



IZOLACYJNOŚĆ TERMICZNA STOLARKI BUDOWLANEJ



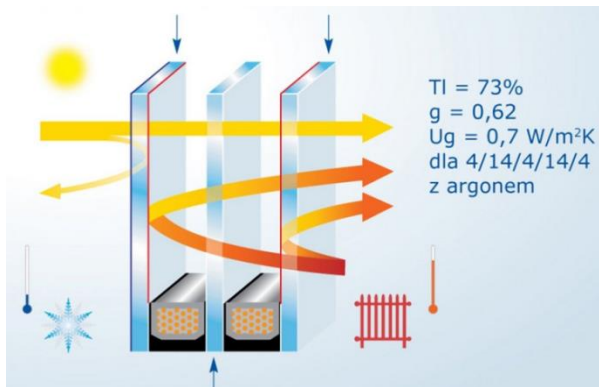
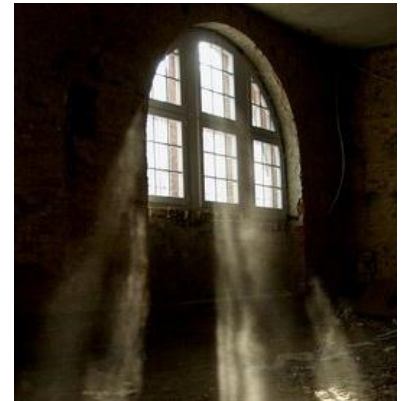
Założenia do oceny w oparciu o energię użytkową

Ocena energetyczna stolarki budowlanej w różnych krajach dotyczy energii użytkowej EU
Bilans dla stolarki w budynkach ogrzewanych(EU)

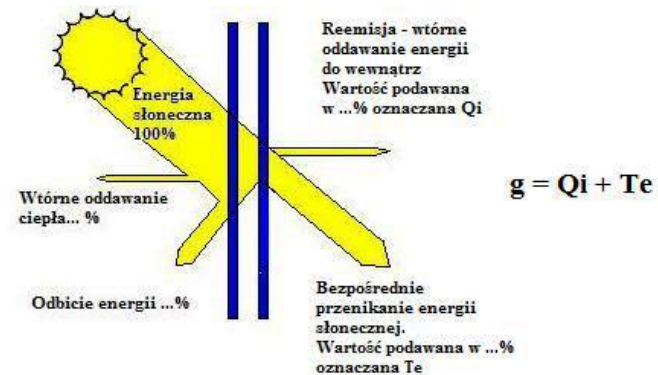
- E_{Wh} energia straty ciepła przez przenikanie ,
- E_{inf} energia na infiltrację,
- E_{sol} zyski ciepła – energia słoneczna

$EU_h = - \text{straty} - \text{infiltracja} + \text{zyski} + \text{energia pomocnicza}$

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



Calkowity współczynnik przenikalności energii "g"



Izolacyjność termiczna okien i drzwi

Parametry określające izolacyjność termiczną okien lub drzwi można wyznaczyć zgodnie z PN-EN ISO 10077-1 lub za pomocą badań kompletnych okien zgodnie z normami: PN-EN ISO 12567-1 dla okien i drzwi lub PN-EN ISO 12567-2 w odniesieniu do okien dachowych. Obliczenie współczynnika przenikania ciepła U_w wymaga określenia następujących składowych okna:

- dla części przezroczystych (zawierających oszklenie) współczynnik przenikania ciepła części przezroczystej obliczony wg PN – EN 673:2011, PN – EN 674:2011 lub PN – EN 675:2011,
- dla części nieprzezroczystych obliczenie wartości współczynnika przenikania ciepła, który należy wyznaczyć zgodnie z normą PN – EN ISO 6946:2008 lub zgodnie z normą PN-EN ISO 10211 lub zmierzonego zgodnie z normami PN-EN ISO 8301 i 8302,
- obliczenie lub zmierzenie współczynnika przenikania ciepła dla elementów konstrukcyjnych okna (ram, skrzydeł, słupków, szczeblin...) zgodnie z normą PN-EN ISO 10077-2, przyjętego z załącznika normy PN-EN ISO 10077-1:2007 lub z normą PB-EN 12412-2,
- określenie wartości liniowego współczynnika przenikania ciepła występującego na ramce dystansowej szyby zespolonej, które można przyjąć na podstawie normy PN-EN ISO 10077-1 - Załącznik E, lub obliczyć zgodnie z normą PN-EN ISO 10077-2



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 $\psi_p < 0,5$ W/mK oraz współczynnik przewodzenia ciepła wszystkich materiałów powodujących powstawanie mostków na krawędzi paneli jest mniejszy niż 0,5 W/mK. W innych przypadkach należy obliczać zgodnie z PN-EN ISO 10077-2

U_g – współczynnik przenikania ciepła oszklenia [W/m²K]

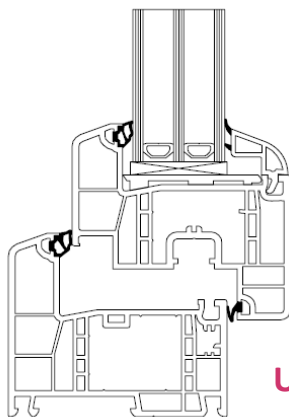
A_g – pole powierzchni oszklenia [m²]

U_f – współczynnik przenikania ciepła ramy [W/m²K]. W odniesieniu do okien należy obliczyć zgodnie z PN-EN ISO 10077-2 lub wyznaczyć zgodnie z normą PN-EN 12412-2

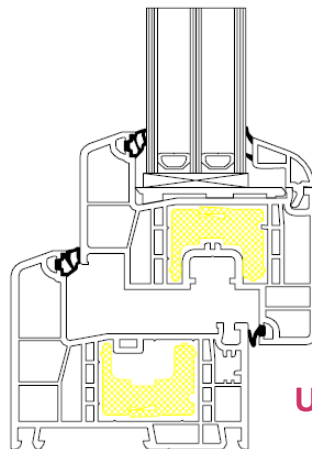
A_f – pole powierzchni ramy [m²]

ΔU_w - dodatek na szprosy i szczeliny

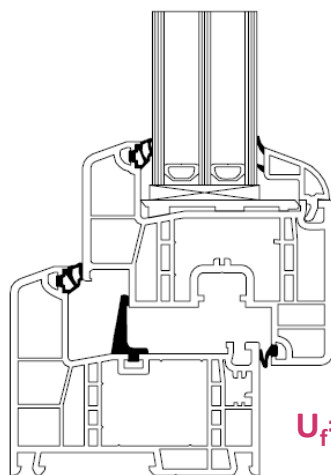
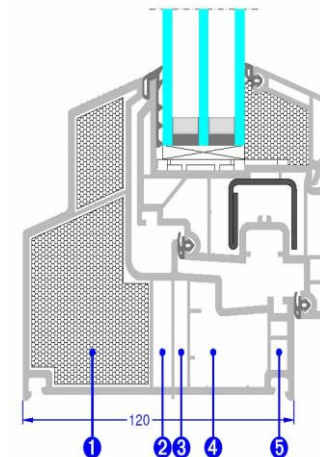




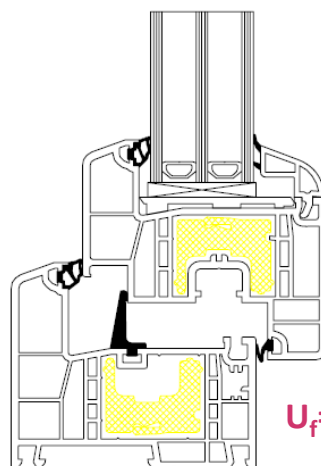
$U_f = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$



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



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



$U_f = 0,91 \text{ W/m}^2\text{K}$



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



Szpros i szczebliny



Rysunek J.1 – Szpros (szpros) nakładany (nakładane)

Rysunek J.3 – Wiele szprosów wewnętrznych w IGU ze szprosami nakładanymi lub bez nich



Rysunek J.2 – Szpros pojedynczy wewnątrz IGU ze szprosami nakładanymi lub bez nich





Dodatek na szprosy i szczeliny

A₁ Przenikalność cieplna okien ze szprosami i szczelinami

Przenikalność cieplna (U_w) okien ze szczeliną (szczelinami) lub szprosem (szprosami) można obliczać zwiększając wartość (ΔU_w) przenikalności cieplnej takiego samego okna bez szprosów (szprosów) lub szczeliny (szczelin), określoną według 4.12, o wartość podaną w Tabelicy J.1.

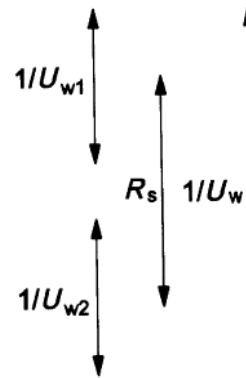
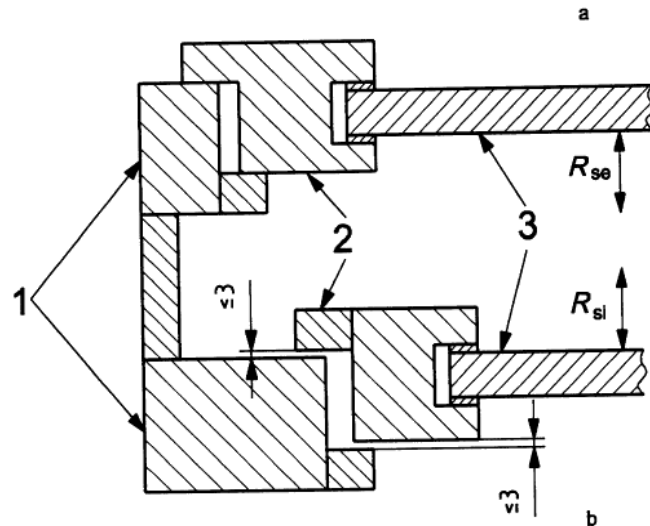


Tabelica J.1 – Przenikalność cieplna okien ze szprosami lub szczelinami

Rysunek	Opis	ΔU_w W/m ² K
J.1	Szpros nakładane	0,0
J.2	Szpros pojedynczy wewnątrz IGU, ze szprosami nakładanymi lub bez nich	0,1
J.3	Wiele szprosów wewnętrznych w IGU, ze szprosami nakładanymi lub bez nich	0,2
J.4	Szczelina	0,4



Dla okien podwójnych współczynnik przenikania ciepła U_W oblicza się ze wzoru



$$U_W = \frac{1}{\frac{1}{U_{W1}} - R_{si} + R_s - R_{se} + \frac{1}{U_{W2}}}$$



Objaśnienia

- 1 rama (stała)
- 2 skrzydło (ruchome)
- 3 oszklenie (pojedyncze lub wielokrotne)

^a Strona wewnętrzna

^b Strona zewnętrzna

w którym:

U_{W1} , U_{W2} – odpowiednio współczynniki przenikania ciepła okna zewnętrznego i wewnętrznego obliczone zgodnie z równaniem 1

R_{si} – opór przejmowania ciepła na powierzchni wewnętrznej okna zewnętrznego gdy jest ono stosowane oddzielnie

R_{se} – opór przejmowania ciepła na powierzchni zewnętrznej okna wewnętrznego gdy jest ono stosowane oddzielnie

R_s – Opór przestrzeni międzyszybowej



Współczynnik przenikania okien zespolonych.

$$U_W = \frac{1}{1/U_{g1} - R_{si} + R_s - R_{se} + 1/U_{g2}}$$

U_{g1} , U_{g2} – odpowiednio współczynniki przenikania ciepła okna zewnętrznego i wewnętrznego obliczone zgodnie z równaniem powyższym

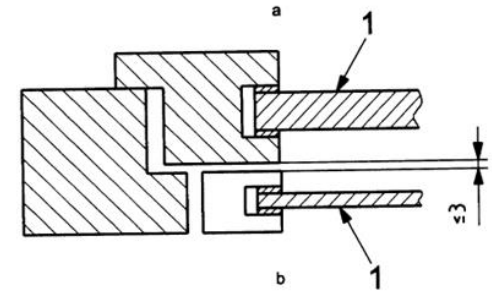
R_{si} – opór przejmowania ciepła na powierzchni wewnętrznej oszklenia zewnętrznego gdy jest ono stosowane oddzielnie

R_{se} – opór przejmowania ciepła na powierzchni zewnętrznej oszklenia wewnętrznego gdy jest ono stosowane oddzielnie

R_s – Opór przejmowania ciepła przestrzeni między wewnętrznym a zewnętrznym oszkleniem

Tablica C.1 – Opór cieplny R_s niewentylowanych przestrzeni powietrznych dla okien pionowych zespolonych i podwójnych

Grubość przestrzeni powietrznej mm	Opór cieplny R_s $m^2 \cdot K/W$				
	Jedna strona pokryta warstwą o emisyjności normalnej				Obydwie strony niepokryte
	0,1	0,2	0,4	0,8	
6	0,211	0,191	0,163	0,132	0,127
9	0,299	0,259	0,211	0,162	0,154
12	0,377	0,316	0,247	0,182	0,173
15	0,447	0,364	0,276	0,197	0,186
50	0,406	0,336	0,260	0,189	0,179



Objaśnienia

1 oszklenie (pojedyncze lub wielokrotne)

a Strona wewnętrzna

b Strona zewnętrzna

W przypadku grubszych warstw powietrza, jak w oknach czy drzwiach podwójnych, obliczenie zgodne z EN 673 nie prowadzi do poprawnych wyników. W takich przypadkach można stosować bardziej szczegółowe równania podane w ISO 15099^[8], komputerowe metody obliczania lub pomiary.

W Tabelcy C.2 podano współczynnik przenikania ciepła, U_g , oszklenia podwójnego i potrójnego wypełnionego różnymi gazami, obliczony zgodnie z EN 673. Wartości współczynnika przenikania ciepła w tabelcy mają zastosowanie do podanych emisyjności i stężeń gazu. Dla poszczególnych elementów oszklenia emisyjność i/lub stężenie gazu może zmieniać się w czasie. Procedury oceny efektu starzenia elementów oszklonych pod kątem właściwości cieplnych podano w EN 1279-1^[12] i EN 1279-3^[13].



Oszklenie wielokrotne

Współczynnik przenikania ciepła oszkleń wielokrotnego można obliczyć zgodnie z normą PN-EN 673 lub zgodnie z równaniem :

$$U_g = \frac{1}{R_{se} + \sum_j \frac{d_j}{\lambda_j} + \sum_j R_{s,j} + R_{si}}$$

w którym:

R_{se} – opór przejmowania ciepła na powierzchni zewnętrznej;

λ_j – współczynnik przewodzenia ciepła szkła lub warstwy materiały j;

d_j – grubość szyby lub warstwy materiały j;

R_{si} – opór przejmowania ciepła na powierzchni wewnętrznej;

$R_{s,j}$ – opór cieplny przestrzeni powietrznej j;

Współczynnik przewodzenia ciepła szkła

Przy braku szczegółowej informacji dotyczącej rozpatrywanego szkła należy stosować wartość $\lambda = 1,0 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

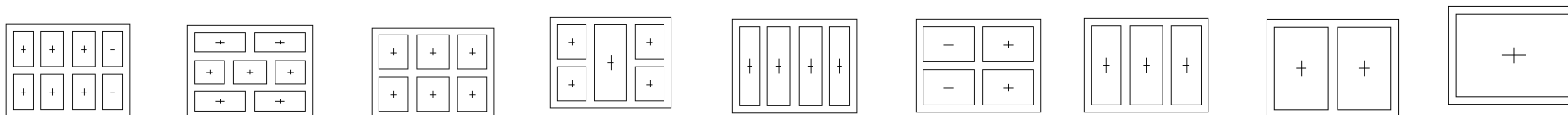




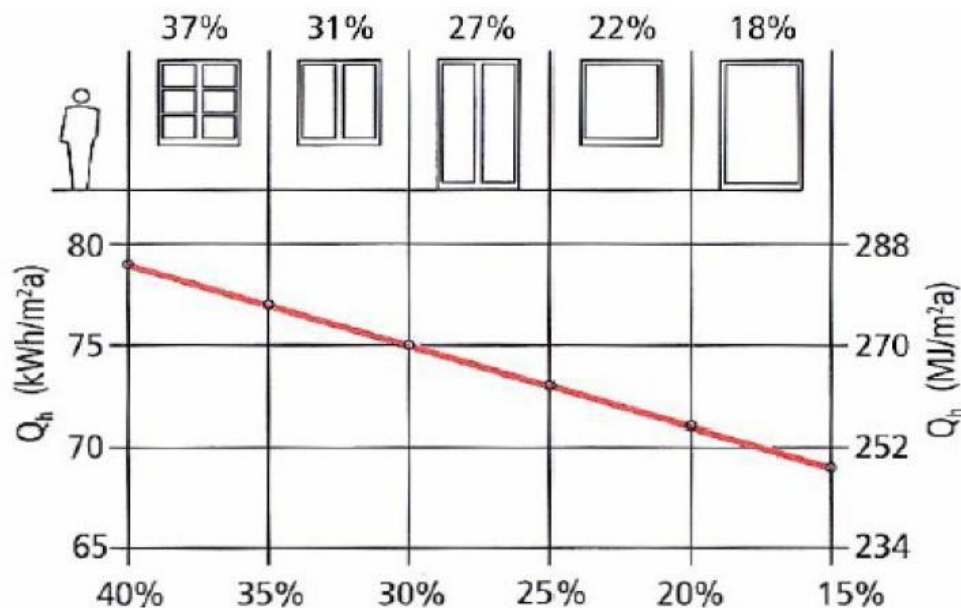
GEOMETRIA STOLARKI I PARAMETRY IZOLACYJNE



Współczynnik przenikania ciepła okna składającego się z różnej ilości kwater



ośmio	siedmio	sześćcio	pięćcio	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 $U_f=1,2$ W/m²K

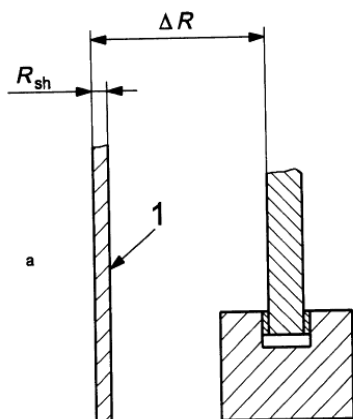
Szyba o $U_w=1,0$ W/m²K

mostek liniowy $\psi =0,06$



Współczynnik przenikania ciepła okna z dodatkową osłoną

$$U_w = \frac{1}{\frac{1}{U_w} + R}$$



$$U_w = \frac{1}{\frac{1}{U_w} + 0,33 \cdot \Delta R}$$

Dodatkowy opór cieplny okien z żaluzjami zamkniętymi

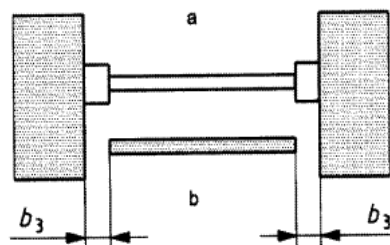
Jeżeli opór cieplny samej żaluzji, R_{sh} , jest znany (z obliczeń lub z pomiaru), dodatkowy opór cieplny, ΔR , można otrzymać z odpowiedniego wyrażenia z Tabelicy G.1, zależnie od przepuszczalności powietrza żaluzji (patrz Załącznik H).

Tabelica G.1 – Dodatkowy opór cieplny okien z żaluzjami zamkniętymi

Przepuszczalność powietrza żaluzji ^a	Dodatkowy opór cieplny ΔR $m^2 \cdot K/W$
Bardzo wysoka	0,08
Wysoka	$0,25 R_{sh} + 0,09$
Przeciętna	$0,55 R_{sh} + 0,11$
Niska	$0,80 R_{sh} + 0,14$
Bardzo niska	$0,95 R_{sh} + 0,17$
^a Definicję przepuszczalności powietrza żaluzji podano w Załączniku H.	

Przeciętna przepuszczalność powietrza odnosi się zazwyczaj do pełnych skrzydeł żaluzji, drewnianych żaluzji weneckich o litych listewkach zachodzących na siebie, żaluzji zwijanych o połączonych listewkach wykonanych z drewna, tworzywa sztucznego lub metalu.

W Tabelicy G.2 podano niektóre typowe wartości oporu cieplnego żaluzji i odpowiadające wartości ΔR , które można stosować w przypadku braku wartości R_{sh} otrzymanych z pomiaru lub obliczenia.



Określenie przepuszczalności żaluzji

Przepuszczalność żaluzji

Objaśnienia

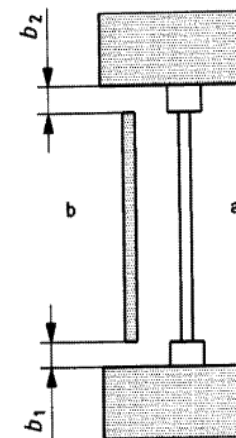
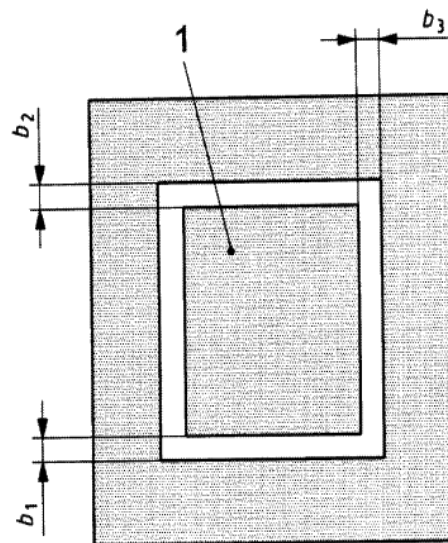
1 żaluzja

Dla różnych typów żaluzji kryterium przepuszczalności można wyrazić przez podanie efektywnej szczeliny całkowitej, b_{sh} , pomiędzy żaluzją a jej otoczeniem, jak podano w Równaniu (H.1)

a Strona wewnętrzna
b Strona zewnętrzna

$$b_{sh} = b_1 + b_2 + b_3 \quad (H.1)$$

Rys gdzie b_1 , b_2 , i b_3 są przeciętnymi szczelinami krawędziowymi u dołu, na górze i z boku żaluzji (patrz Rysunek H.1).



Tablica H.1 – Związek między przepuszczalnością a efektywną całkowitą szczeliną krawędziową między żaluzją a jej otoczeniem

Klasa	Przepuszczalność powietrza żaluzji	b_{sh} mm
1	Bardzo wysoka	$b_{sh} \geq 35$
2	Wysoka	$15 \leq b_{sh} < 35$
3	Przeciętna	$8 \leq b_{sh} < 15$
4	Niska	$b_{sh} \leq 8$
5	Szczelna	$b_{sh} \leq 3$ oraz $b_1 + b_3 = 0$ lub $b_2 + b_3 = 0$

UWAGA 1 Dla klas przepuszczalności 2 i wyższych nie zaleca się żadnych otworów w obrębie samej żaluzji.

UWAGA 2 Dla żaluzji o klasie przepuszczalności 5 stosuje się następujące kryteria:

a) żaluzje zwijalne:

Szczeliny krawędziowe z boku i u dołu uważa się za równe 0, jeżeli uszczelki taśmowe są prowadzone w szynach przewodnicowych z końcowymi listwami. Szczelinę u góry uważa się za równą 0, jeżeli wejście do skrzynki żaluzji zwijalnej jest wyposażone w uszczelki wargowe lub szczotkowe po obu stronach zasłony lub jeżeli koniec zasłony jest dociskany przez urządzenie (sprężynę) do materiału uszczelniającego na wewnętrznej powierzchni zewnętrznej strony skrzynki żaluzji zwijanej.

b) inne żaluzje:

Skuteczna obecność uszczelki taśmowej na trzech stronach i szczelina na czwartej stronie mniejsza niż 3 mm.

Alternatywną metodą ustalenia, że żaluzja jest klasy 5, jest weryfikacja, za pomocą pomiaru, że strumień powietrza przez żaluzję nie przekracza $10 \text{ m}^3 / (\text{h} \cdot \text{m}^2)$ przy spadku ciśnienia 10 Pa.



Dodatkowy opór cieplny żaluzji wg PN-EN 10077-1

Tablica G.2 – Dodatkowy opór cieplny dla okien o żaluzjach zamkniętych

Typ żaluzji	Typowy opór cieplny żaluzji R_{sh} $m^2 \cdot K/W$	Dodatkowe opory cieplne przy określonej przepuszczalności powietrza żaluzji ^a ΔR $m^2 \cdot K/W$		
		Wysoka lub bardzo wysoka przepuszczalność powietrza	Przeciętna przepuszczalność powietrza	Bardzo niska lub niska przepuszczalność powietrza
Żaluzje zwijane aluminiowe	0,01	0,09	0,12	0,15
Żaluzje zwijalne drewniane i z tworzywa sztucznego, bez wypełnienia pianką	0,10	0,12	0,16	0,22
Żaluzje zwijalne z tworzywa sztucznego, z wypełnieniem pianką	0,15	0,13	0,19	0,26
Żaluzje drewniane o grubości od 25 mm do 30 mm	0,20	0,14	0,22	0,30

^a Definicję przepuszczalności powietrza żaluzji podano w Załączniku H.



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 W/m²K (U _g =1,0 oraz U _f =1,48 W/m ² K , ψ=0,06 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



Izolacyjność cieplna okna zależy od:

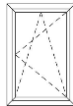
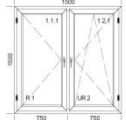
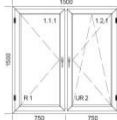
- Współczynnika przenikania ciepła ramy.
- Współczynnika przenikania ciepła szyby.
- Współczynnika przepuszczalności promieniowanie słonecznego.
- Geometrii okna.
- Izolacyjności termicznej ramki dystansowej.
- Szczelności okna.
- Izolacyjności termicznej dodatkowych osłon.
- Wpływu urządzeń wentylacyjnych na izolacyjność termiczną okna



Raport z obliczeń wg PN – EN 10077-1 powinien zawierać:

1. Powołanie na normę obliczeniową
 2. identyfikację organizacji wykonującej obliczenia
 3. datę obliczenia
 4. rysunki techniczne przekrojów wszystkich części ram weryfikujące:
 - grubość, wysokość, położenie, typ i liczba przekładem cieplnych (dla ram metalowych);
 - liczba i grubość komór powietrza (dla ram z tworzyw sztucznych i ram metalowych, gdzie szczeliny powietrze związane są z przekładkami)
 - obecność i położenie wzmocnień (dla ram PVC);
 - grubość ram drewnianych i grubość ram z tworzywa sztucznego oraz PUR,
 - grubość przestrzeni gazowych, identyfikacja gazu i jego zagwarantowany udział procentowy
 - typ szkła i jego grubość lub właściwości cieplne oraz emisyjność jego powierzchni;
 - grubość i opis wszelkich nieprzeźroczystych paneli w ramie;
 - powierzchnia zrzutowana ramy wewnętrznej i ramy zewnętrznej
 - rozwinięta powierzchnia ramy wew. i zewnętrznej
 - położenie ramek dystansowych lub , i wzmocnień krawędzi paneli nieprzeźroczystych
 - opis wszystkich żaluzji
 5. szkic całego okna lub drzwi patrząc od strony wewnętrznej wraz z:
 - pole powierzchni oszklonej lub pole powierzchni panelu
 - pole powierzchni ramy
 - długość obwodu oszklenia i/lub długość obwodu paneli;
- należy wskazać źródło wartości stosowanych w obliczeniach (normy, aprobaty...);
Wartość Uw należy podawać z dokładnością do dwóch cyfr znaczących



Parametr okna	Okno		
			
Odporność na obciążenie wiatrem	C2	C3	C3
Wodoszczelność	5A	5A	6A
Siały operacyjne	Klasa 1	Klasa 2	Klasa 2
Wytrzymałość mechaniczna	Klasa 2	Klasa 4	Klasa 4
Odporność na otwieranie	5 000 cykli	10 000 cykli	20 000 cykli
Przenikalność światła „Lt”.	56	73	73
Przepuszczalność promieniowania słonecznego g_G	0,5	0,62	0,62
Współczynnik przenikania ciepła U_W	0,8	0,85	0,83
Izolacyjność akustyczna $R_w(C;Ctr)$			
Przepuszczalność powietrza L_{100}			
Odporność na wielokrotne otwieranie			
Odporność na włamanie			





O OCENIE ENERGETYCZNEJ DECYDUJE BILANS ENERGETYCZNY STOLARKI

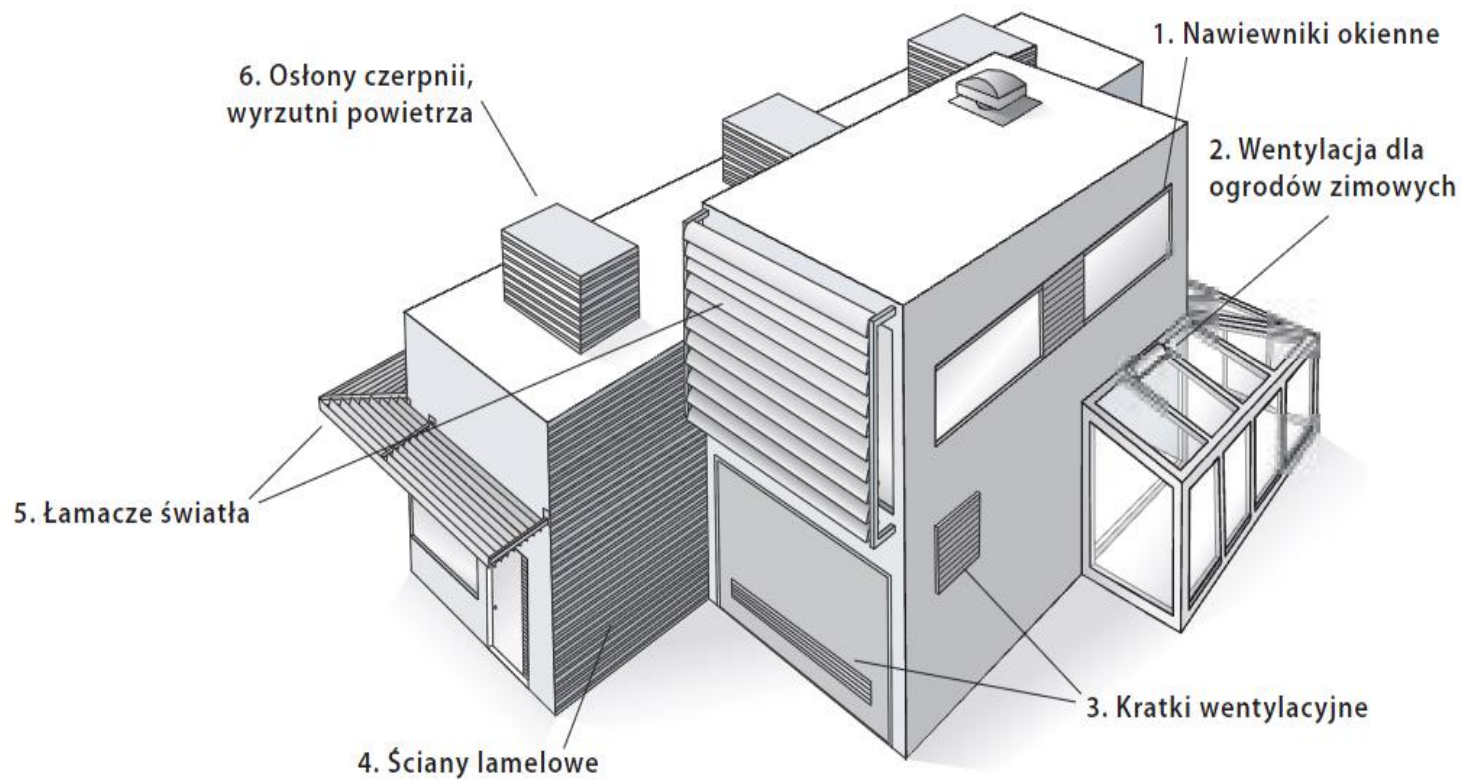




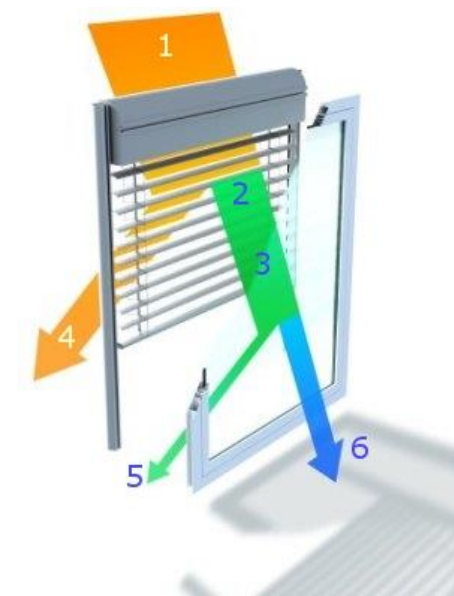
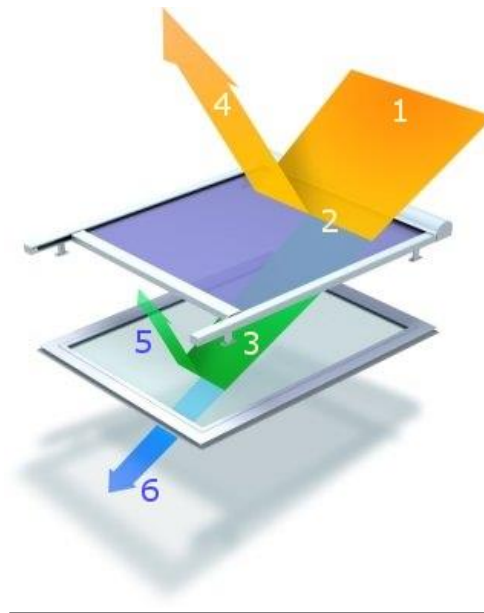
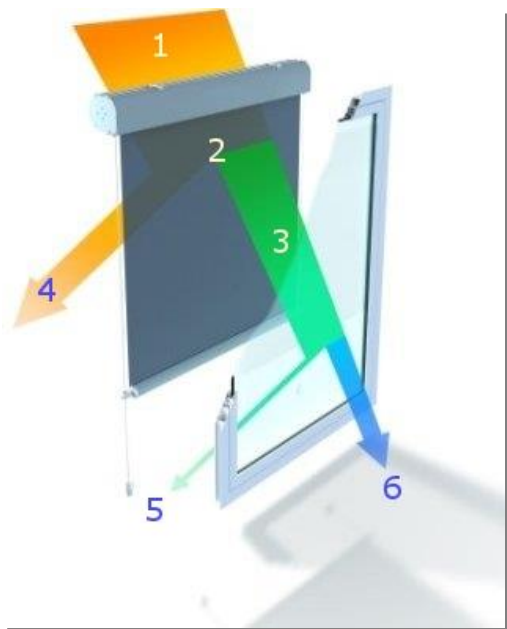
Ostony przeciwsłoneczne



Typy osłon słoneczne



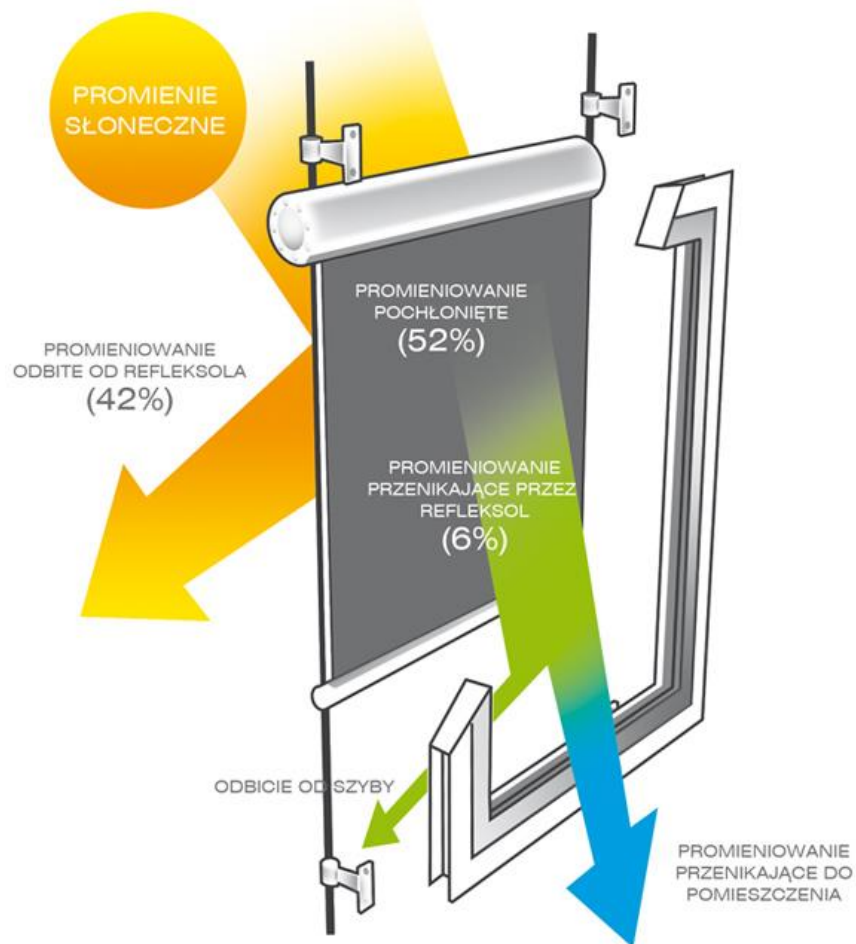
Ostony przeciwsłoneczne ruchome



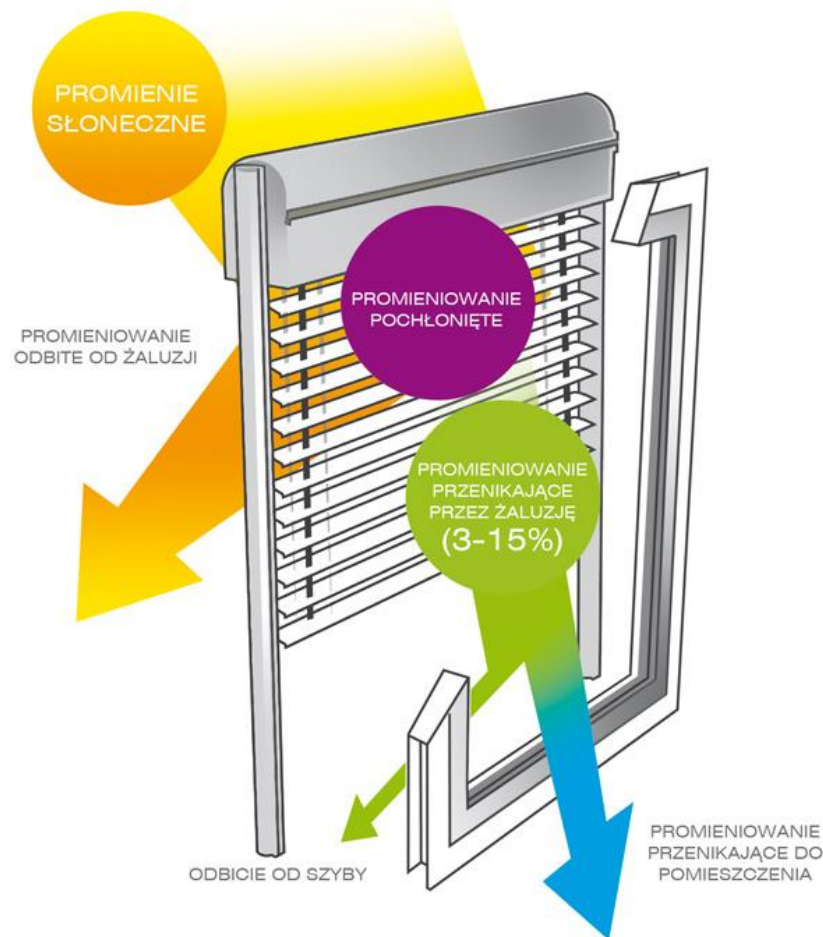
Zyski stosowania dodatkowych osłon

- zmniejszenie zysków ciepła latem
- zmniejszenie kosztów chłodzenia
- utrzymanie zysków ciepła zimą





Refleksole



Żaluzje zewnętrzne







ENERGOOSZCZĘDNA STOLARKA BUDOWLANA

Jacek Kowalczyk

 **OKNOPLAST**
wybierz eksperta



Sponsorzy i organizatorzy konferencji zapraszają na przerwę kawową

SPONSORZY:



TROX Austria GmbH Oddział w Polsce



Patroni medialni





WENTYLACJA



Zadania wentylacji

Między budynkiem i jego otoczeniem musi istnieć stała wymiana powietrza odbywająca się przez system wentylacji. Zadaniem wentylacji jest dopływ powietrza niezbędnego do oddychania oraz do odprowadzenia lub rozcieńczenia zanieczyszczeń w tym i pary wodnej.

Wymagania dla powietrza:

- Minimum fizjologiczne ze względu na CO₂ wynosi około 8-10 h.
- Przy takiej wymianie nie byłoby możliwe usunięcie pary wodnej, zapachów oraz innych zanieczyszczeń.
- **CHODZI O TO ABY UMIEĆ OKREŚLIĆ WYMAGNĄ WYMAINĘ POWITRZA W POMIESZCZENIACH, STREFACH ORAZ BUDYNKU**



PN-B-03430:1983/Az3:2000 Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej- wymagania

$V_{ve,k,mn}$ uśredniony w czasie strumień powietrza wyznacza się wg zasad:

Wymiany powietrza określa się na podstawie warunków:

20 m³/h dla każdej osoby,
30 m³/h dla każdej osoby w pomieszczeniu, w którym można palić,
15 m³/h dla dziecka,
30 m³/h dla każdej osoby w pomieszczeniu klimatyzowanym oraz wentylowanym o nieotwieralnych oknach,
50 m³/h dla każdej osoby w pomieszczeniu klimatyzowanym oraz wentylowanym o nieotwieralnych oknach w przypadku palenia.
Przyjmuje się, że w pomieszczeniach mieszkalnych wymagania spełnione są przy 1 wym./h.

W budynkach mieszkalnych, niezależnie od zastosowanego rodzaju wentylacji, strumień powietrza wentylacyjnego określany jest na podstawie sumy strumienia powietrza usuwanego, który powinien wynosić:

70 m³/h w kuchni wyposażonej w kuchenkę gazową,
50 m³/h w kuchni wyposażonej w kuchenkę elektryczną,
50 m³/h w łazience
30 m³/h w WC,
15 m³/h w pomieszczeniach pomocniczych,
30 m³/h w pomieszczeniach na wyższej kondygnacji w domu lub mieszkaniu wielopiętrowym.
Współczynnik strat ciepła na wentylację należy obliczać ze wzoru



SZCZELNOŚĆ I WENTYLACJA?

Okna bardzo często łączone były z wentylacją. Wszystkie budynki wykonywane do 1994-1996 roku miały okna ze szczeliną wentylacyjną, która opisywana była przez współczynnik infiltracji a określający ilość powietrza V [m³] jaka przepłynie przez nieszczelności okienne lub drzwiowe w ciągu 1h przez 1 m szczeliny okna lub drzwi przy określonej różnicy ciśnień Δp [daPa].

$$a = \frac{V}{L \cdot (\Delta p)^{(2/3)}}$$

L – długość szczeliny okiennej lub drzwiowej [m].

Wartość a wahała się od 3 do 0,5.

Aktualnie określa się kasy przepuszczalności (szczelności) stolarki budowlanej – L_{100} . Zgodnie z obowiązującym prawem budowlanym wentylacja może być realizowana jedynie przez urządzenia wentylacyjnie (najczęściej są to nawiewniki) której celem jest zapewnienie odpowiedniego klimatu pomieszczeń. Okna mogą być wyposażone w zintegrowane z konstrukcją przegrody urządzenia nawiewne ciśnieniowe, higrosterowalne, sterowane za pomocą urządzeń elektrycznych. Istnieją również zintegrowane z oknem, najczęściej wszybowe urządzenia wyposażone w wentylator nawiewny.

