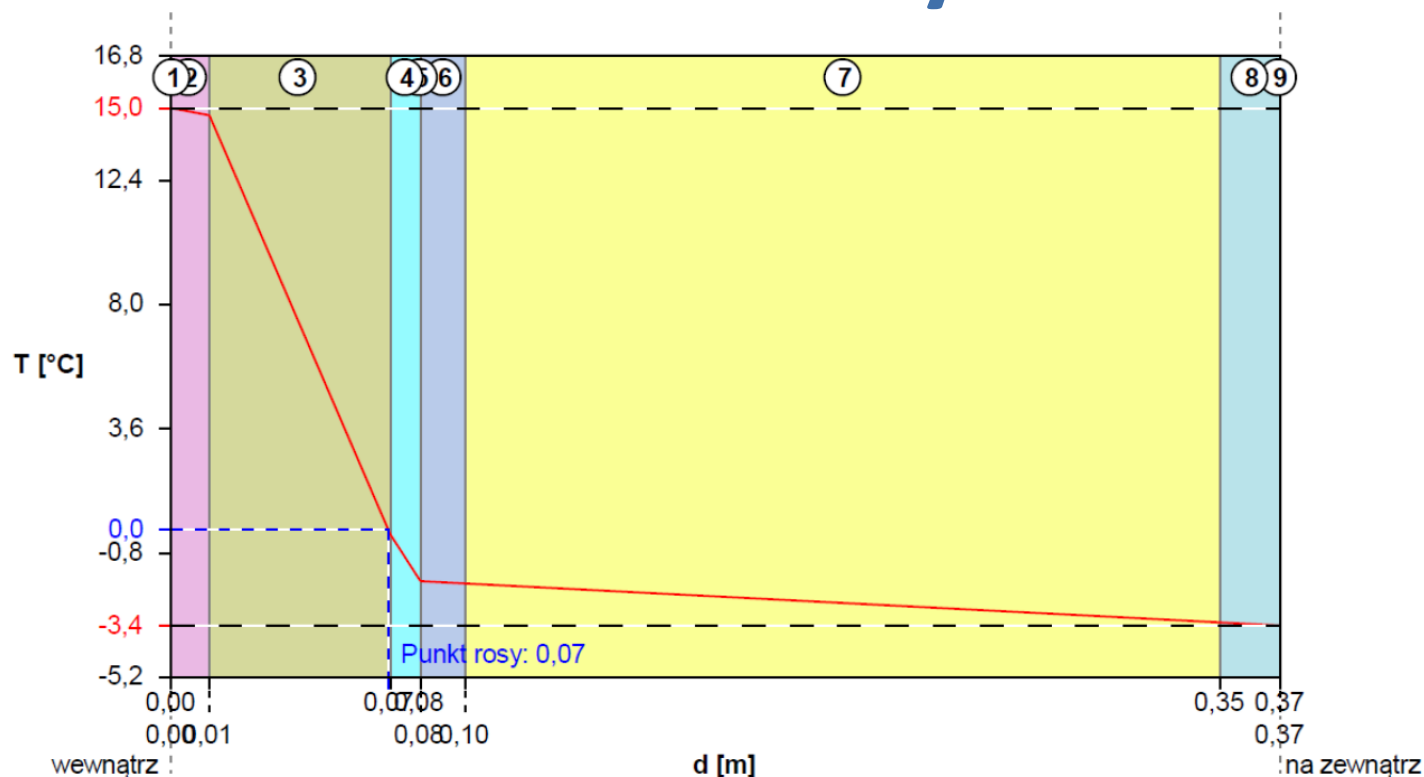
Metody ocieplania od wewnątrz

Wyróżnić można trzy podstawowe metody docieplenia ścian od strony wewnętrznej:

1. Z barierą paroszczelną: metoda może być stosowana w dowolnych obiektach w tym w obiektach o wysokiej wilgotności powietrza, wysokiej temperaturze np. pływanie, oraz w lokalach użytkowanych okresowo np. salach konferencyjnych czy kościołach, gdzie występują duże wahania wilgotności,
2. Ze swobodnym przepływem strumienia pary wodnej przez przegrodę, metoda stosowana dla budynków mieszkalnych o stosunkowo niewielkim obciążeniu wilgocią, wykorzystująca naturalną regulację wilgotności wewnętrznej, wynikającą ze swobodnego przepływu pary przez warstwy ocieplenia;
3. układy mieszane przeznaczone do pomieszczeń w których może występować okresowe zwiększone zawilgocenie.



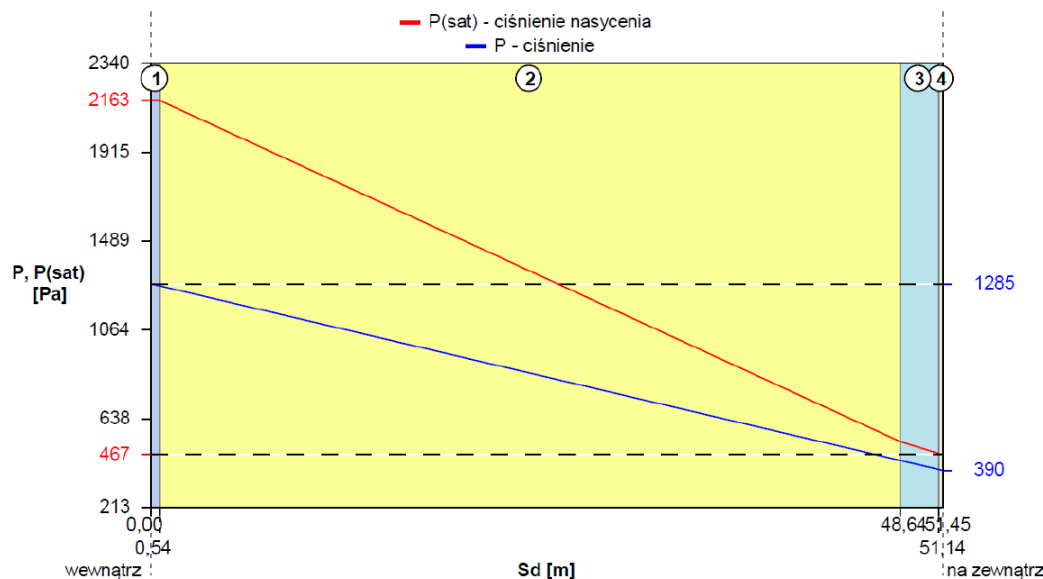
Punkt rosy



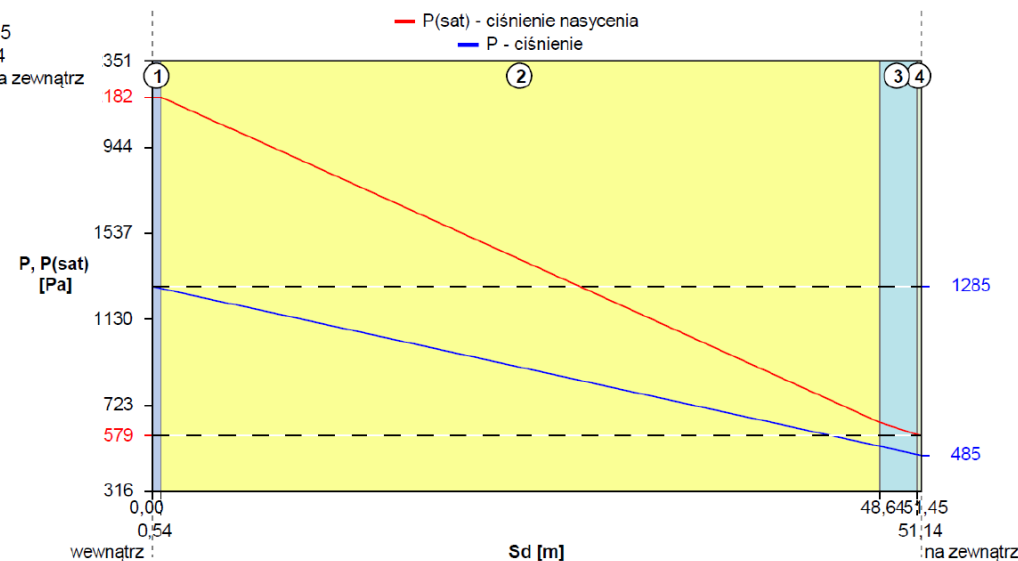
Temperatura na wewnętrznej powierzchni przegrody jest wyższa od temperatury punktu rosy powiększonego o 1°C dla każdego miesiąca. Przegroda została zaprojektowana prawidłowo, zgodnie z wymaganiami określonymi w Warunkach Technicznych zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. (poz. 690, załącznik 2, punkt 2.2) dotyczących punktu rosy.



Kondensacja międzywarstwowa



Wykres rozkładu ciśnienia pary wodnej w przegrodzie dla miesiąca: Styczeń



Wykres rozkładu ciśnienia pary wodnej w przegrodzie dla miesiąca: Grudzień

Kondensacja pary wodnej

Punkt rosy zależy od temperatury i wilgotności powietrza. Większym wartościom wilgotności i temperatury powietrza odpowiadają większe wartości punktu rosy. Przy większej wilgotności powietrza kondensacja pary wodnej może występować na większej powierzchni przegród w pomieszczeniu.

Przewiduje się w wymienionych węzłach występowanie temperatur poniżej wartości krytycznej, stwarzające ryzyko rozwoju pleśni. W Warunkach technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie określono, że minimalna wartość współczynnika temperaturowego wynosi $f_{rsi,min} = 0,72$ i dla każdej przegrody wartość f_{rsi} powinna spełniać równanie:

$$f_{rsi} > f_{rsi,min} = 0,72$$

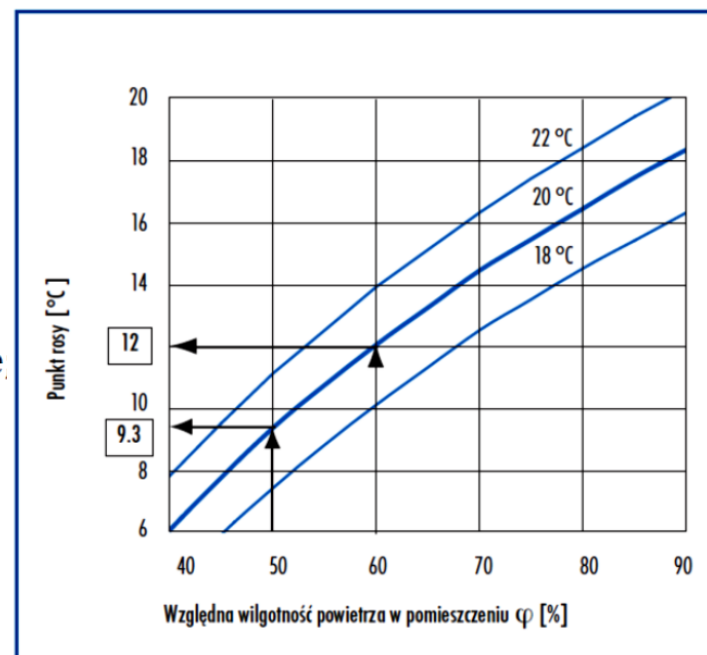
przy czym:

$$f_{rsi} = \frac{T_{w,p} - T_Z}{T_W - T_Z}$$

$T_{w,p}$ – temperatura na powierzchni przegrody w analizowanym punkcie

T_Z – temperatura zewnątrz, dla której wyznaczona została $T_{w,p}$;

T_W – temperatura wewnątrz, dla której wyznaczona została $T_{w,p}$;



Kondensacja pary wodnej

TABELA 4. KRYTERIALNE WARTOŚCI WSPÓŁCZYNNIKA TEMPERATUROWEGO $f_{rsi,min}$

Kraj	Rodzaj budynku lub pomieszczenia	$f_{rsi,min}$	R_{si}
			m ² K/W
Zjednoczone Królestwo	Mieszkalne, szkolne*	0,75	0,13
	Budynki z pomieszczeniami o wysokiej wilgotności wewnętrznej, jak kryte baseny pływackie, pralnie* **	0,90	
	Magazyny**	0,30	
	Biura**	0,50	
	Kuchnie, hale sportowe, budynki z grzejnikami gazowymi bez odprowadzenia spalin do komina**	0,80	
Holandia	Nowe budynki mieszkalne i hotele	0,65	0,25
	Nowe budynki niemieszkalne	0,50	
Belgia		0,70	0,20
Francja	Emisja wilgoci $W/n \leq 2,5 \text{ g/m}^3$	0,25	b.d.
	$2,5 < W/n \leq 5 \text{ g/m}^3$	0,52	
	$5 < W/n \leq 7,5 \text{ g/m}^3$	0,73	
Szwajcaria		$0,570 \div 0,761$	0,167
RFN		0,70	b.d.
Austria		0,69	b.d.

*) Wymagania ze względu na rozwój grzybów pleśniowych.

**) Wymagania ze względu na kondensację powierzchniową.



IZOLACYJNOŚĆ TERMICZNA

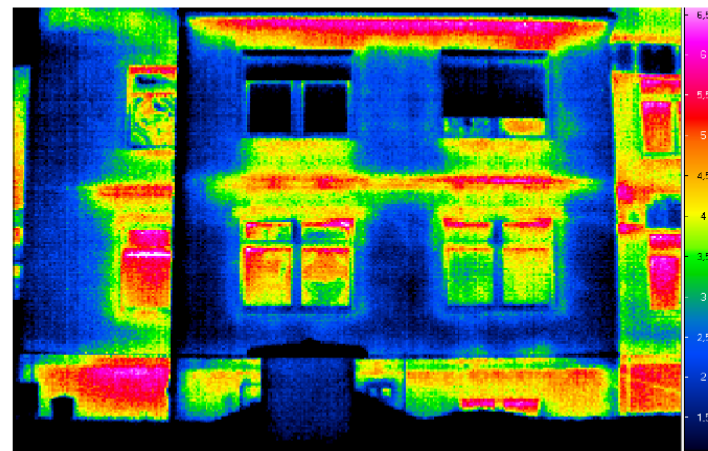
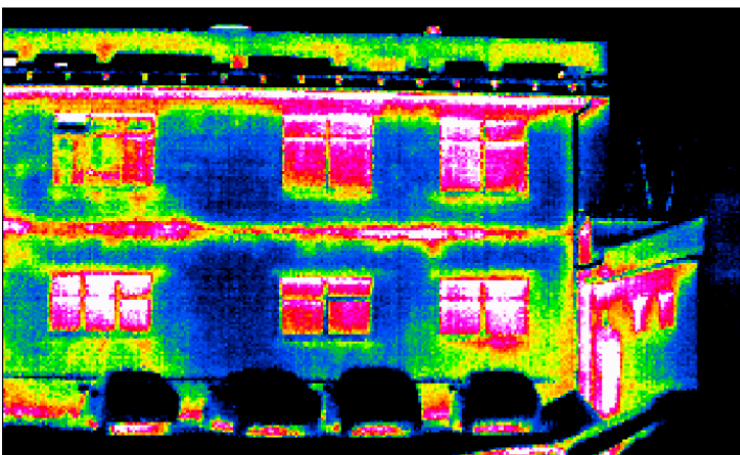
Wartość U_c przegrody należy obliczać wg wzoru:

$$U_c = U + \Delta U$$

$$U_c = U + \frac{\sum \psi_i \cdot l_i}{A} + \frac{\sum X_j}{A}$$



Wartości średnie U przegród uzyskane na podstawie pomiarów termowizyjnych uwzględniają wpływ liniowych mostków cieplnych. Oczywiście są to wartości szacunkowe, jednak odbiegają znacząco od założeń projektowych (tabela 5). Powodem jest pominięcie w obliczeniach projektowych wpływu mostków cieplnych.



TERMOGRAM 1 I 2. ZOBRAZOWANIE TERMICZNE BUDYNKÓW OCIEPLONYCH OD WEWNĄTRZ.

TABELA 6. SZACUNKOWA ANALIZA OBLICZENIOWYCH WARTOŚCI U ŚCIAN BUDYNKU OCIEPLONEGO OD WEWNĄTRZ ORAZ PORÓWNANIE Z WARTOŚCIAMI OSZACOWANYMI NA PODSTAWIE POMIARÓW TERMOWIZYJNYCH.

Budynek	I	A1	A	B	C	D	E	J
U ścian projektowane bez wpływu mostków cieplnych [W/m ² K]	0,45	0,419	0,35	0,379	0,437	0,4	0,418	0,39
Średnia szacowana wartość U ściany z cegły pełnej gr. 38 cm ocieplonej od wewnątrz uzyskane na podstawie pomiarów termowizyjnych [W/m ² K]	1,07	0,85	0,79	0,585	1,070	0,977	0,763	0,4





MOSTKI TERMICZNE

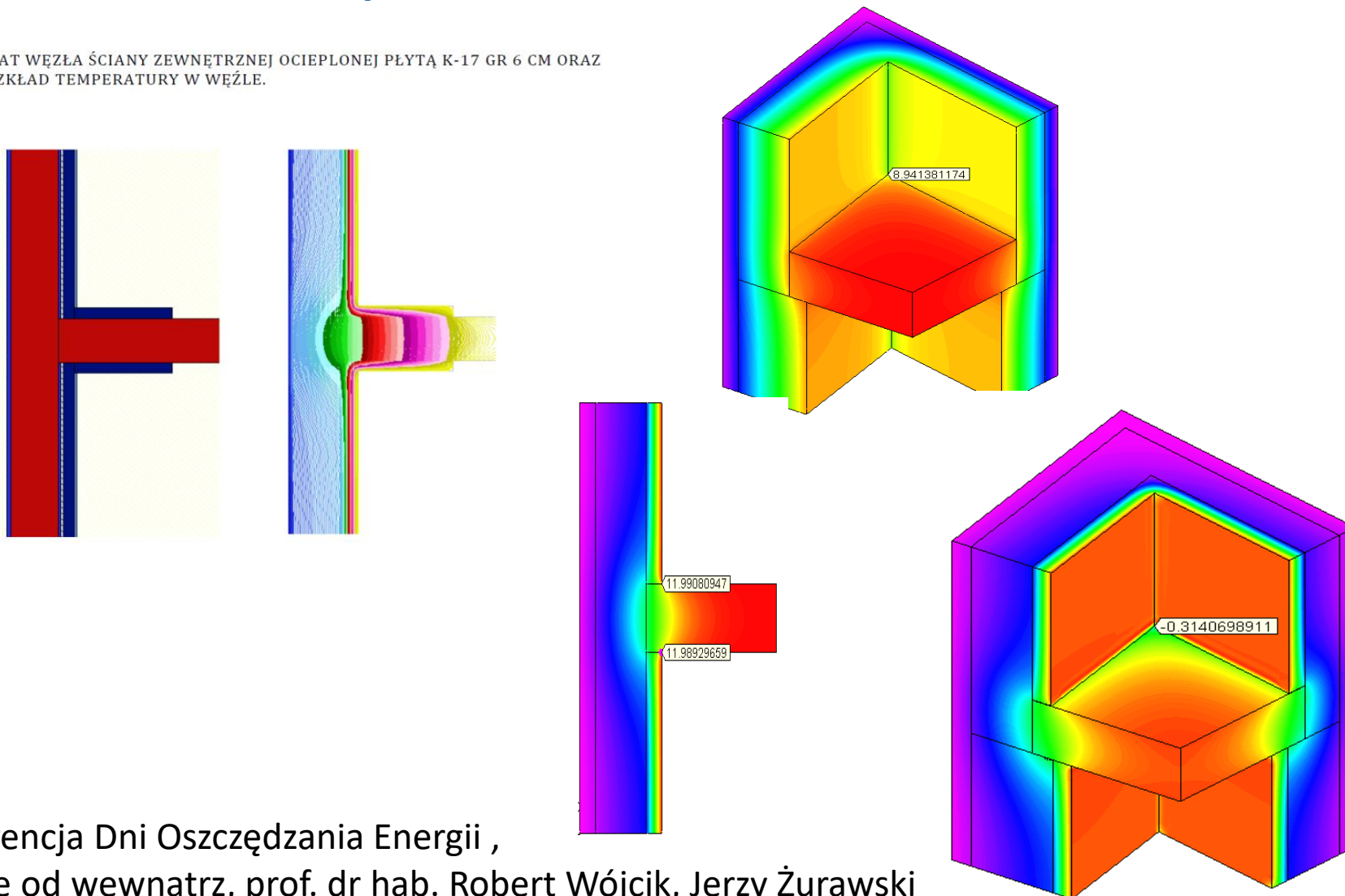
ŚCIANY WEWNĘTRZNE



MOSTKI CIEPLNE

Efekt docieplenia ściana zewn. –ściana wewn.

RYSUNEK 5. SCHEMAT WĘZŁA ŚCIANY ZEWNĘTRZNEJ OCIEPLONEJ PŁYTĄ K-17 GR 6 CM ORAZ OBLICZENIOWY ROZKŁAD TEMPERATURY W WĘZLE.



[2] Konferencja Dni Oszczędzania Energii ,
Ocieplanie od wewnątrz, prof. dr hab. Robert Wójcik, Jerzy Żurawski



TABELA 8. OBLICZENIOWE WARTOŚCI MOSTKÓW CIEPLNYCH NA POŁĄCZNIU ŚCIANY ZEWNĘTRZNEJ 25 CM IZOLOWANEJ PŁYTĄ K-17 GR 6 CM ZE ŚCIANĄ WEWNĘTRZNĄ.

ściana 25 cm z izolacją Kooltherm K-17 gr 6 cm

Ściana zewnętrzna gr. 2+25+1,5 = 28,5 cm	strumień bez ściany wew.	ściana wewnętrzna	strumień ze ścianą wew.	liniowy mostek cieplny ψ
[cm]	[W]	[cm]	W	W/mK
28,5	16,4936	25	25,3979	0,130
	16,4936	12	22,5047	0,088
	16,4936	6	20,4177	0,057

TABELA 9. OBLICZENIOWE WARTOŚCI MOSTKÓW CIEPLNYCH NA POŁĄCZNIU ŚCIANY ZEWNĘTRZNEJ 25 CM IZOLOWANEJ PŁYTĄ K-17 GR 7 CM ZE ŚCIANĄ WEWNĘTRZNĄ.

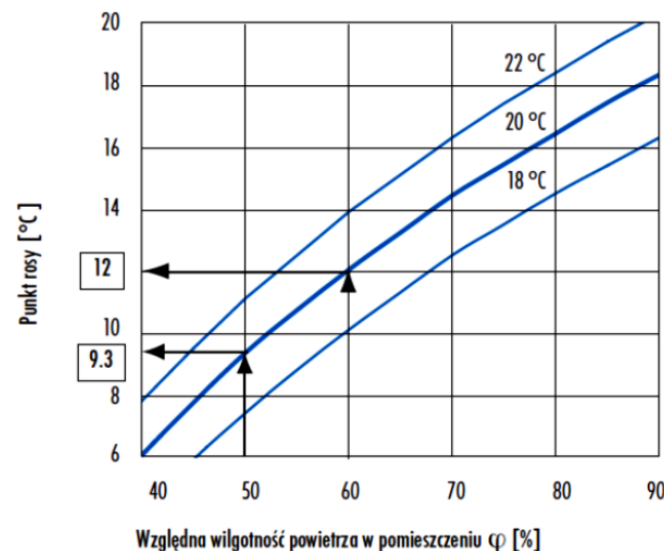
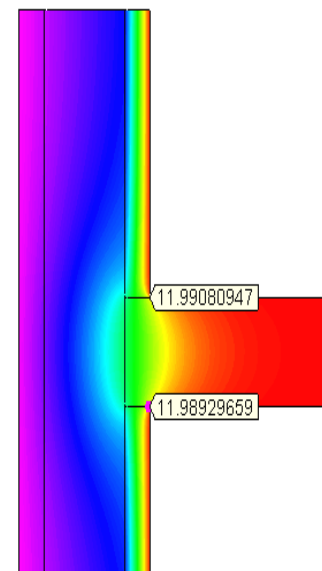
ściana 25 cm z izolacją Kooltherm K-17 gr 7 cm

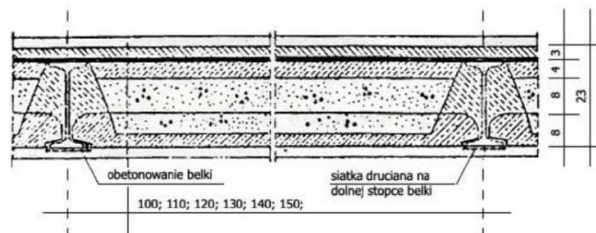
Ściana zewnętrzna gr. 2+25+1,5 = 28,5 cm	strumień bez ściany wew.	ściana wewnętrzna	strumień ze ścianą wew.	liniowy mostek cieplny ψ
[cm]	[W]	[cm]	W	W/mK
28,5	14,7169	25	23,7059	0,132
	14,7169	12	20,7296	0,088
	14,7169	6	18,7061	0,058

TABELA 10. OBLICZENIOWE WARTOŚCI MOSTKÓW CIEPLNYCH NA POŁĄCZNIU ŚCIANY ZEWNĘTRZNEJ 25 CM IZOLOWANEJ PŁYTĄ K-17 GR 8 CM ZE ŚCIANĄ WEWNĘTRZNĄ

ściana 25 cm z izolacją Kooltherm K-17 gr 8 cm

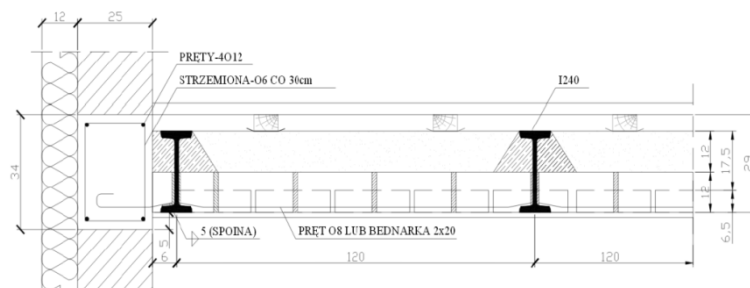
Ściana zewnętrzna gr. 2+25+1,5 = 28,5 cm	strumień bez ściany wew.	ściana wewnętrzna	strumień ze ścianą wew.	liniowy mostek cieplny ψ
[cm]	[W]	[cm]	W	W/mK
28,5	13,2858	25	22,3162	0,132
	13,2858	12	19,2762	0,088
	13,2858	6	17,2215	0,058



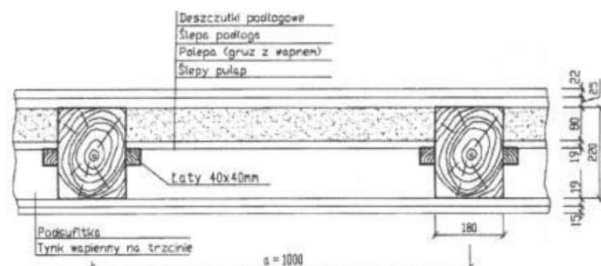


posadzka	
gładź cementowa	30 cm
izolacja 2 x papa asfalt. nr 500 na lepiku asfalt. sklejona lepik	
beton kl. B 75	40 cm
zasyпка	80 cm
plyty WPS	80 cm
tynk cem. - wap.	20 cm

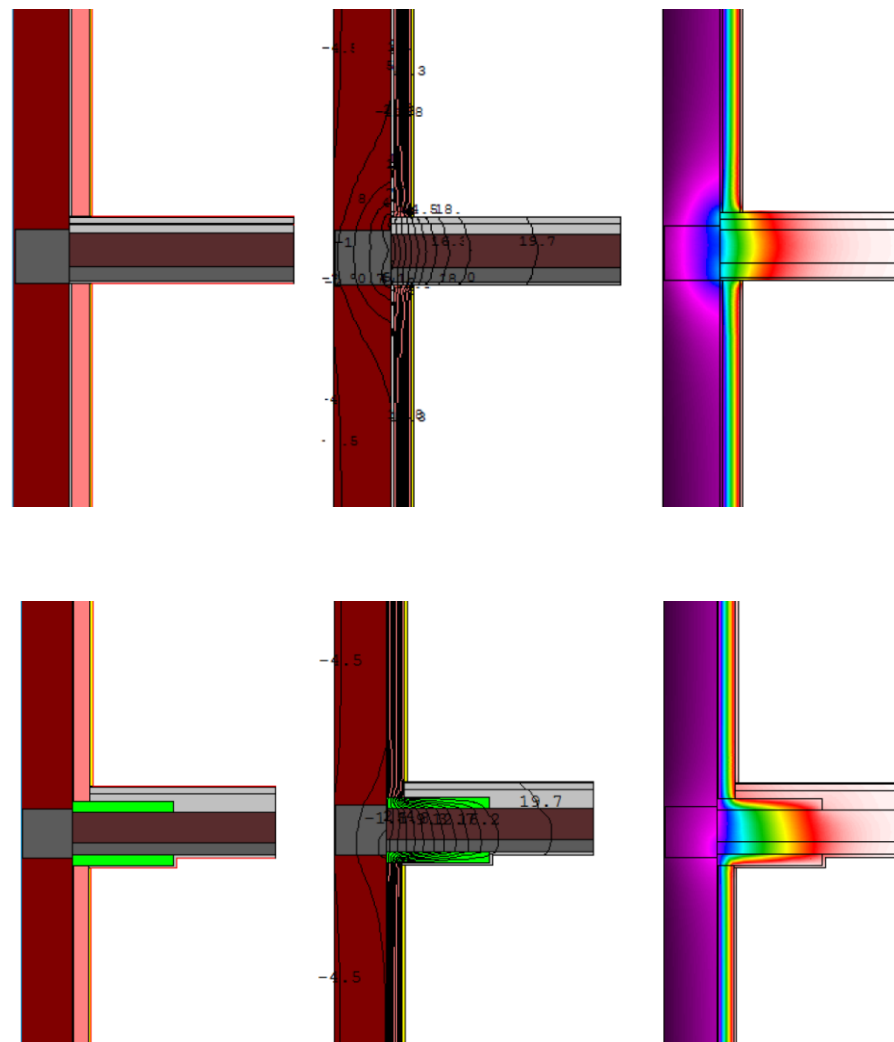
RYSUNEK 6. BUDOWA STROPU KLEINA I SCHEMAT WĘZŁA



RYSUNEK 7. BUDOWA STROPU KLEINA ORAZ SCHEMAT WĘZŁA



RYSUNEK 8. STROP DREWNIANY ORAZ SCHEMAT WĘZŁA.

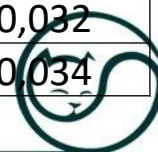


WPS, brak ocieplenia poziomego stropu	grubość ocieplenia	U	ψ
	cm	W/m ² K	W/mK
Ściana zewnętrzna, cegła pełna 51cm, strop WPS bez ocieplenia poziomego stropu	K17, grubość 6cm	U _{sz} = 0,250 W/m ² K	0,442
	K17, grubość 7cm	U _{sz} = 0,222 W/m ² K	0,462
	K17, grubość 8cm	U _{sz} = 0,200 W/m ² K	0,468
Ściana zewnętrzna, cegła pełna 38cm, strop WPS bez ocieplenia poziomego stropu	K17, grubość 6cm	U _{sz} = 0,261 W/m ² K	0,511
	K17, grubość 7cm	U _{sz} = 0,231 W/m ² K	0,525
	K17, grubość 8cm	U _{sz} = 0,207 W/m ² K	0,522
Ściana zewnętrzna, cegła pełna 25cm, strop WPS bez ocieplenia poziomego stropu	K17, grubość 6cm	U _{sz} = 0,273 W/m ² K	0,611
	K17, grubość 7cm	U _{sz} = 0,240 W/m ² K	0,625
	K17, grubość 8cm	U _{sz} = 0,214 W/m ² K	0,618

WPS, ocieplenie poziomego stropu grubości o 5cm (λ=0,036 W/mK) i szerokości 50cm	grubość ocieplenia	U	ψ
	cm	W/m ² K	W/mK
Ściana zewnętrzna, cegła pełna 51cm, strop WPS z ociepleniem poziomym	K17, grubość 6cm	U _{sz} = 0,250 W/m ² K	0,166
	K17, grubość 7cm	U _{sz} = 0,222 W/m ² K	0,177
	K17, grubość 8cm	U _{sz} = 0,200 W/m ² K	0,176
Ściana zewnętrzna, cegła pełna 38cm, strop WPS z ociepleniem poziomym	K17, grubość 6cm	U _{sz} = 0,261 W/m ² K	0,182
	K17, grubość 7cm	U _{sz} = 0,231 W/m ² K	0,188
	K17, grubość 8cm	U _{sz} = 0,207 W/m ² K	0,196
Ściana zewnętrzna, cegła pełna 25cm, strop WPS z ociepleniem poziomym	K17, grubość 6cm	U _{sz} = 0,273 W/m ² K	0,203
	K17, grubość 7cm	U _{sz} = 0,240 W/m ² K	0,204
	K17, grubość 8cm	U _{sz} = 0,214 W/m ² K	0,240



DREWNIANY, brak ocieplenia poziomego stropu	grubość ocieplenia	U	Ψ
	cm	W/m ² K	W/mK
Ściana zewnętrzna, cegła pełna 51cm, strop DREWNIANY bez ocieplenia poziomego stropu	K17, grubość 6cm	U _{sz} = 0,250 W/m ² K	0,153
	K17, grubość 7cm	U _{sz} = 0,222 W/m ² K	0,158
	K17, grubość 8cm	U _{sz} = 0,200 W/m ² K	0,163
Ściana zewnętrzna, cegła pełna 38cm, strop DREWNIANY bez ocieplenia poziomego stropu	K17, grubość 6cm	U _{sz} = 0,261 W/m ² K	0,171
	K17, grubość 7cm	U _{sz} = 0,231 W/m ² K	0,171
	K17, grubość 8cm	U _{sz} = 0,207 W/m ² K	0,171
Ściana zewnętrzna, cegła pełna 25cm, strop DREWNIANY bez ocieplenia poziomego stropu	K17, grubość 6cm	U _{sz} = 0,273 W/m ² K	0,190
	K17, grubość 7cm	U _{sz} = 0,240 W/m ² K	0,191
	K17, grubość 8cm	U _{sz} = 0,214 W/m ² K	0,189
DREWNIANY, ocieplenie poziomego stropu grubości o 5cm (λ=0,036 W/mK) i szerokości 50cm	grubość ocieplenia	U	Ψ
	cm	W/m ² K	W/mK
Ściana zewnętrzna, cegła pełna 51cm, strop DREWNIANY z ociepleniem poziomym	K17, grubość 6cm	U _{sz} = 0,250 W/m ² K	0,021
	K17, grubość 7cm	U _{sz} = 0,222 W/m ² K	0,026
	K17, grubość 8cm	U _{sz} = 0,200 W/m ² K	0,029
Ściana zewnętrzna, cegła pełna 38cm, strop DREWNIANY z ociepleniem poziomym	K17, grubość 6cm	U _{sz} = 0,261 W/m ² K	0,025
	K17, grubość 7cm	U _{sz} = 0,231 W/m ² K	0,031
	K17, grubość 8cm	U _{sz} = 0,207 W/m ² K	0,034
Ściana zewnętrzna, cegła pełna 25cm, strop DREWNIANY z ociepleniem poziomym	K17, grubość 6cm	U _{sz} = 0,273 W/m ² K	0,027
	K17, grubość 7cm	U _{sz} = 0,240 W/m ² K	0,032
	K17, grubość 8cm	U _{sz} = 0,214 W/m ² K	0,034



Dla potrzeb opracowania obliczono wartość U_c z uwzględnieniem wpływu mostków cieplnych na połączeniu ścian zewnętrznej ze stropami oraz ścianami wewnętrznymi. Wyniki obliczeń zamieszczono w tabeli 6.

TABELA 7.OBLICZENIE WARTOŚCI U_c Z UWZGLĘDNIENIEM WPŁYWU MOSTKÓW CIEPLNYCH

Mur	U_s ścian	U ściany ocieplonej bez wpływu mostków cieplnych	Powierzchnia ściany A	liniowy współczynnik przewodzenia ciepła ψ	długość mostka liniowego l	ΔU	$U_c = U_s + \Delta U$ dla ścian z udziałem mostków cieplnych
m	W/m ² K	W/m ² K	m ²	W/mK	m	W/m ² K	W/m ² K
0,25	1,861	0,278	16,2	0,55	12	0,407	0,685
0,38	1,416	0,266	16,2	0,55	12	0,407	0,673
0,51	1,143	0,254	16,2	0,55	12	0,407	0,661

Przy obliczeniach U_c uwzględniono wpływ mostków cieplnych do ścian wewnętrznych i stropów międzykondygnacyjnych. W takim przypadku mostki cieplne stanowią około 60% całkowitych strat przez przegrodę. Pominięcie ich wpływu jest istotnym błędem projektowym o trudnych do przewidzenia konsekwencjach.

Do projektowania niezbędne jest określenie wartości liniowego współczynnika przewodzenia ciepła ψ dla różnych kombinacji rozwiązań konstrukcyjnych węzłów.

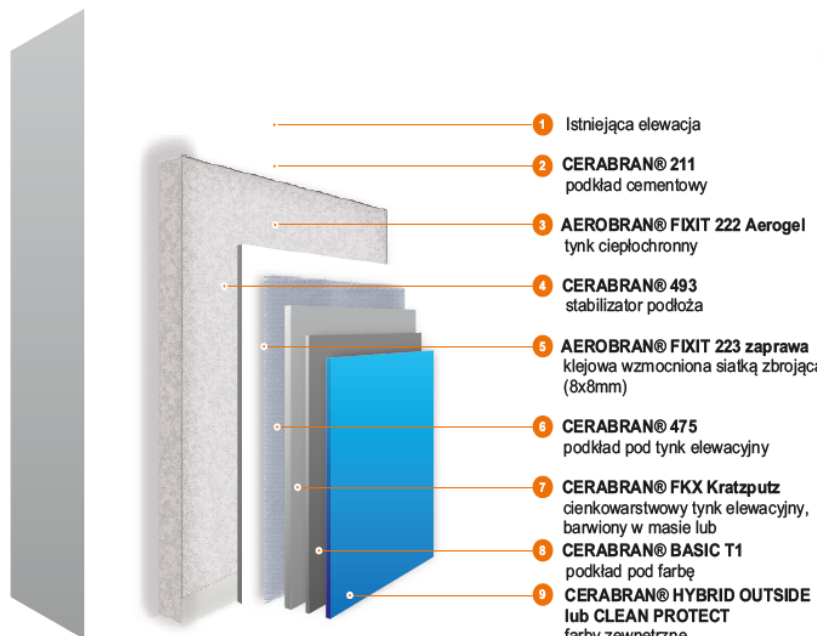




OCIEPLENIE TYNKIEM TERMOIZOLACYJNYM OD WEWNĄTRZ



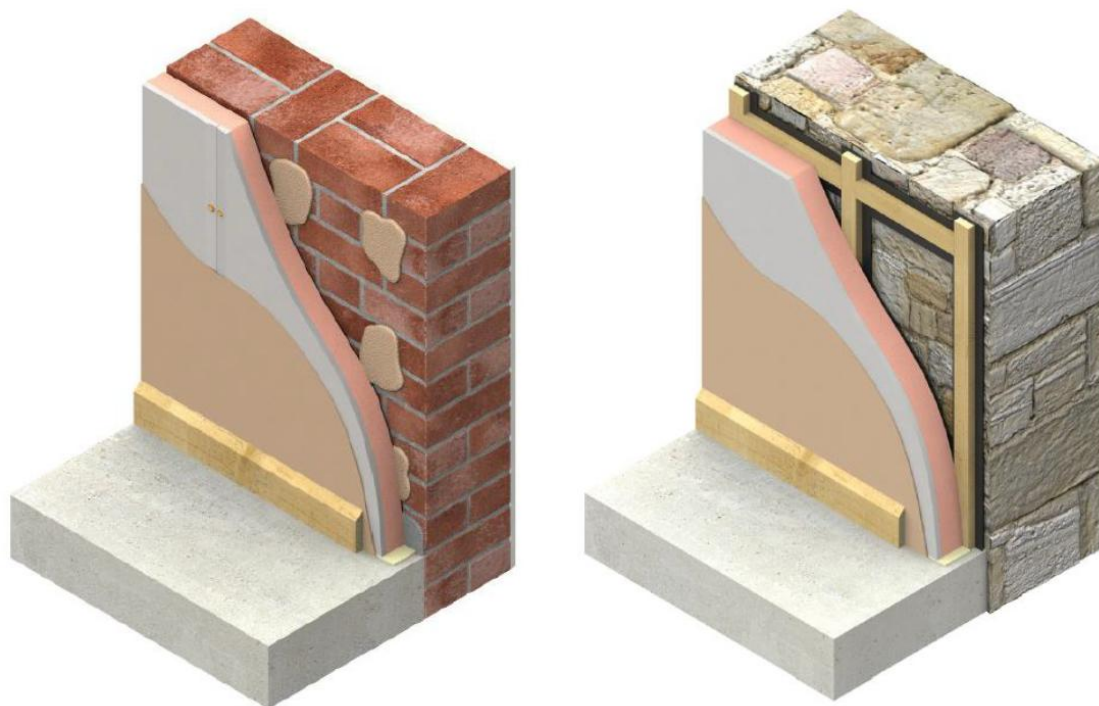
- **Wysoka izolacyjność termiczna**,
współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda = 0,028 \text{ W/mK}$,
min. grubość warstwy 2 cm ($R = 0,714 \text{ m}^2\text{k/W}$)
- **Bardzo dobra wytrzymałość mechaniczna**
klasa wytrzymałości na ściskanie CS I
- **Paroprzepuszczalność**
brak niebezpieczeństwa wystąpienia kondensacji pary wodnej, współczynnik oporu dyfuzyjnego <5
- **Wodoodporny**
w przypadku absorpcji wilgoci tynk zachowuje stałość parametrów izolacyjnych i mechanicznych
- **Materiał grzybo-odporny i pleśnio-odporny**
dzięki składnikom mineralnym wchodzącym w skład aerogelu
- **Bardzo dobra izolacyjność akustyczna**
ze względu na porowatą oraz włóknistą strukturę
- **Odporność ogniowa**
klasa A2 (niepalny)
- **Nakładanie**
ręcznie lub maszynowo



Typowa ściana budynku zabytkowego	U ściany przed ociepleniem	U ściany po ociepleniu min. 2 cm aerobranem	U ściany po ociepleniu 4 cm aerobranem	U ściany po ociepleniu 6 cm aerobranem	U ściany po ociepleniu max. 20 cm aerobranem
	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
z cegły 25 cm + tynk	1,882	0,812	0,514	0,376	0,131
z cegły 38 cm + tynk	1,428	0,714	0,473	0,353	0,128
z cegły 51 cm + tynk	1,151	0,637	0,438	0,334	0,125



ZESPOLONA PŁYTA DO SUCHEJ ZABUDOWY KOOLTHERM® K17



RYSUNEK 2. SCHEMAT ŚCIANY OCIEPLONEJ OD WEWNĄTRZ PŁYTĄ K-17 NA ŁĄCZNIKU KLEJOWYM ORAZ NA RUSZCIE DREWNIANYM.

Wartość współczynnika przewodzenia ciepła:

- $\lambda_D = 0,021 \text{ W/(mK)}$ dla dN 15 – 44 mm
- $\lambda_D = 0,020 \text{ W/(mK)}$ dla dN 45 – 120 mm

Kingspan Kooltherm K17 to zespolona płyta do termoizolacji ścian od wewnątrz, wykonana ze sztywnej pianki rezolowej połączona z płytą kartonowo – gipsową (białą) o grubości 12,5 mm w jednostronnej okładzinie z białego welonu szklanego. Zastosowana biała płyta G-K wskazuje, że Kooltherm® K17 przeznaczony jest do ocieplania od wewnątrz pomieszczeń o wilgotności, takich jak pomieszczenia biurowe, szkolne, mieszkalne itp.



Izolacyjność termiczna bez wpływu mostków cieplnych

TABELA 5. IZOLACYJNOŚĆ TERMICZNA ŚCIAN Z CEGŁY PEŁNEJ O GRUBOŚCI 25, 38 ORAZ 51 CM BEZ IZOLACJI ORAZ Z IZOLACJĄ Z PŁYTY K17.

LP	Typ przegrody	U bez izolacji	U z izolacją pł. K17 gr. 6 cm	U z izolacją pł. K17 gr. 7 cm	U z izolacją pł. K17 gr. 8 cm
		[W/m ² K]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[W/m ² K]
1	mur z cegły pełnej gr. 25 cm otynkowany obustronnie	1,861	0,278	0,246	0,220
2	mur z cegły pełnej gr. 38 cm otynkowany obustronnie	1,416	0,266	0,236	0,212
3	mur z cegły pełnej gr. 51 cm otynkowany obustronnie	1,143	0,254	0,227	0,205



1. Przy wykonaniu ocieplenia ściany zewnętrznej od wewnątrz bez dodatkowej izolacji na ścianach i stropach należy:
 - określić przewidywaną – projektowaną wilgotność w pomieszczeniu,
 - zapewnić skuteczną wentylację pomieszczeń gwarantującą utrzymanie wilgotności w pomieszczeniach poniżej założonego poziomu,
 - dla projektowanej wilgotności powietrza przeanalizować ryzyko występowania temperatury krytycznej, przy której może nastąpić wykroplenie pary wodnej zwłaszcza w miejscach na styku ścian zewnętrznej oraz stropu i ściany wewnętrznej i zapewnić spełnienie warunku w zakresie $f_{rsi} > f_{rsi,min} = 0,72$
 - istnieje możliwość obniżenia wartości $f_{rsi,min}$ nawet do 0,5, jednak wymaga to bardziej szczegółowej analizy zjawisk cieplno-wilgotnościowych przegród oraz skuteczności wentylacji,
 - przy opracowaniu charakterystyki energetycznej należy uwzględnić wpływ mostków cieplnych występujących na połączeniach ściany zewnętrznej, stropu oraz ścian wewnętrznych.
 - zapewnić odpowiednią jakość wykonawstwa szczególnie w miejscach połączeń, mające zapewnić szczelność połączenia i duży opór dyfuzyjny.
 - zapewnić właściwe uszczelnienia paroizolacyjne wszystkich przebiegów izolacji termicznej np. przez instalację elektryczną c.o. lub c.w.u.



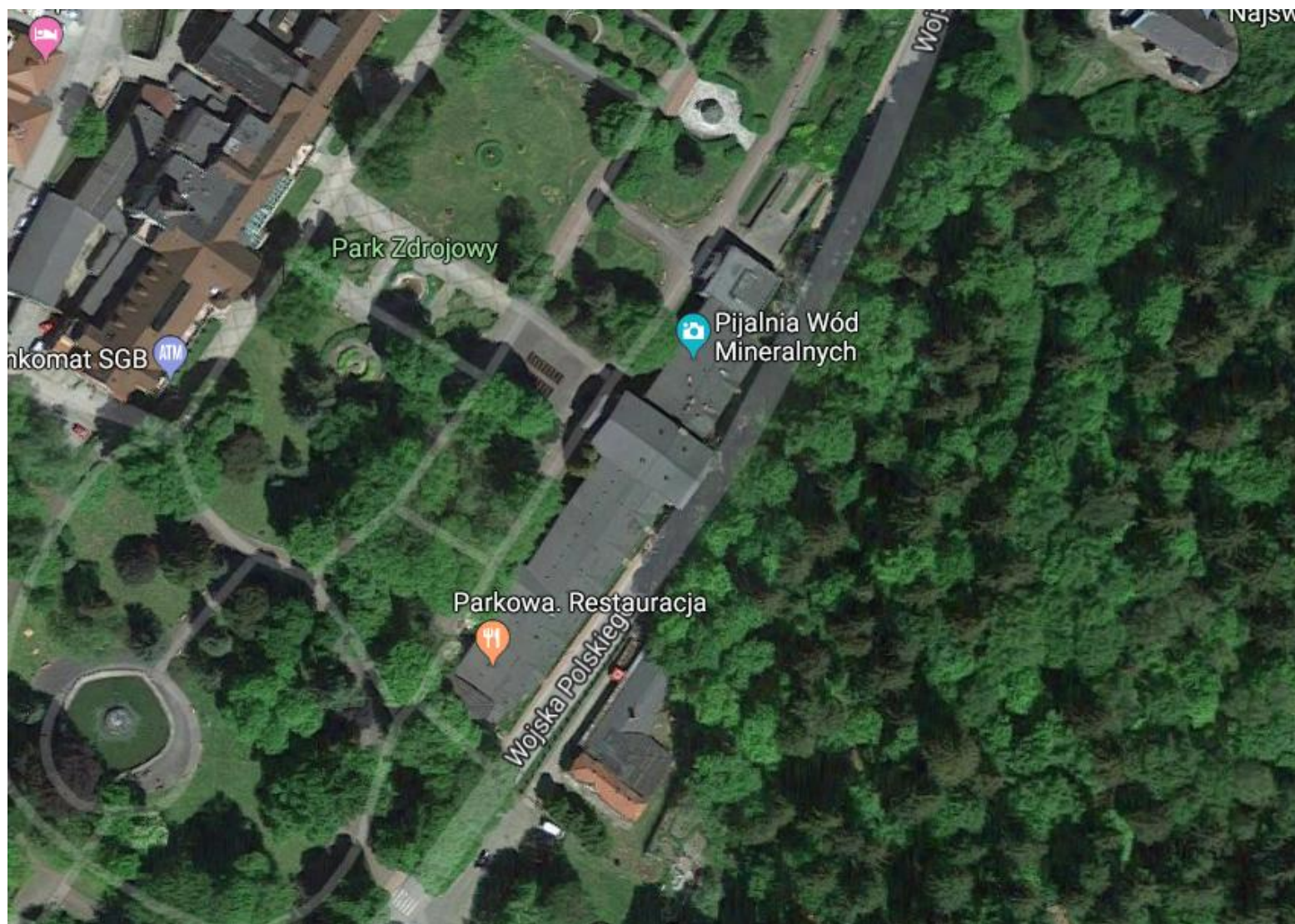
2. Przy wykonaniu ocieplenia ściany zewnętrznej od wewnątrz z dodatkową izolacją na ścianach i stropach na głębokość min. 50 cm materiałem izolacyjnym o $\lambda \leq 0,036 \text{ W/mK}$ oraz oporze dyfuzyjnym $\mu \geq 50$, grubość izolacji 5 cm należy:
- przy opracowaniu charakterystyki energetycznej należy uwzględnić wpływ mostków cieplnych na łączniach ściany zewnętrznej, stropu oraz ścian wewnętrznych.
 - przy opracowaniu charakterystyki energetycznej należy uwzględnić wpływ mostków cieplnych występujących na łączniach ściany zewnętrznej, stropu oraz ścian wewnętrznych.
 - zapewnić odpowiednią jakość wykonawstwa szczególnie w miejscach połączeń, mające zapewnić szczelność połączenia i duży opór dyfuzyjny.
 - zapewnić właściwe uszczelnienia paroizolacyjne wszystkich przebiegów izolacji termicznej np. przez instalację elektryczną c.o. lub c.w.u.





PIJALNIA WÓD I PARK ZDROJOWY W DUSZNIKACH ZDROJU





Pijalnia wód i Park Zdrojowy w Dusznikach Zdroju



Pijalnia wód i Park Zdrojowy w Dusznikach Zdroju

9. Podział zapotrzebowania na energię

9.1. Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową

	Ogrzewanie i wentylacja	Chłodzenie	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m²rok)]	232,80	-	4,68	-	-	237,48
Udział [%]	98,03	-	1,97	-	-	100,00

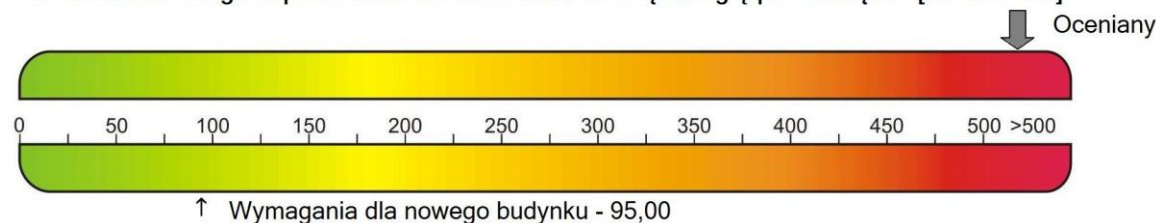
9.2. Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową

	Ogrzewanie i wentylacja	Chłodzenie	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m²rok)]	357,37	-	10,44	9,52	25,00	402,33
Udział [%]	88,83	-	2,59	2,37	6,21	100,00

9.3. Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną

	Ogrzewanie i wentylacja	Chłodzenie	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m²rok)]	393,11	-	11,48	28,57	75,00	508,16
Udział [%]	77,36	-	2,26	5,62	14,76	100,00

Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP [kWh/m²·rok]





KONSERWATOR



Wytyczne konserwatorskie

- **Remont elewacji** powinien mieć charakter odtworzeniowy, utrzymując obecną fakturę tynku
- **Ocieplenie ścian.** Wyklucza się docieplenie styropianem. Dopuszcza się ocieplenie ścian tynkiem termoizolacyjnym 2-3 cm, tynki mają zachować historyczną fakturę tynków zewnętrznych z perlistą strukturą
- **Wymiana stolarki.** Stolarka powinna odtwarzać istniejącą w materiale, formie, proporcji,
- Zgoda na **ocieplenie ścian fundamentowych i dachu,**
- **Źródło ciepła** – powietrzna pompa ciepła,
- Zastosowanie **wentylacji mechanicznej** z czerpnia i wyrzutnią na dachu budynku,
- **OZE - Montaż PV na dachu,**

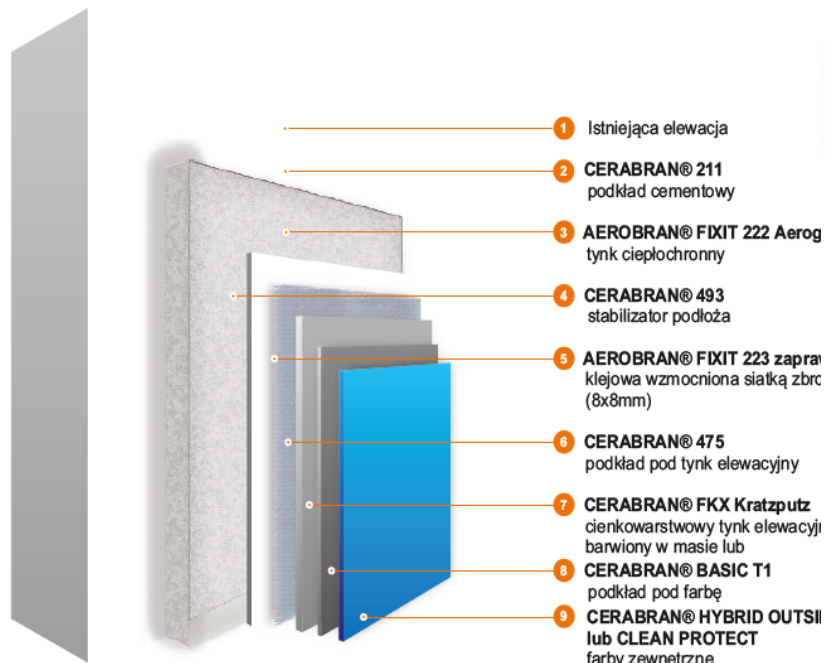




TYNK TERMOIZOLACYJNY



- **Wysoka izolacyjność termiczna,**
współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda = 0,028 \text{ W/mK}$,
min. grubość warstwy 2 cm ($R = 0,714 \text{ m}^2\text{k/W}$)
- **Bardzo dobra wytrzymałość mechaniczna**
klasa wytrzymałości na ściskanie CS I
- **Paroprzepuszczalność**
brak niebezpieczeństwa wystąpienia kondensacji pary wodnej, współczynnik oporu dyfuzyjnego <5
- **Wodoodporny**
w przypadku absorpcji wilgoci tynk zachowuje stałość parametrów izolacyjnych i mechanicznych
- **Materiał grzybo-odporny i pleśnio-odporny**
dzięki składnikom mineralnym wchodzącym w skład aerogelu
- **Bardzo dobra izolacyjność akustyczna**
ze względu na porowatą oraz włóknistą strukturę
- **Odporność ogniowa**
klasa A2 (niepalny)
- **Nakładanie**
ręcznie lub maszynowo



Typowa ściana budynku zabytkowego	U ściany przed ociepleniem	U ściany po ociepleniu min. 2 cm aerobranem	U ściany po ociepleniu 4 cm aerobranem	U ściany po ociepleniu 6 cm aerobranem	U ściany po ociepleniu max. 20 cm aerobranem
	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
z cegły 25 cm + tynk	1,882	0,812	0,514	0,376	0,131
z cegły 38 cm + tynk	1,428	0,714	0,473	0,353	0,128
z cegły 51 cm + tynk	1,151	0,637	0,438	0,334	0,125



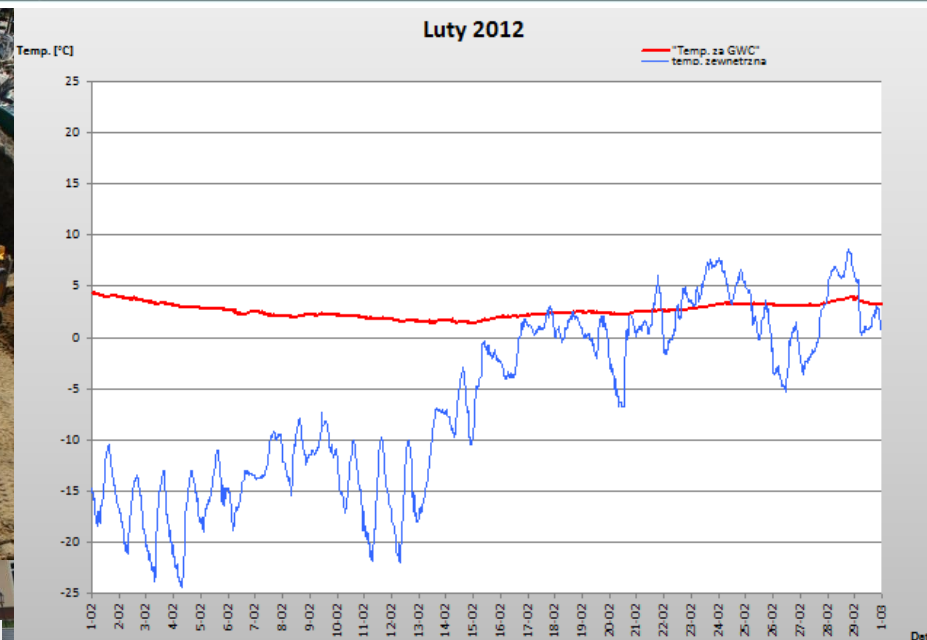
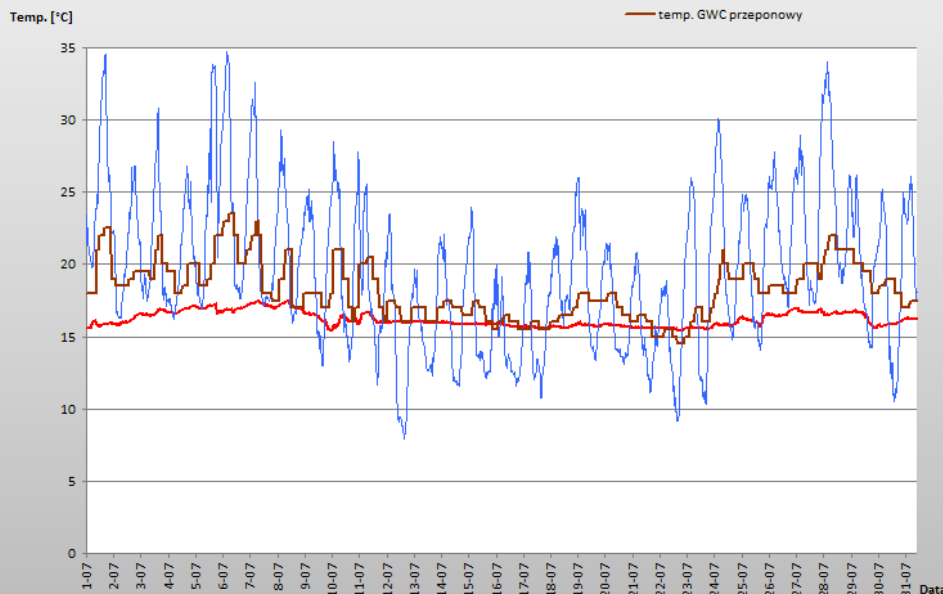


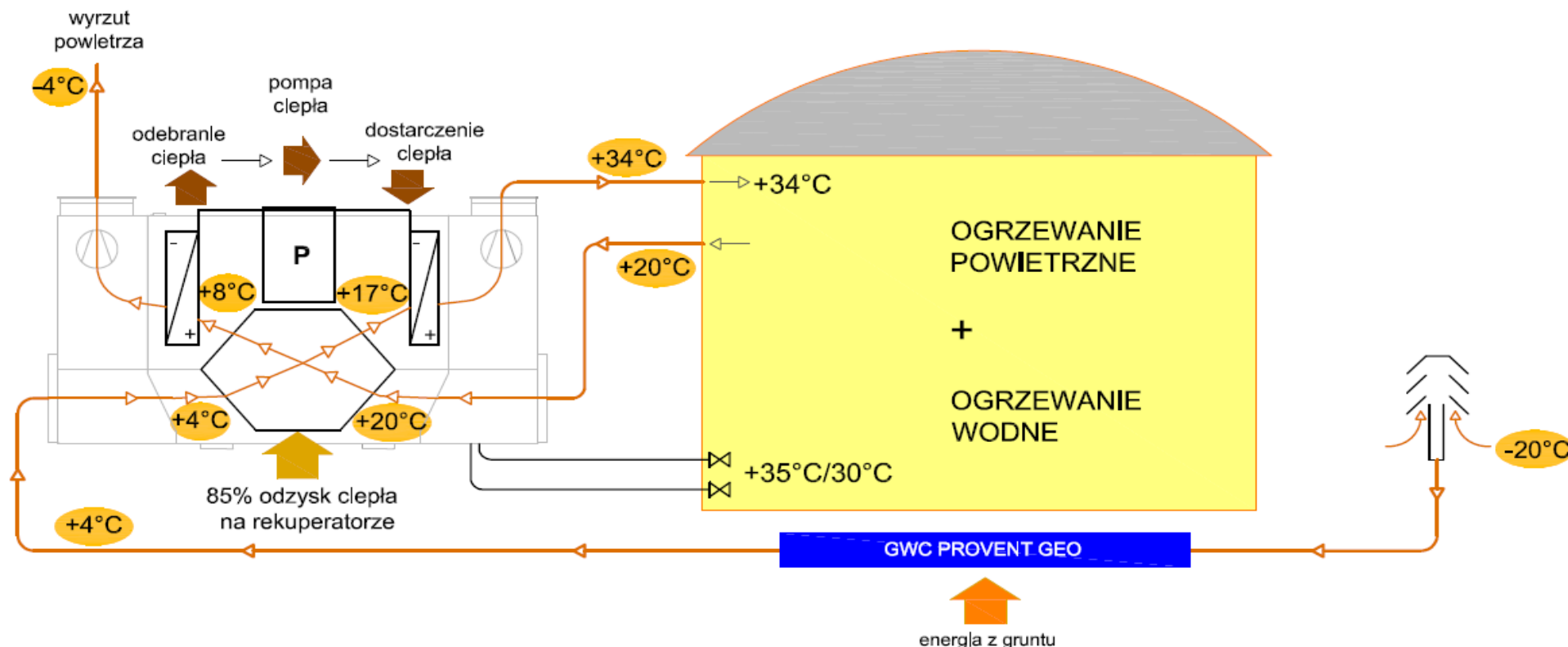
GWC





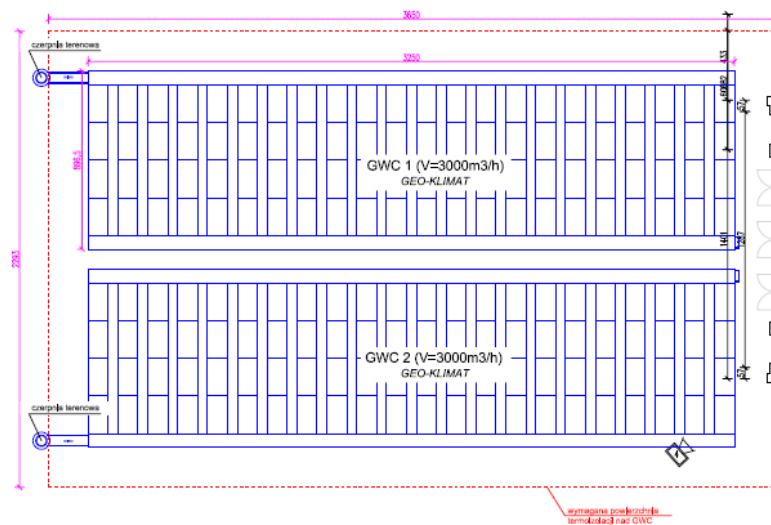
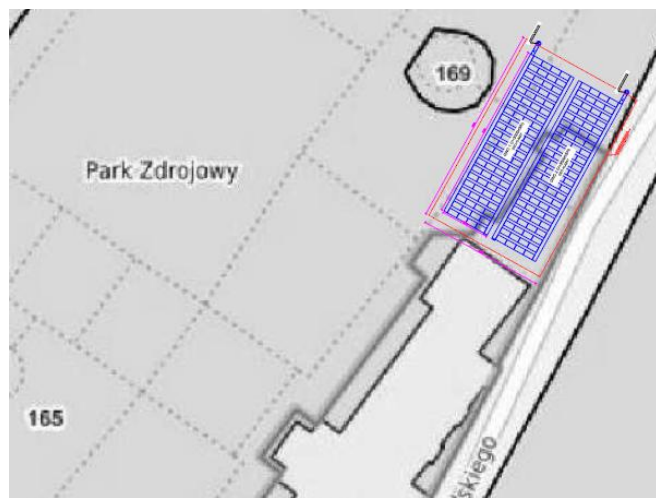
Lipiec 2012



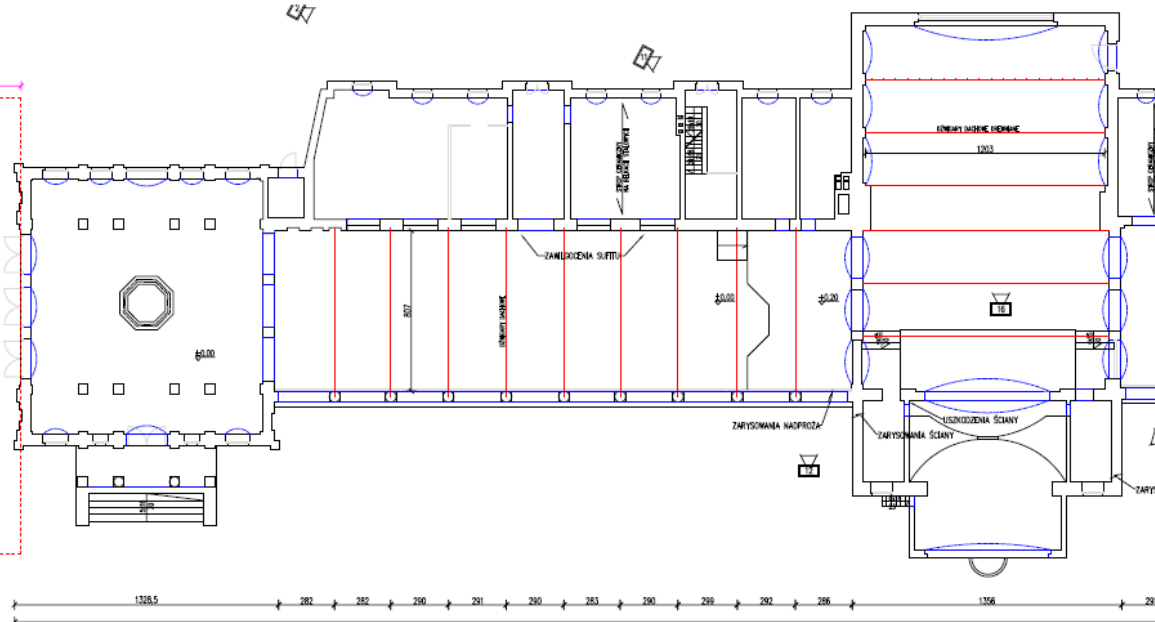
ZIMA

$$\text{SCOP} = 5,0 - 5,5$$

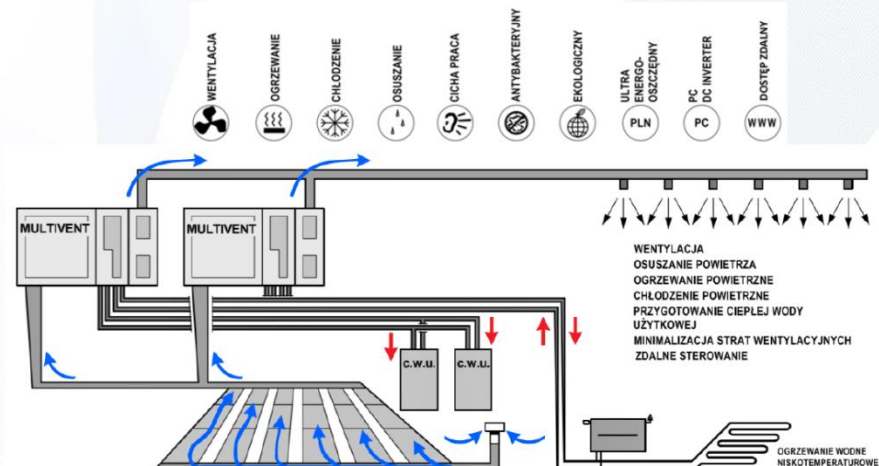




wymagana podłoga
termoizolacja nad GWC



PRACA CAŁEGO SYSTEMU

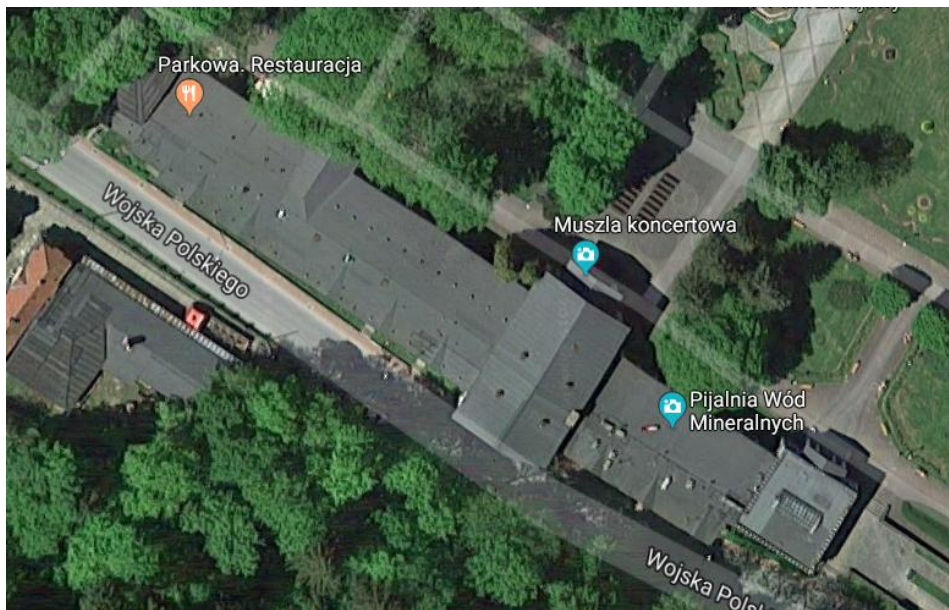




KOLEKTORY HYBRYDOWE

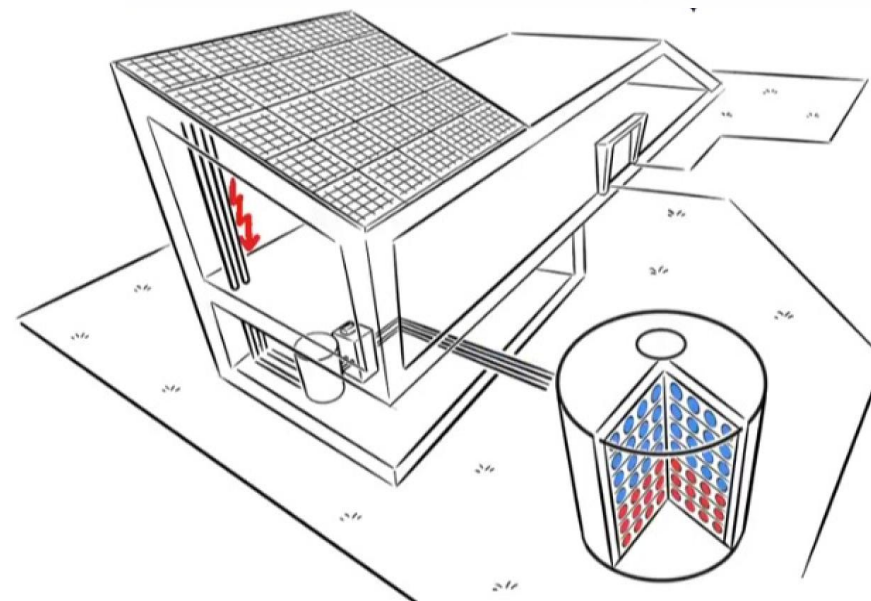
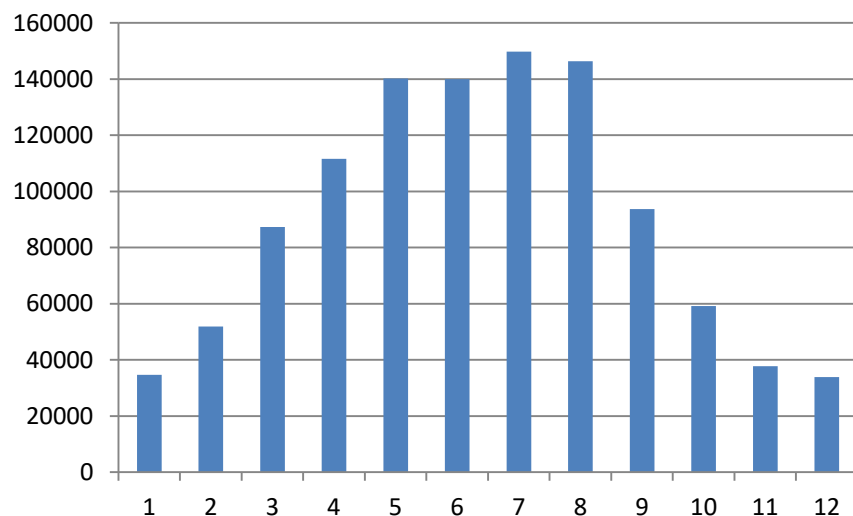
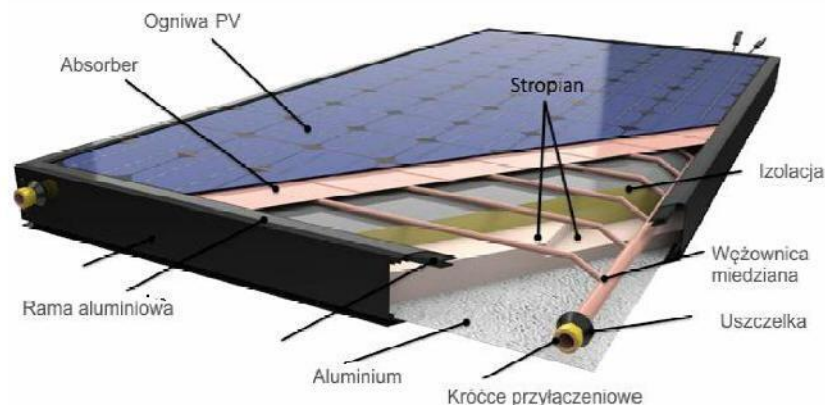
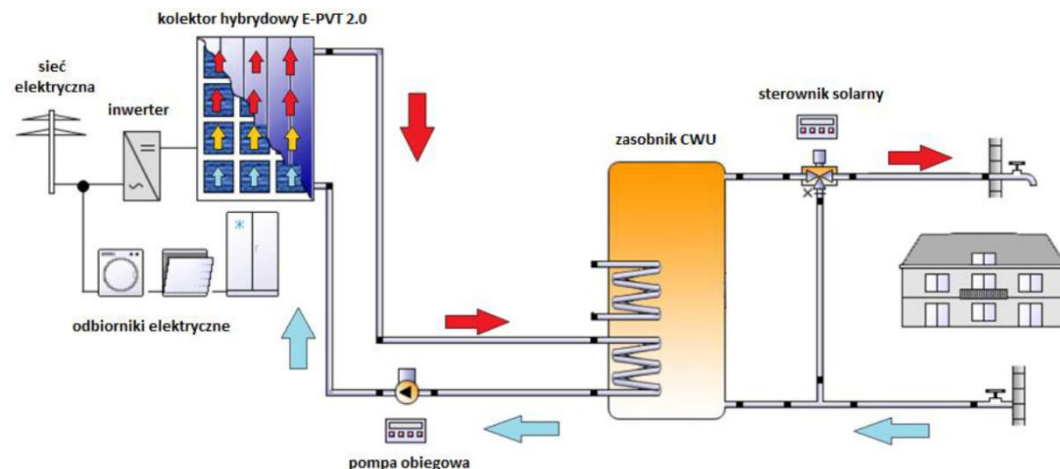


KOLEKTORY SŁONECZNE TERMICZNE . PV



→ Elementy instalacji

→ ... kolektor hybrydowy





ŚLUSARKA OTWOROWA

Szyba

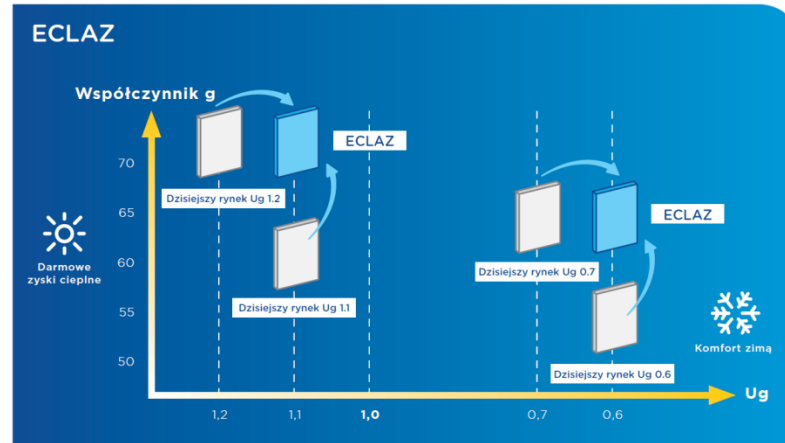
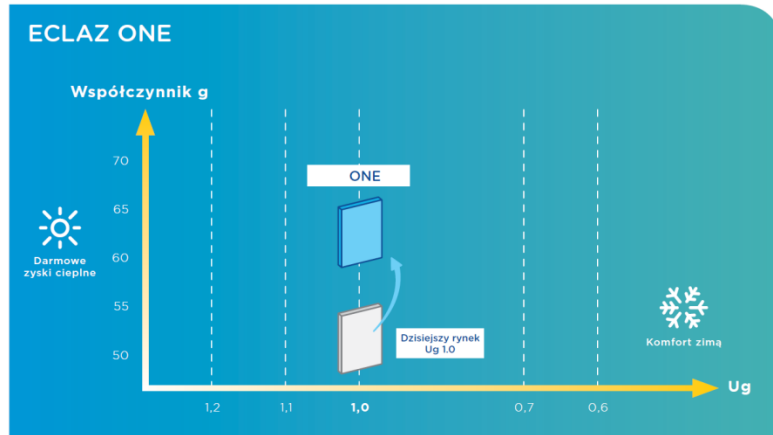
Ramka dystansowa



PARAMETRY ECLAZ

Konfiguracja	Powłoka	EN 410-2011			EN 673-2011
		TL%	Rlex %	g (%)	Ug (W/m ² .k)
4/14/4/14/4*	ECLAZ	77	14	60	0,6
4/16/4/16/4*	ECLAZ	77	14	60	0,6
4/18/4/18/4*	ECLAZ	77	14	60	0,5
4/16/4**	ECLAZ	83	12	71	1,1
4/18/4**	ECLAZ	83	12	71	1,1
4/20/4**	ECLAZ	83	12	71	1,1
4/15/4***	ECLAZ	84	8	65	1,0
4/16/4**	ECLAZ ONE	80	15	60	1,0

*AR 90% F2/F5 **AR 90 F3 ***AR 93% F2/F3

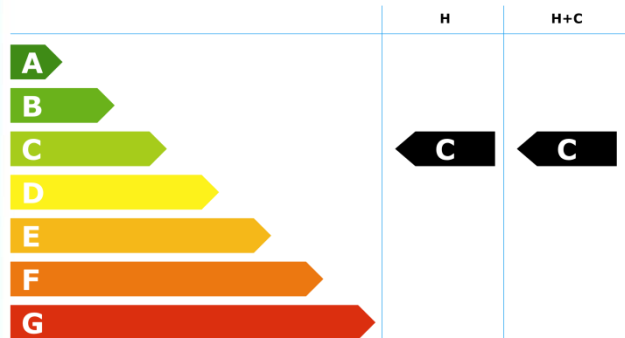




Etykieta energetyczna OKNO PIONOWE

Producent: Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska, 51-180 Wrocław, Pelczyńska
Model: PASIVE

Nr serii: 1



Energia na ogrzewanie (H)
Energia na chłodzenie (C)
Energia na ogrzew. i chłudz. (H+C)

-61,29 kWh/m²rok
-20,29 kWh/m²rok
-81,58 kWh/m²rok

przenikanie ciepła



0,78

U_w [W/m²K]

przepuszczalność
energii słonecznej



35

g_n [%]

przepuszczalność
powietrza



3,00

L₁₀₀ [m³/hm²]

osłona termiczna



brak

ΔR [W/mK]

osłona
przeciwśłoneczna



brak

1-f_c [%]

mostek cieplny



0,05
0,03
0,03

ψ [W/mK]

Profil: Aluprof Passive
Szyba: Saint-Gobain Glass TOP
Ramka: SG Swisspacer
Osłona termiczna: brak
Osłona przeciwsłoneczna: brak

Uf: 1,40 W/m²K
Ug: 0,50 W/m²K
ψ: 0,056 W/mK

wg normy: PN-EN ISO 10077-2:2005
wg aprobaty: AT
wg aprobaty: brak danych

Parametry ślusarki:

$$0,9 \text{ W/m}^2\text{K} = U_f = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$$

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

$$0,35 = g = 0,6$$

$$1,0 = F_c = 0,1$$

$$3 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h} = L_{100} = 3 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$$

$$0,045 \text{ W/mK} = \Psi = 0,032 \text{ W/mK}$$

$$0,78 \text{ W/m}^2\text{K} = U_w = 0,76 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$61,3 \text{ kWh/m}^2\text{a} = E_H = 41,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

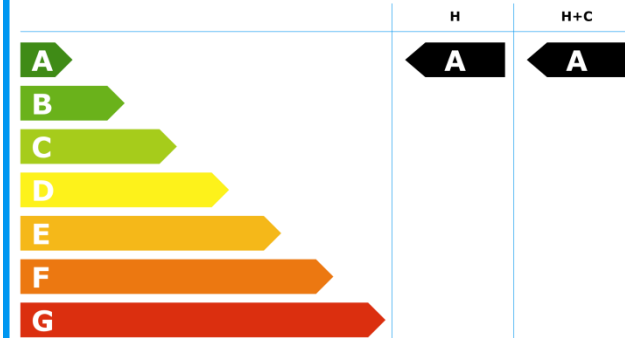
$$81,6 \text{ kWh/m}^2\text{a} = E_{H+C} = 46,9 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$



Etykieta energetyczna OKNO PIONOWE

Producent: Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska, 51-180 Wrocław, Pelczyńska
Model: PASIVE

Nr serii: 1



Energia na ogrzewanie (H)
Energia na chłodzenie (C)
Energia na ogrzew. i chłudz. (H+C)

-41,62 kWh/m²rok
-5,29 kWh/m²rok
-46,91 kWh/m²rok

przenikanie ciepła



0,76

U_w [W/m²K]

przepuszczalność
energii słonecznej



60

g_n [%]

przepuszczalność
powietrza



3,00

L₁₀₀ [m³/hm²]

osłona termiczna



brak

ΔR [W/mK]

osłona
przeciwśłoneczna



90

1-f_c [%]

mostek cieplny



0,05
0,03
0,03

ψ [W/mK]

Profil: Aluprof Passive
Szyba: Saint-Gobain Glass TOP
Ramka: SG Swisspacer
Osłona termiczna: brak
Osłona przeciwsłoneczna: Słoneczne Markizy 0.1

Uf: 1,40 W/m²K
Ug: 0,50 W/m²K
ψ: 0,056 W/mK

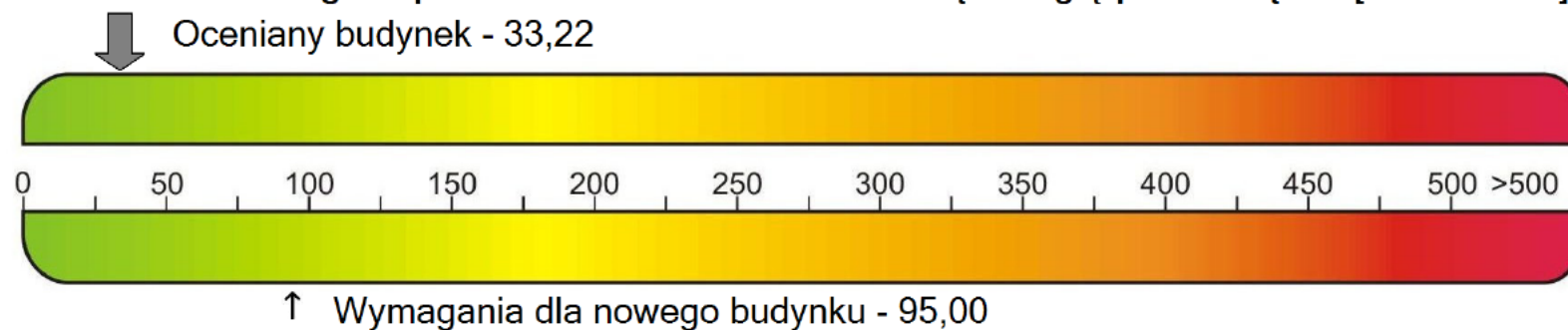
wg normy: PN-EN ISO 10077-2:2005
wg aprobaty: AT
wg aprobaty: brak danych

sterowanie: automatyczne zewn.-wewn.



Ocena charakterystyki energetycznej budynku 10)

Wskaźniki charakterystyki energetycznej	Oceniany budynek	Wymagania dla nowego budynku według przepisów techniczno-budowlanych
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię użytkową	EU = 23,87 kWh/(m ² ·rok)	EP = 95,00 kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową ¹¹⁾	EK = 19,96 kWh/(m ² ·rok)	
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną ¹¹⁾	EP = 33,22 kWh/(m ² ·rok)	
Jednostkowa wielkość emisji CO ₂	ECO ₂ = 0,0093 t CO ₂ /(m ² ·rok)	
Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową	U _{oze} = 40,55 %	

Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP [kWh/m²·rok]


Zapraszamy do współpracy w zakresie:

- Fizyka budowli
- Charakterystyki energetyczne
- Świadectwa energetyczne budynków
- Audytów energetycznych
- Ekspertyz budowlanych

Szukamy współpracy:

- Zespołów projektowych do projektowania
- termomodernizacji budynków zabytkowych

