

PROJEKTOWANIE ENERGOOSZCZĘDNEJ STOLARKI BUDOWLANEJ WG AKTUALNYCH WYMAGAŃ PRAWNYCH



Mgr inż. Jerzy Żurawski
Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska



PLAN WYSTĄPIENIA

Zmiany prawne wg WT - 2014:

Bezpieczeństwo konstrukcji,

Bezpieczeństwo użytkowania,

Ochrona przed hałasem

Odpowiednia jakość energetyczne i racjonalizacji zużycia energii

Stolarka opisana w warunkach technicznych WT2014 – wymagania:

Zmiany w warunkach technicznych w zakresie przegród przezroczystych,

Obowiązujące norm.

Ocena efektywności energetycznej i ekonomicznej stolarki na przykładzie

Domu jednorodzinnego

Szkoły pasywnej

Hali produkcyjnej

Basenu pływackiego

Wnioski i podsumowanie



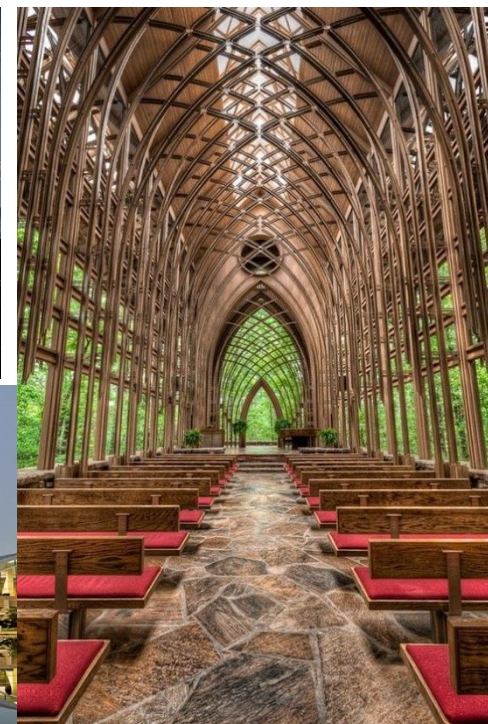
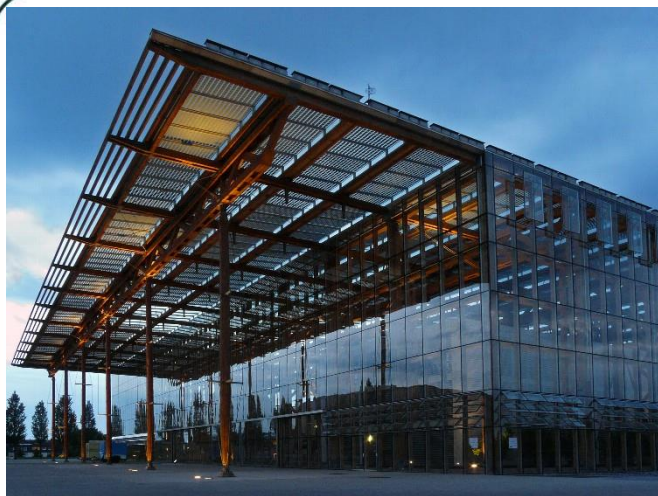
Nowoczesne trendy architektoniczne a zadania i oczekiwania stawiane przegrodom przeźroczystym

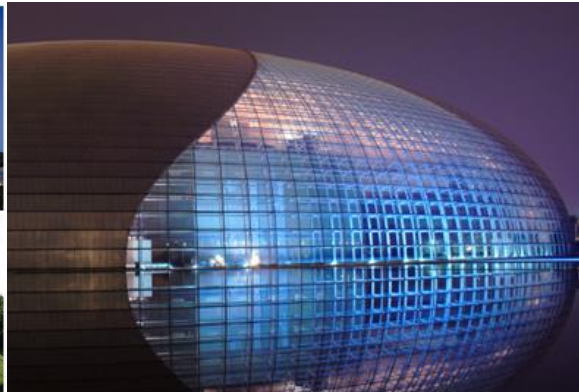
Najnowsze oczekiwania w zakresie kształtowania przestrzeni architektonicznej wymaga od ścian zewnętrznych **by były przegrodami interaktywnymi o wielorakim spektrum zadań:**

- oczekuje się, że nowoczesne przegrody powinny umożliwiać zmiany ekspresji elewacji, a nawet formy budynku „wykorzystując transparentność lub refleksyjność szkła, zjawisko optycznego kamuflażu czy innych praw iluzji w odbiorze formy”.
- muszą reagować na zmienne warunki otoczenia, w kontrolowany sposób wykorzystując jego energię, pozwalając na tworzenie kompleksowych systemów mikroklimatu wewnątrz obiektu.,
- narzuca się na nowoczesną przegrodę budowlaną „zdolność” dynamicznego dostosowywania się do zmiennych warunków zewnętrznych a także wewnętrznych, można by rzec przegrody „inteligentnej”,
- Redukować przenoszenie dźwięku do wnętrza, zapewniać odpowiednią wytrzymałość, szczelność, odporność ogniową oraz trwałość.

Nowoczesnych przegrody zewnętrznych zmierzają do zdolności „komunikowania” się z otoczeniem. Stają się nośnikiem informacji, ekranem emitującym obrazy i treści. Są to przegrody zewnętrzne – medialne lub multimedialne wchodzących w dialog z użytkownikiem oraz z osobami przebywającymi z otoczeniem. W przegrodach przeszklonych chodzi między innymi o osiągnięcie efektu dematerializacji architektury.







Efektywność energetyczna budynku a powierzchnia przegród przezroczystych

15% ściany stanowią
okna o $U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

	ENERGIA ⦿ kWh/(m²·rok) ● kWh/rok				MOC	KOSZTY	
	użytkowa	końcowa	pierwotna	EPref		zł/rok	zł/(m ² ·mc)
Ogrzewanie i wentylacja:	35,0	45,4	65,4	120,0	6,2	2032,40	1,17
Ciepła woda użytkowa:	18,1	30,5	36,4		9,5	1086,39	0,63
Chłodzenie:	19,0	7,8	23,5	5,0		763,45	0,44
Oświetlenie:	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00
ZAPOTRZEBOWANIE ŁĄCZNE:	72,1	83,7	125,3	125,0		3882,24	2,24

50% ścian stanowią
okna o $U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

	ENERGIA ⦿ kWh/(m²·rok) ● kWh/rok				MOC	KOSZTY	
	użytkowa	końcowa	pierwotna	EPref		zł/rok	zł/(m ² ·mc)
Ogrzewanie i wentylacja:	49,2	60,5	82,0	120,0	10,4	2530,68	1,46
Ciepła woda użytkowa:	18,1	30,5	36,4		9,5	1086,39	0,63
Chłodzenie:	67,4	25,4	76,2	5,0		2476,89	1,43
Oświetlenie:	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00
ZAPOTRZEBOWANIE ŁĄCZNE:	134,8	116,3	194,6	125,0		6093,96	3,52

Analizy wykonano w programie Optima

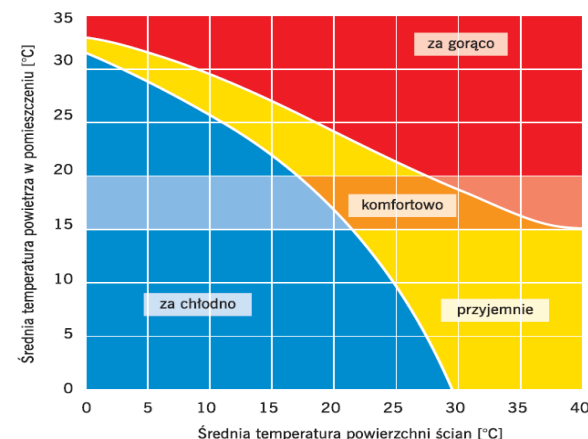


Analizy klimatu w pomieszczeniach szkoły o pasywnej charakterystyce energetycznej

Obliczeniowa temperatura wewnętrzna w szkole pasywnej w Budzowie

Sala dydaktyczna 1.3. Budzów Temperatura wynikowa					
		IV	V	VI	IX
θ_e	°C	7,3	13,8	14,7	12,7
t_M	h	720	744	720	720
$H_{tr}+H_{ve}$	W/K	30,23	30,23	30,23	30,23
Q_{sol}	kWh	309	409	396	225
Q_{int}	kWh	248	256	248	248
$Q_{C,gn}$	kWh	557	664	643	472
$Q_{C,nd}$	kWh	193	435	441	226
$\theta_{int,C}$	°C	32,88	43,34	44,26	34,40

Sala dydaktyczna 1.3. Budzów - z osłonami Temperatura wynikowa					
		IV	V	VI	IX
θ_e	°C	7,3	13,8	14,7	12,7
t_M	h	720	744	720	720
H_{tr}	W/K	18,83	18,83	18,83	18,83
H_{ve}	W/K	19,64	19,64	19,64	19,64
$H_{tr}+H_{ve}$	W/K	38,48	38,48	38,48	38,48
Q_{sol}	kWh	237	171	166	116
Q_{int}	kWh	248	256	248	248
$Q_{C,gn}$	kWh	484	427	414	363
$\theta_{int,C}$	°C	24,78	28,72	29,64	25,81



FOT. Sala lekcyjna w szkole pasywnej, w której zarejestrowano niekorzystne warunki użytkowania latem; fot.: J. Żurawski

Przegrody przeźroczyste mają wpływ na jakość klimatu w pomieszczeniach



Wymagania w zakresie EP od 2014 do 2021

Lp.	Rodzaj budynku	Częstkowe maksymalne wartości wskaźnika EP _{H+W} na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej [kWh/(m ² · rok)]		
		od 1 stycznia 2014 r.	od 1 stycznia 2017 r.	od 1 stycznia 2021 r.*)
1	2	3		
1	Budynek mieszkalny:			
	a) jednorodzinny	120	95	70
	b) wielorodzinny	105	85	65
2	Budynek zamieszkania zbiorowego	95	85	75
3	Budynek użyteczności publicznej:			
	a) opieki zdrowotnej	390	290	190
	b) pozostałe	65	60	45
4	Budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny	110	90	70
*) Od 1 stycznia 2019 r. – w przypadku budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością.				

Podstawowe zadania stawiane przegrodom przeźroczystym

Projekt architektoniczno-budowlany musi zapewnić, że zostaną spełnione podstawowe wymagania określone w Art. 5 Prawa budowlanego-

Zapis brzmi: obiekt budowlany wraz ze związanymi z nim urządzeniami budowlanymi, biorąc pod uwagę przewidywany okres użytkowania, był **zaprojektowany i wybudowany w sposób określony w przepisach, w tym techniczno-budowlanych, oraz zgodnie z zasadami wiedzy technicznej**, zapewniając spełnienie następujących wymagań:

- a) bezpieczeństwa konstrukcji,
- b) bezpieczeństwa pożarowego,
- c) bezpieczeństwa użytkowania,
- d) odpowiednich warunków higienicznych i zdrowotnych oraz ochrony środowiska,
- e) ochrony przed hałasem i drganiami,
- f) Odpowiedniej charakterystyki energetycznej budynku oraz racjonalizacji użytkowania energii .

DOTYCZY TO WSZYSTKICH ELEMENTÓW , RÓWNIEŻ STOLARKI

W Prawie budowlanym określono również wymagania użytkowe obiektu.

Obiekt budowlany należy użytkować w sposób zgodny z jego przeznaczeniem i wymaganiami ochrony środowiska oraz utrzymywać w należyтым stanie technicznym i estetycznym, **nie dopuszczając do nadmiernego pogorszenia jego właściwości użytkowych i sprawności technicznej.**



WARUNKI TECHNICZNE (WT2014)



STOLARKA BUDOWLANA A OŚWIETLENIE

W § 57. ust. 1 : Pomieszczenie przeznaczone na pobyt ludzi powinno mieć zapewnione oświetlenie dienne, dostosowane do jego przeznaczenia, kształtu i wielkości,

Światło dzienne –odległość od sąsiada.

§ 13. 1. Odległość budynku z pomieszczeniami przeznaczonymi na pobyt ludzi od innych obiektów powinna umożliwiać naturalne oświetlenie tych pomieszczeń .

W pomieszczeniu przeznaczonym na pobyt ludzi **stosunek powierzchni okien, liczonej w świetle ościeżnic, do powierzchni podłogi powinien wynosić, co najmniej 1: 8 (12,5%)** , natomiast w innym pomieszczeniu, w którym oświetlenie dzienne jest wymagane ze względów na przeznaczenie - co najmniej 1:12

155. 1. W budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego, oświaty, wychowania, opieki zdrowotnej i opieki społecznej, a także w pomieszczeniach biurowych przeznaczonych na pobyt ludzi, niewyposażonych w wentylację mechaniczną lub klimatyzację, **okna, w celu okresowego przewietrzania, powinny mieć konstrukcję umożliwiającą otwieranie, co najmniej 50% powierzchni wymaganej zgodnie z § 57 dla danego pomieszczenia**.

3. W przypadku zastosowania w pomieszczeniach innego rodzaju wentylacji niż wentylacja mechaniczna nawiewna lub nawiewna wywiewna, **dopływ powietrza zewnętrznego, w ilości niezbędnej dla potrzeb wentylacyjnych, należy zapewnić przez urządzenia nawiewne umieszczane w oknach, drzwiach balkonowych** lub w innych częściach przegród zewnętrznych.



HAŁAS A STOLARKA BUDOWLANA

323. 1. Budynek i urządzenia z nim związane powinny być zaprojektowane i wykonane w taki sposób, aby poziom hałasu, na który będą narażeni użytkownicy lub ludzie znajdujący się w ich sąsiedztwie, nie stanowił zagrożenia dla ich zdrowia, a także umożliwiał im pracę, odpoczynek i sen w zadowalających warunkach.

§ 326. 1. Poziom hałasu oraz drgań, nie może przekraczać **wartości dopuszczalnych, określonych w Polskich Normach dotyczących ochrony przed hałasem pomieszczeń w budynkach**

2. W budynkach, o których mowa w ust. 1, przegrody zewnętrzne i wewnętrzne oraz ich elementy powinny mieć izolacyjność akustyczna nie mniejsza od podanej w Polskiej Normie dotyczącej wymaganej izolacyjności akustycznej przegród w budynkach oraz izolacyjności akustycznej elementów budowlanych....

Miarodajny A hałasu zewnętrznego, dB		Zakres minimalnych wartości wskaźnika $R'_{A2}(R'_{A1})$ przegród zewnętrznych, wymaganych dla różnego typu pomieszczeń, dB				
dzień	noc	Budynki	Hotele	Budynki	Szkoły	Szpitala, przychodni
do 45	do 35	20	20	20	20	20-23
46-50	36-40	20	20	20	20	20-23
51-55	41-45	20-23	20-23	20-23	23	23-28
56-60	46-50	20-23	20-23	20-23	23	23-33
61-65	51-55	23-28	23-28	23-28	28	28-38
66-70	56-60	28-33	28-33	28-33	33	33-38
71-75	61-65	33-38	33-38	33-38	≥ 38	≥ 38

Tablica 2. Wymagania dotyczące wypadkowej izolacyjności akustycznej ścian zewnętrznych w budynkach (wybór z normy PN-B-0251-3:1999)



WYMAGANIA IZOLACJI TERMICZNEJ I INNYCH PARAMETRÓW MAJĄCYCH WPŁYW NA EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNĄ BUDYNKÓW

1. Przegrody przeźroczyste pionowe
2. Przegrody przeźroczyste



Powierzchnia A_{0MAX} wymagania i konsekwencje.

Wyjaśnijmy zatem, co ten zapis oznacza w praktyce.

Jeżeli pole powierzchni przegród szklanych i przeźroczystych A_0 nie przekracza około 15-16% rzutu poziomego wszystkich kondygnacji, wówczas w budynku mieszkalnym i zamieszkania zbiorowego można będzie zastosować rozwiązania spełniające wymagania określone w tabeli 1 czyli np. okna o $U_w \leq 1,3 \text{ W/2K}$.

Jeżeli powierzchnia przegród przeźroczystych jest większa od A_{0max}

$$A_{0max} = 0,15 A_z + 0,03 A_w$$

(co stanowi już minimum 16-18% -1/6 pow. podłogi lub więcej),

to okna powinny spełnić wymagania $U_w \leq 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$.

W budynku produkcyjnym, magazynowym i gospodarczym łączne pole powierzchni okien oraz ścian szklanych w stosunku do powierzchni całej elewacji nie może być większe niż:

- 1) w budynku jednokondygnacyjnym (halowym) – 15%;
- 2) w budynku wielokondygnacyjnym – 30%.



WSPÓŁCZYNNIK PRZEPUSZCZALNOŚCI ENERGII CAŁKOWITEJ PROMIENIOWANIA SŁONECZNEGO

Według wymagań prawnych dopuszczalny współczynnik przepuszczalności energii całkowitej promieniowania słonecznego został obniżony z **0,5 do 0,35**.

Wymóg prawny wskazuje, że tylko w okresie letnim nie może przekroczyć wartości 0,35.
Sposób wyznaczania wartości nie uległ zmianie:

$$g = g_G \cdot f_c \leq 0,35$$

przy czym

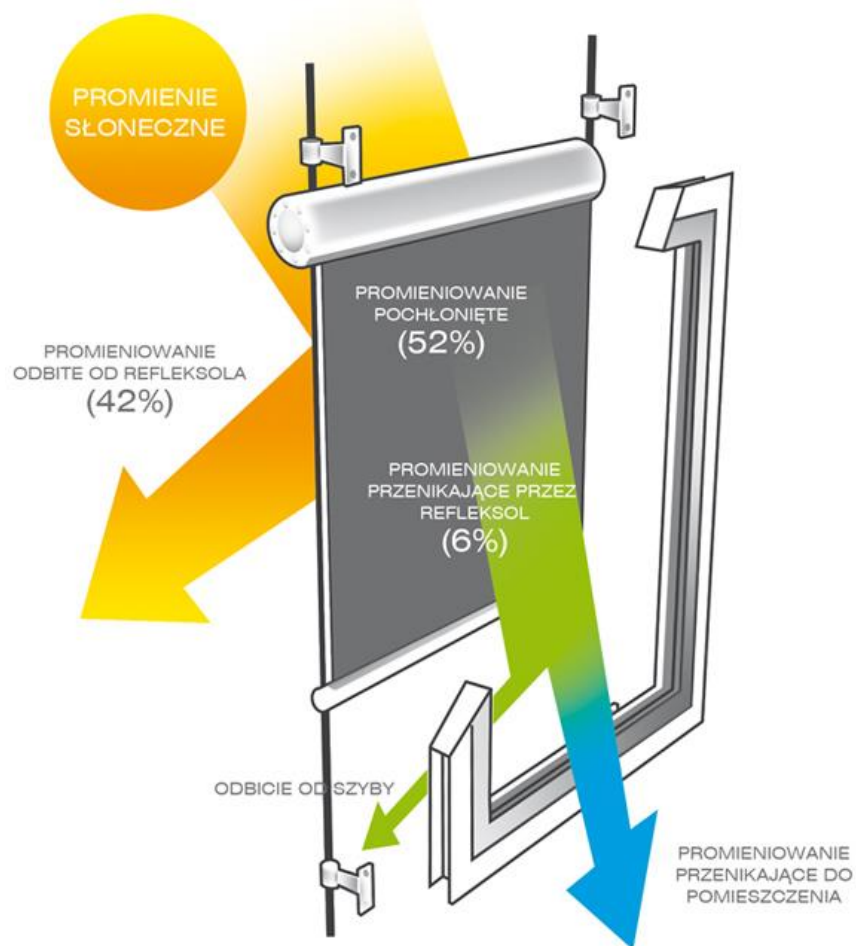
g_G – współczynnik całkowitej przepuszczalności promieniowania słonecznego dla szklenia,

f_c – współczynnik redukcji promieniowania słonecznego ze względu na zastosowanie urządzenia przeciwsłonecznego.

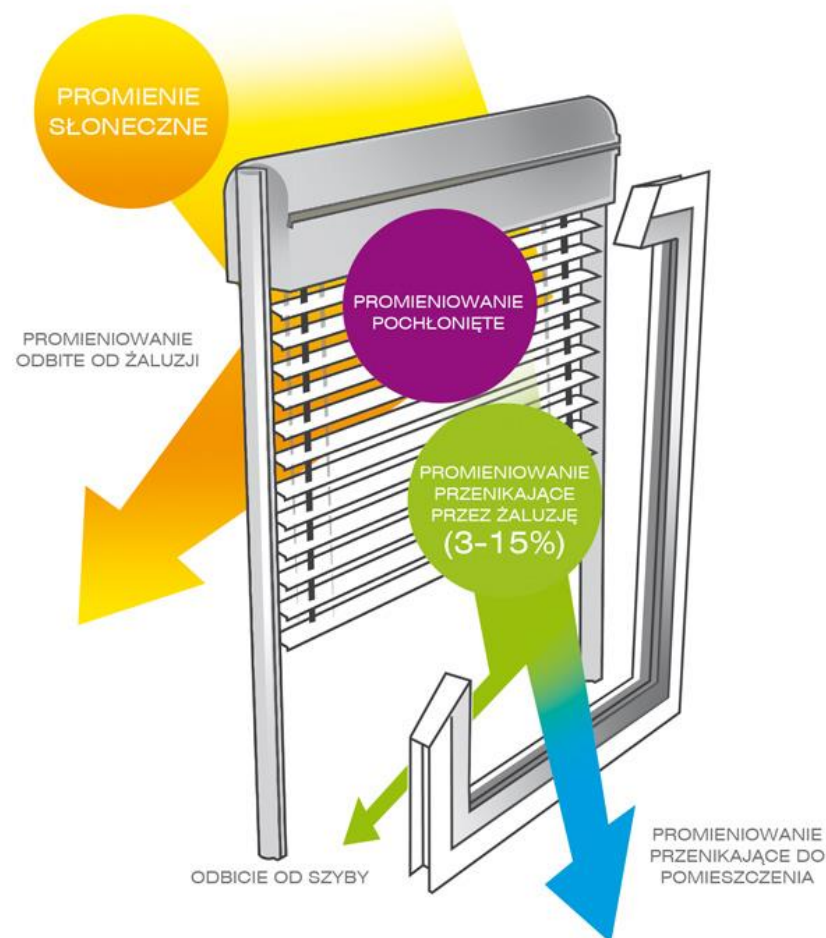
Wymagań tych nie stosuje się do:

- **przegród przezroczystych pionowych oraz pod kątem 60° skierowanych na północ, północny zachód, północny wschód oraz**
- **przegród przezroczystych dachowych pod kątem 45° skierowanych na północ.**





Refleksole



Żaluzje zewnętrzne

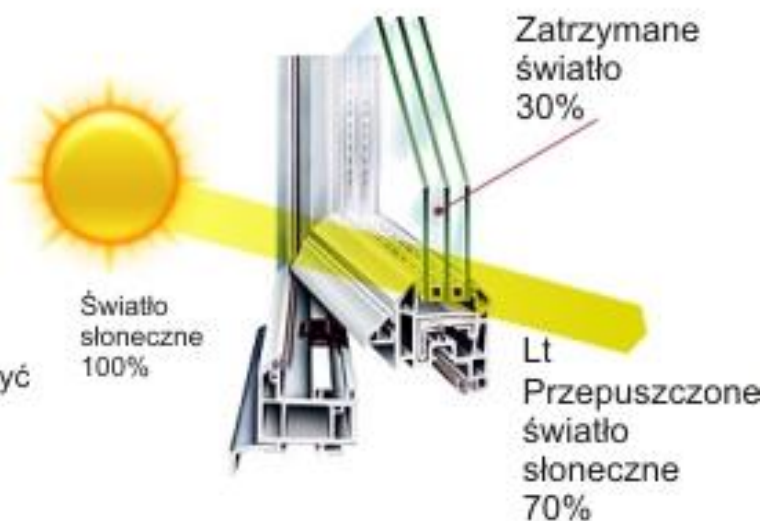


Współczynnik przepuszczalności światła L_t

Od dostępu do światła słonecznego zależy samopoczucie użytkowników lokali, rozwój oraz zdrowie. Współczynnik przepuszczalności światła L_t to parametr pokazujący, jaka część światła widzialnego przepuszczana jest przez szkło. Im wyższa jest wartość współczynnika przepuszczalności światła, tym więcej światła przenika przez szybę do wnętrza pomieszczenia. Wartość L_t podawana jest w procentach, może przyjmować wartość od 1 do 100, zależy od grubości szkła, składu surowców w masie szklanej oraz zastosowanego systemu powłok.

L_t

Dzięki wysokiemu współczynnikowi L_t , mówiącemu nam ile światła przechodzi przez szyby do naszych pomieszczeń, będziemy mieć więcej światła dzięki czemu możemy ograniczyć zużycie energii elektrycznej potrzebnej nam do oświetlenia.



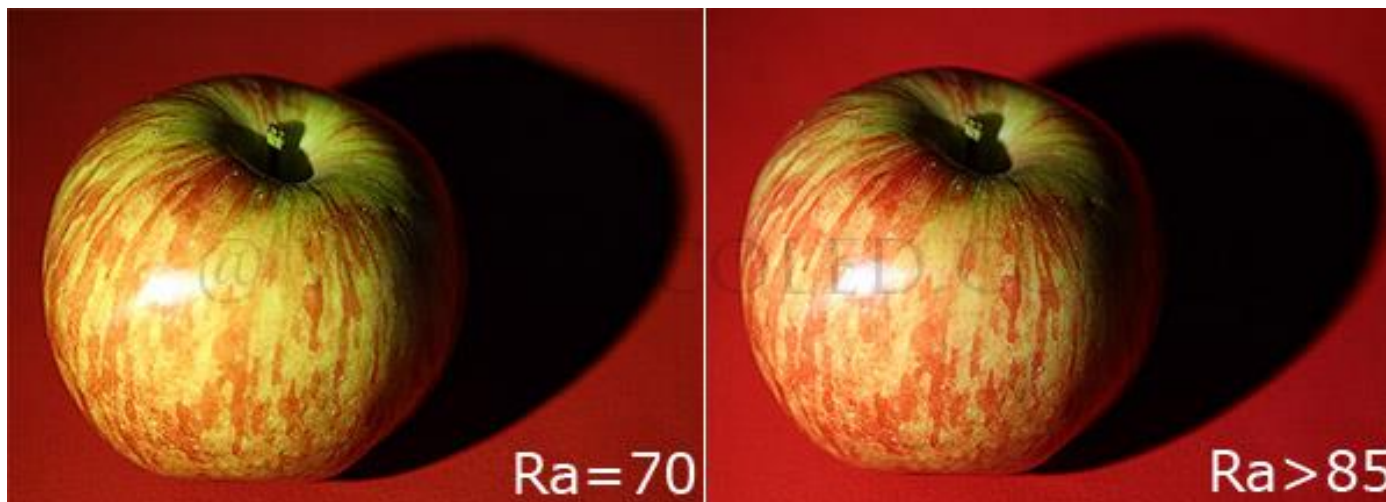
Przykładowe parametry podstawowe szyb zespolonych

Lp.	Budowa zestawu szybowego	ilość komór	ilość szyb	U_G	L_t	g_G
				[W/m ² K]		
1	4ECF-16a-4CGP	1	2	1,1	80	63
2	4ECF-16a-4CG1	1	2	1,0	70	0,5
3	4CGP-18a-4ECF-18a-4CGP	2	3	0,5	71	0,49
4	4CG1-18a-4ECF-16a-4CG1	2	3	0,5	55	0,37
5	6SG62/34-16a-4ECF	1	2	1,0	63	34
6	4SG62/34-16a-4ECF-16a4CGP	2	3	0,5	56	31
7	4CGnrG-18a-4ECF-18a-4CGnrG	2	3	0,6	73	62



WSKAŹNIK ODDAWANIA BARW SZYBY – RA.

Odtwarzanie barw posiada istotne znaczenie dla komfortu użytkownika i wpływa na odczucia estetyczne i psychiczne użytkowników. Światło słoneczne po przejściu przez szyby zespolone może się zmienić w zależności od właściwości szkła oraz zastosowanych powłok. Wskaźnik oddawania barw (wartość Ra) opisuje, czy i jak zmienia się barwa danego obiektu podczas oglądania go przez przeszklenie. Definiuje on „jakość widmową” szkła podczas transmisji. Wartość ta mieści się w przedziale od 0 do 100. Wartość Ra wynosząca 100 oznacza, że barwa obiektu oglądanego przez przeszklenie jest identyczna z jego faktyczną barwą. Indeks odtwarzania barw $Ra > 90$ jest oceniany jako bardzo dobry $Ra > 80$ jako dobry.

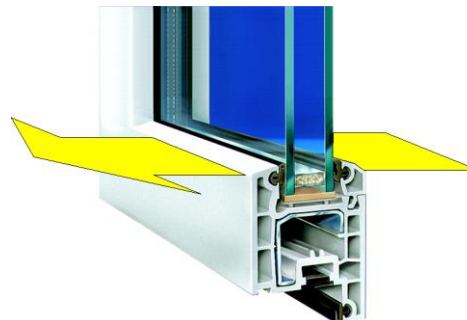


IZOLACYJNOŚĆ TERMICZNA STOLARKI BUDOWLANEJ



Współczynnik przenikania ciepła okna

$$U_w = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_p U_p + \sum A_f U_f + \sum l_p \psi_p + \sum l_g \psi_g}{\sum A_g + \sum A_g + \sum A_g} + \Delta U_w$$



W którym:

U_p – współczynnik przenikania ciepła panelu nieprzeźroczystego

ψ_p – liniowy współczynnik przenikania ciepła panelu nieprzeźroczystego, można przyjąć równą zero jeżeli wewnętrzne i zewnętrzne lica panelu są z materiału o $\psi_p < 0,5 \text{ W/mK}$ oraz współczynnik przewodzenia ciepła wszystkich materiałów powodujących powstawanie mostków na krawędzi paneli jest mniejszy niż $0,5 \text{ W/mK}$. W innych przypadkach należy obliczać zgodnie z PN-EN ISO 10077-2

U_g – współczynnik przenikania ciepła oszklenia [$\text{W/m}^2\text{K}$]

A_g – pole powierzchni oszklenia [m^2]

U_f – współczynnik przenikania ciepła ramy [$\text{W/m}^2\text{K}$]. W odniesieniu do okien należy obliczyć zgodnie z PN-EN ISO 10077-2 lub wyznaczyć zgodnie z normą PN-EN 12412-2

A_f – pole powierzchni ramy [m^2]

ΔU_w - dodatek na szprosy i szczeliny



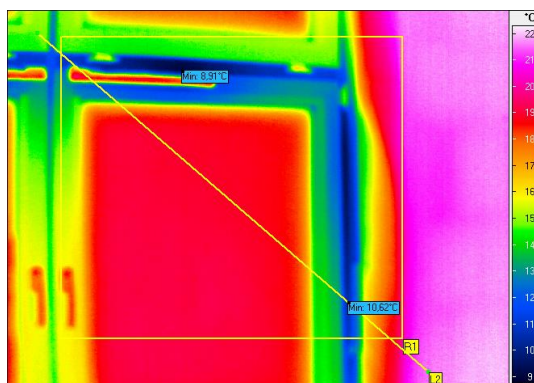
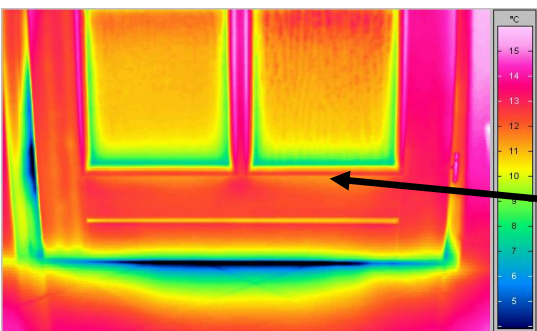
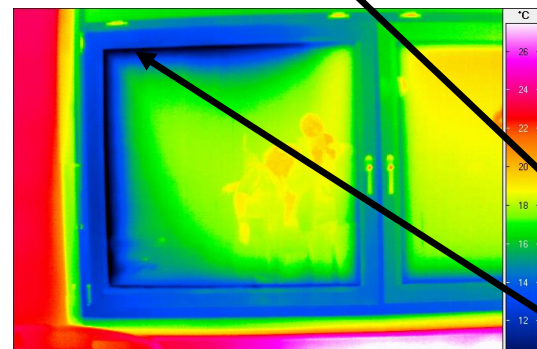
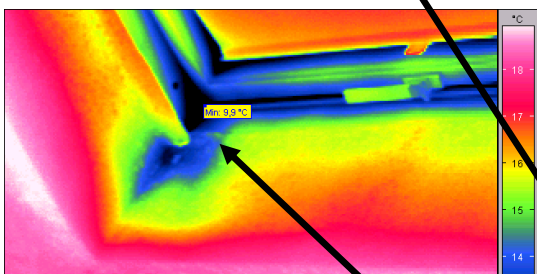
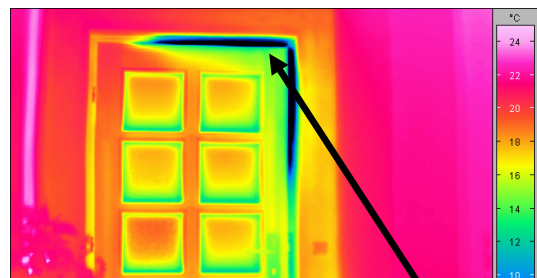
PRZEPUSZCZALNOŚĆ POWIETRZA.

Przepuszczalność powietrza (infiltracja) określa na ile szczelna jest przegroda. Ma to szczególne znaczenie w przypadku budynków energooszczędnych lub pasywnych dla których przewidziano wysoki poziom szczelności budynku. Szczelność stolarki może mieć decydujący wpływ na szczelność budynku. W badaniu szczelności określa się ilość powietrza przenikająca przez okno przy zadanym ciśnieniu. Współczynnik infiltracji określa ilość powietrza jaka przenika w ciągu godziny przez 1 m szczeliny stolarki przy różnicy ciśnienia 10 Pa. Za szczelność okna odpowiadają: konstrukcja profili, rodzaj uszczelek.

14	4.14	Przepuszczalność powietrza		1	2	3	4	
		Maksymalne ciśnienie próbne (Pa)		(150)	(300)	(600)	(600)	
		Referencyjna przepuszczalność powietrza przy 100 Pa ($\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ lub ($\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m})$))	npd	(50 lub 12,50)	(27 lub 6,75)	(9 lub 2,25)	(3 lub 0,75)	

Klasyfikacja	Przepuszczalność powietrza	Powierzchnia okna	Przepuszczalność powietrza okna
	$\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$	[m^2]	m^3/h
1	50	1,8	90
2	27	1,8	48,6
3	9	1,8	16,2
4	3	1,8	5,4

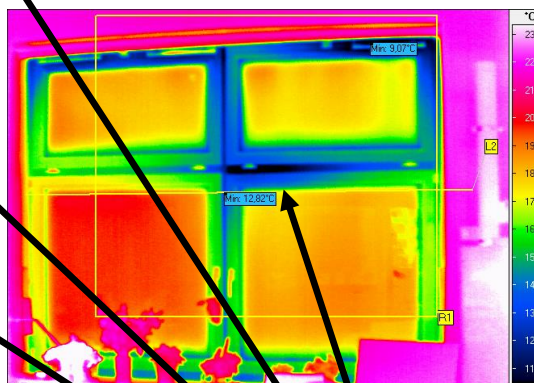
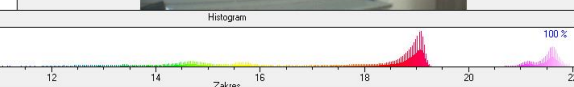
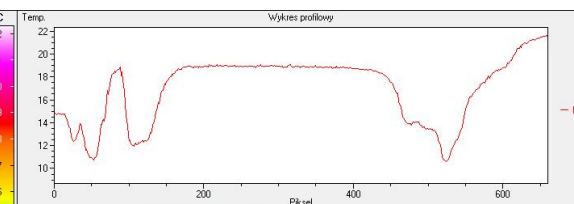




Termogram 31. Na termogramie zarejestrowano przecieki powietrza przez nieszczelności okienne.

ID	Wartość M	Min	Maks	Zakres	Odcz. std.	Lp[m]
R1	16,70	8,91	21,61	12,70	2,82	5,68
L2	17,00	10,62	21,60	10,98	2,83	2,29

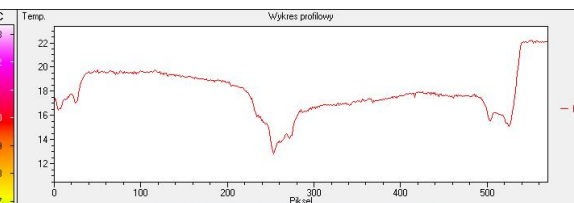
Ciepłota względna
0,015
0,010
0,005
0,000



Termogram 32. Wzrosty jak dla termogramu 30 i 31.

ID	Wartość M	Min	Maks	Zakres	Odcz. std.	Lp[m]
R1	17,21	9,07	22,21	13,14	2,38	5,68
L2	17,94	12,82	22,21	9,39	1,78	1,57

Ciepłota względna
0,015
0,010
0,005
0,000



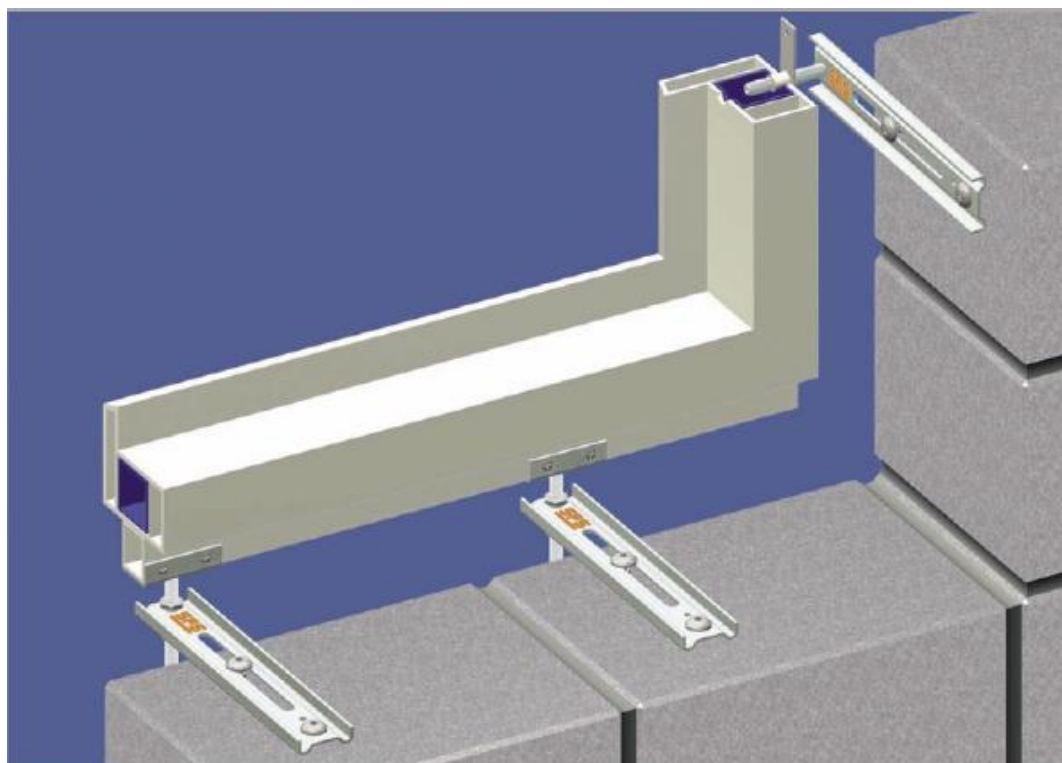
Lokalizacja miejsc przepływu powietrza



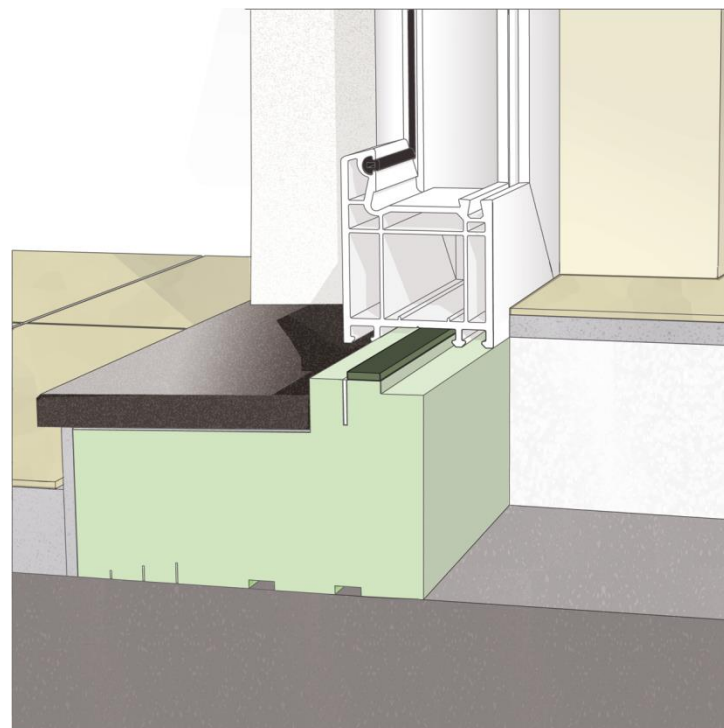
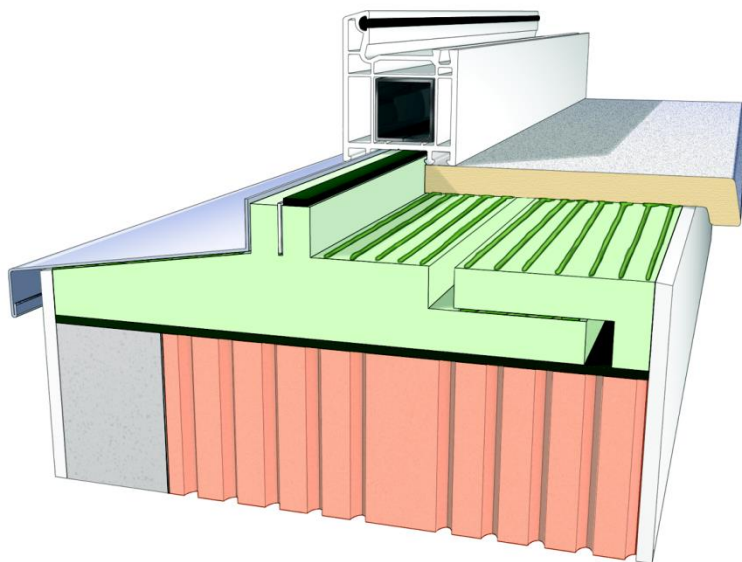
SYSTEMY MOCOWANIA STOLARKI W PRZEGRODACH NIEPRZEŹROCZYSTYCH



Specjalne mocowanie

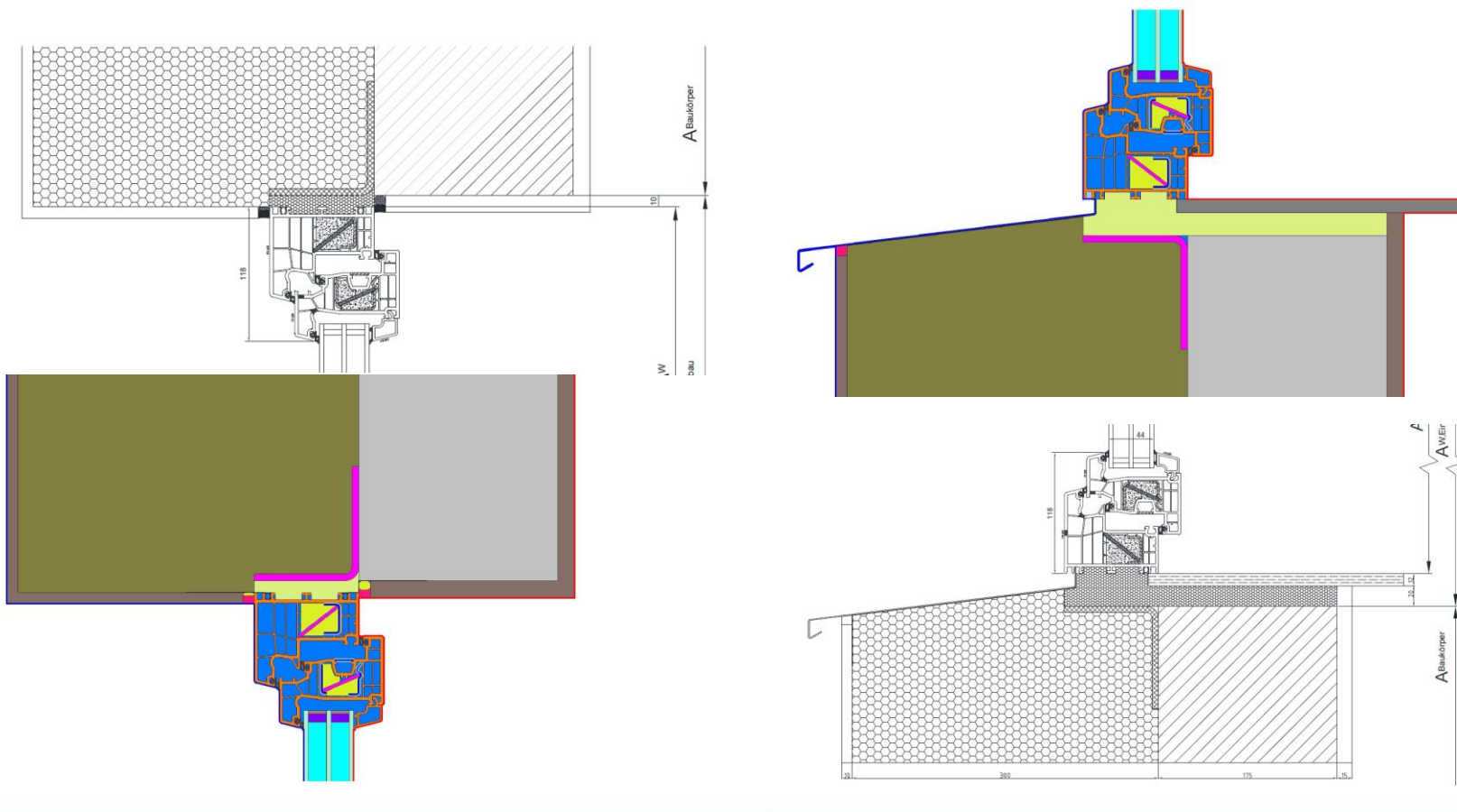


Styropianowy blok podparapetowy



Montaż okien

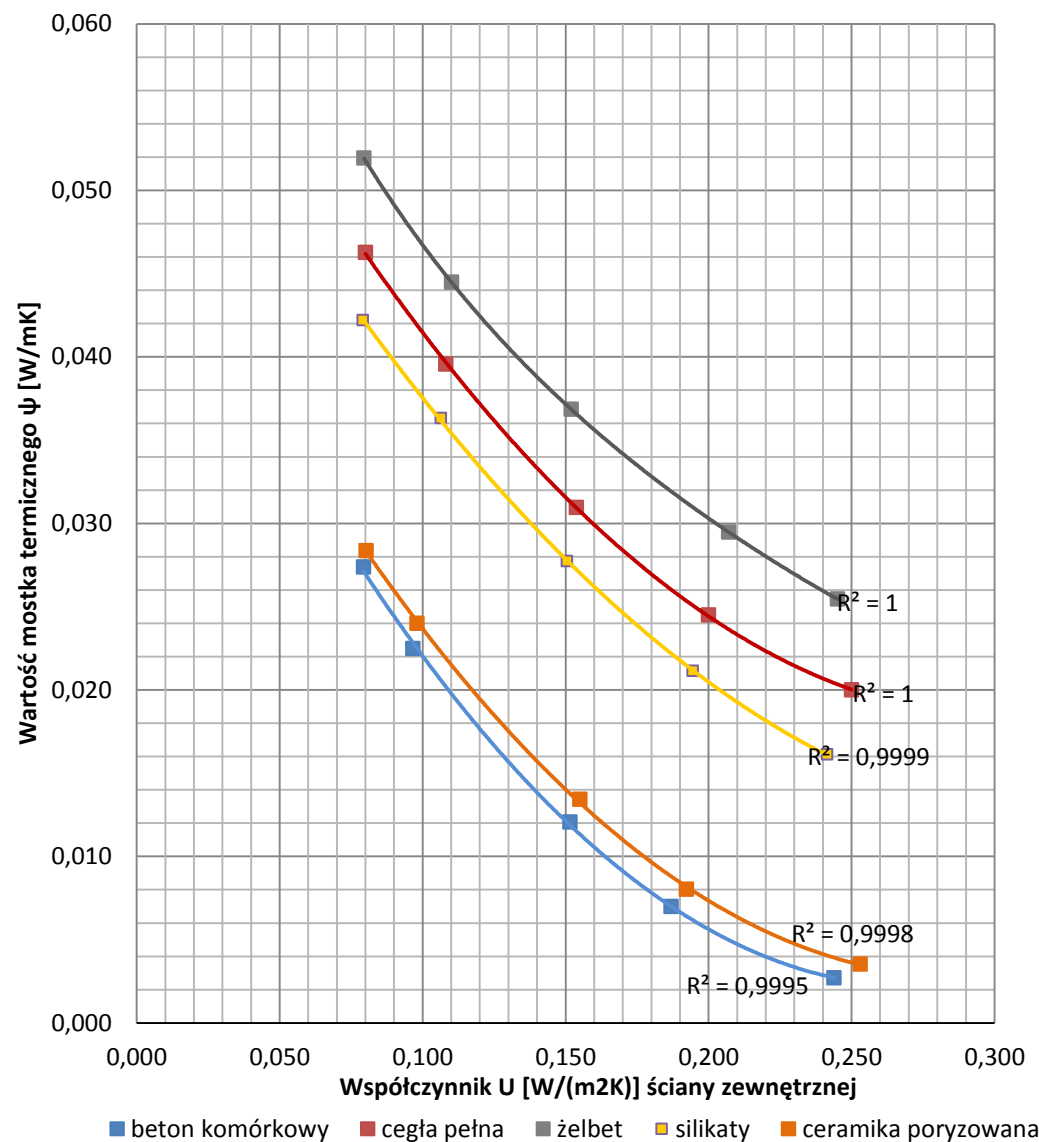
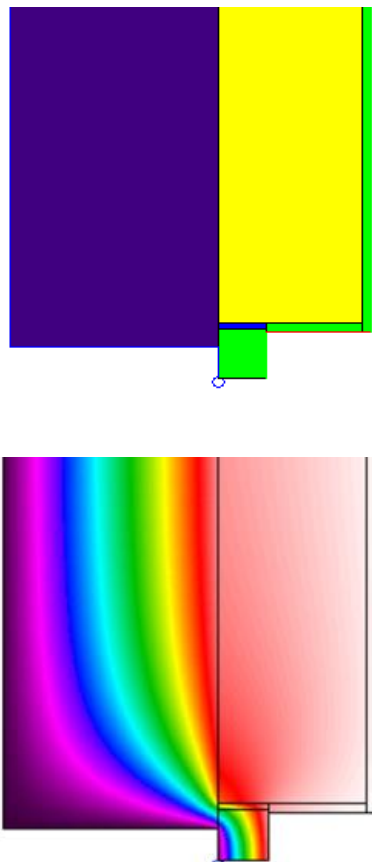
Okna w budynku pasywnym muszą być montowane w taki sposób aby mostek termiczny na połączeniu okna ze ścianami był jak najmniejszy.



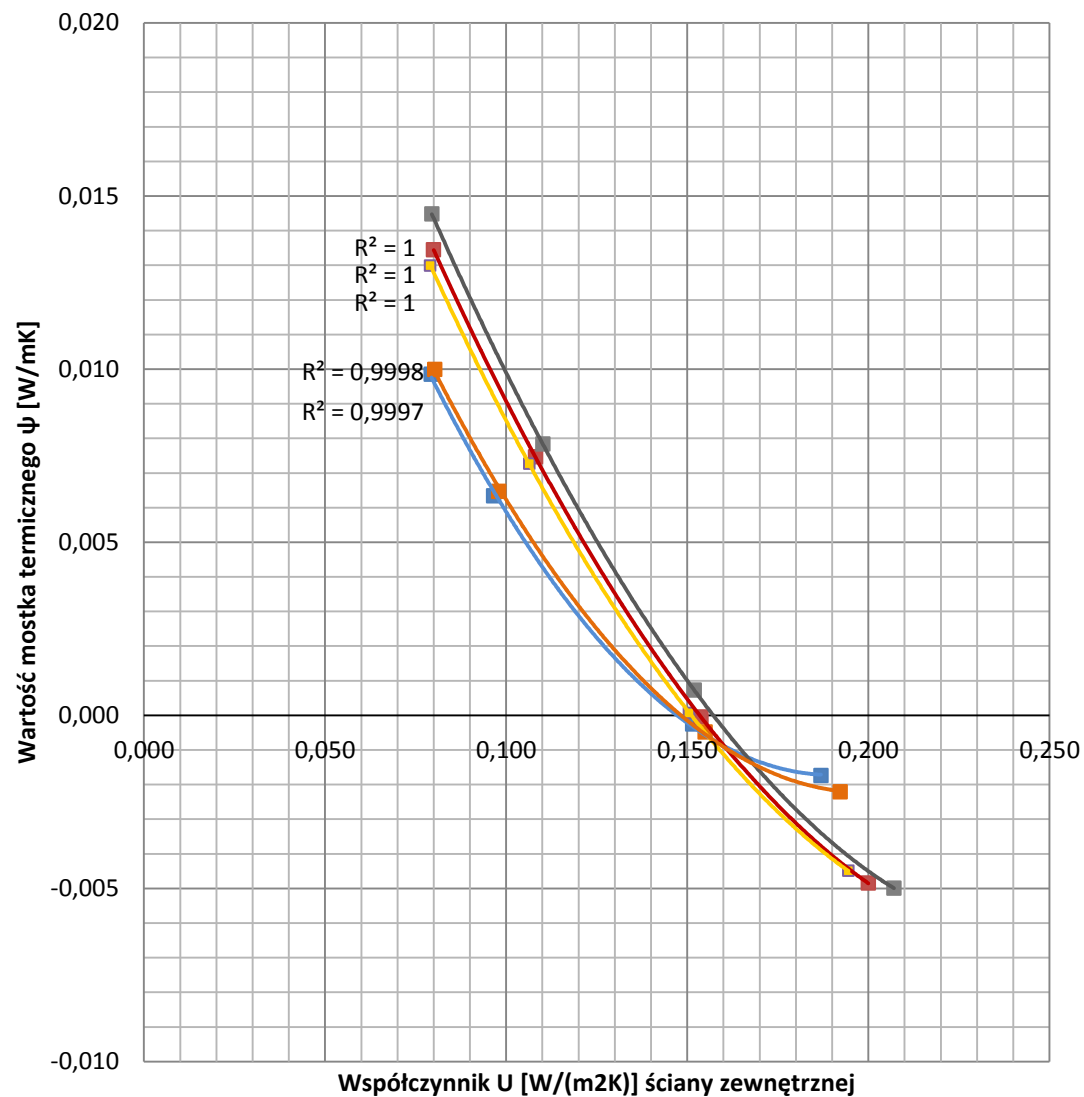
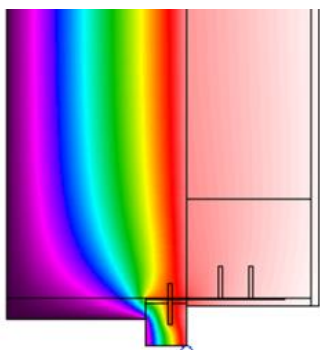
MOSTKI CIEPŁA NA POŁĄCZENIACH STOLARKI Z PRZEGRODAMI ZEWNĘTRZNYMI



Schemat 1



Schemat 2



■ beton komórkowy ■ cegła pełna ■ żelbet ■ silikaty ■ ceramika poryzowana

