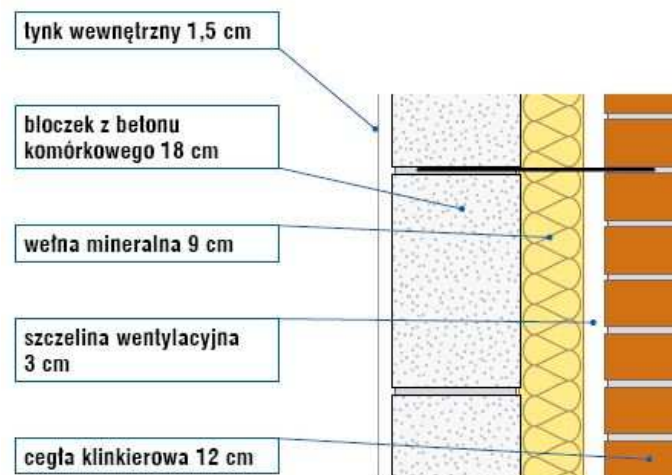
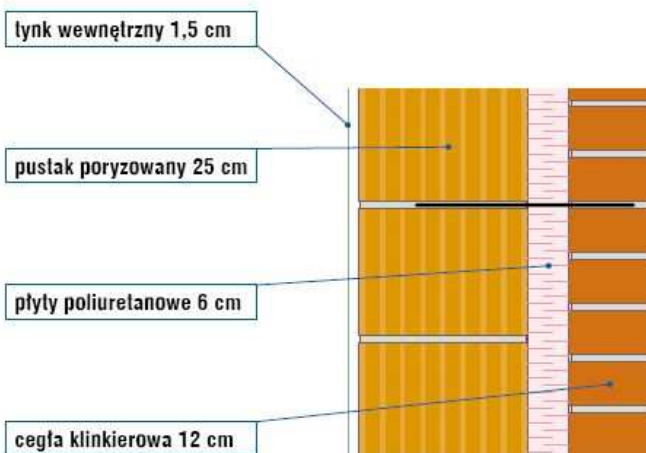
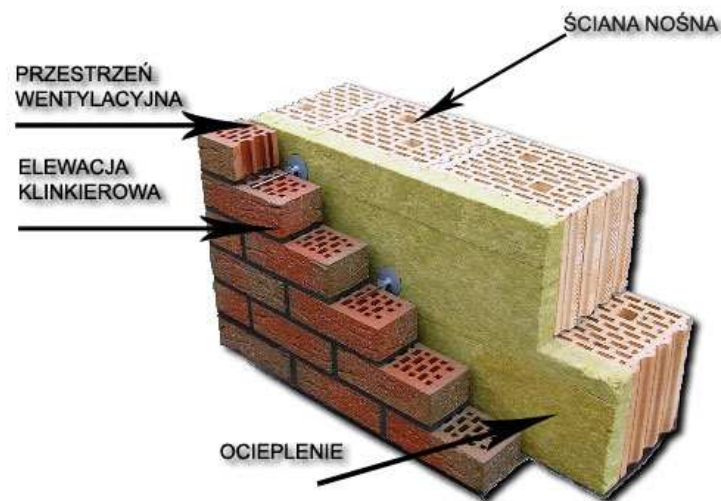
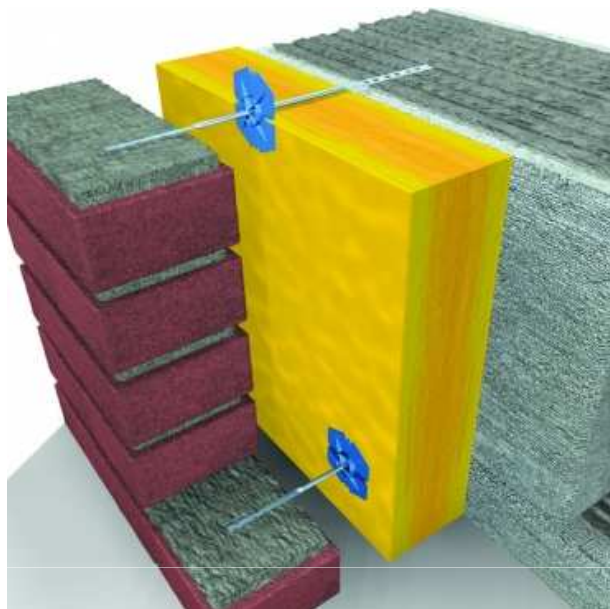
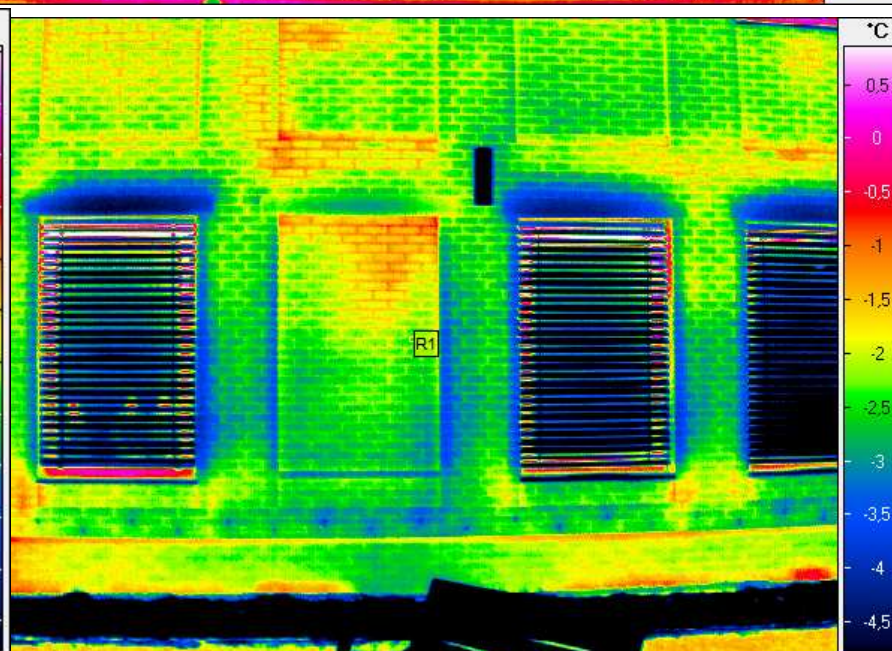
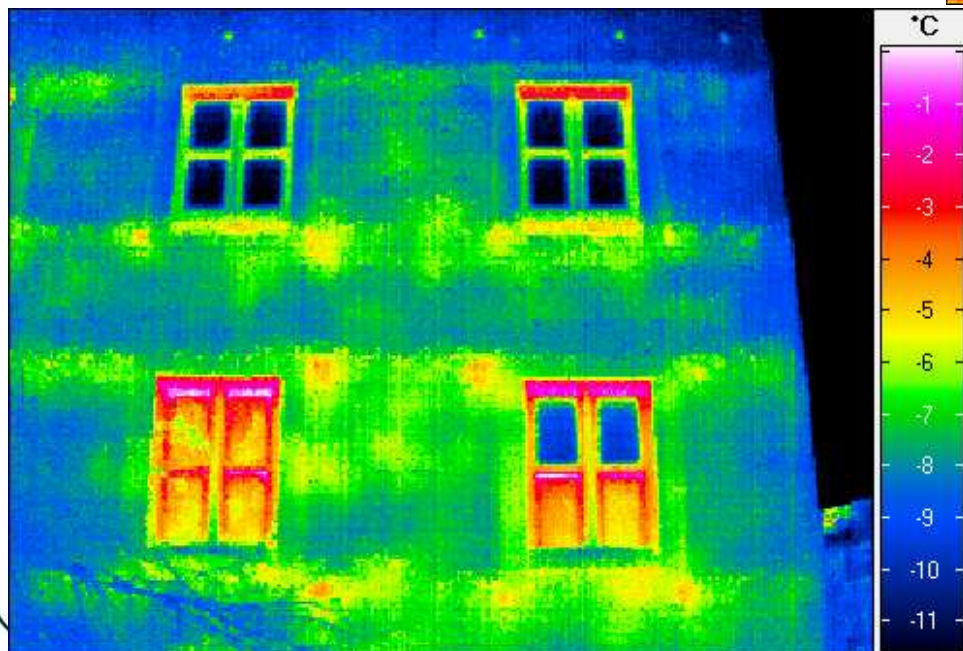
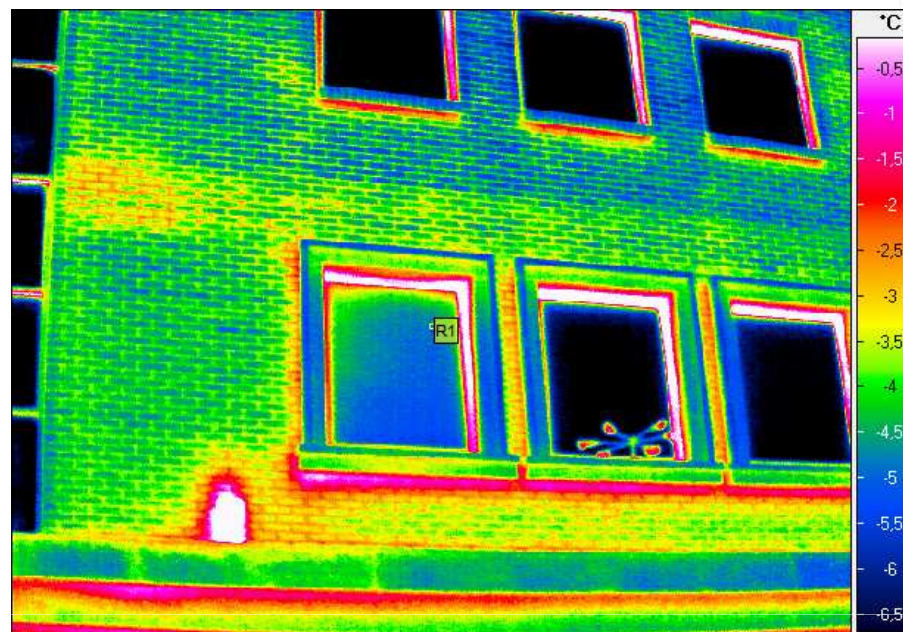


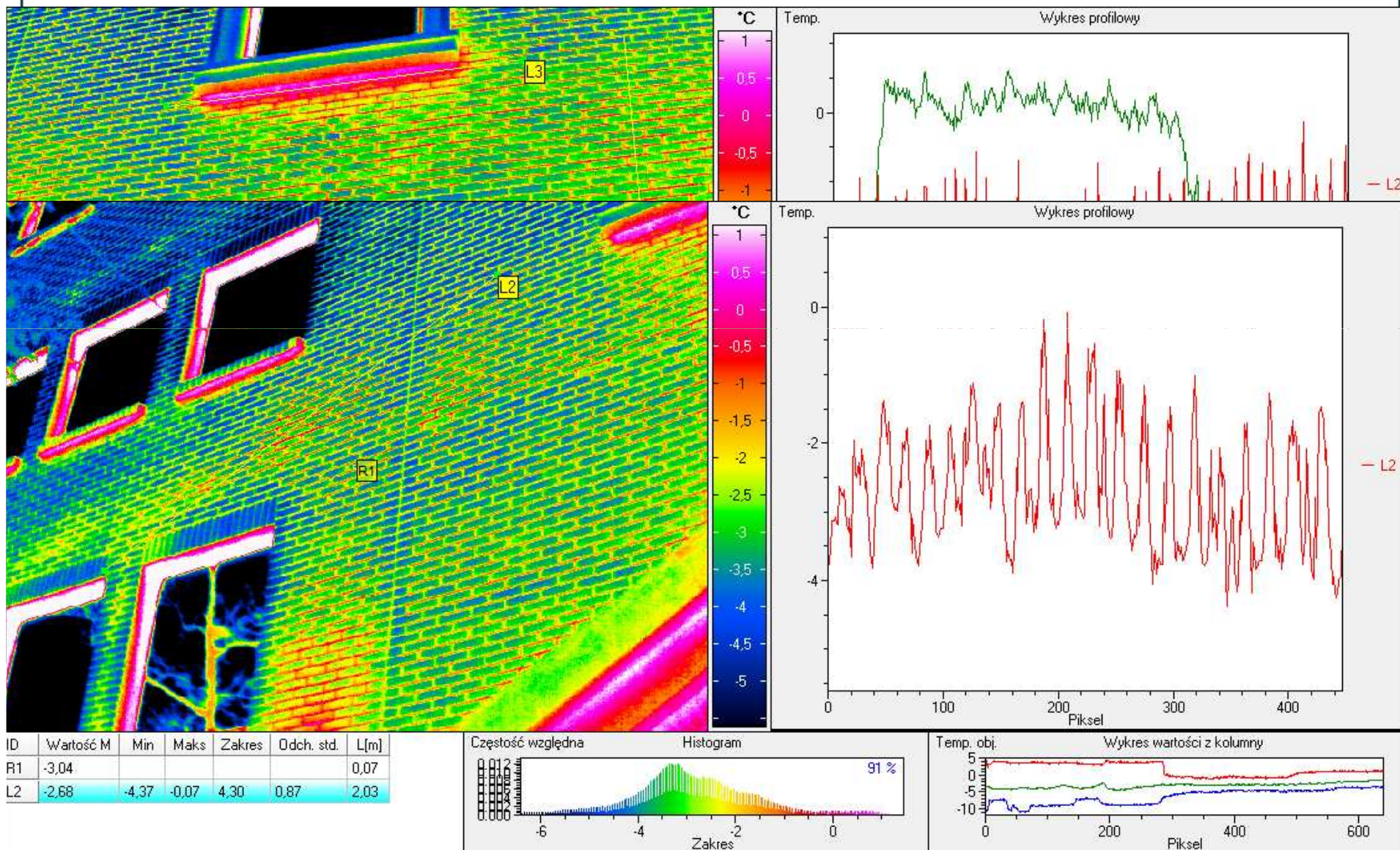


PRZYKŁAD 3. PRZEGRODY TRÓJWARSTWOWE









PRZEGRODY PRZEŹROCZYSTE

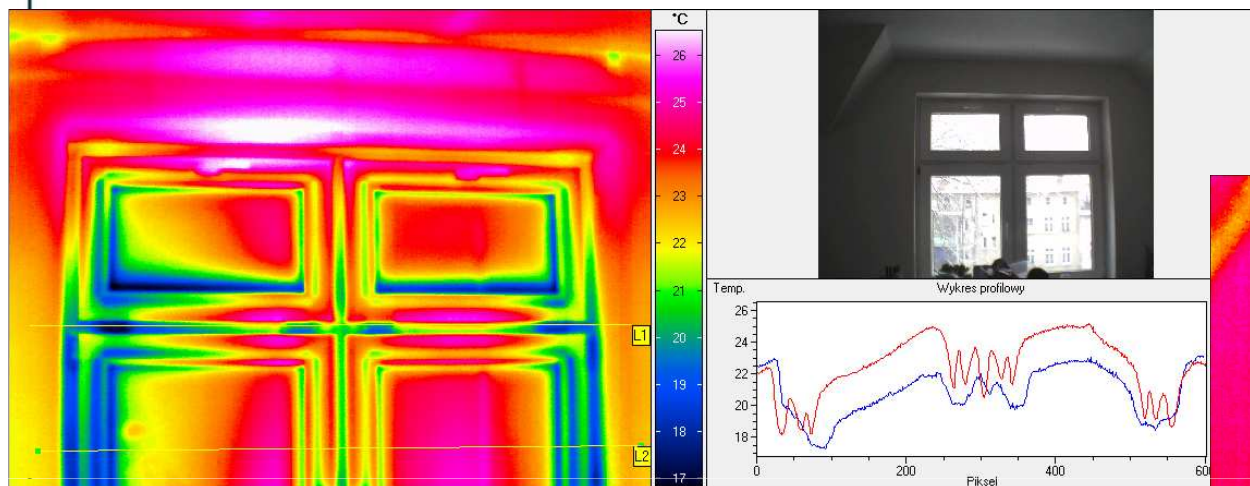
Certyfikacja energetyczna stolarki budowlanej

1. Nowoczesne szyby
2. Energooszczędne przegrody przeźroczyste
3. Stolarka podsumowanie

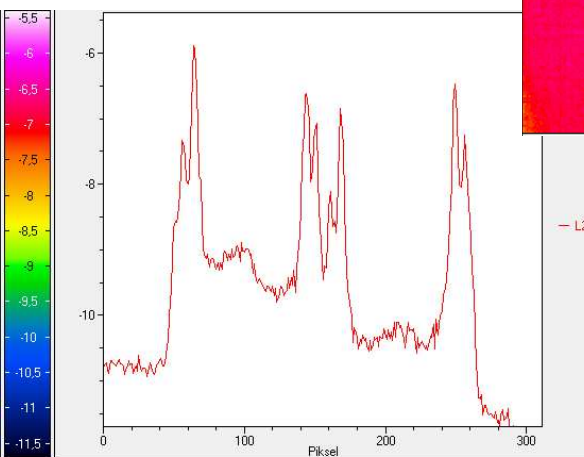
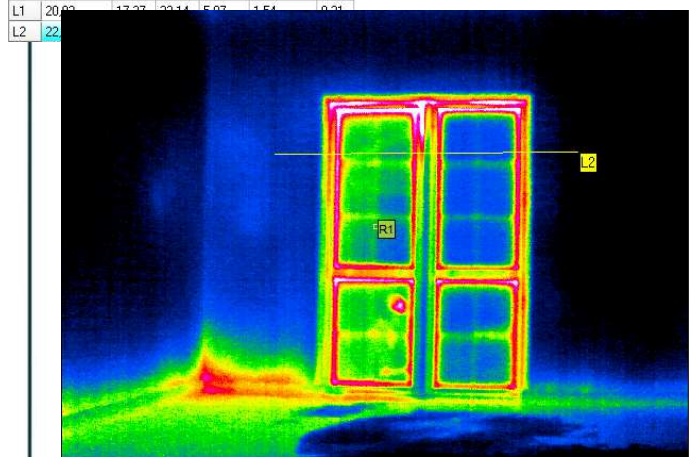
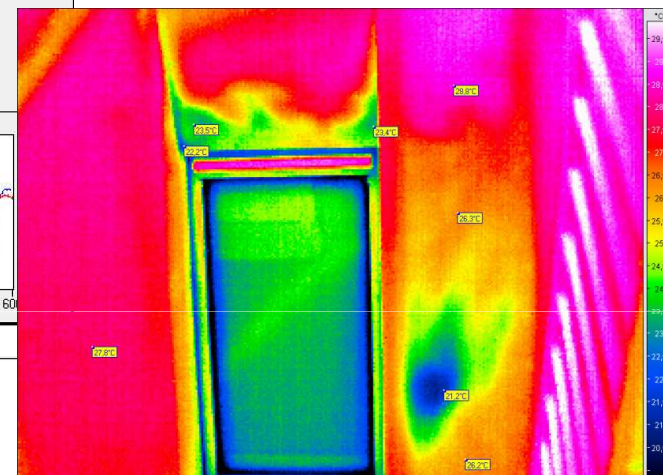


Między teorią a rzeczywistością



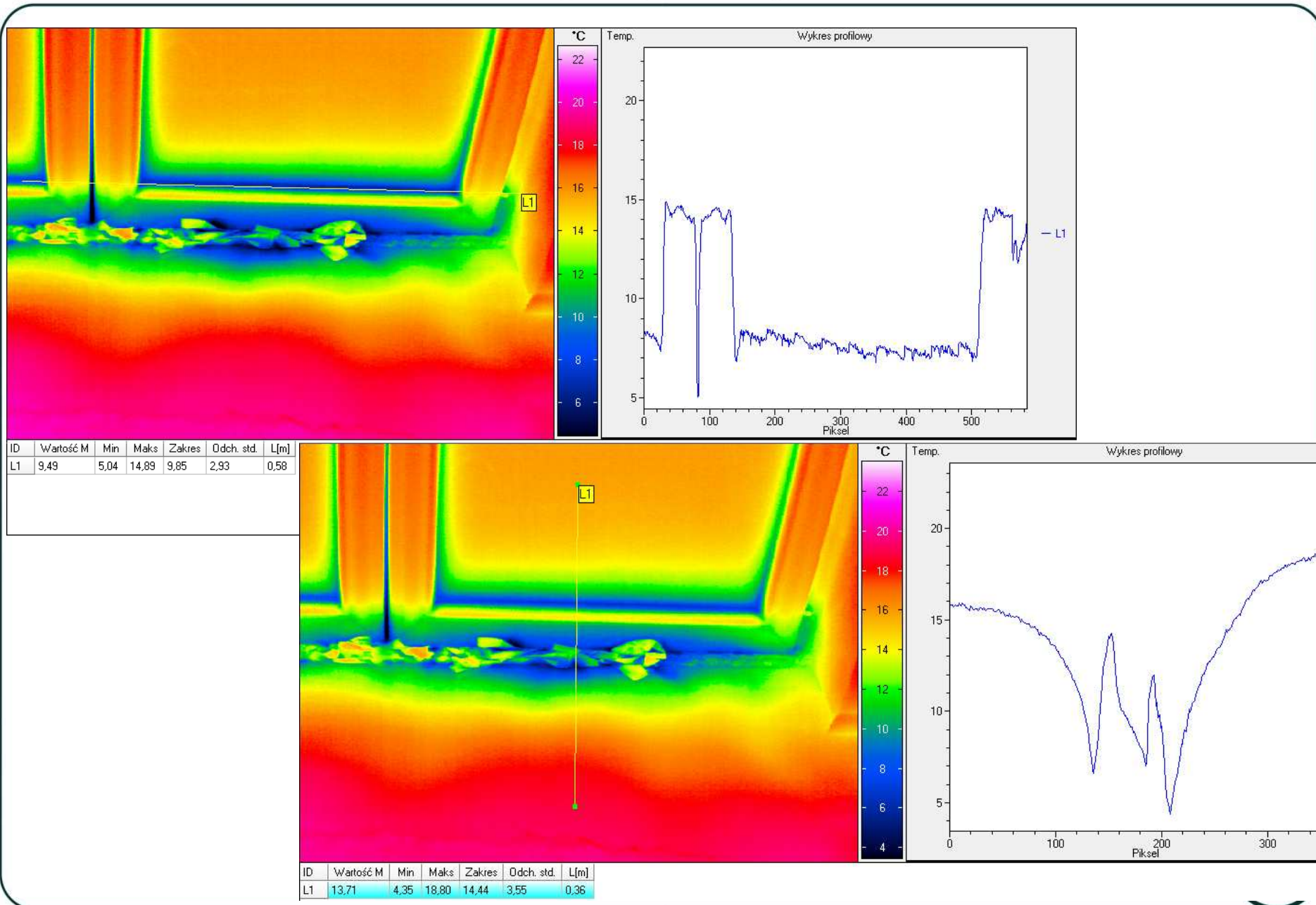


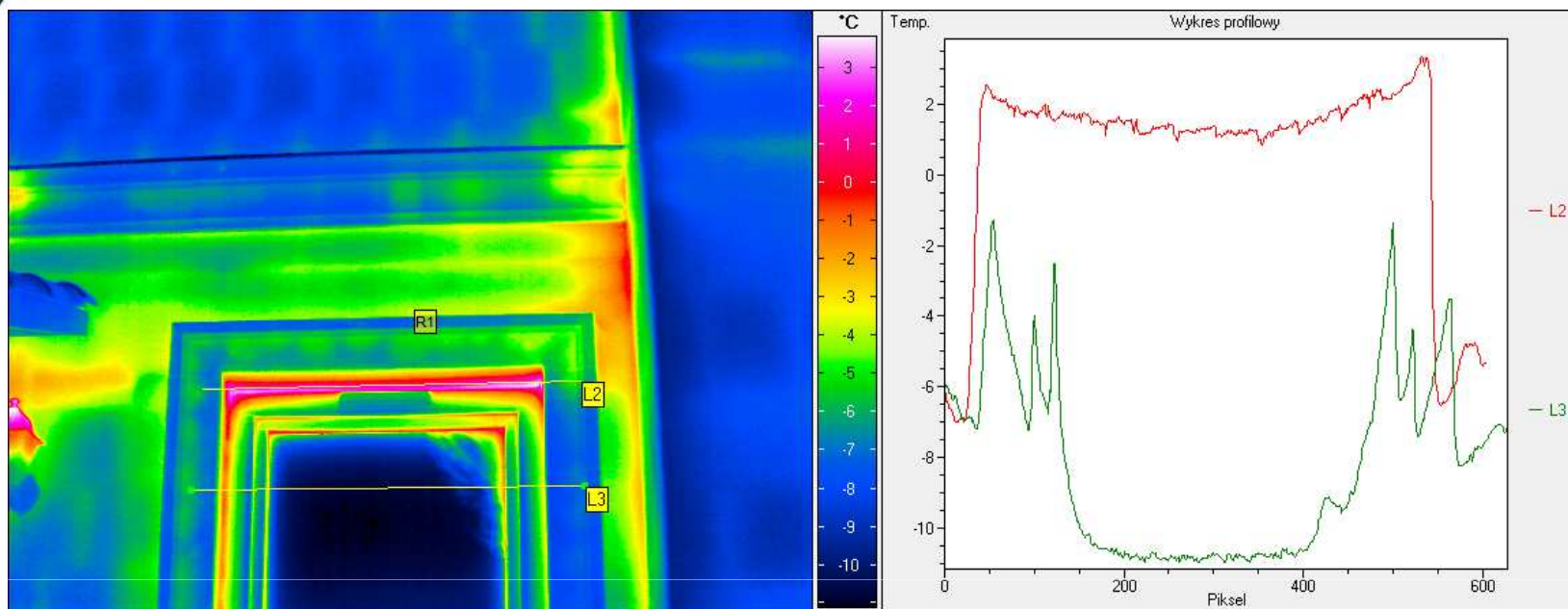
ID	Wartość M	Min	Maks	Zakres	Odch. std.	L[m]
L1	20,02	-17,37	22,14	5,07	1,54	0,21
L2	22,00					



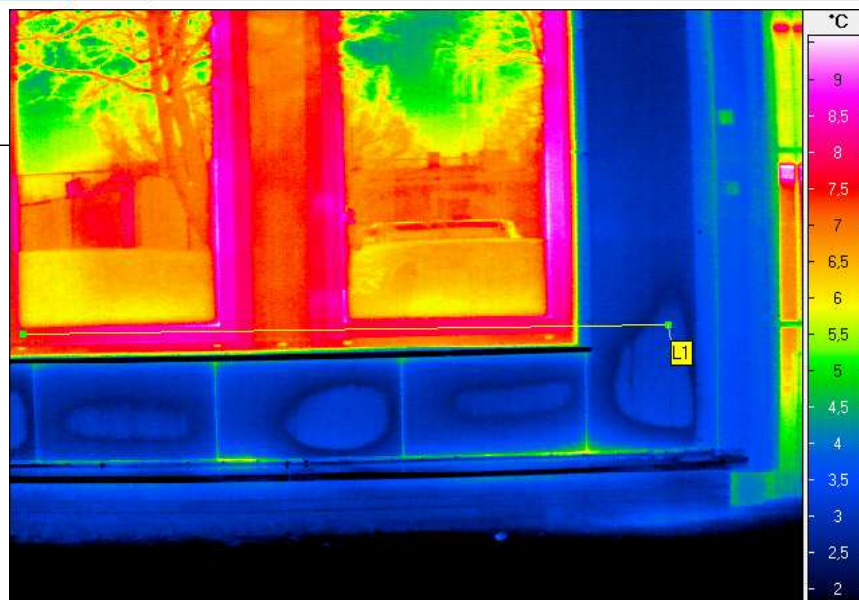
ID	Wartość M	Min	Maks	Zakres	Odch. std.	L[m]
R1	-9,46				0,02	
L2	-9,77	-12,12	-5,88	6,24	1,36	0,37

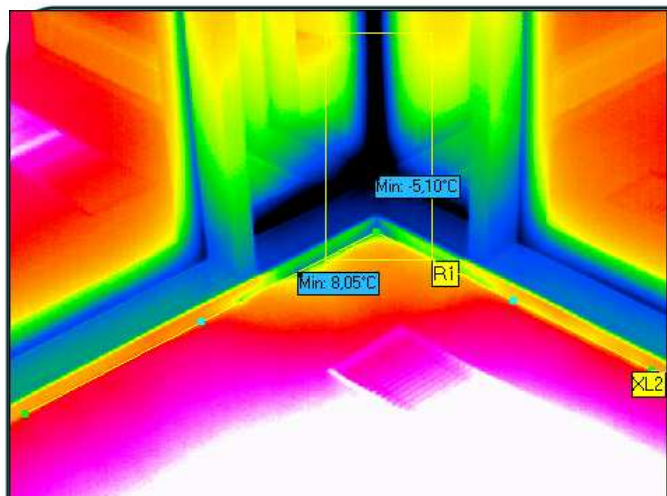




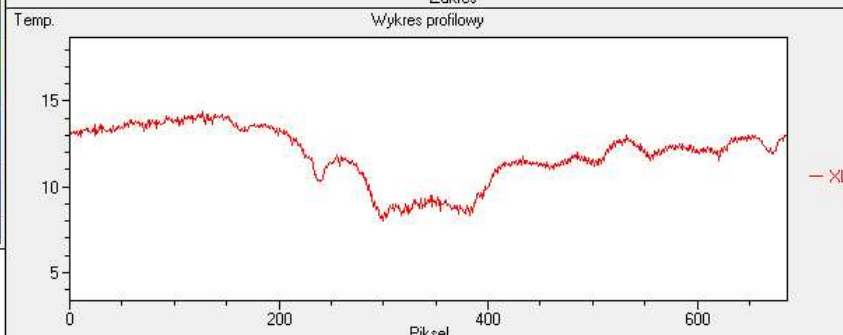
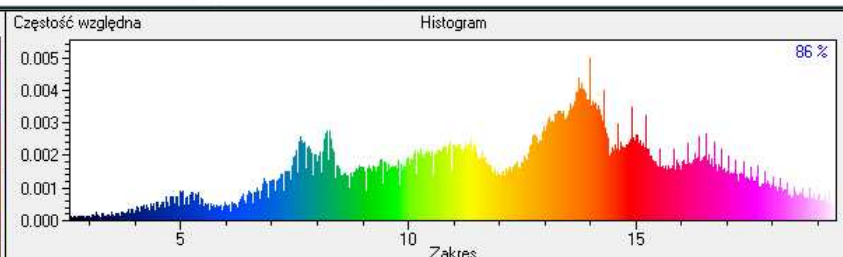


ID	Wartość M	Min	Maks	Zakres	Odch. std.	L[m]
R1	-4,05					0,03
L2	0,48	-6,99	3,33	10,33	2,76	0,58
L3	-8,26	-10,97	-1,29	9,68	2,58	0,60

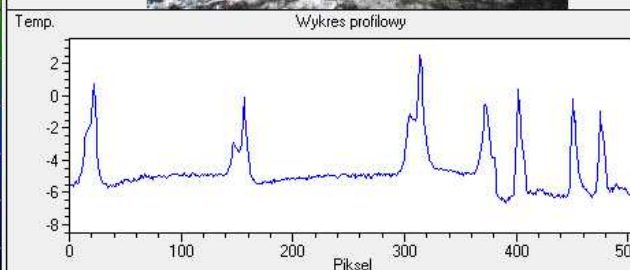
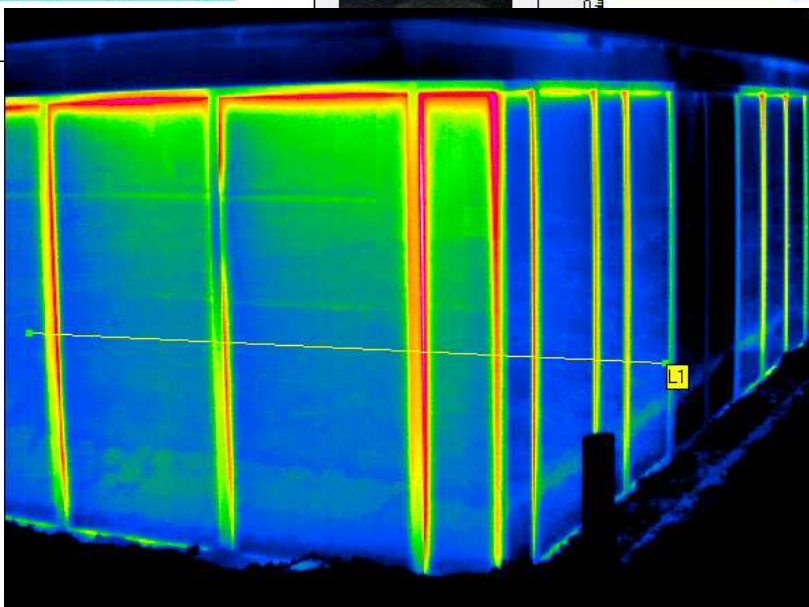
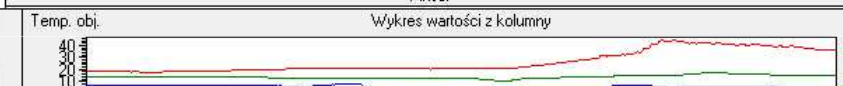




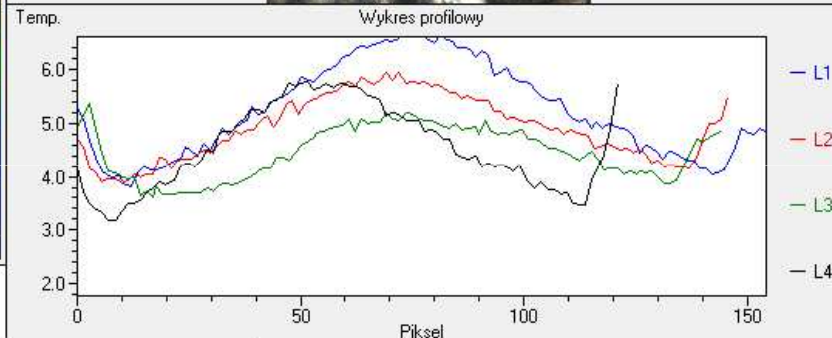
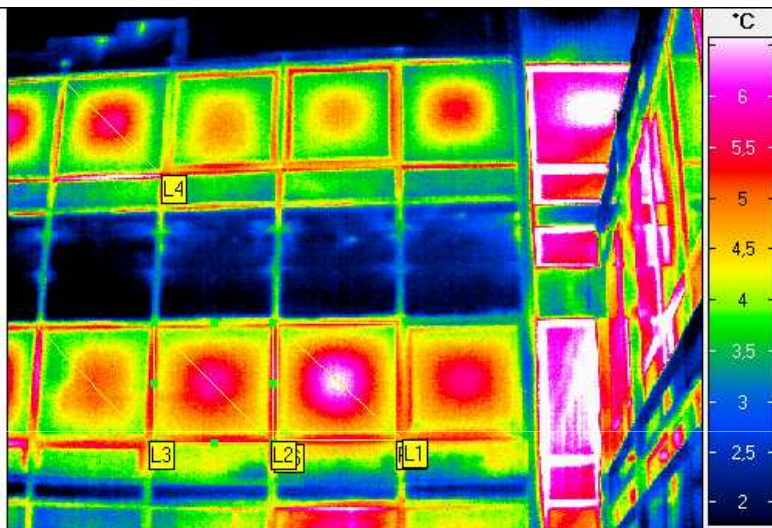
Termogram 36. Widok wychłodzone narożnika przegrody przezroczystej na korytarzu ostatniej kondygnacji. Widoczne nieznamne nieszczelności.



ID	Wartość M	Min	Maks	Zakres	Odch. std.	L[m]
R1	6,73	-5,10	12,99	18,09	3,62	0,32
XL2	11,90	8,05	14,36	6,31	1,62	0,34

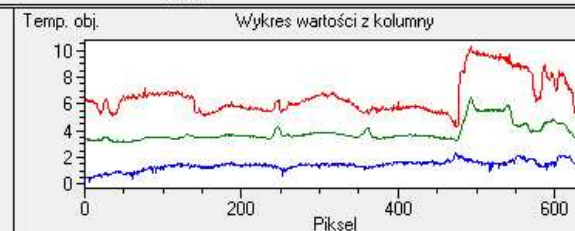
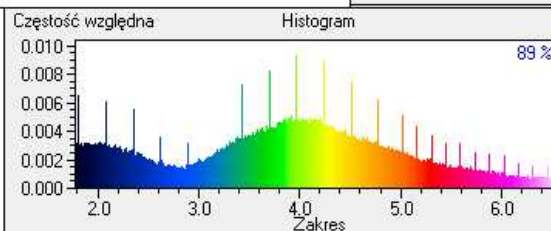


Plik: AE031823.ib
 Kamera:
 VARIOCAM
 Data: 18.03.2011
 Czas: 23:08:55
 Oddalenie: 14,3 m
 Temp. otocz.:
 2,3°C
 Rosa: 0,85
 Emisja: 0,85
 Temp. ście.: 2,3°C



Termogram 15. Na termogramie zarejestrowano zwiększony strumień ciepła w środku przegród przeszklonych. Prawdopodobnie przyczyną jest wklęśnięcie zakrzywienie szyby w części środkowej zwiększające wymianę ciepła przez konwekcję oraz promieniowanie.

ID	Wartość M	Min	Maks	Zakres	Odch. std.	L[m]
L1	5,22	3,81	6,78	2,97	0,85	1,22
L2	4,91	3,86	5,93	2,07	0,59	1,15
L3	4,46	3,62	5,35	1,73	0,48	1,14
L4	4,54	3,17	5,77	2,60	0,78	0,95
R5	5,02	3,72	6,82	3,10	0,66	3,40
R6	4,79	3,72	6,14	2,42	0,48	3,48





STOLARKA BUDOWLANA A BILANS CIEPLNY BUDYNKU





Stolarka budowlana ma wpływ na:

- straty ciepła w budynku;
- zyski ciepła od promieniowania słonecznego;
- długość sezonu grzewczego;
- pracę urządzeń pomocniczych na ogrzewanie (sterowanie, pompy, siłowniki);
- długość sezonu chłodniczego;
- ilość energii chłodniczej;
- pracę urządzeń pomocniczych do chłodzenia;
- straty ciepła spowodowane występowaniem mostków cieplnych na połączeniu przegród spowodowane jakością montażu stolarki;
- straty ciepła spowodowane nieszczelnością przegród;



Izolacyjność termiczna stolarki zależy od

- Izolacji termicznej ramy
- Izolacji termicznej szyby
- Izolacji termicznej ramki dystansowej
- Długości ramki dystansowej czyli od podziału okna
- Od występowania dodatkowych szprosów
- Występowanie dodatkowych osłon w postaci rolet, okiennic...





STOLARKA BUDOWLANA W BILANSIE ENERGETYCZNYM BUDYNKU



Współczynnik U dla całego okna wyliczany ze wzoru:

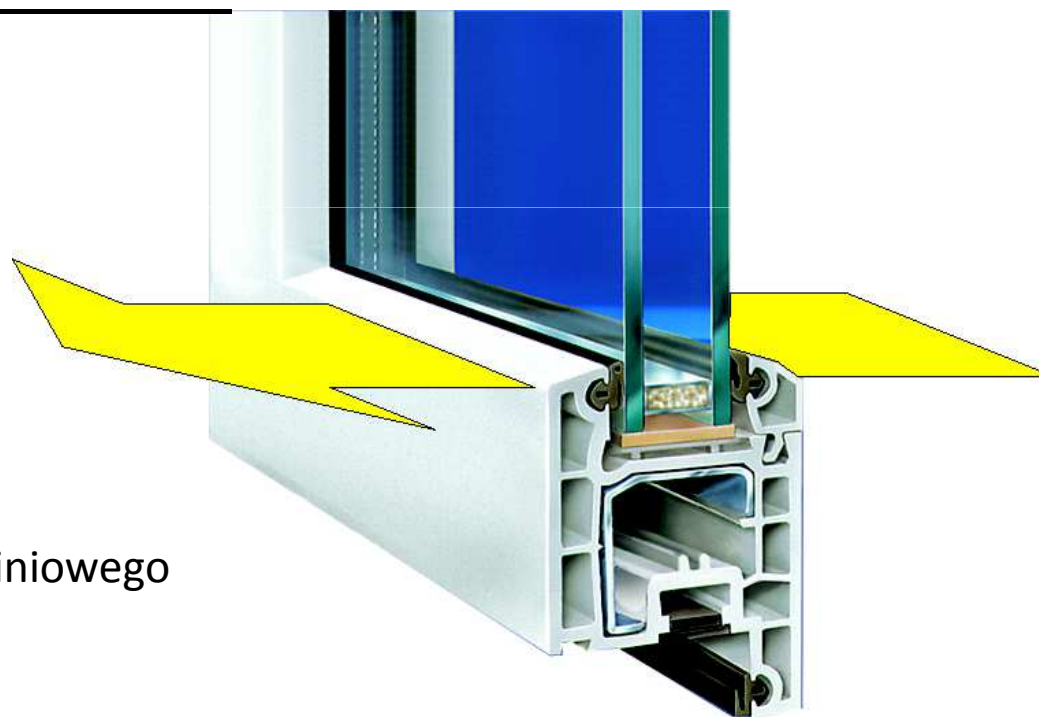
$$U_w = \frac{\sum A_g * U_g + \sum A_f * U_f + \sum l_m * \psi_m}{\sum A_g + \sum A_f}$$

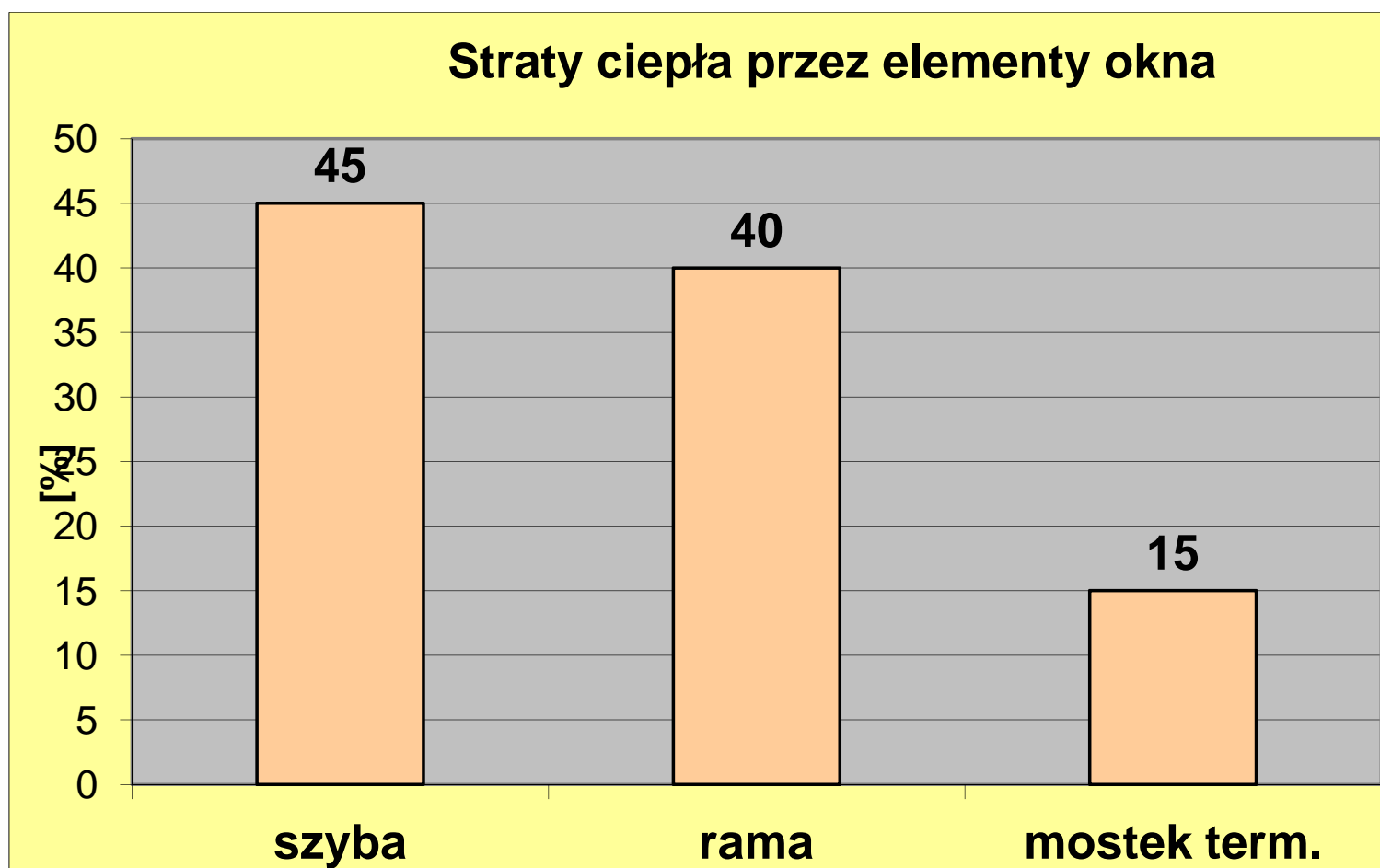
gdzie:

A_g, U_g – suma iloczynu powierzchnia i współczynnik przenikania ciepła szyby,

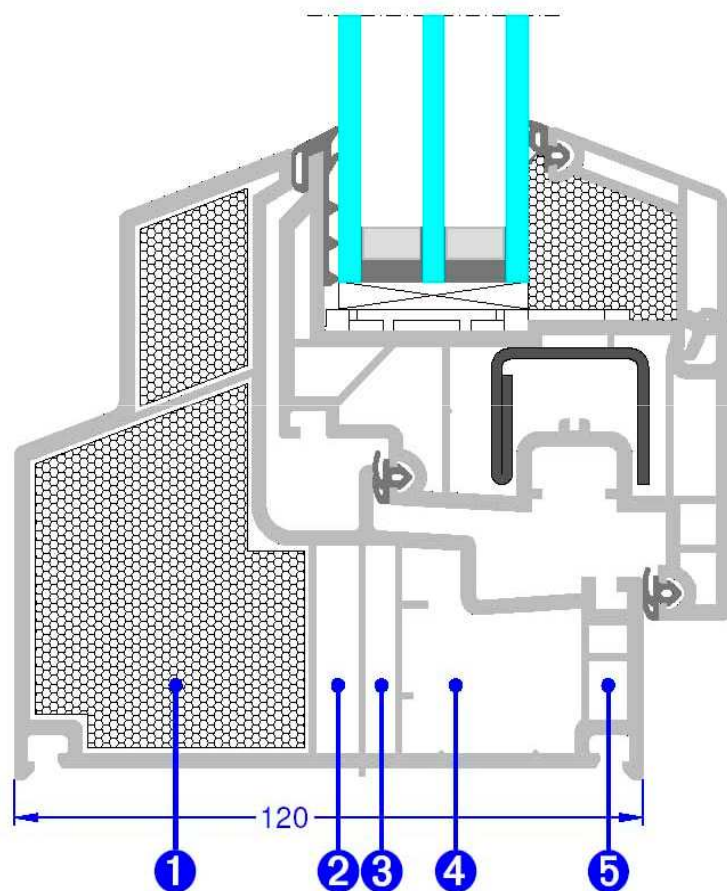
A_f, U_f – suma iloczynu powierzchnia i współczynnik przenikania ciepła ramy,

l_m, ψ_m – suma iloczynu wartość mostka liniowego oraz jego całkowita długość.








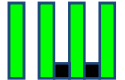
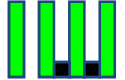


System REHAU CLIMA DESIGN do domów pasywnych.



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



Budowa szyby zespolonej		LT (%)	LR (%)	g (%)	U W/m2K
4 mm Optifloat™ – 16 argon – 4 mm Pilkington K Glass™		74	17	72	1.5
4 mm Optifloat™ – 16 argon – 4 mm Pilkington Optitherm™ SN		78	11	63	1.2
4 mm Optifloat™ – 16 argon – 4 Pilkington Optitherm™ S3		79	13	61	1,1-1,0
4 mm Pilkington Optitherm™ SN – 16 argon- 4 mm Optifloat™- 16 argon – 4 mm Pilkington Optitherm™ SN		69	15	50	0,6-0,5
4 mm Pilkington Optitherm™ SN – 12 krypton- 4 Optifloat™-12 krypton– 4 mm Pilkington Optitherm™ SN		69	15	50	0,5-0,45
4 mm Pilkington K Glass – 35- 4 mm Pilkington Optitherm SN – 12 krypton- 4 mm float-12 krypton– 4 mm Pilkington Optitherm SN		60	23	43	0.4
4 mm K Glass – 35 - 4 Optitherm SN – 12 krypton- 4 float-12 krypton– 4 Optitherm SN		60	23	43	0.3



WPŁYW RAMKI DYSTANSOWEJ NA IZOLACYJNOŚĆ TERMICZNĄ STOLARKI





a)



b)

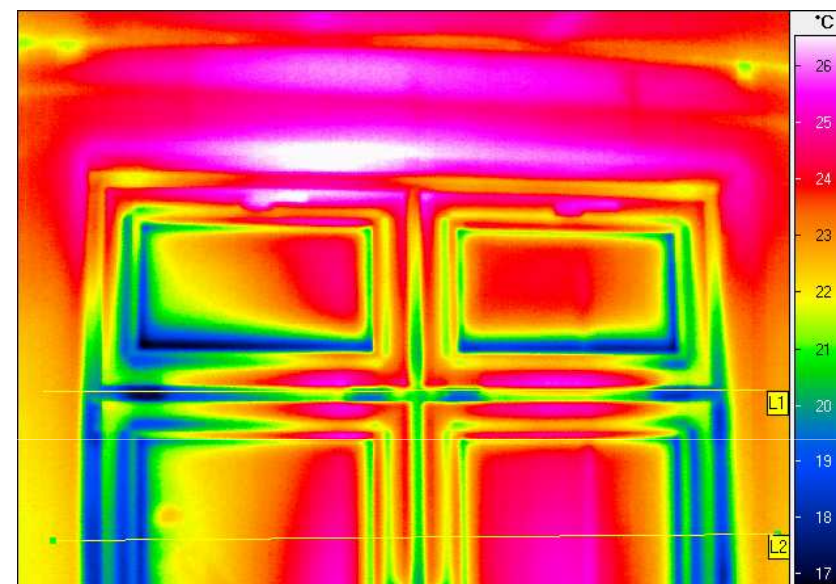
**Kondensacja pary wodnej na oknie
a) z ramką aluminiową, b) z ramką Super Spacer**

Źródło: Materiały informacyjne firmy Edgetech Europe GmbH
Dr inż. Zbigniew RESPONDEK



Produkty

- 2 rodzaje ramek:
 - SWS: materiał organiczny wzmocniony włóknami szklanymi o świetnych właściwościach izolacyjnych (35%) z cienką folią aluminiową (0.03mm)
 - SWS-V: materiał organiczny wzmocniony włóknami szklanymi o świetnych właściwościach izolacyjnych z folią ze stali szlachetnej(0.01mm)



Materiał organiczny z włóknami szklanymi



Folia aluminiowa lub ze stali szlachetnej



Liniowy współczynnik przenikania ciepła ψ dla różnych typów ramek dystansowych

Materiał ramki	Grubość warstwy metalu [mm]	Szerokość kontaktu metalu i szkła [mm]	Liniowy współczynnik przenikania ciepła ψ [W/mK], w przypadku ramy		
			drewnianej	PVC	aluminiowej
Aluminium	0,3 - 0,36	5,0	0,074	0,07	0,115
Thermix LX - stal i tworzywo sztuczne	0,125	3,5	0,049	0,048	0,065
Thermix TX.N - stal i tworzywo sztuczne	0,1	4,5	0,042	0,039	0,053
Super Spacer Premium	-	-	0,029	0,032	0,035

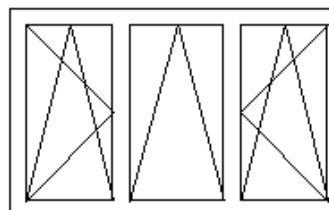
Źródło: Materiały informacyjne firmy Edgetech Europe GmbH
 Materiały Konferencyjne Dr inż. Zbigniew RESPONDEK



Wpływ ramki dystansowej na izolacyjność termiczną okna

Okno	ramka dystansowa o liniowy współczynniku przewodzenia ciepła: [W/mK]			
trzykwaterowe PCV	$\Psi=0,07$	$\Psi=0,048$	$\Psi=0,039$	$\Psi=0,032$
Uw [W/m ² K]	1,41	1,33	1,3	1,27
Różnica w Uw [%]	0%	6%	8%	10%
Trzykwaterowe drewniane	$\Psi=0,074$	$\Psi=0,049$	$\Psi=0,042$	$\Psi=0,029$
Uw [W/m ² K]	1,43	1,34	1,31	1,26
Różnica w Uw [%]	0%	6%	8%	12%
Trzykwaterowe aluminium ciepłe	$\Psi=0,115$	$\Psi=0,065$	$\Psi=0,053$	$\Psi=0,035$
Różnica w Uw [%]	1,58	1,39	1,35	1,28
Różnica w Uw [%]	0%	12%	15%	19%

U_f=1,4 W/m²K ,
U_g=1,0 W/m²K

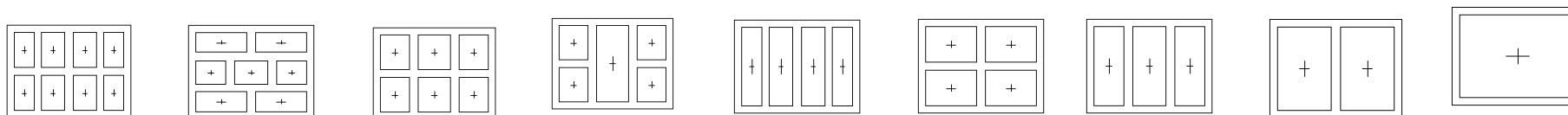




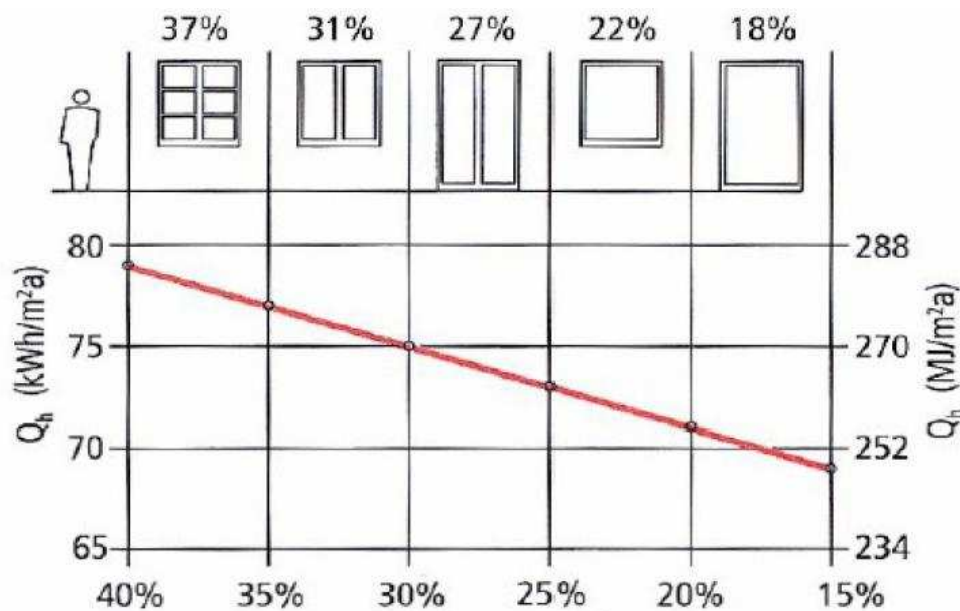
GEOMETRIA STOLARKI I PARAMETRY IZOLACYJNE



Współczynnik przenikania ciepła okna składającego się z różnej ilości kwater



ośmio	siedmio	sześć	pięć	cztero	cztero	trzy	dwu	jedno
kwaterowe okna o wymiarach 1800 mm x 2400 mm								
1,38	1,35	1,33	1,31	1,31	1,27	1,26	1,2	1,1
125%	123%	121%	119%	119%	115%	115%	109%	100%



Analiza OKNA o wymiarach

1800 x 2400

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

Szyba o $U_w=1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$

mostek liniowy $\psi =0,06$





WYMAGANIA PRZEPUSZCZALNOŚCI ENERGII SŁONECZNEJ



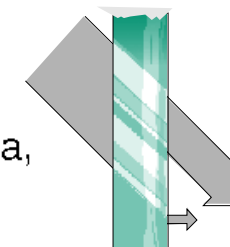
Wymagana przepuszczalności energii przez przegrody przezroczyste

2.1.4. We wszystkich rodzajach budynków współczynnik przepuszczalności energii całkowitej okna oraz przegród szklanych i przezroczystych g_c liczony według wzoru:

$$g_c = f_c \cdot g_G$$

gdzie:

- g_G - współczynnik przepuszczalności energii całkowitej dla rodzaju oszklenia,
- f_c - współczynnik korekcyjny redukcji promieniowania ze względu na zastosowane urządzenia przeciwsłoneczne,



nie może być większy niż 0,5, z wyłączeniem okien oraz przegród szklanych i przezroczystych, których udział f_G w powierzchni ściany jest większy niż 50 % powierzchni ściany – wówczas należy spełnić poniższą zależność:

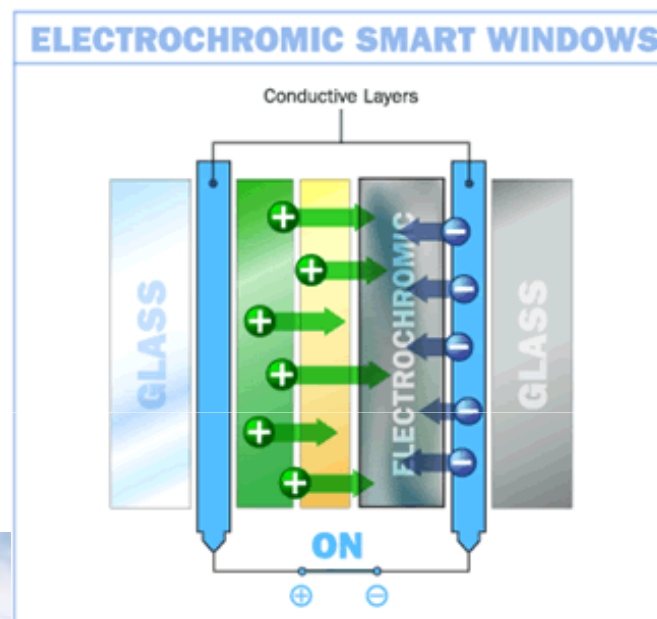
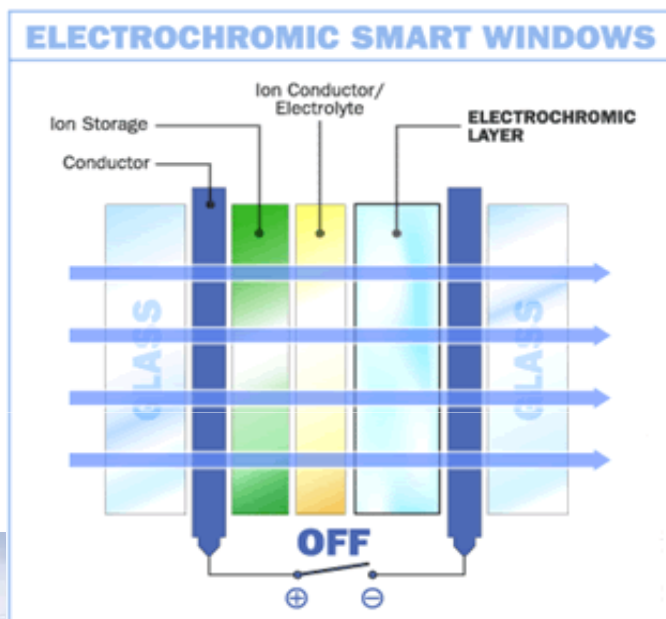
$$\underline{g_c \cdot f_G \leq 0,25}$$

gdzie:

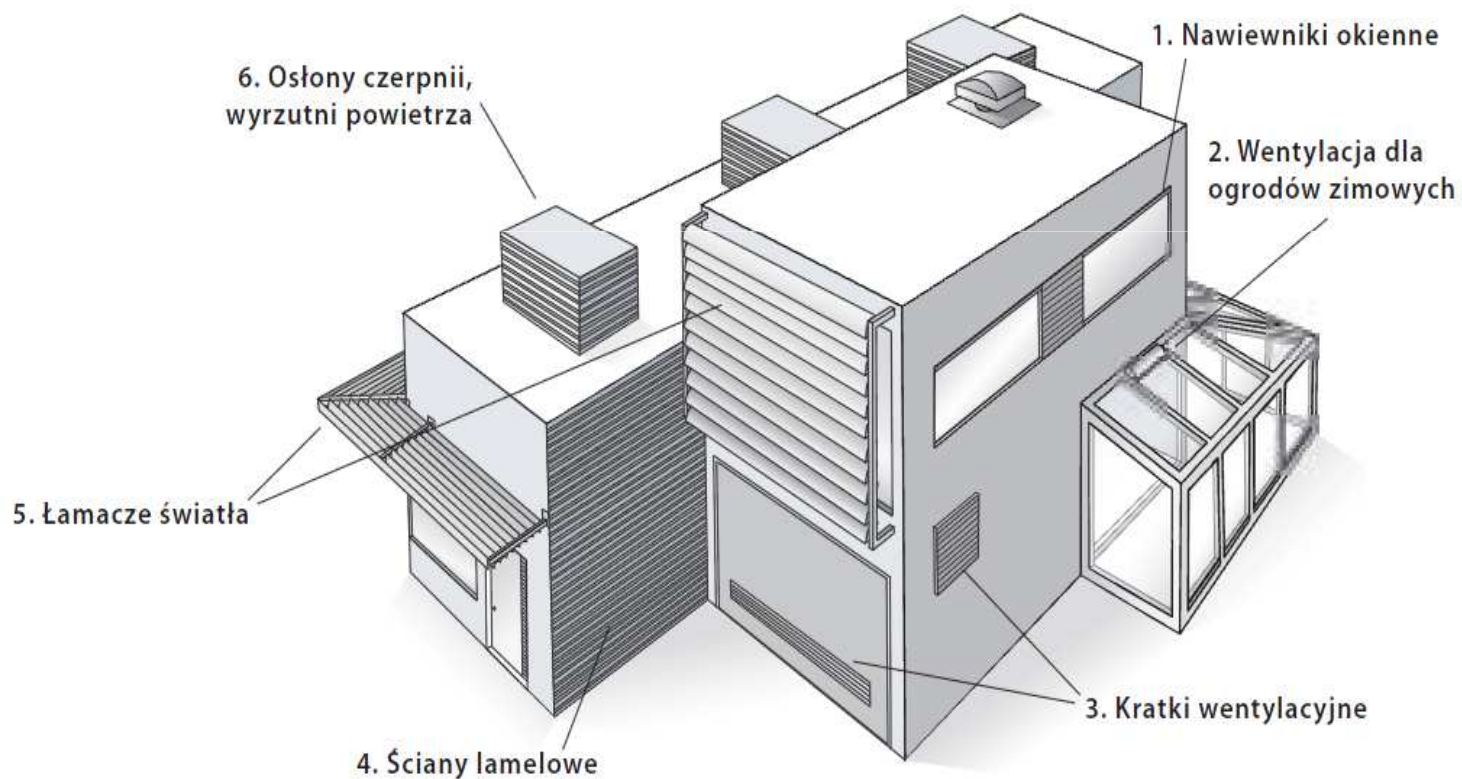
- f_G - udział powierzchni okien oraz przegród szklanych i przezroczystych w powierzchni ściany.



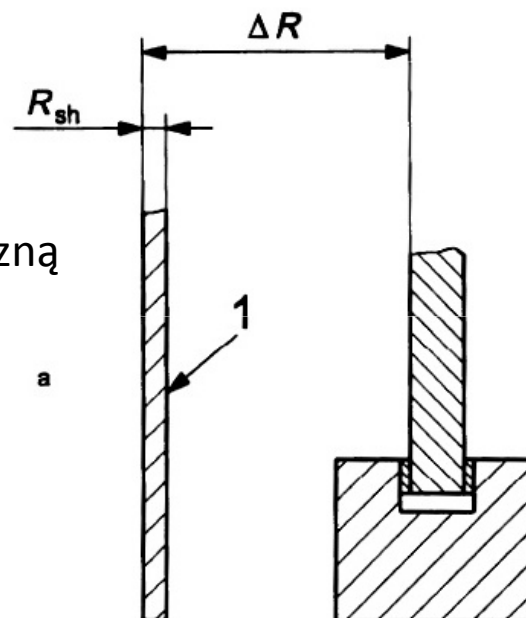
POWŁOKI NA SZKLE BUDOWLANYM



Typy osłon słoneczne



Uwzględnianie wpływu osłon przeciwśłonecznych przy określaniu U_w



$$U_{WS} = \frac{1}{1/U_w + \Delta R}$$

Rysunek 1. Okno z żaluzją zewnętrzną

1 - żaluzja

a - strona wewnętrzna

b - strona zewnętrzna

Wartość dodatkowego oporu osłony zależy od:

- typu osłony (np. aluminiowe, z tworzywa sztucznego, drewniane)
- przepuszczalności powietrza przez osłonę przeciwśłoneczną
(bardzo wysoka, wysoka, średnia, niska przepuszczalność oraz szczelna osłona)
- czasu działania osłony





Wartość dodatkowego oporu cieplnego wynikającego z zastosowania różnych osłon przeciwśonecznych

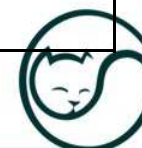
typ osłony	Wartość dodatkowego oporu ΔR dla osłony przegrody przezroczystej wg PN-EN ISO 10077-1				
	o bardzo wysokiej przepuszczalności	o wysokiej przepuszczalności	o średniej przepuszczalności	o niskiej przepuszczalności	szczelna
osłony zwijane aluminiowe	0,08	0,0925	0,115	0,148	0,1795
zwijane drewniane i z tworzyw sztucznych bez wypełnienia pianką	0,08	0,115	0,165	0,22	0,265
zwijane drewniane i z tworzyw sztucznych z wypełnieniem pianką	0,08	0,1275	0,1925	0,26	0,3125
drewniane o grubości 15 do 30 mm	0,08	0,14	0,22	0,3	0,36



Zmiana współczynnika przenikania ciepła okna o wymiarach 2 x 1,5 w zależności od zastosowania osłony przeciwsłonecznej

$$U_{ws} = \frac{1}{1/U_w + \Delta R}$$

typ osłony	Wartość U uwzględniająca udział osłony dla dla okna $U_w=1,33 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($U_g=1,0$ oraz $U_f=1,48 \text{ W/m}^2\text{K}$, $\psi=0,06 \text{ W/mK}$) z osłoną odpowiednio:				
	o bardzo wysokiej przepuszczalności	o wysokiej przepuszczalności	o średniej przepuszczalności	o niskiej przepuszczalności	szczelna
osłony zwijane aluminiowe	1,20	1,18	1,15	1,11	1,07
zwijane drewniane i z tworzyw sztucznych bez wypełnienia pianką	1,20	1,15	1,09	1,03	0,98
zwijane drewniane i z tworzyw sztucznych z wypełnieniem pianką	1,20	1,14	1,06	0,99	0,94
drewniane o grubości 15 do 30 mm	1,20	1,12	1,03	0,95	0,90





WYBÓR STOLARKI OPTYMALNEJ

Analizy wykonano wg aktualnych cen stolarki okiennej i drzwiowej



Stolarka budowlana-analiza opłacalności

U [W/m ² K]	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	0,95	0,9	0,85	0,8
A [m ²]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sd [stopniodni]	3686	3686	3686	3686	3686	3686	3686	3686	3686	3686	3686
Qw [GJ]	0,50	0,47	0,44	0,41	0,38	0,36	0,35	0,30	0,28	0,27	0,25
Qs [GJ]	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
koszt stolarki	415	425	435	450	460	470	485	530	545	600	630
cena ciepła [GJ]	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
SPBT [lata]	10,4	10,3	10,1	10,0	9,9	9,9	10,0	12,5	12,6	13,6	14,0
NPV₁₀	252	271	290	304	323	327	327	183	182	142	126
NPV₂₀	1624	1702	1624	1855	1934	1968	1998	1650	1680	1669	1683

**STOSOWANIE STOLARKI BUDOWALNEJ Z PRZESZKLIENIEM TRZYSZYBOWYM W BUDYNKACH
JEDYNIIE OGRZEWANYCH JEST BŁĘDEM**

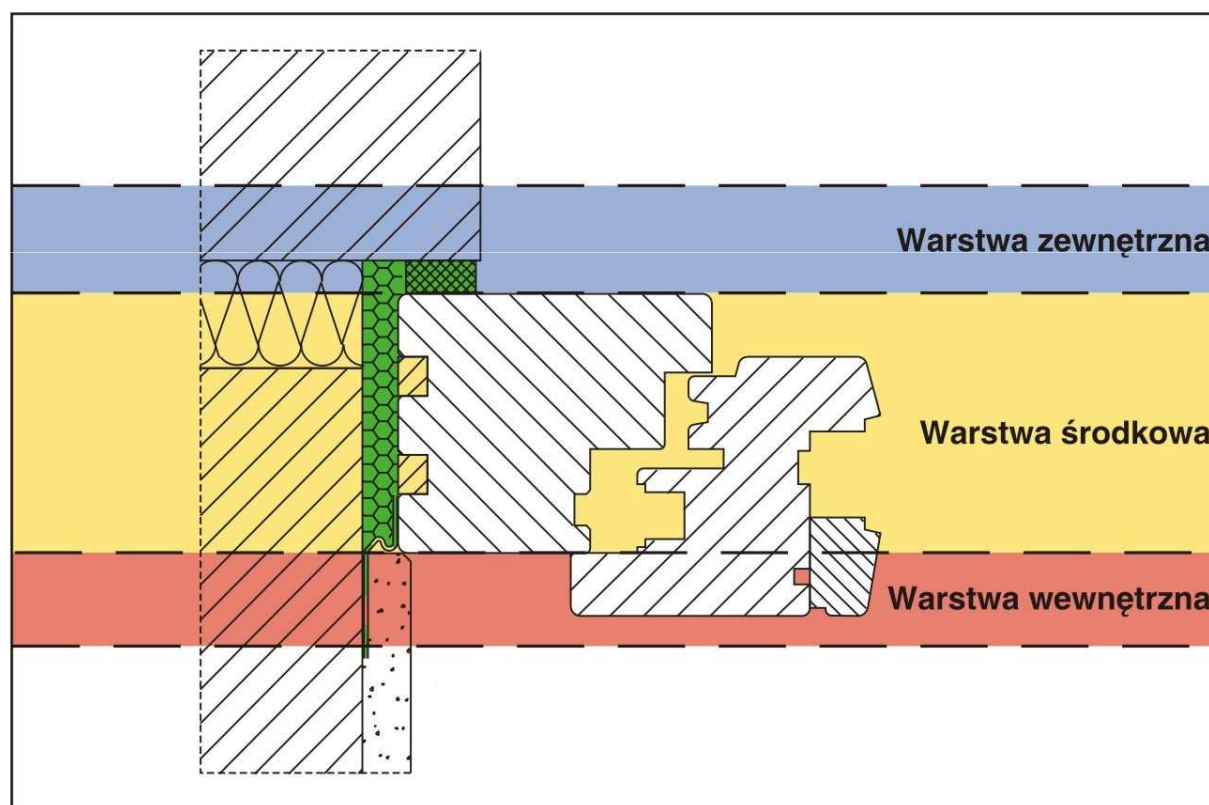
Optymalizacja stwarza warunki dla wdrażania rozwiązań energetycznie uzasadnionych



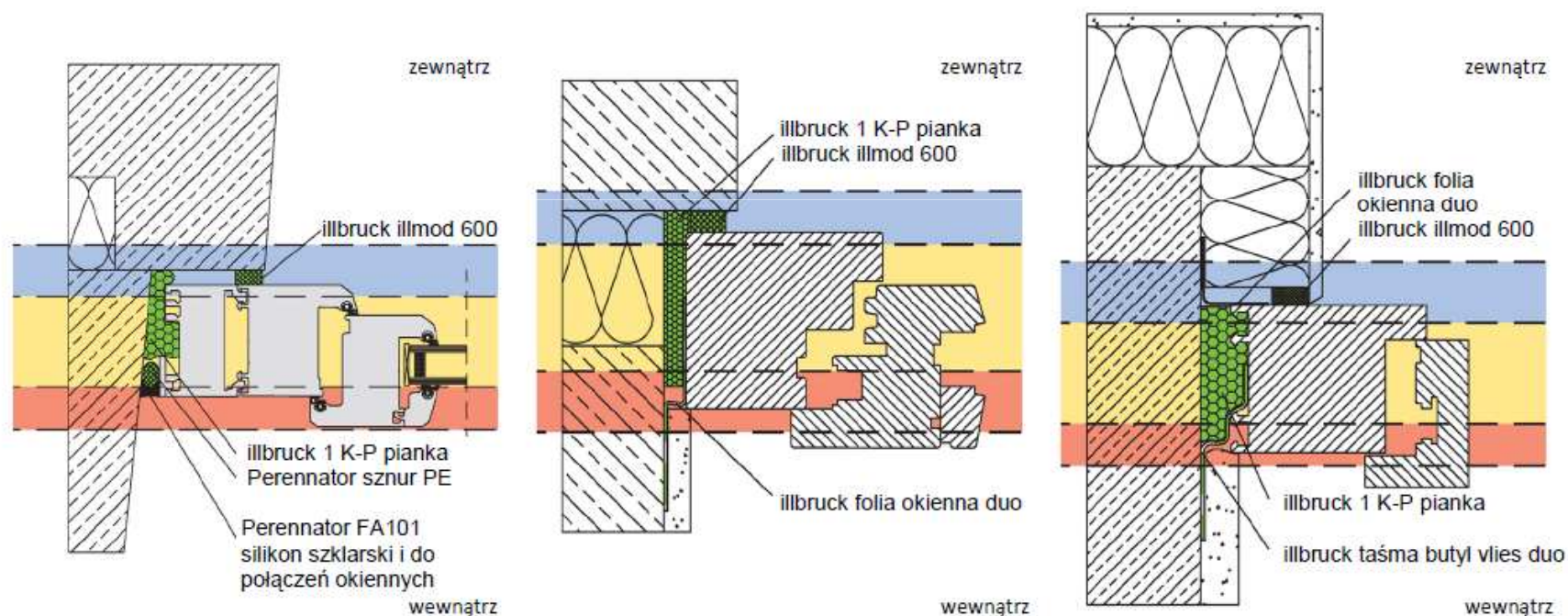
SZCZELNOŚĆ POŁĄCZEŃ A JAKOŚĆ ENERGETYCZNA BUDYNKU



Zapewnienie szczelności połączenia przez specjalny system trzy warstwowy



Przykłady połączeń w systemach trójwarstwowych

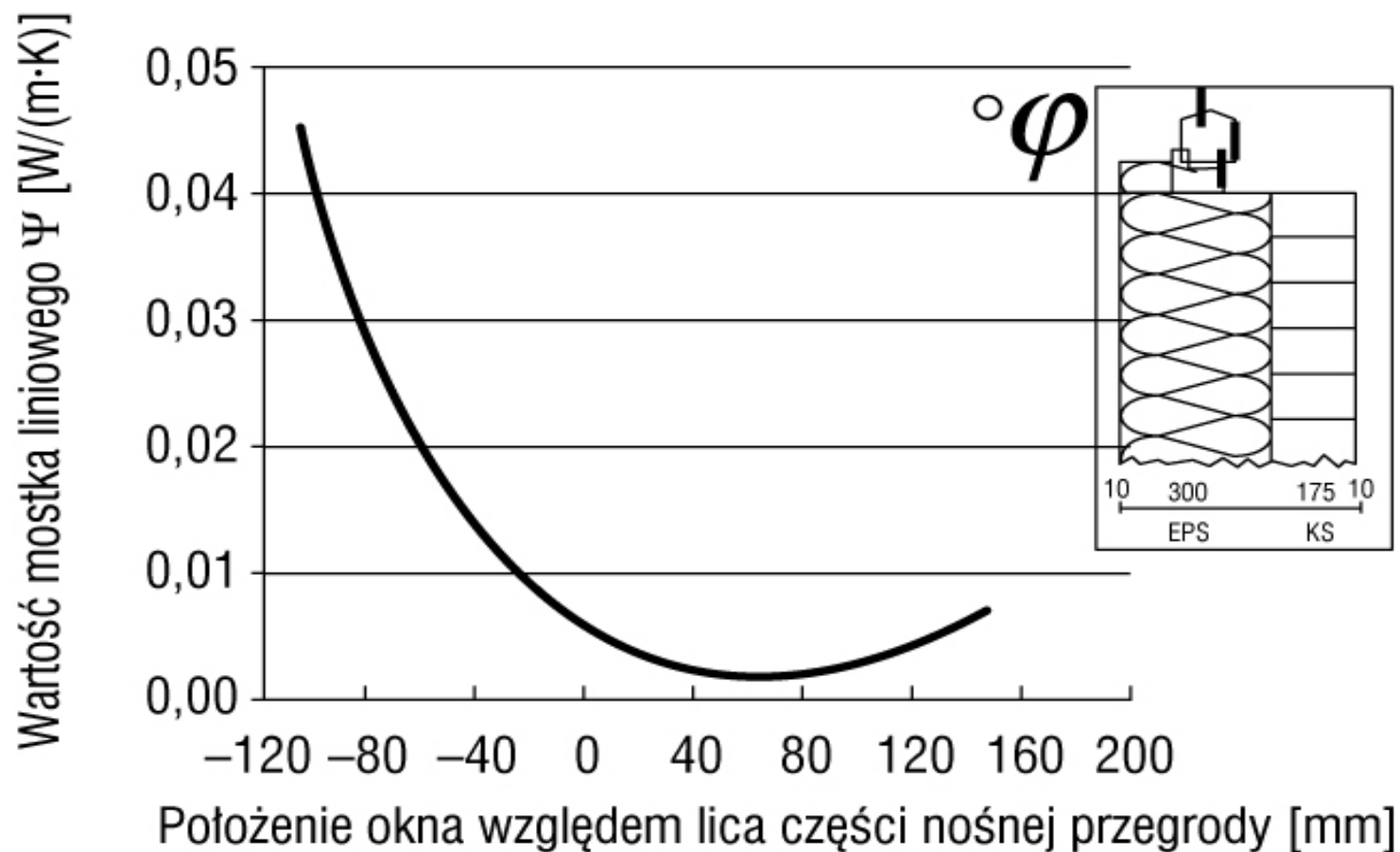




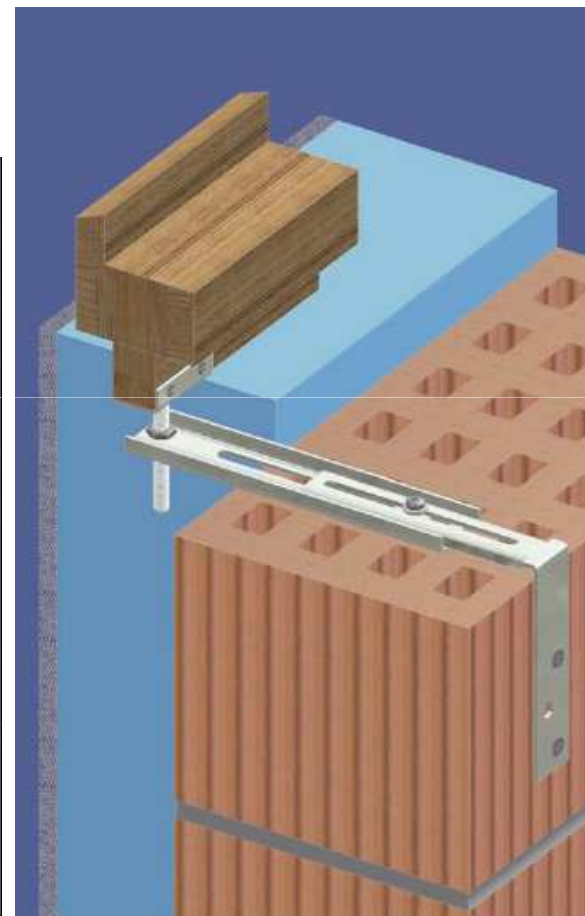
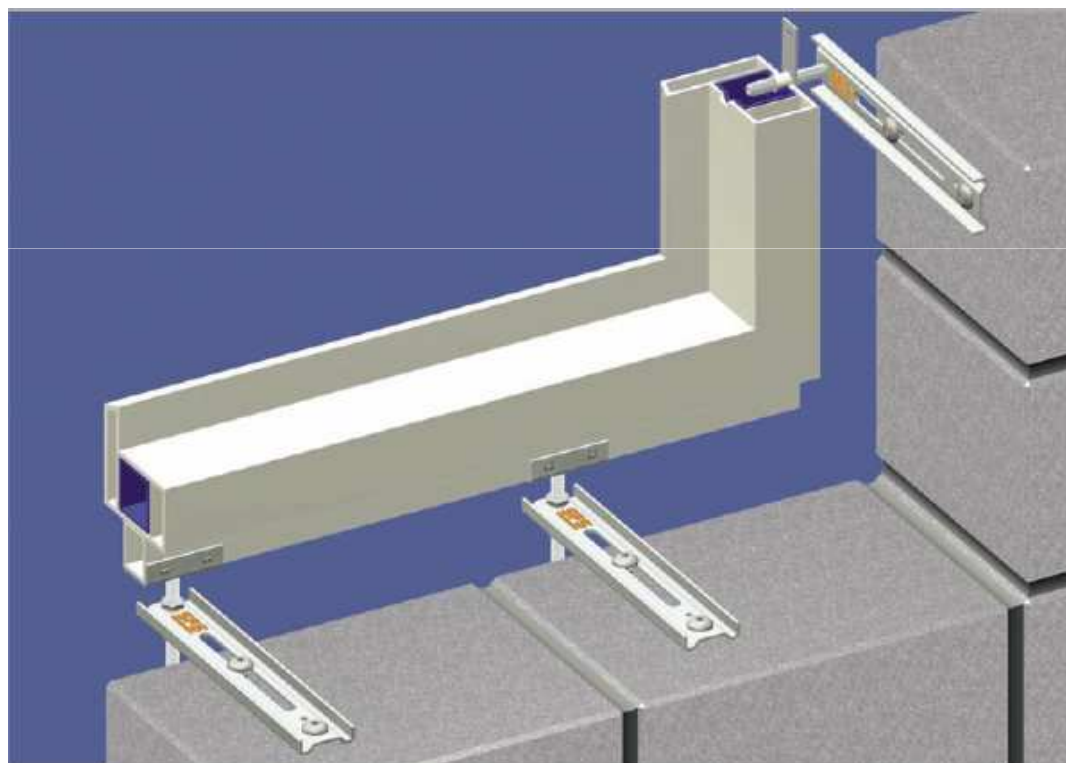
Specjalne kotwy mocujące



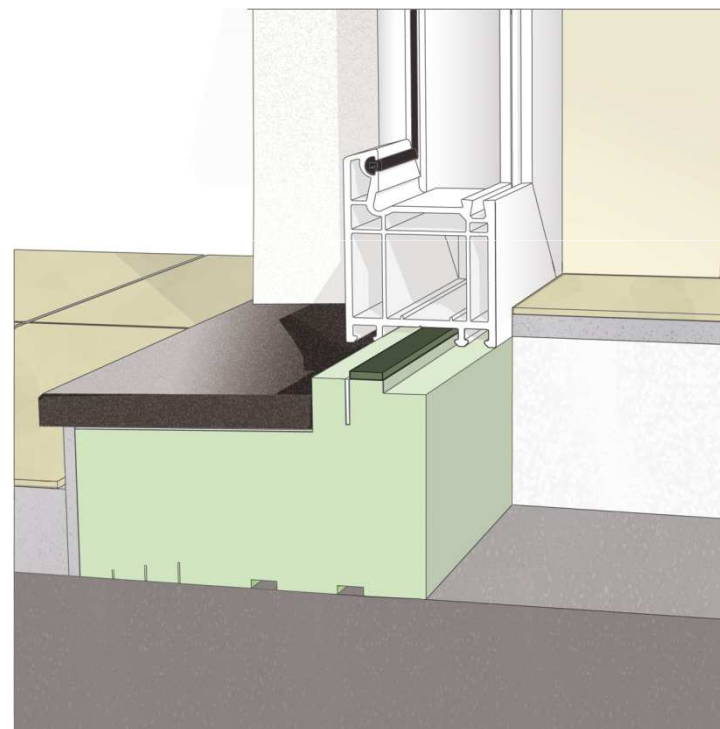
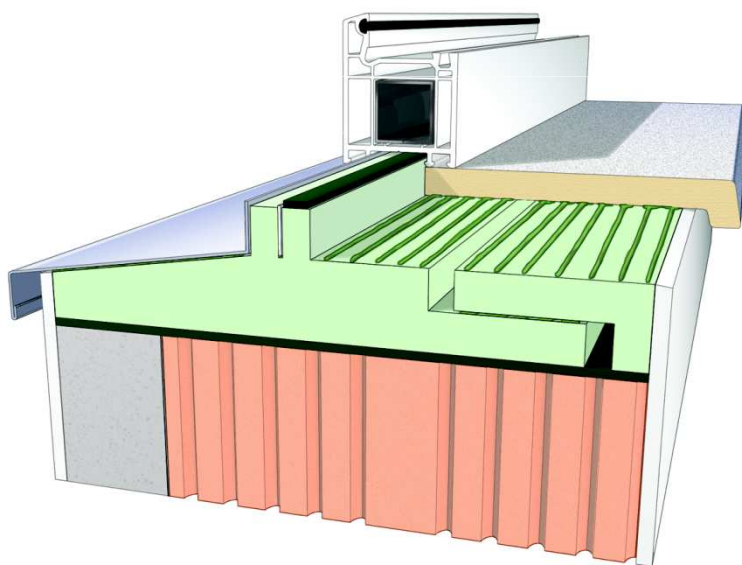
Minimalizacja wpływu mostków liniowych prze odpowiednie położenie względem lica ściany



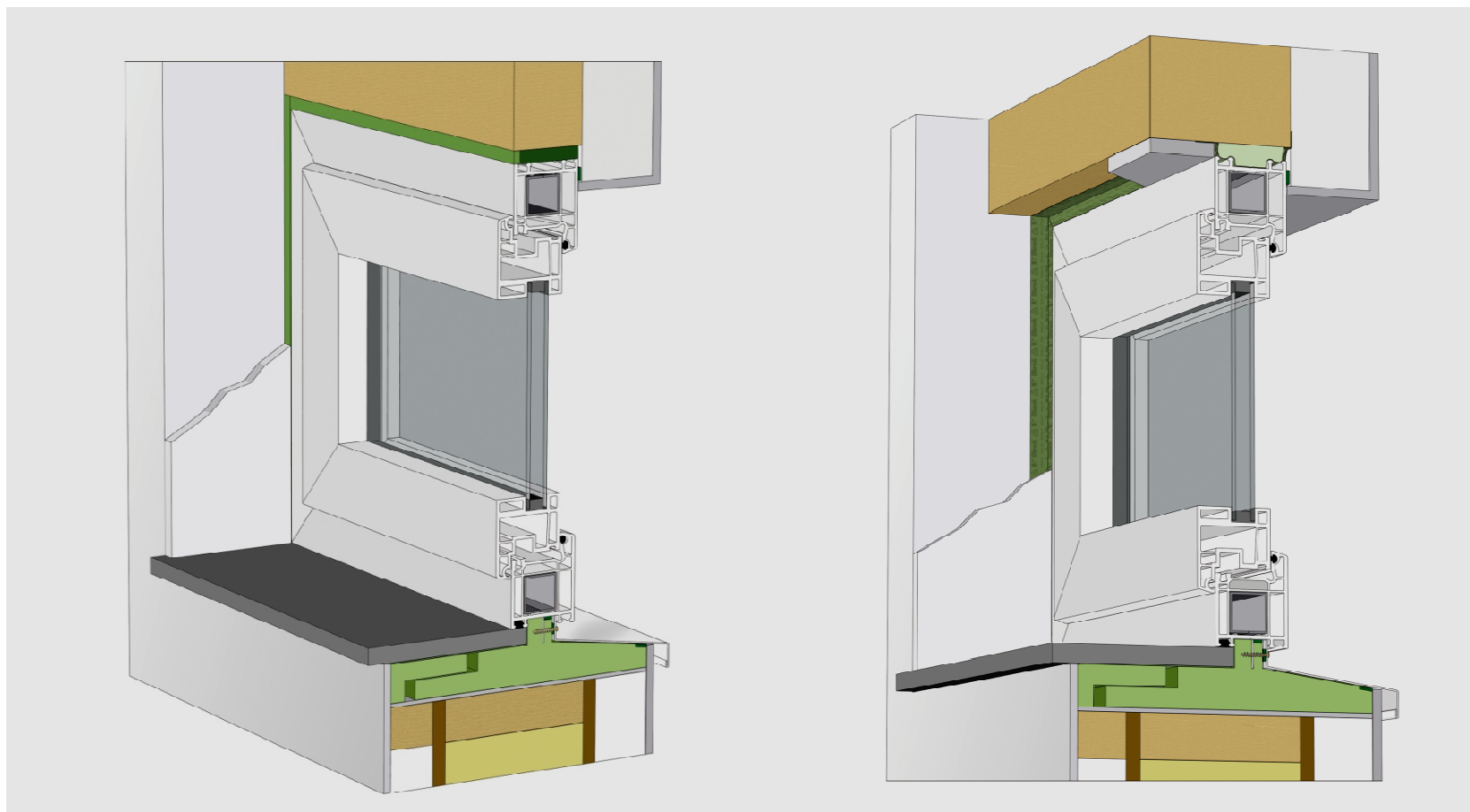
Specjalne mocowanie



Styropianowy blok podparapetowy



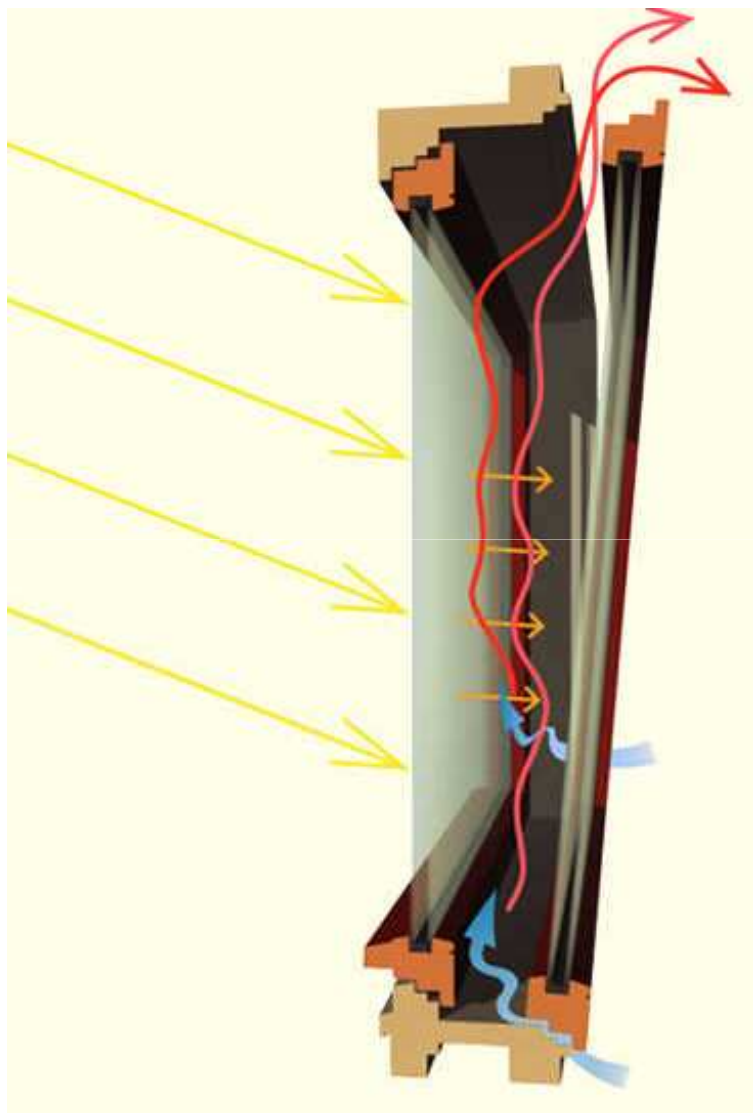
Systemy trójwarstwowe z użyciem styropianowego bloku podparapetowego





ENERGOOSZCZĘDNE OKUCIA

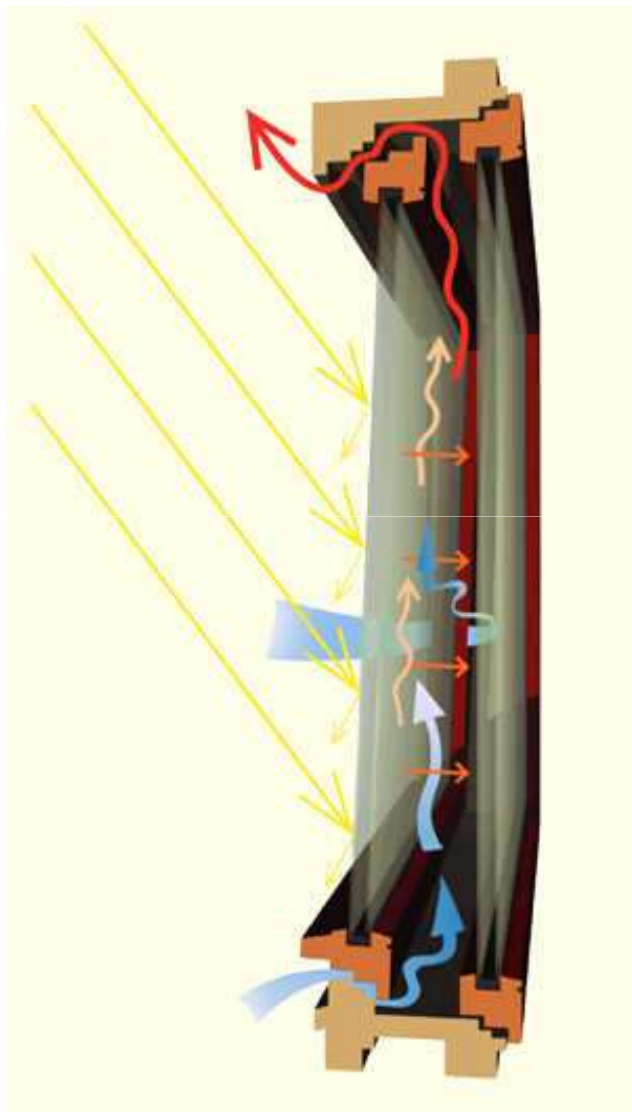




Nowoczesne rozwiązania stolarki okiennej

- Zasada maksymalizacji zysków ciepła zimą





Nowoczesne rozwiązania stolarki okiennej

- Zasada minimalizacji zysków ciepła latem





Propozycja podziału na klasy energetyczne przegród budowlanych

Klasa energetyczna budynku	Klasa przegród	U ściany z mostkami maksimum	U dachu z mostkami maksimum	U okna maksimum	Ugr.z mostkami maksimum	U budynku z mostkami maksimum
		W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
D	klasa przegród D	0,25	0,25	1,40	0,45	0,5
C	klasa przegród C	0,20	0,18	1,10	0,35	0,45
B	klasa przegród B	0,18	0,15	1,00	0,30	0,35
A	klasa przegród A	0,15	0,12	0,80	0,25	0,25
A+	klasa przegród A+	0,10	0,10	0,60	0,10	0,20





Certyfikacja energetyczna stolarki budowlanej



Założenia do oceny w oparciu o energię użytkową

Ocena energetyczna stolarki budowlanej w różnych krajach dotyczy energii użytkowej EU

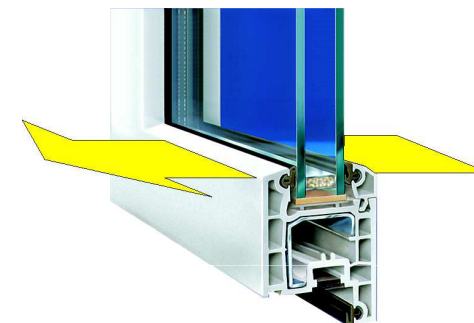
Bilans dla stolarki w budynkach ogrzewanych(EU) =

-E_{Wh} energia straty ciepła przez przenikanie ,

-E_{inf} energia na infiltrację,

- E_{sol} zyski ciepła – energia słoneczna

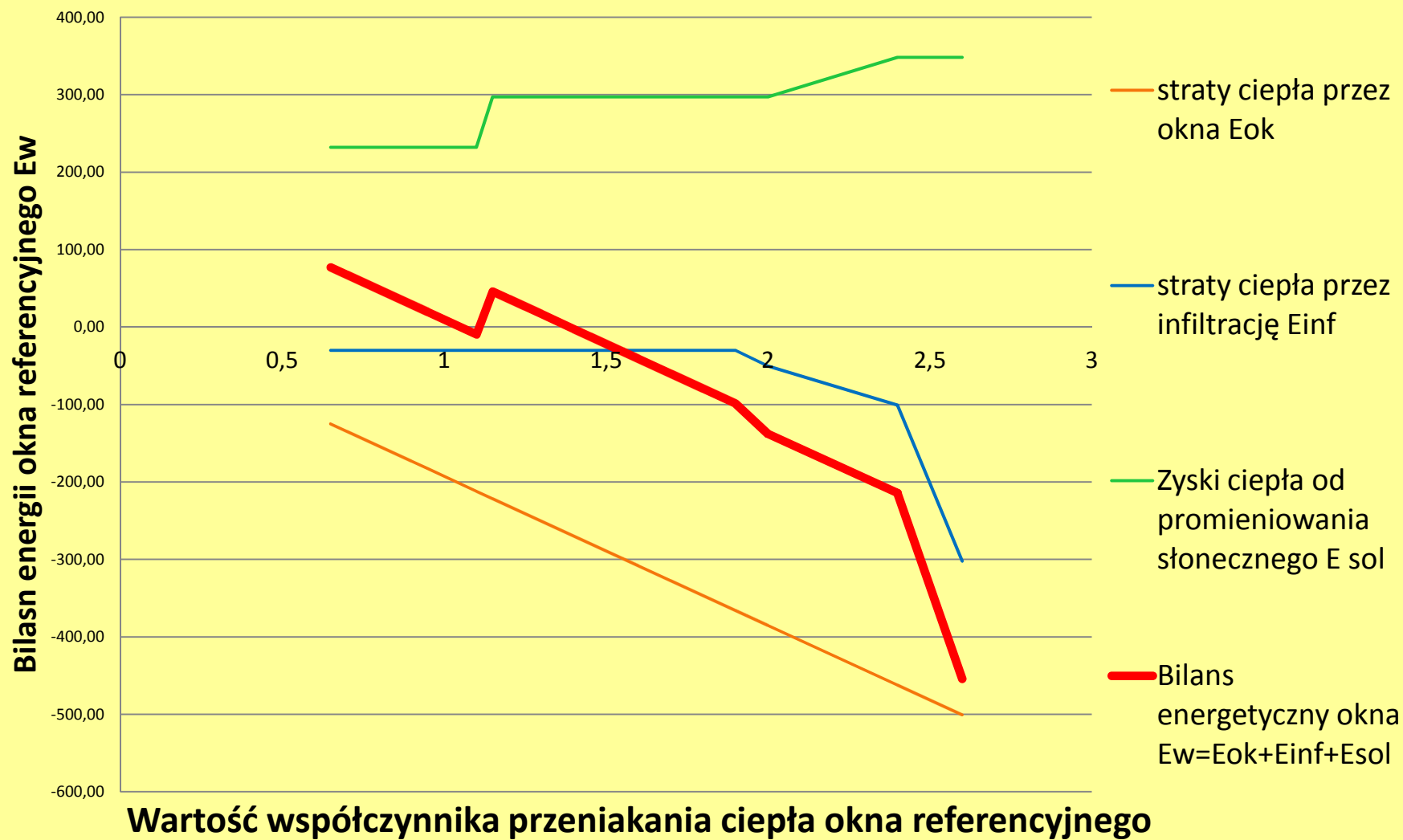
EU_{Wh} = - straty - infiltracja + zyski + energia pomocnicza



$$EU_h = - E_{Wh} - E_{inf} + E_{sol}$$

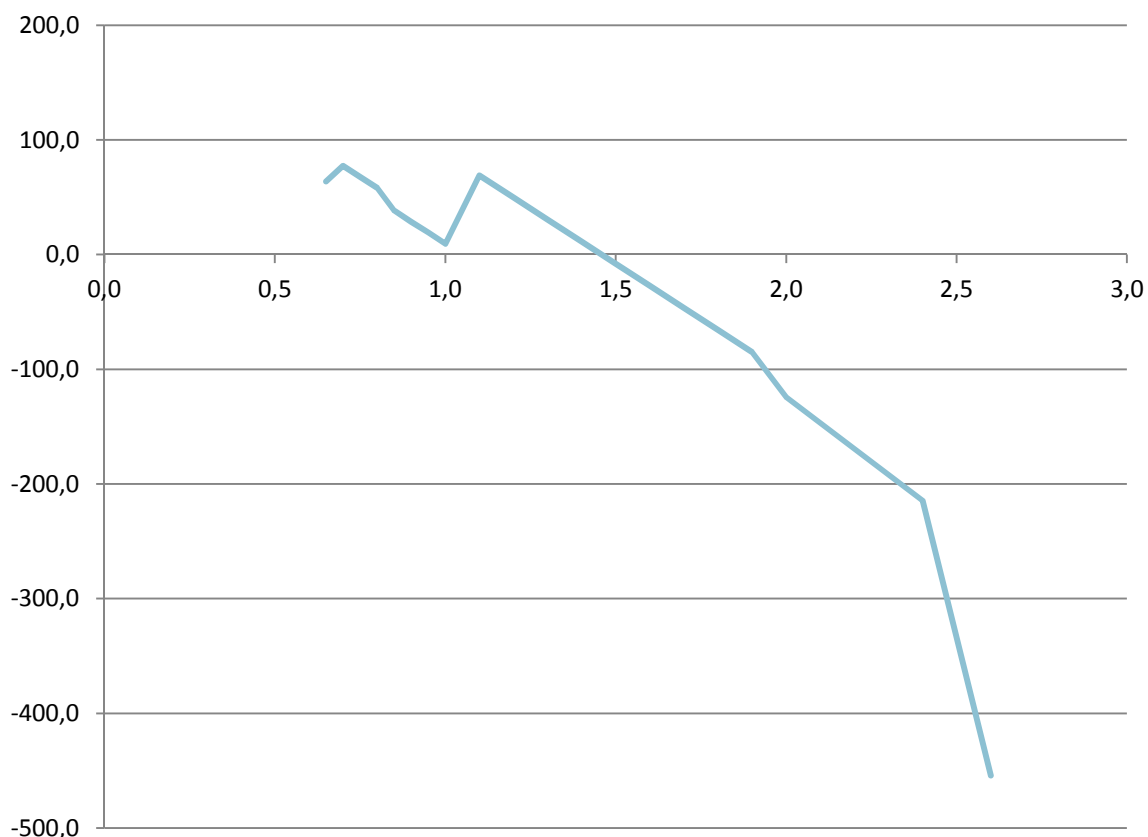


Wykres bilansu energii dla stolarki referencyjnej



Wykres energochłonności stolarki referencyjnej w średnich dla Polski parametrach klimatycznych

Uw	Eok	Einf	Esol
[W/m ² K]	kWh/rok	[kWh/rok]	[kWh/rok]
2,6	-500,6	-302,1	348,3
2,4	-462,1	-100,7	348,3
2,0	-385,1	-50,3	311,2
1,9	-365,8	-30,2	311,2
1,8	-346,6	-30,2	311,2
1,7	-327,3	-30,2	311,2
1,6	-308,1	-30,2	311,2
1,5	-288,8	-30,2	311,2
1,4	-269,6	-30,2	311,2
1,3	-250,3	-30,2	311,2
1,2	-231,1	-30,2	311,2
1,1	-211,8	-30,2	311,2
1,0	-192,5	-30,2	232,2
1,0	-182,9	-30,2	232,2
0,9	-173,3	-30,2	232,2
0,9	-163,7	-30,2	232,2
0,8	-154,0	-20,1	232,2
0,8	-144,4	-20,1	232,2
0,7	-134,8	-20,1	232,2
0,7	-125,2	20,1	209,0





Wskaźnik Energetyczny stolarki okiennej

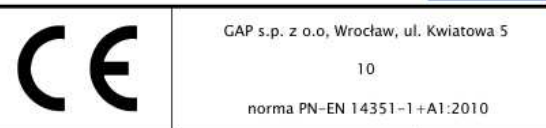
producent: GAP s.p. z o.o, Wrocław, ul. Kwiatowa 5
 stolarka PCV, profil 5-komorowy, szyba podwójna, ramka dystansowa stalowa
okno referencyjne: 1465mm*1435mm (okno dwuskrzydłowe)



Wskaźnik Energii (kWh/m²/rok) **-2,54**

Strefa klimatyczna: **PL**

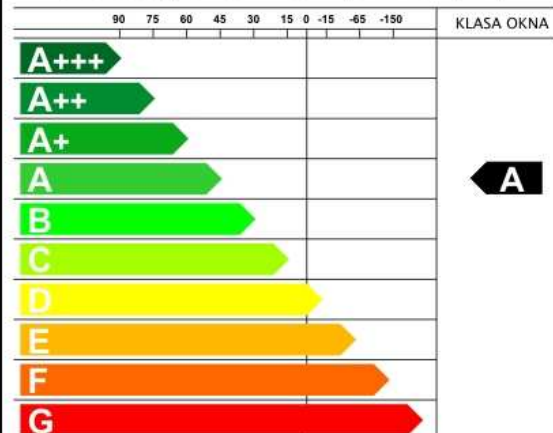
Współczynnik przenikania ciepła – U _{win}	[W/m ² K]	1,4
Współczynnik przepuszczalności energii całkowitej – g _e		0,67
Współczynnik infiltracji – a	[m ³ /(m ² h ² daPa ^{2/3})]	0,3
Przepuszczalność powietrza		klasa: 3



Odporność na obciążenie wiatrem – ciśnienie próbne	Klasa: 5
Reakcja na ogień	Euroklasa: D
Właściwości związane z oddziaływaniem ognia zew.	Npd
Nośność urządzeń zabezpieczających	wartość progowa
Właściwości akustyczne	33dB (-1;-5)
Przenikalność światła	0,8

Wskaźnik Energetyczny stolarki okiennej

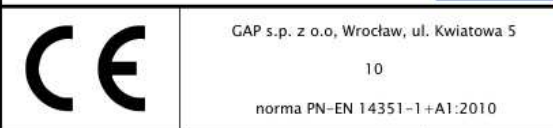
producent: GAP s.p. z o.o, Wrocław, ul. Kwiatowa 5
 stolarka PCV, profil 6-komorowy, szyba potrójna, ramka dystansowa ciepła
okno referencyjne: 1465mm*1435mm (okno dwuskrzydłowe)



Wskaźnik Energii (kWh/m²/rok) **58,4**

Strefa klimatyczna: **PL**

Współczynnik przenikania ciepła – U _{win}	[W/m ² K]	0,8
Współczynnik przepuszczalności energii całkowitej – g _e		0,5
Współczynnik infiltracji – a	[m ³ /(m ² h ² daPa ^{2/3})]	0,2
Przepuszczalność powietrza		klasa: 4



Odporność na obciążenie wiatrem – ciśnienie próbne	Klasa: 5
Reakcja na ogień	Euroklasa: D
Właściwości związane z oddziaływaniem ognia zew.	Npd
Nośność urządzeń zabezpieczających	wartość progowa
Właściwości akustyczne	38dB (-1;-5)
Przenikalność światła	0,7



Podsumowanie

- Ze względu na złożoność zagadnienia nie jest łatwo określić metodę oceny.
- Wprowadzenie oceny energetycznej stolarki i etykietowanie okien z punktu widzenia UE jest kwestią czasu.
- Za referencyjne okno można uznać okno o wymiarach 1465x1435 mm² (okno dwuskrzydłowe) o współczynniku przenikania $U = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ (zerowy bilans ciepła), współczynniku infiltracji = 0,3 oraz o $g_G = 0,67$.
- Etykiety z informacją o energochłonności stolarki budowlanej spowodują zmianę oczekiwań inwestorów, poprawią świadomość i wiedzę również profesjonalistów.
- Klasyfikację energetyczną stolarki powinno się zróżnicować, tworząc osobno klasyfikację dla okien i fasad przeszklonych, drzwi zewnętrznych oraz okien połaciowych.
- Niezbędne jest zaostrenie przepisów w zakresie izolacyjności termicznej stolarki.



Propozycja zmian prawnych

Nazwa miejscowości	Wartości referencyjne dla budynków ogrzewanych $U_{W,MAX}$	Wartości referencyjne dla budynków ogrzewanych i chłodzonych $U_{W,MAX}$	Drzwi zewnętrzne	Okna połaciowe
	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[W/m ² K]
Średnia wartość dla strefy I	1,5	1,2	2	1,7
Średnia wartość dla strefy II	1,5	1,2	1,8	1,7
Średnia wartość dla strefy III	1,4	1,1	1,5	1,6
Średnia wartość dla strefy IV	1,3	1,1	1,4	1,5
Średnia wartość dla strefy V	1,1	0,9	1,2`	1,5

