



AKADEMIA ENERGOOSZCZĘDNOŚCI

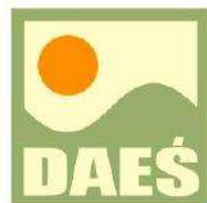
PRZEGRODY PRZEZROCZYSTE W BUDYNKACH ENERGOOSZCZĘDNYCH



**NOWE ZNANE I NIE-ZNANE
ZAGADNIENIA I WYMAGANIA PRAWNE.**

Mgr inż. Jerzy Żurawski
Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska





Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska

działa od 1999 roku w zakresie oszczędzania energii i ochrony środowiska w budownictwie mieszkaniowym, samorządowym oraz w przemyśle..

Właściciele:

Dr arch. Agnieszka Cena – Soroko: architekt,
audytor energetyczny, ekspert Banku Światowego

Mgr inż. Jerzy Żurawski: inżynier budowlany,
audytor energetyczny, menager CEM,
uprawnienia europejskie Eurem,





Naszą misją jest działanie związane z poszanowaniem energii i ekologią w budownictwie oraz w przemyśle.



Specjalizujemy się w projektowaniu budynków o racjonalnie niskim poziomie zużycia energii.



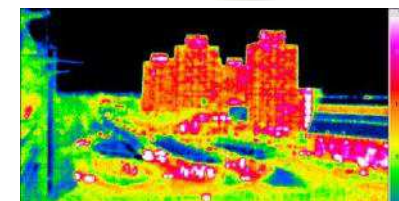
Tworzymy programy komputerowe oceny energetycznej budynków, auditingu.



Szkolimy inżynierów, architektów i audytorów energetycznych.



Współpracujemy z jednostkami samorządowymi, stowarzyszeniami w zakresie poprawy efektywności energetycznej.



CERT
OPTYMALIZACJA

Aterm

S A P E



CZĘŚĆ 1. STOLARKA BUDOWLANA, AKTUALNE WYMAGANIA PRAWNE – WPROWADZENIE.

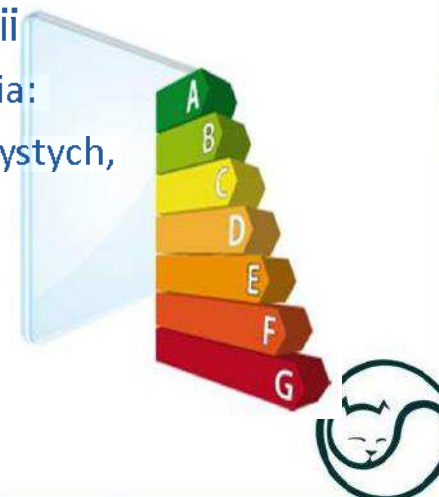
Wstęp - Zmiany prawne wg WT - 2014:

Bezpieczeństwo konstrukcji,
Bezpieczeństwo użytkowania,
Ochrona przed hałasem

Odpowiednia jakość energetyczne i racjonalizacji zużycia energii

Stolarka opisana w warunkach technicznych WT2014 – wymagania:

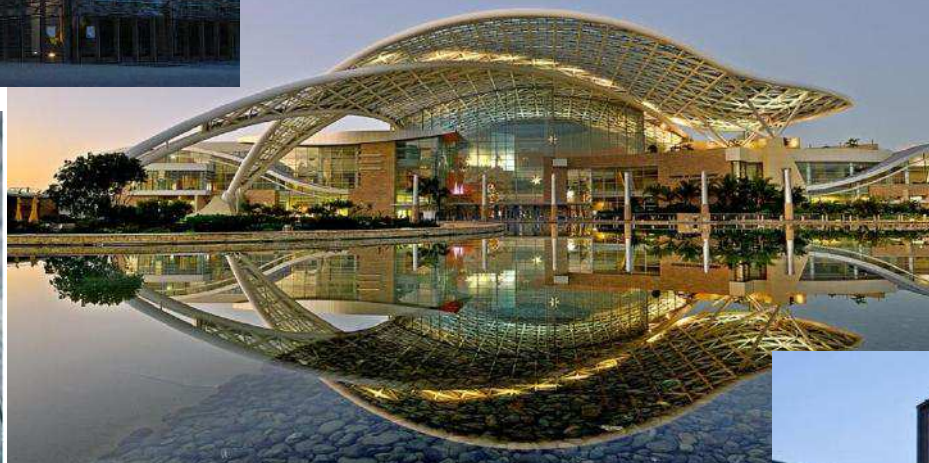
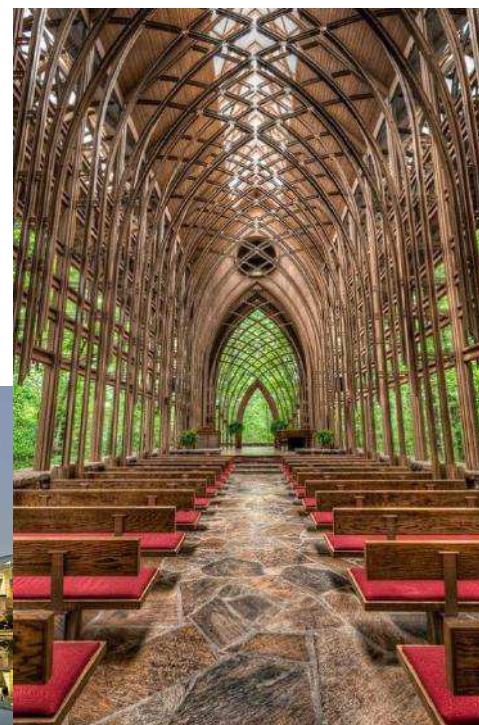
Zmiany w warunkach technicznych w zakresie przegród przezroczystych,
Obowiązujące norm.





PRZEGRODY PRZEŹROCZYSTE WPROWADZENIE











12 kryteriów oceny efektywności energetycznej budynku



1. GEOMETRIA: Budynek powinien być odpowiedniej geometrii: zwarty i „otwarty” na słońce

2. RACJONALNA IZOLACJA TERMICZNA PRZEGRÓD NIEPRZEŹROCZYSTYCH

3. RACJONALNA IZOLACJA TERMICZNA PRZEGRÓD PRZEŹROCZYSTYCH z dostosowaniem do stron świata oraz najlepiej ze zmienną przepuszczalnością promieniowania słonecznego – gc.

9. POJEMNOŚĆ CIEPŁA. Dostosowanie pracy systemu c.o. i chłodzenia do pojemności cieplnej i budynku

4. MOSTKI TERMICZNEJ. Ograniczenie wpływu mostków termicznych: punkowych, liniowych, oraz geometrycznych.

10 . INTELIGENTNE ZARZĄDZANIE ENERGIA z uwzględnieniem: pojemności cieplnej, zmienności użytkowych oraz parametrów izolacyjnych

5. SZCZELNOŚĆ BUDYNKU. Szczelność budynku ogranicza niekontrolowane przecieków powietrza

11. WARUNKI OTOCZENIA – ZIELEŃ. Budynek wykorzystujący zielen zewnętrzną i wewnętrzną wspomagającą efektywność energetyczną budynku oraz poprawiającą klimat wewnętrzny

6. RACJONALNA WENTYLACJA. Wentylacja okresowa, hybrydowa lub z odzyskiem ciepła i wym. gruntowym

7. RACJONALNY SYSTEM GRZEWczy Wysokosprawny system c.o. i c.w.u. z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii

12. OZE. Budynek produkujący energię elektryczną z OZE dla własnych potrzeb lub do sieci elektroenergetycznych

8. RACJONALNY SYSTEM CHŁODZENIA: minimalizacja energii na chłodzenie przez wykorzystanie freecoolingu, GWC, bezpośrednie chłodzenie na wymiennik z dolnego źródła pompy c. ...

Analiza wpływu strat energii przez przenikanie, infiltrację oraz na połączeniu stolarki otworowej z przegrodą.

g_G	U_w	Straty przez przenikanie Q_{Uw}	udział Q_{Uw} w łącznych stratach energii	Liniowy współczynnik przewodzenia ciepła ψ	Straty ciepła na połączeniu okna ze ścianą Q_{iw}	udział Q_{iw} w łącznych stratach energii	Szczelność okna L_{100}	Straty energii przez nieszczelności Q_{ve}	udział Q_{ve} w łącznych stratach energii
	W/m ² K	kWh/m ²		W.mK	kWh/m ²		[m ³ /m ² h]	kWh/m ²	
0,62	1,3	124,93	44%	0,4	114,5	40%	9	45,8	16%
0,62	1,3	124,93	59%	0,2	57,2	27%	6	30,5	14%
0,62	1,3	124,93	81%	0,05	14,3	9%	3	15,3	10%
0,62	1,3	124,93	92%	0,01	2,9	2%	1,5	7,6	6%
0,62	1	96,10	37%	0,4	114,5	45%	9	45,8	18%
0,62	1	96,10	52%	0,2	57,2	31%	6	30,5	17%
0,62	1	96,10	76%	0,05	14,3	11%	3	15,3	12%
0,62	1	96,10	90%	0,01	2,9	3%	1,5	7,6	7%
0,5	0,8	76,88	32%	0,4	114,5	48%	9	45,8	19%
0,5	0,8	76,88	47%	0,2	57,2	35%	6	30,5	19%
0,5	0,8	76,88	72%	0,05	14,3	13%	3	15,3	14%
0,5	0,8	76,88	88%	0,01	2,9	3%	1,5	7,6	9%



Zgodnie z dyrektywą

Obiekty budowlane jako całość oraz ich poszczególne części muszą nadawać się do użycia zgodnie z ich zamierzonym zastosowaniem, przy czym **należy w szczególności wziąć pod uwagę zdrowie i bezpieczeństwo osób mających z nimi kontakt przez cały cykl życia tych obiektów[1].**

W przypadku stolarki budowlanej (okna, drzwi, bramy garażowe) powinno się brać pod uwagę **przewidywany „cykl życia poszczególnych elementów**. Według dyrektywy.... przy normalnej konserwacji obiekty budowlane muszą spełniać następujące podstawowe wymagania dotyczące obiektów budowlanych przez gospodarzo uzasadniony okres użytkowania:

- nośność i stateczność, bezpieczeństwo pożarowe,
- higiena i środowisko,
- bezpieczeństwo użytkowania i dostępność obiektów,
- ochrona przed hałasem,
- oszczędność energii i izolacyjność cieplna,
- zrównoważone wykorzystanie zasobów naturalnych.





Typ przegrody: ŚCIANY	Trwałość T zależna do technologii wznoszenia [lat]		Zalecana wartość T [lat]
Stolarka PVC	20	30	25
Stolarka drewniana	25	35	30
Stolarka aluminium	30	40	35
Okna metalowe	35	45	40
Okna hybrydowe drewno-aluminium	30	40	35





Podstawowe zadania stawiane przegrodom przezroczystym

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.**



Wymagania stawiane przegrodom przezroczystym

Do tradycyjnych funkcji przegród przezroczystych:

zapewnienie odpowiedniej jakości oświetlenia światłem dziennym;

- ochrona przed niekorzystnym wpływem czynników atmosferycznych:
 - wiatrem,
 - śniegiem,
 - opadami deszczu,
 - niskimi i wysokimi temperaturami zewnętrznymi
- ochrona przed nadmiernymi stratami ciepła;
- ochrona przed nadmiernymi zyskami ciepła;
- ochrona przed przegrzewaniem pomieszczeń,
- ochrona przed hałasem;
- zapewnienie dopływu powietrza – wentylacja naturalna;





Nowoczesne trendy - zadania stawiane przegrodom przezroczystym

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

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”.

Musi ograniczać straty ciepła zimą jednocześnie umożliwić maksymalne zyski ciepła. Latem ograniczać pozyskiwanie energii słonecznej do wnętrza budynku,

Redukować przenoszenie dźwięku do wnętrza, zapewniać odpowiednią wytrzymałość, szczelność, odporność ogniową oraz trwałość.





Nowoczesne trendy - zadania stawiane przegrodom przezroczystym

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

Muszą reagować na zmienne warunki otoczenia, w kontrolowany sposób wykorzystując jego energię, pozwalając na tworzenie kompleksowych systemów mikroklimatu wewnątrz obiektu.

Ze względów architektonicznych 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”.

Nowoczesnych przegrody zewnętrznych zacierają do zdolności „komunikowania” się z otoczeniem. Stają się nośnikami 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.





Warunki podstawowe a stolarka otworowa

Przegrody przezroczyste powinny spełniać wymagania podstawowe ujęte w artykule 5. Spełnienie wymagań podstawowych dla stolarki budowlanej wiąże się z określeniem szczegółowych parametrów stolarki budowlanej w odniesieniu do wymagań podstawowych:

- 1. Bezpieczeństwa konstrukcji budynku**, które wymaga określenia następujących parametrów wytrzymałościowych stolarki i dostosowania parametrów do oczekiwań w zakresie:
 - Odporność na obciążenie wiatrem – ciśnienie próbne.
 - Odporność na obciążenie wiatrem – ugięcie ramy.
 - Odporność na obciążenie śniegiem i obciążenie trwałe
 - Odporność na uderzenie.
 - Nośność urządzeń zabezpieczających.
 - Właściwości akustyczne.
 - Wytrzymałość mechaniczna.



Warunki podstawowe a stolarka otworowa

2. **Bezpieczeństwa pożarowego** wymaga określenia reakcji stolarki na ogień i dostosowania do wymagań stawianych pomieszczeniom oraz całemu budynkowi .
3. **Zapewnienie odpowiednich warunków higienicznych i zdrowotnych** oraz ochrony środowiska wiąże się z określeniem następujących właściwości przegród.
 - współczynnika przepuszczalności promieniowania słonecznego – g_G oraz dodatkowych urządzeń przeciwsłonecznych,
 - przepuszczalności powietrza,
 - wentylacji jeżeli jest związana ze stolarką budowlaną np. nawiewniki.
4. **Ochrony przed hałasem i drganiami** wymaga określenia następujących właściwości przegród:
 - właściwości akustycznych stolarki,
 - przepuszczalność powietrza w miejscu połączenia stolarki z innymi przegrodami i ich wpływ na parametry akustyczne,
 - wpływ zastosowanych urządzeń wentylacyjnych na zmianę parametrów akustycznych przegrody.





Warunki podstawowe a stolarka otworowa

5. Bezpieczeństwa użytkowania wymaga określenia następujących właściwości stolarki budowlanej:

- odporność na obciążenie wiatrem – ugięcie ramy.
- wodoszczelność – okna nieosłonięte.
- wodoszczelność – okna osłonięte.
- substancje niebezpieczne,
- odporność na uderzenie,
- przepuszczalność powietrza,
- odporność na wielokrotne otwieranie i zamykanie,
- odporność na włamanie.

Dla obiektów o specjalnym przeznaczeniu może być wymagane określenie dodatkowych parametrów opisujących następujące właściwości:

- odporność na uderzenie.
- kuloodporność,
- odporność na wybuch – próba uderzeniowa,
- odporność na wybuch – próba poligonowa.



Warunki podstawowe a stolarka otworowa

6. Odpowiedniej charakterystyki energetycznej budynku oraz racjonalizacji użytkowania energii, która wymaga określenia następujących właściwości stolarki;
- przenikalność cieplna opisana przez współczynnik przenikania ciepła U_w [W/m²K].
 - właściwości związane z przepuszczalnością promieniowania słonecznego opisanym przez współczynnik promieniowania słonecznego – g okna.
 - właściwości związane z promieniowaniem – przenikalność światła „Lt”.
 - przepuszczalność powietrza (szczelności stolarki).
 - wentylacja związanej ze stolarką budowlaną



Warunki podstawowe a stolarka otworowa

Cel podstawowy.

Spełnienie wymagań podstawowych art. 5 Prawa budowlanego w zakresie stolarki budowlanej wiąże koniecznością opisania poszczególnych wymagań, tak aby wykonawca (producent) stolarki wiedział jakie są w danym budynku stawiane wymagania i aby mógł zastosować rozwiązania zapewniające spełnienie oczekiwań inwestora.

Nie zawsze wskazane jest stosowanie stolarki charakteryzujące się najlepszymi parametrami technicznymi np. stosowanie okien w pomieszczeniach nieogrzewanych (piwnicach) nie wymaga stosowania przegród o U jak najmniejszym i o najwyższej klasie na otwieranie. Okna w piwnicy będą otwierane bardzo rzadko czym nie musi wiedzieć wykonawca a tym bardziej producent realizując zamówienie.

Wszystkie wyżej wymienione właściwości stolarki budowlanej opisane zostały w odpowiednich normach budowlanych. **Klasyfikację i sposoby prezentacji właściwości stolarki opisano w normie PN-EN 14351-1.**





WARUNKI TECHNICZNE (WT2014)



STOLARKA BUDOWLANA A OŚWIETLENIE

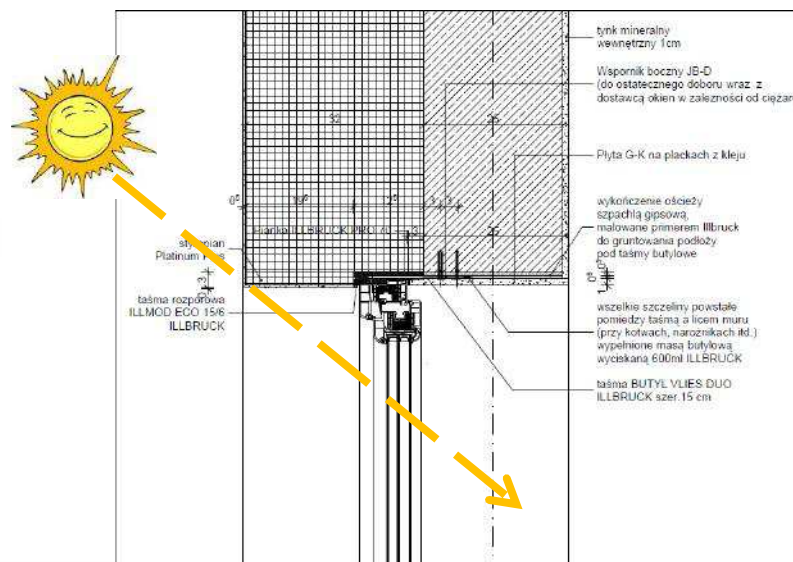
W pomieszczeniu przeznaczonym na pobyt ludzi **stosunek powierzchni okien, liczonej w świetle ościeżnic, do powierzchni podłogi powinien wynosić, co najmniej 1: 8 (12,5%)**, natomiast w innym pomieszczeniu, w którym oświetlenie dzienne jest wymagane ze względów na przeznaczenie - co najmniej 1:12.

Efektywna powierzchnia przeszklenia.

Wymóg ten jest dość niefortunnie opisany. Powierzchnia przeźroczysta nie jest zależna od powierzchni w świetle ościeży. Okna o dobrej izolacyjności termicznej charakteryzują się stosunkowo dużą powierzchnią nieprzeźroczystą wynoszącą nawet 35-45 % powierzchni liczonej w świetle ościeżnic. Efektywna powierzchnia przeźroczysta będzie znacząco mniejsza. Oczywiście przypadków takich jest stosunkowo niewiele, jednak dodatkowo zacienienie od izolacji termicznej stwarza wrażenie „komina otworowego”.

Zacienienie tego typu powinno być uwzględniane w bilansach energetycznych budynków zwłaszcza Energooszczędnych.

Zazwyczaj powierzchnia nieprzeźroczysta waha się od 25-35% sumy powierzchni kondygnacji



STOLARKA BUDOWLANA A WENTYLACJA

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 konstrukcje umożliwiające otwieranie, co najmniej 50% powierzchni wymaganej zgodnie z § 57 dla danego pomieszczenia.**

2. Skrzydła okien, świetliki oraz nawietrzaki okienne, wykorzystywane do przewietrzania pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi, **powinny być zaopatrzone w urządzenia pozwalające na łatwe ich otwieranie i regulowanie wielkości otwarcia z poziomu podłogi lub pomostu, także przez osoby niepełnosprawne,** jeżeli nie przewiduje się korzystania z pomocy innych współużytkowników.

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.**

Zastosowanie nawiewników okiennych wymaga skorygowania współczynników przenikania okien Uw.





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 prace, odpoczynek i sen w zadowalających warunkach.

2. Pomieszczenia w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej należy chronić przed hałasem:

1) zewnętrznym przenikającym do pomieszczenia spoza budynku,

2) pochodzącym od instalacji i urządzeń stanowiących techniczne wyposażenie budynku,

3) powietrznym i uderzeniowym, wytwarzanym przez użytkowników innych mieszkań, lokali użytkowych lub pomieszczeń o różnych wymaganiach użytkowych,

4) pogłosowym, powstającym w wyniku odbić fal dźwiękowych od przegród ograniczających dane pomieszczenie.

Wymagania odnoszą się do izolacyjności:

1) ścian zewnętrznych, stropodachów, ścian wewnętrznych, **okien w przegrodach zewnętrznych i wewnętrznych oraz drzwi w przegrodach wewnętrznych - od dźwięków powietrznych,**



HAŁAS A STOLARKA BUDOWLANA

§ 326. 1. Poziom hałasu oraz drgań przenikających do pomieszczeń w budynkach mieszkalnych, budynkach zamieszkania zbiorowego i budynkach użyteczności publicznej, z wyłączeniem budynków, dla których jest konieczne spełnienie szczególnych wymagań ochrony przed hałasem, nie może przekraczać:

- **wartości dopuszczalnych, określonych w Polskich Normach dotyczących ochrony przed hałasem pomieszczeń w budynkach**
- **oceny wpływu drgań na ludzi w budynkach, wyznaczonych zgodnie z Polskimi Normami dotyczącymi metody pomiaru poziomu dźwięku w pomieszczeniach oraz oceny wpływu drgań na ludzi 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, wyznaczonej zgodnie z Polskimi Normami określającymi metody pomiaru izolacyjności akustycznej elementów budowlanych i izolacyjności akustycznej w budynkach.





Tablica 3. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku A hałasów instalacyjnych (L_{Aeq} , L_{Am} i L_{Amax}) w zależności od pory dnia i typu pomieszczenia (wg PN-87/B-0251.02)

Przeznaczenie pomieszczenia	Dopuszczalny poziom dźwięku od wszystkich źródeł łącznie		Dopuszczalny poziom dźwięku A budynku oraz innych urządzeń i poza nim			
			$L_{Am}^{1)}$ lub $L_{Aeq}^{2)}$		L_{Amax}	
	W dzień	W nocy	W dzień	W nocy	W dzień	W nocy
Pokoje w budynkach internatach, domach dziecka,	40	30	35	25	40	30
Kuchnie i pomieszczenia sanitarne w mieszkaniach	45	40	40	40	45	45
Klasy i pracownie szkolne, administracyjne, sale	40	-	35	-	40	-
Pomieszczenia do pracy wymagającej koncentracji	35	-	30	-	35	-
Pokoje chorych w	35	30	30	25	35	30

1) przy hałasie ustalonym
 2) przy hałasie nieustalonym
 3) z wyjątkiem sal w oddziałach intensywnej opieki medycznej





HAŁAS A STOLARKA BUDOWLANA

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

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





WYMAGANIA IZOLACJI TERMICZNEJ

1. Przegrody przezroczyste pionowe
2. Przegrody przezroczyste



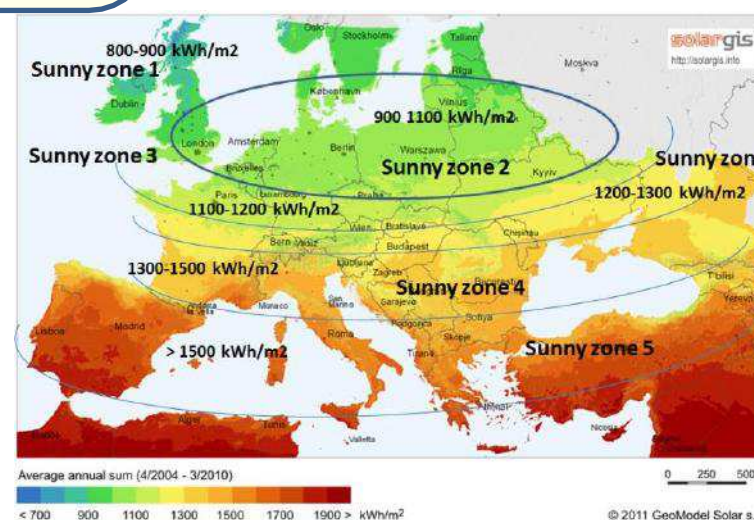
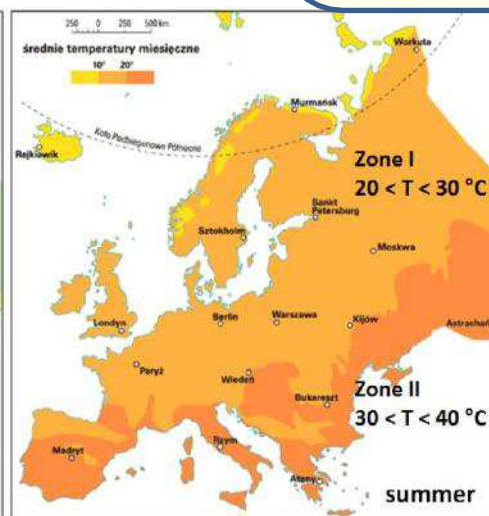
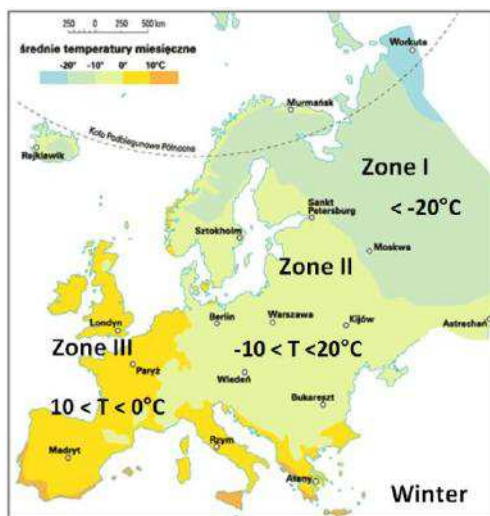


KLIMAT W EUROPIE ORAZ W POLSCE



Okna optymalne

Parametr	Strefa I w EU	Strefa II w EU	Strefa III w EU	Strefa IV w EU
U [W/m ² K]	< 0,8	0,9 – 1,1	1,2-1,5	1,5-1,9
g _G szyby	> 0,6	> 0,6	> 0,6	> 0,6
Ochrona słoneczna	Nie jest konieczna	Tak	Tak	Tak
Typ osłony	Zmienna	Zmienna	Zmienna	Zmienna
Wartość f osłony	0,5-0,8	0,3-0,5	0,2-0,4	0,05 – 0,25





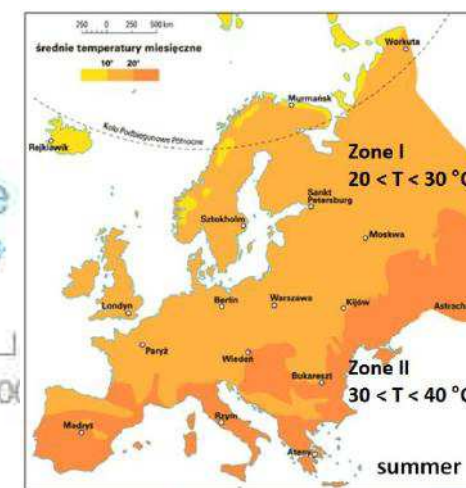
Polska na tle innych krajów UE

Fakty

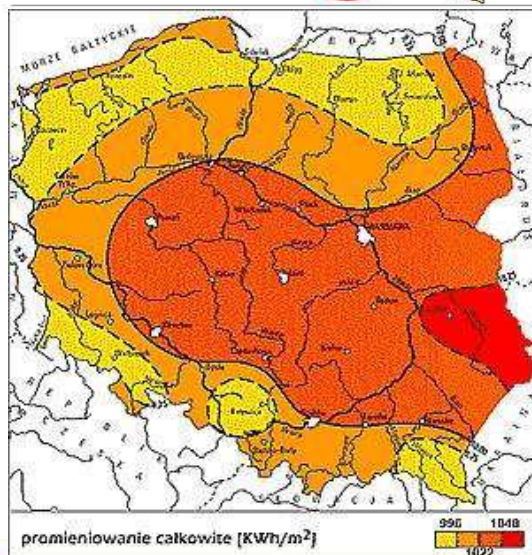
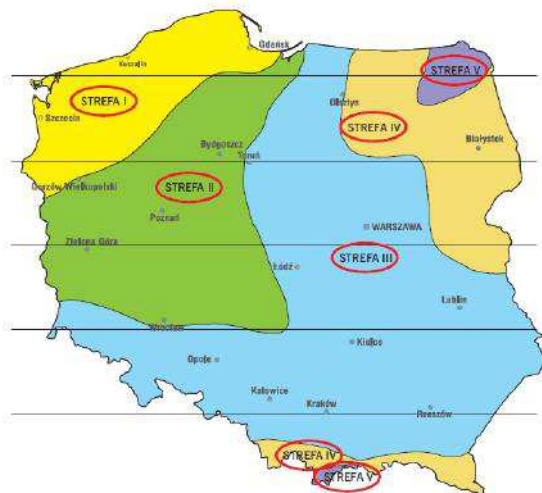


$$Sd = \sum_{m=1}^{L_g} [t_{wo} - t_e(m)] Ld(m)$$

Warunki klimatyczne "stopniodni" *



* "Stopniodzień" oznacza, że budynek ogrzewa się przez 1 dzień tak, aby podnieść w nim temperaturę wewnętrzną o 1°C.



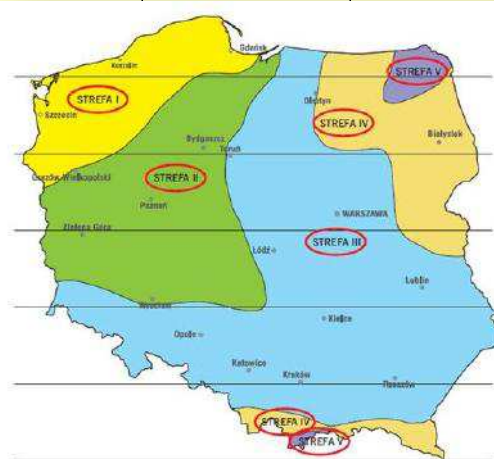
Polska podzielona jest na pięć stref klimatycznych w których zlokalizowano 61 stacji meteorologicznych

miesiąc	strefa I	strefa II	strefa III	strefa IV	strefa V	Średnia temp.
	11 miejsc.	14 miejsc.	26 miejsc.	7 miejsc.	3 miejsc.	61 miejsc.
		te				
styczeń	0,2	-0,3	-1,7	-3,2	-4,3	-1,3
luty	0,2	-1,1	-1,6	-2,2	-5,0	-1,4
marzec	3,5	2,9	3,2	2,5	-0,6	2,9
kwiecień	6,4	7,5	7,6	7,2	3,0	7,1
maj	11,2	13,0	12,9	13,1	8,4	12,4
wrzesień	13,5	13,2	13,0	12,3	9,1	12,8
październik	9,2	8,5	7,9	7,9	3,4	8,1
listopad	4,5	3,6	2,5	2,3	-1,0	2,9
grudzień	1,8	0,2	-0,7	-1,0	-3,9	-0,2

Sdh	Strefa				
	I	II	III	IV	V
Średnia wartość	3238 stopniodni	3681 stopniodni	3879 stopniodni	4076 stopniodni	5032 stopniodni
Średnio w Polsce	3816 stopniodni				

Porównanie klimatu w krajach UE

Kraj	Sd	Porównanie Sd/Sd _{PL}	Strefa klimatyczna Polsce	Stopniodni Sd _{PL}	ilość stacji meteo.
Finlandia	5000	131%	V	5032	3
Szwecja	4000	105%	IV	4076	7
Norwegia	4000	105%	IV	4076	7
Austria	3850	101%	III	3876	26
Polska - Sd_{PL}	3816	100%	III	3876	26
Szwajcaria	3600	94%	II	3681	14
Czechy	3500	92%	II	3681	14
Dania	3100	81%	I	3238	11
Holandia	2750	72%			
Niemcy	2750	72%			
Wielka Brytania	2750	72%			
Belgia	2500	66%			
Francja	2400	63%			
Irlandia	1950	51%			
Włochy	1800	47%			
Hiszpania	1300	34%			



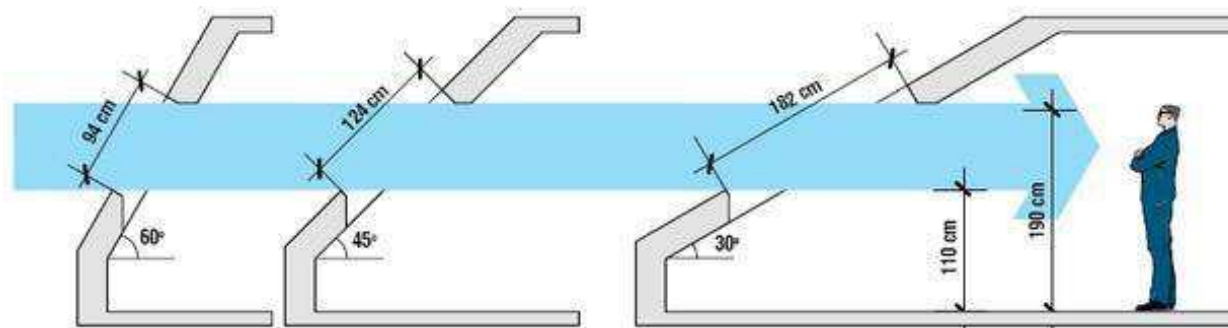


Rodzaj przegrody przezroczystej	U(max)		
	[W/(m ² · K)]		
	WT2013		
	Brak podziału wymagań na grupy budynków jak w WT2008		
Rok	od 1.01.2014	od 1.01.2017	od 1.01.2021
1	5	6	7
Okna, drzwi balkonowe w pomieszczeniach o $t_i \geq 16^\circ\text{C}$:			
a) w I, II i III strefie klimatycznej	1,3	1,1	0,9
b) w IV i V strefie klimatycznej	1,3	1,1	0,9
c) przy $8^\circ\text{C} < t_i \leq 16^\circ\text{C}$	brak wym.	brak wym.	brak wym.
d) przy $t_i \leq 8^\circ\text{C}$	brak wym.	brak wym.	brak wym.
Okna połaciowe (bez względu na strefę klimatyczną) w pomieszczeniach o:			
$t_i < 16^\circ\text{C}$	1,8	1,6	1,1
$t_i \geq 16^\circ\text{C}$	1,5	1,3	1,1
Okna w ścianach oddzielających pomieszczenia ogrzewane od nieogrzewanych			
	1,5	1,3	1,1
Okna w ścianach wewnętrznych:			
przy $\Delta t \geq 8^\circ\text{C}$	1,5	1,3	1,1
przy $\Delta t < 8^\circ\text{C}$	brak wym.	brak wym.	brak wym.
Okna pomieszczeń piwnicznych i poddaszy nieogrzewanych oraz nad klatkami schodowymi nieogrzewanymi			
	brak wym.	brak wym.	brak wym.
Drzwi zewnętrzne wejściowe			
	1,7	1,5	1,3
W budynkach o $A > A_{0\text{max}}$ $U_{\text{okna}} \leq 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ bez względu na lokalizację (było $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$)			
t_i - Temperatura obliczeniowa w pomieszczeniu zgodnie z § 134 ust. 2 rozporządzenia.			

OKNA POŁĄCZOWE

$U_w \leq 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ ale gdy $A_w > A_{0\text{max}}$ $U_w \leq 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$

Uwaga izolacyjność przeszkleń zależna jest od kąta nachylenia do poziomu



ZMIENNOŚĆ WSPÓŁCZYNNIKA PRZENIKANIA CIEPŁA OKIEN DACHOWYCH DLA UKŁADU DWUSZYBOWEGO Z ARGONEM- $U_{g,90}=1,1$ W/M²K I $U_f=1,4$ W/M²K W ZALEŻNOŚCI OD KĄTA NACHYLENIA DO POZIOMU.

Nachylenie do poziomu α [°]	90	60	45	30	0
Wartość $U_{g,90} = 1,1$ w zależności od kąta pochylenia dachu, szyba z argonem [W/m ² K]	1,1	1,43	1,56	1,67	1,8
$\Delta U_g = U_{g,\alpha}/U_{g,90}$ [%]	100%	130%	142%	152%	164%
Rama drewniana $U_f = 1,4$ W/m ² K	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
U_w - Okno połaciowe o wym. 0,6 x 0,9 [W/m ² K]	1,3	1,6	1,7	1,8	1,9

$U_w \leq 1,3$ W/m²K ale gdy $A_w > A_{0max}$ $U_w \leq 0,9$ W/m²K





Zmienność współczynnika przenikania ciepła okien dachowych dla układu trzyszybowym z argonem $U_g=0,6$ W/m²K i kryptonem – $U_g=0,45$ W/m²K i ramie o $U_f=1,0$ W/m²K przy w zależności od kąta nachylenia do poziomu.

Nachylenie dachu do poziomu α [°]	90	60	45	30	0
Współczynnik przenikania ciepła dla ramy U_f [W/m ² K]	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Wartość U_g dla układu trzyszybowego z kryptonem [W/m ² K]	0,45	0,59	0,64	0,68	0,75
U_w okno dachowe z szybą z kryptonem 0,6x0,9 [W/m ² K]	0,70	0,81	0,84	0,88	0,94
Wartość U_g dla układu trzyszybowego z argonem [W/m ² K]	0,60	0,78	0,87	0,91	1,00
U_w okno dachowe 0,6x0,9 z układem trzyszybowym z argonem [W/m ² K]	0,82	0,96	1,01	1,06	1,13



Powierzchnia A_{0MAX} wymagania i konsekwencje

Od 2014 roku wartość współczynnika przenikania ciepła dla okna pionowego **nie powinna być większa do $U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$** . Jednak ze względu na ogólnie panujące tendencje projektowania znacznie większych powierzchni przezroczystych niż wartość graniczna A_{0MAX} wszystkie przegrody przezroczyste będą musiały charakteryzować się znacznie niższymi wartościami:

$$U_w \leq 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}.$$

W budynkach użyteczności publicznej, mieszkalnych i zamieszkania zbiorowego pole powierzchni A_0 , wyrażone w m^2 , okien oraz przegród szklanych i przezroczystych, o współczynniku przenikania ciepła nie mniejszym niż $0,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, obliczone według ich wymiarów modularnych, nie może być większe niż wartość A_{0max} obliczone według wzoru:

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

gdzie:

A_z jest sumą pól powierzchni rzutu poziomego wszystkich kondygnacji nadziemnych (w zewnętrznym obrysie budynku) w pasie o szerokości 5 m wzdłuż ścian zewnętrznych,

A_w jest sumą pól powierzchni pozostałej części rzutu poziomego wszystkich kondygnacji po odjęciu A_z .



Powierzchnia A_{0MAX} wymagania i konsekwencje.

Wyjaśnijmy zatem, co ten zapis oznacza w praktyce.

Jeżeli pole powierzchni przegród szklanych i przezroczystych 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 przezroczystych jest większa od A_{0max} (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 przeciwslonecznego.

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.**





WSPÓŁCZYNNIK PRZEPUSZCZALNOŚCI ENERGII CAŁKOWITEJ PROMIENIOWANIA SŁONECZNEGO

W Załącznik 2. Wymagania izolacyjności cieplnej i inne wymagania związane z oszczędnością energii warunków technicznych, zamieszczono podpowiedzi dla przyjmowania wartości g_G (tabela 2.1.5).

Współczynnik g_G należy przyjmować zgodnie z danymi producenta, jedna w przypadku, gdy jest brak takich danych, zalecane wartości można przyjąć zgodnie z tabelą zamieszczoną w WT2013. Co nam zatem zaleca ustawodawca?

Dla zestawu szybowego podwójnie szklonego z powłoką selektywną zaleca przyjmować wartość $g_G = 0,67$. Czy jest to możliwe technicznie?

Lp.	Typ oszklenia	Współczynnik całkowitej przepuszczalności energii promieniowania słonecznego g_n
1	2	3
1	Pojedynczo szklone	0,85
2	Podwójnie szklone	0,75
3	Podwójnie szklone z powłoką selektywną	0,67 UWAGA $\leq 0,63$
4	Potrójnie szklone	0,7
5	Potrójnie szklone z powłoką selektywną	0,5
6	Okna podwójne	0,75





Wymagania budynków NF15 i NF40:

Lp.	Wymaganie		NF15	NF40
			Budynek jednorodzinny	
1.	Bryła/konstrukcja budynku			
1.1	Graniczne wartości współczynników przenikania ciepła przegród U_{max} , W/m^2K^1			
a)	- ściany zewnętrzne	I, II i III strefa klimatyczna IV i V strefa klimatyczna	0,10 0,08	0,15 0,12
b)	- dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	I, II i III strefa klimatyczna IV i V strefa klimatyczna	0,10 0,08	0,12 0,10
c)	- stropy nad piwnicami nieogrzewanymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi, podłogi na gruncie	I, II i III strefa klimatyczna IV i V strefa klimatyczna	0,12 0,10	0,20 0,15
d)	- okna, okna połaciowe, drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne	I, II i III strefa klimatyczna IV i V strefa klimatyczna	0,80 0,70	1,00 0,80
e)	- drzwi zewnętrzne, garażowe	I, II i III strefa klimatyczna IV i V strefa klimatyczna	0,80 0,70	1,30 1,30
1.2.	Graniczne wartości liniowych współczynników strat ciepła mostków cieplnych, W/mK			
a)	- płyty balkonowe		0,01	0,20
b)	- pozostałe mostki cieplne		0,01	0,10
1.3	Szczelność powietrzna budynku n_{50} , $1/h^2$		0,6	1,00

Wartości współczynników przenikania ciepła przegród nieprzezroczystych należy obliczyć zgodnie z normą PN-EN ISO 6946, doliczając poprawki ze względu na pustki powietrzne w warstwie izolacji, łączniki mechaniczne przechodzące przez warstwę izolacji oraz opady na dach o odwrócony układzie warstw.



Elementy oceny

- Geometria stolarki
- Izolacja termiczna stolarki,
 - izolacyjność termiczna ramy,
 - izolacyjność termiczna szyby,
 - izolacyjność termiczna ramki dystansowej,
- przepuszczalność energii słonecznej zestawów szybowych,
- szczelność stolarki,
- jakość montażu,
- izolacyjność termiczna osłony termiczne (okiennicy, rolety)
- wpływ osłony przeciwsłonecznej dla okien w pomieszczeniach chłodzonych

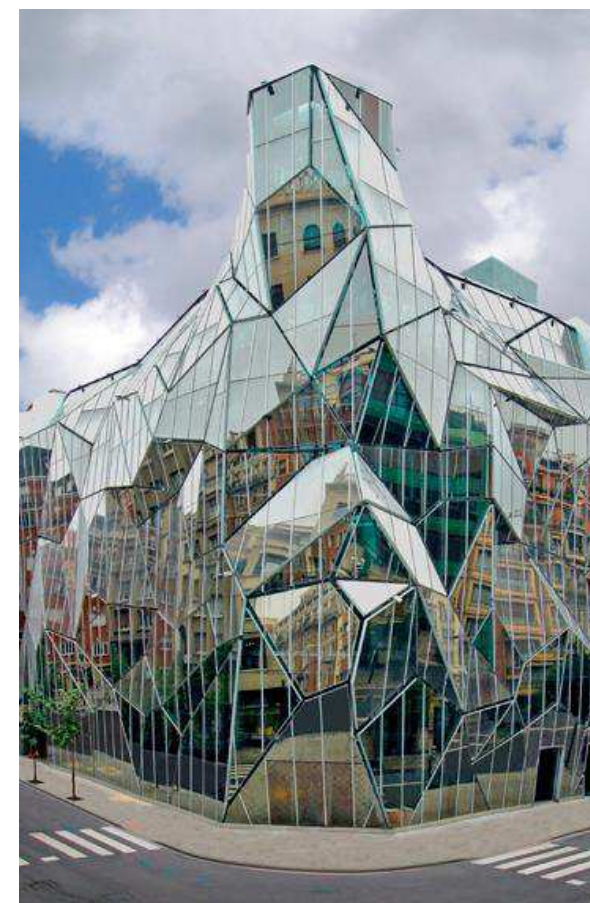
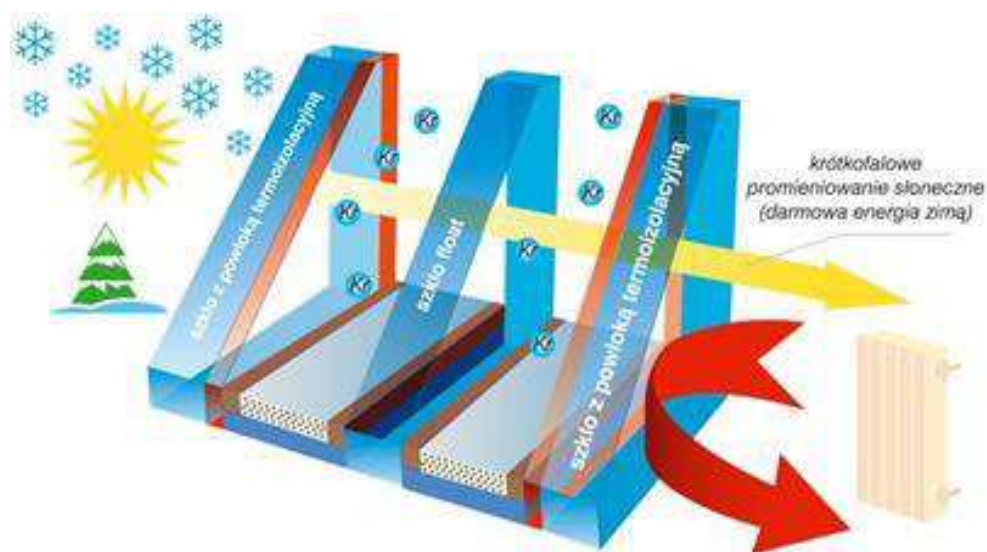


Analiza wpływu strat energii przez przenikanie, infiltrację oraz na połączeniu stolarki otworowej z przegrodą.

g_G	U_w	Straty przez przenikanie Q_{Uw}	udział Q_{Uw} w łącznych stratach energii	Liniowy współczynnik przewodzenia ciepła ψ	Straty ciepła na połączeniu okna ze ścianą Q_{iw}	udział Q_{iw} w łącznych stratach energii	Szczelność okna L_{100}	Straty energii przez nieszczelności Q_{ve}	udział Q_{ve} w łącznych stratach energii
	W/m ² K	kWh/m ²		W.mK	kWh/m ²		[m ³ /m ² h]	kWh/m ²	
0,62	1,3	124,93	44%	0,4	114,5	40%	9	45,8	16%
0,62	1,3	124,93	59%	0,2	57,2	27%	6	30,5	14%
0,62	1,3	124,93	81%	0,05	14,3	9%	3	15,3	10%
0,62	1,3	124,93	92%	0,01	2,9	2%	1,5	7,6	6%
0,62	1	96,10	37%	0,4	114,5	45%	9	45,8	18%
0,62	1	96,10	52%	0,2	57,2	31%	6	30,5	17%
0,62	1	96,10	76%	0,05	14,3	11%	3	15,3	12%
0,62	1	96,10	90%	0,01	2,9	3%	1,5	7,6	7%
0,5	0,8	76,88	32%	0,4	114,5	48%	9	45,8	19%
0,5	0,8	76,88	47%	0,2	57,2	35%	6	30,5	19%
0,5	0,8	76,88	72%	0,05	14,3	13%	3	15,3	14%
0,5	0,8	76,88	88%	0,01	2,9	3%	1,5	7,6	9%

WŁAŚCIWOŚCI NOWOCZESNYCH ZESTAWÓW SZYBOWYCH

Wymagania i możliwości.



Zdjęcie ze strony internetowej firmy Guardian





ELEMENTY BUDOWY PRZEGRODY PRZEŹROCZYSTEJ – NOWOCZESNE SZYBY

Budowa i rodzaje szyb zespolonych występując w budownictwie (okna, fasady).

Podstawowe elementy konstrukcyjne szyb zespolonych: szyby, ramki, powłoki, szyby klejone, szyby refleksyjne, barwione w masie, laminowane i ognioodporne (właściwości i przeznaczenie).

Podstawowych parametrów opisujących właściwości szyb zespolonych w zakresie:

- Przepuszczalność światła – L_t , Wskaźnik oddawania bar – R_a , całkowita przepuszczalność energii – g_G , współczynnik przenikania ciepła U_g

Rodzaje zestawów szybowych :

- szyby akustyczne, przeciwpożarowe, bezpieczne, antywłamaniowe,
- szyby przeciwsłoneczne: szyby aktywne termotropowe, fotochromatyczne i fotoelektorchromatyczne (zasady działania, przykłady zastosowania).
- szyby energooszczędne, szyby energy+ (produkujące energię elektryczną), kombinacje szyb, kierunki rozwoju szyb.



Wymagania ogólne dla zestawów szybowych

- Muszą umożliwić osiągnięcie wartości granicznych U_w dla całego okna, określany jest parametr U_g
- Muszą umożliwić spełnienie wymagań izolacyjności akustycznych okna
- Mają decydujący wpływ przy spełnieniu warunku dla wartości granicznej $g \leq 0,35$ latem.
- Mają decydujący wpływ na wykorzystanie energii słonecznej do ogrzewania budynków latem.
- Mogą umożliwić pasywne ogrzewanie budynków.
- Mogą produkować energię elektryczną.
- Mogą charakteryzować się zmienną wartością g w zależności od nasłonecznienia.
- Minimalizować niekorzystne zjawiska cieplno-wilgotnościowe: eliminować mostki cieplne, wykraplanie się wilgoci na i w przegrodzie





PRZEPUSZCZALNOŚĆ ŚWIATŁA L_t I PRZEPUSZCZALNOŚĆ CAŁKOWITA ENERGII SŁONECZNEJ g_G

Jedną z podstawowych funkcji okna jest dostarczanie światła dziennego do pomieszczeń. Spełnienie powyższego zadania zależy powierzchni szyby w oknie, a więc od szerokości profili oraz od współczynnika przepuszczalności światła (light transmission) L_t , która może być wyrażona w procentach i oznacza stosunek światła, które przeszło przez szybę do światła docierającego do szyby.

Opisując w projekcie szyby należy zadbać aby wartość L_t była prawidłowo opisana. Okna wieloszybowe będą charakteryzować się niższym współczynnikiem przepuszczalności światła. Przykłady szyb i ich właściwości przepuszczalności światła zamieszczono w tabelach na następnej stronie.

Wartość współczynnika przepuszczalności energii g_G (solar faktor) oznacza ilość całkowitej energii słonecznej przepuszczanej przez szybę: przepuszczanej bezpośrednio i odbitej do wnętrza pomieszczenia.

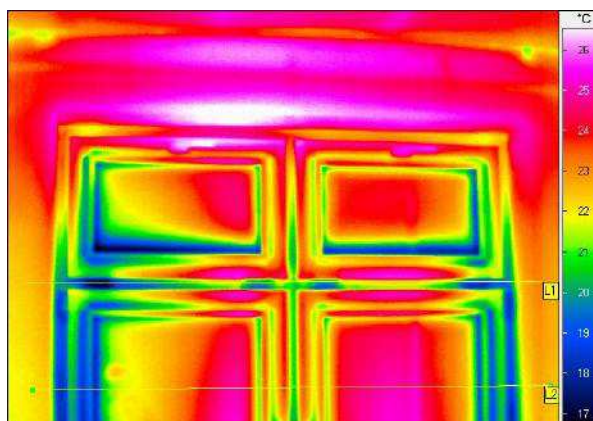


Przykładowe parametry podstawowe szyb zespolonych

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



Szronienie szyby zewnętrznej



Materiał ramki	Liniowy współczynnik przenikania ciepła ψ [W/mK], w przypadku ramy		
	drewnianej	PVC	aluminiowej
Aluminium	0,074	0,07	0,115
Thermix LX - stal i tworzywo sztuczne	0,049	0,048	0,065
Thermix TX.N - stal i tworzywo sztuczne	0,042	0,039	0,053
Super Spacer Premium	0,029	0,032	0,035





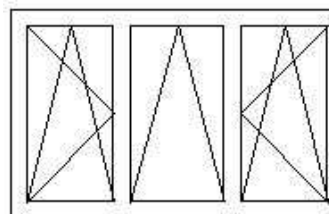
WPŁYW RAMKI DYSTANSOWEJ NA IZOLACYJNOŚĆ TERMICZNĄ STOLARKI



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%

$U_f=1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$,
 $U_g=1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$





DEKLAROWANIE WŁAŚCIWOŚCI UŻYTKOWYCH OKIEN CPR (CONSTRUCTION PRODUCTS REGULATION)

Nowe zasady obowiązujące od lipca 2013 roku





DEKLAROWANIE WŁAŚCIWOŚCI UŻYTKOWYCH OKIEN

Na mocy Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) w skrócie CPR (Construction Products Regulation) nr 305/2011 z 9 marca 2011 roku wprowadzone zostały zmiany zasad funkcjonowania rynku wyrobów budowlanych na rynku materiałów budowlanych. Oznacza to, że od 1 lipca 2013 roku zgodnie z 305/2011 określono zharmonizowane zasady wprowadzania do obrotu i udostępniania na rynku budowlanym wyrobów budowlanych w zakresie:

- deklarowania wartości użytkowych wyrobów budowlanych,
- stosowania oznakowania CE na wyrobach

Obowiązek deklarowania właściwości użytkowych dotyczy wyrobów objętych normami zharmonizowanymi lub dla wyrobów dla których wydano europejską ocenę techniczną ETO.

Wyroby dla których wykonano deklarację właściwości użytkowych podlegają obowiązkowi oznakowania CE, które jest jedynym oznakowaniem potwierdzającym zgodność wyrobu z właściwościami użytkowymi deklarowanymi na podstawie zharmonizowanej specyfikacji technicznej.

Rozporządzenie CPR wprowadza nowe wymagania, które są związane ze spełnieniem kryteriów budownictwa zrównoważonego.





DEKLAROWANIE WŁAŚCIWOŚCI UŻYTKOWYCH OKIEN

Na mocy Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) w skrócie CPR (Construction. Pojawiły się nowe kryteria:

- **zdrowie i bezpieczeństwo** osób mających kontakt z obiektami budowlanymi przy uwzględnieniu całego okresu użytkowania obiektu
- ocenę obiektów ze względu na **higienę, zdrowie i środowisko w ciągu całego cyklu życia** obiektów, bezpieczeństwa pracowników w trakcie budowy użytkowania i rozbiórki z uwzględnieniem wpływu na jakość środowiska oraz klimat.
- w zakresie oszczędności energii wprowadzono dodatkowo wymóg by **obiekty budowlane były energooszczędne i zużywały jak najmniej energii również podczas budowy i rozbiórki.**

Najbardziej widoczną zmianą jest wprowadzenie wymogu zrównoważonego wykorzystania zasobów naturalnych, który oznacza, że:

obiekty mają być tak zaprojektowane aby wykorzystanie zasobów naturalnych było zrównoważone i zapewniało:

- ponowne wykorzystanie lub recycling obiektów i wchodzących w ich skład materiałów budowlanych,
- trwałość obiektów budowlanych,
- wykorzystanie w obiektach budowlanych przyjaznych środowisku surowców i materiałów wtórych.





DEKLAROWANIE WŁAŚCIWOŚCI UŻYTKOWYCH OKIEN

Wraz z deklaracją właściwości wyrobu **producent jest zobowiązanych dołączenia jej kopii do każdego wyrobu udostępnianego na rynku**. W przypadku gdy miejsce produkcji jest inne niż miejsce wbudowania, może zaistnieć konieczność dostosowania zakresu i poziomu deklarowanych wartości do wymagań konkretnych przepisów.

Czynniki wpływające zakres i poziom deklarowanych wartości użytkowych zależą do:

- **typu wyrobu zdefiniowanego przez producenta,**
- **zadeklarowanych przez producenta zamierzonego zastosowania wyrobu,**
- **przepisów obowiązujących w miejscu wprowadzenia wyrobu na rynek i w miejscach udostępnienia**
- **spełnienia wartości progowych charakterystyk.**





DEKLAROWANIE WŁAŚCIWOŚCI UŻYTKOWYCH OKIEN

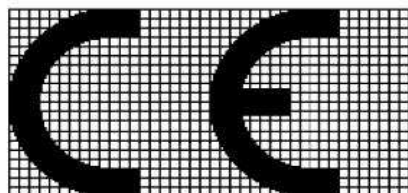
Wyroby budowlane wymagają sporządzenia deklaracji właściwości użytkowych na zasadach określonych w CPR.

Umieszczenie przez producenta produktu oznakowania CE świadczy o tym że producent bierze na siebie odpowiedzialność za zgodność wyrobu z deklarowanymi wartościami użytkowymi oraz ze wszystkimi wymaganiami rozporządzenia CPR i ewentualnie innych przepisów harmonizacyjnych UE.

Oznakowanie CE staje się dla produktów objętych normami zharmonizowanymi jedynym dopuszczonym oznakowaniem. Inne formy oznakowania potwierdzających właściwości użytkowa deklarowane na podstawie norm zharmonizowanych zostały wyeliminowane. Zobowiązanie oznakowania CE dotyczy również wyrobów na które wydano europejską aprobatę techniczną EOT.

Do obowiązków producenta warunkujących prawidłowość oznakowania CE należy sporządzenie dokumentacji technicznej stanowiącej podstawę deklaracji. Istotne jest też zapewnienie stałości deklarowanych własności użytkowych. **Wyrób powinien być jednoznacznie identyfikowany przez opatrzeniem go numerem typu, partii i serii wraz z nazwą producenta oraz adresu kontaktowego na wyrobie lub jego opakowaniu. Wraz z produktem musi być dostarczona instrukcja obsługi oraz informacje na temat bezpieczeństwa wyrobu.**





01234

AnyCo Ltd. PO Box 21, B-1050

10

01234-CPD-00234

EN 14351-1:2006+A1:2010

Drzwi zewnętrzne typu XYZ przeznaczone do zastosowania w lokalizacjach mieszkalnych i handlowych

Odporność na obciążenie wiatrem – Ciśnienie próbne: Klasa 2

Odporność na obciążenie wiatrem – Ugięcie ramy: Klasa B

Wodoszczelność – Nieosłonięte (A): Klasa 5A

Wodoszczelność – Osłonięte (B): npd

Wysokość i szerokość: 2 000 mm, 1 000 mm

Właściwości akustyczne: 32 dB (-1; -5)

Przenikalność cieplna: 1,7 W/m²K

Przepuszczalność powietrza: Klasa 3

EN 14351-1:2006+A1:2010

Okno dachowe typu XYZ przeznaczone do zastosowania w lokalizacjach mieszkalnych i handlowych

Odporność na obciążenie wiatrem – Ciśnienie próbne: Klasa 5

Odporność na obciążenie wiatrem – Ugięcie ramy: Klasa B

Odporność na obciążenie śniegiem: 4-16-4

Reakcja na ogień: Euroklasa D

Właściwości związane z oddziaływaniem ognia zewnętrznego: npd

Wodoszczelność – Nieosłonięte (A): Klasa 8A

Wodoszczelność – Osłonięte (B): npd

Odporność na uderzenie: 450

Nośność urządzeń zabezpieczających: Wartość progowa

Właściwości akustyczne: 33 dB (-1; -5)

Przenikalność cieplna: 1,7 W/m²K

Właściwości związane z promieniowaniem – Współczynnik promieniowania słonecznego: 0,55

Właściwości związane z promieniowaniem – Przenikalność światła: 0,75

Przepuszczalność powietrza: Klasa 4





ENERGOOSZCZĘDNA STOLARKA BUDOWLANA

Jacek Kowalczyk



[Badania i testy stolarki OKNOPLAST](#)





OSŁONY TERMICZNE - ROLETY

[ROLETY ARCHITEKCI.pptx](#)



OKNOPLAST

wybierz eksperta





SPEŁNIĘ WYMAGAŃ PODSTAWOWYCH

- 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





CZĘŚĆ 2. PRZEGRODY PRZEźROCYSTE A JAKOŚĆ ENERGETYCZNA BUDYNKU.

Właściwości eksploatacyjnych wg PN-EN 14351:

1. Odporność na obciążenie wiatrem – ciśnienie próbne.
2. Odporność na obciążenie wiatrem – ugięcie ramy.
3. Wodoszczelność – okna nieostłonięte.
4. Nośność urządzeń zabezpieczających.
5. Właściwości akustyczne.
6. Przenikalność cieplna.
7. Właściwości związane z promieniowaniem – współczynnik promieniowania słonecznego – g.
8. Właściwości związane z promieniowaniem – przenikalność światła „Lt”.
9. Przepuszczalność powietrza.
10. Odporność na wielokrotne otwieranie i zamykanie.
11. Odporność na włamanie.
 - Opisywanie parametrów stolarki budowlanej – podsumowanie.
 - Elementy mające wpływ na jakość energetyczną stolarki budowlanej





Norma PN – EN 14351-1 +A1:2010

Norma PN – EN 14351-1 +A1:2010 jest podstawowym dokumentem określającym właściwości eksploatacyjne okien i drzwi.

W normie opisano 23 właściwości eksploatacyjne dla okien i drzwi w postaci parametrów przyporządkowanych do poszczególnych klas klasyfikowanych niezależnie.

Lista Klasyfikacja właściwości konkretnego okna polega na: odniesieniu zbadanych lub zadeklarowanych właściwości wyrobu. Poziom wymagań zależy od specyfiki użytkowych przewidywanych przez nabywcę, projektanta lub użytkownika.

Produkt jednocześnie powinien spełniać wymagania ogólne, zamieszczone w Prawie budowlanym oraz w przepisach techniczno-budowlanych.

Producent deklarujący zgodność swoich wyrobów z normą PN – EN 14351-1 +A1:2010 może znakować wyroby oznaczeniem CE, co oznacza że produkt spełnia wymagania zasadnicze. Sposób spełnienia wymagań zasadniczych pozostawiony jest swobodnej decyzji producenta.





Norma PN – EN 14351-1 +A1:2010

W normie PN – EN 14351-1 +A1:2010 w powiązaniu z innymi określono 23 różne właściwości eksploatacyjne, sposób ich wyznaczania oraz podano dla nich klasy lub wartości graniczne wg zestawienia:

1. Odporność na obciążenie wiatrem – ciśnienie próbne.
2. Odporność na obciążenie wiatrem – ugięcie ramy.
3. Odporność na obciążenie śniegiem i obciążenie trwałe
4. Reakcja na ogień
5. Wodoszczelność – okna nieosłonięte.
6. Wodoszczelność – okna osłonięte.
7. Substancje niebezpieczne
8. Odporność na uderzenie.
9. Nośność urządzeń zabezpieczających.
10. Właściwości akustyczne.
11. Przenikalność cieplna.
12. Właściwości związane z promieniowaniem – współczynnik promieniowania słonecznego – g.
13. Właściwości związane z promieniowaniem – przenikalność światła „Lt”.
14. Przepuszczalność powietrza.
15. Siły operacyjne.
16. Wytrzymałość mechaniczna.
17. Wentylacja.
18. Kuloodporność.
19. Odporność na wybuch – rura uderzeniowa.
20. Odporność na wybuch – próba poligonowa.
21. Odporność na wielokrotne otwieranie i zamykanie.
22. Zachowanie się między różnymi klimatami.
23. Odporność na włamanie.





Norma PN – EN 14351-1 +A1:2010

Nie wszystkie wyżej wymienione właściwości mają istotne znaczenie dla osiągnięcia celu stawianego stolarce. O wartości użytkowej okna decyduje spełnienie wymagań stawianych stolarce powiązane z konkretnym zastosowaniem, zatem to **projektant znając cel, powinien precyzyjnie określić minimalne wymagania stawiane stolarce.**

Istnieje zależność pomiędzy właściwościami okna a jego elementami składowymi.

W projekcie dotyczącym budownictwa mieszkaniowego niezbędne jest określenie dwunastu parametrów:

1. Odporność na obciążenie wiatrem – ciśnienie próbne.
2. Odporność na obciążenie wiatrem – ugięcie ramy.
3. Wodoszczelność – okna nieosłonięte.
4. Nośność urządzeń zabezpieczających.
5. Właściwości akustyczne.
6. Przenikalność cieplna.
7. Właściwości związane z promieniowaniem – współczynnik promieniowania słonecznego – g.
8. Właściwości związane z promieniowaniem – przenikalność światła „Lt”.
9. Przepuszczalność powietrza.
10. Wentylacja.
11. Odporność na wielokrotne otwieranie i zamykanie.
12. Odporność na włamanie.



PARAMETR 1. ODPORNOŚĆ NA OBCIĄŻENIA WIATREM.

Określenie klasy okna w zakresie obciążenia wiatrem zawiera informację przy jakim maksymalnym obciążeniu wiatrem nastąpi maksymalne dopuszczalne ugięcie czołowe względem najbardziej odkształconego elementu okna.

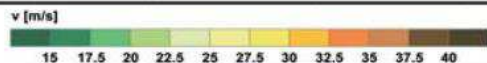
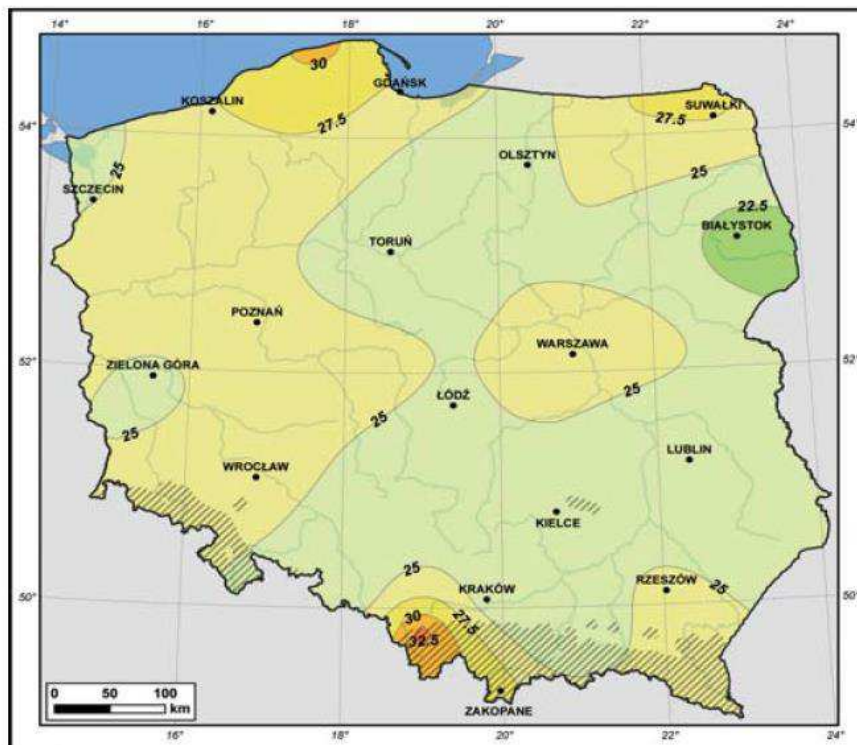
Nr	Rozdział	Właściwość/ wielkość/miara	Klasyfikacja/wartość							Klasa/ deklaro- wana wartość
----	----------	-------------------------------	----------------------	--	--	--	--	--	--	---------------------------------------

1	4.2	Odporność na obciążenie wiatrem Ciśnienie próbne P1 (Pa)	npd	1 (400)	2 (800)	3 (1200)	4 (1600)	5 (2000)	Exxx (> 2000)	
---	-----	---	-----	------------	------------	-------------	-------------	-------------	------------------	--

2	4.2	Odporność na obciążenie wiatrem Ugięcie ramy	npd	A ($\leq 1/150$)	B ($\leq 1/200$)	C ($\leq 1/300$)				
---	-----	---	-----	-----------------------	-----------------------	-----------------------	--	--	--	--

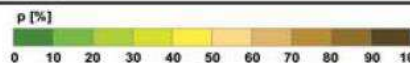
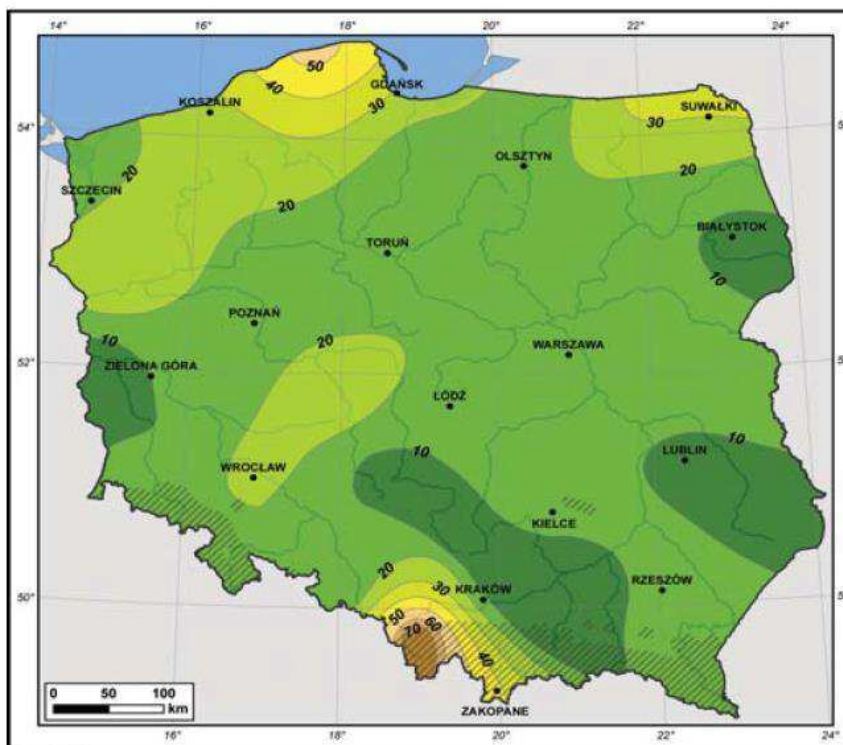
Zalecane jest przez ITB aby maksymalne dopuszczalne ugięcie czołowe najbardziej odkształconego elementu nie powinno być większe niż 1/300. Dla drzwi balkonowych o wymiarach 2200 x 900 mm² dopuszczalne ugięcie w tym przypadku wynosić będzie 7,3 mm.





Maksymalne prędkości wiatru w porywach (m/s) o rocznym prawdopodobieństwie wystąpienia 50% na wysokości 10 m n.p.g. w terenie otwartym (bez terenów górskich)

ciśnienie próbne			
1	Pa	km/h	m/s
2	400	90	25
3	800	130	36
4	1200	158	44
5	1600	184	51
6	2000	205	57



Roczne prawdopodobieństwo (%) przewyższenia prędkości wiatru w porywach 30 m/s na wysokości 10 m n.p.g. w terenie otwartym (bez obszarów górskich)

Miejscowość	Max prędkość wiatru w porywach (m/s)	Data wystąpienia	Typ cyrkulacji
Bielsko-Biała	48	6 XI 1985	SWc
Zakopane	47	1 XII 1976	SWc
Kalisz	46	21 X 1986	Wc
Łeba	44	8 II 1990	Wc
Hel	41	4 XII 1999	NWc
Warszawa	40	14 VI 1986	SWc
Mława	39	13 XI 1972	Wc



ODPORNOŚĆ NA OBCIĄŻENIA WIATREM.

Okno powinno być projektowane z uwzględnieniem specyfiki projektowanego obciążenia wiatrem. Dla przykładu budynek zlokalizowany we Wrocławiu – strefa 1 i III kategorii powinien spełniać wymagania ciśnienia 1200 Pa (prędkość 158 km/h). Wymagania stawiane stolarcze ze względu na obciążenie wiatrem C3

Ciśnienie parcia wiatru	Prędkość wiatru	Przybliżona siła parcia
[Pa]	[km/h]	kgf/m ²
400	90	41
800	130	82
1200	158	122
1600	184	163
2000	205	204
2500	230	255
3000	248	306
3500	270	357





Minimalne zalecane klasy dla okna ze względu na zastosowanie

Opis wymagań dla stolarki okiennej i drzwiowej ze względu na obciążenie wiatrem:

Typ budynku	Opis minimalnych wymagań	Maksymalna prędkość wiatru [km/h]	Dopuszczalne ugięcie okna 1,5 x 2,1
Domek jednorodzinny zlokalizowany w strefie I i II	minimum C2	130	7 mm
Stolarka do 5 kondygnacji w strefie I, II,	zalecane C3	158	7 mm
Stolarka od 5 do 15 kondygnacji w strefie I, II,	zalecane C4	184	7 mm
Stolarka od 15 do 30 kondygnacji	zalecane C5	205	7 mm
Stolarka powyżej 30 kondygnacji w strefie I, II	minimum C5	205	7 mm



WODOSZCZELNOŚĆ.

W normie PN-EN14351-1 A1:2010 ustalono 10 klas wodoszczelności dla okien nieosłoniętych i osłoniętych oraz klasę specjalną dla określenie dowolnego wskazanego ciśnienia większego od 600 Pa.

3	4.5	Wodoszczelność	npd	1 A	2 A	3 A	4 A	5 A	6 A	7 A	8 A	9 A	Exxx
		Nieosłonięte (A) Ciśnienie próbne (Pa)		(0)	(50)	(100)	(150)	(200)	(250)	(300)	(450)	(600)	(> 600)

4	4.5	Wodoszczelność	npd	1 B	2 B	3 B	4 B	5 B	6 B	7 B
		Osłonięte (B) Ciśnienie próbne (Pa)		(0)	(50)	(100)	(150)	(200)	(250)	(300)

Za okno nieosłonięte należy uważać każde okno zabudowane w ścianę budynku, którego cała powierzchnia będzie wystawiona na działanie czynników atmosferycznych. Wodoszczelność odpowiada na pytanie przy jakim obciążeniu wiatrem w czasie opadów deszczu nastąpi przenikanie wody opadowej do wnętrza konstrukcji okiennej.





WODOSZCZELNOŚĆ.

W normie PN-EN14351-1 A1:2010 ustalono 10 klas wodoszczelności dla okien nieosłoniętych.

Ciśnienie próbne [Pa]	Klasa wodoszczelności okna	Wymagania	Czas po którym dojdzie do przecieku [min.]
0	1A	Natryskiwanie wodą przez 15 min.	15
50	2A	Jak klasa 1 + 5	20
100	3A	Jak klasa 2 + 5	25
150	4A	Jak klasa 3 + 5	30
200	5A	Jak klasa 4 + 5	35
250	6A	Jak klasa 5 + 5	40
300	7A	Jak klasa 6 + 5	45
450	8A	Jak klasa 7 + 5	50
600	9A	Jak klasa 8 + 5	55
> 600	Exxx	Powyżej 600 Pa czas trwania każdego stopnia powinien wynosić 5 min	

Poprawne opisanie cechy wodoszczelności wymaga wskazania klasy wodoszczelności np. dla ciśnienia 300 Pa klasa wodoszczelności powinna być określona jako 7A. Cecha ta to druga po odporności na obciążenie wiatrem. Wysoka klasa w zakresie ugięcia może nie gwarantować oczekiwanej wodoszczelności.





SIŁY OPERACYJNE

Cecha okna określona jako siła operacyjna oznacza siłę jaką należy użyć do otwierania i zamykania skrzydeł stolarki lub do wykonywania obrotu klamki okiennej. Rozróżniane są dwie klasy odpowiadające siłom operacyjnym niezbędnym do obsługi okna:

Klasa 1 oznacza, że do otwarcia okna lub obrotu klamki niezbędna jest siła 100 N (10 kg).
Okucia uruchamiane są palcem przy sile 50 N (5kg)

Klasa 2 oznacza, że do otwarcia okna lub obrotu klamki niezbędna jest siła 30 N (3 kg).
Okucia uruchamiane są palcem przy sile 20 N (2kg)

Na etapie projektowania niezbędne jest określenie wymagań dla siły operacyjnej, który w obiektach o specjalnym przeznaczeniu takich jak domy starców... będzie stanowić o komforcie użytkownika.





WYTRZYMAŁOŚĆ MECHANICZNA OKIEN

Wytrzymałość mechaniczna okna związana jest z odpornością konstrukcji, głównie skrzydeł na działanie dodatkowych sił działających w płaszczyźnie oraz prostopadle do płaszczyzny okna. W praktyce sytuacja taka występuje np. podczas mycia okien, w chwili utraty równowagi gdy dochodzi do oparcia się na skrzydle lub podczas zabawy dzieci, które czasami wieszają się na skrzydle.

Zdolność konstrukcji okna do przyjmowania tego typu sił bez widocznych trwałych odkształceń powodujących utratę właściwości funkcjonalnych nazywana jest wytrzymałością mechaniczną. W normie PN-EN 14351-1 ustalono 4 klasy wytrzymałości mechanicznej. Wyższa klasa gwarantuje większe bezpieczeństwo użytkownika. Co oznaczają poszczególne klasy?

- Klasa 1 oznacza, że okno charakteryzuje się wytrzymałością na obciążenia pionowe wynosi 200 N (20 kg), wytrzymałość na skręcanie statyczne wynosi również 200 N (20 kg).
- Klasa 2 oznacza, że okno charakteryzuje się wytrzymałością na obciążenia pionowe wynosi 400 N (40 kg), wytrzymałość na skręcanie statyczne wynosi również 250 N (25 kg).
- Klasa 3 oznacza, że okno charakteryzuje się wytrzymałością na obciążenia pionowe wynosi 600 N (60 kg), wytrzymałość na skręcanie statyczne wynosi również 300 N (30 kg).
- Klasa 4 oznacza, że okno charakteryzuje się wytrzymałością na obciążenia pionowe wynosi 800 N (80 kg), wytrzymałość na skręcanie statyczne wynosi również 350 N (35 kg).



ODPORNOŚĆ NA WIELOKROTNE OTWIERANIE I ZAMYKANIE

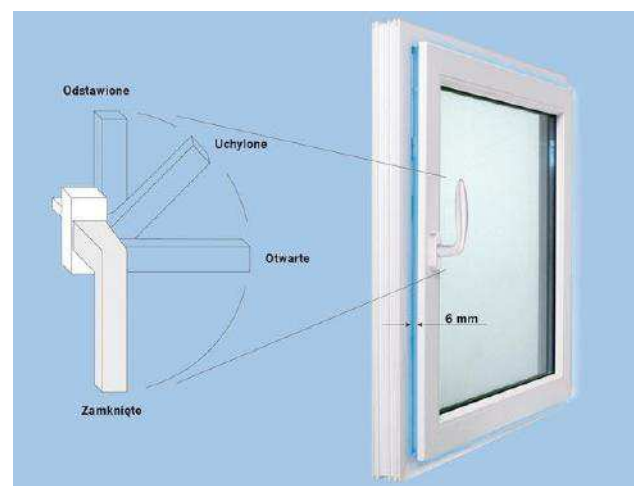
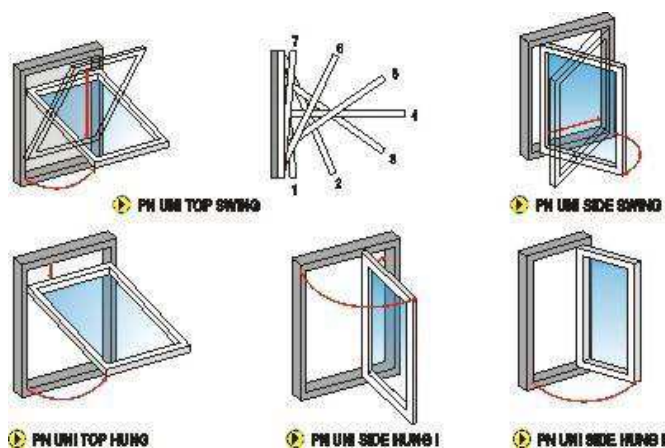
Projektant powinien określić niezwykle ważną dla eksploatacji cechę stolarki tj odporność na wielokrotne otwieranie i zamykanie, co oznacza, że w ten sposób określone zostanie pośrednio czas bezusterkowego użytkowania wyrobu.

Badania otwierania i zamykania prowadzone są dla następujących wartości:

5 000, 10 000, 20 000 cykli.

Jeżeli na etapie projektowania można przewidzieć ile podczas eksploatacji okna wystąpi cykli otwierania i zamykania, może będzie określić czas bezusterkowej pracy okna.

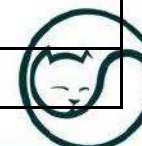
Przykładowe analiz bezusterkowej pracy okna w zależności od przyjętych cykli otwierania i zamykania zamieszczono w tabeli poniżej:





ODPORNOŚĆ NA WIELOKROTNE OTWIERANIE I ZAMYKANIE

Ilość przewidywanego otwierania i zamykania okna dziennie	Ilość otwarć i zamknięć okna rocznie	Klasyfikacja	przewidywany okres bezusterkowej eksploatacji
		ilość cykli otwieranie /zamykanie	[lata]
2	730	5000	6,8
		10000	13,7
		20000	27,4
4	1460	5000	3,4
		10000	6,8
		20000	13,7
6	2190	5000	2,3
		10000	4,6
		20000	9,1
8	2920	5000	1,7
		10000	3,4
		20000	6,8
10	3650	5000	1,4
		10000	2,7
		20000	5,5





NOWOCZESNE ENERGOOSZCZĘDNE PROFILE DO FASAD, DRZWI I OKIEN

Mgr inż. Andrzej Chwastek



ALUPROF





IZOLACYJNOŚĆ TERMICZNA STOLARKI BUDOWLANEJ





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



Elementy oceny

- Geometria stolarki
- Izolacja termiczna stolarki,
 - izolacyjność termiczna ramy,
 - izolacyjność termiczna szyby,
 - izolacyjność termiczna ramki dystansowej,
- przepuszczalność energii słonecznej zestawów szybowych,
- szczelność stolarki,
- jakość montażu,
- izolacyjność termiczna osłony termiczne (okiennicy, rolety)
- wpływ osłony przeciwsłonecznej dla okien w pomieszczeniach chłodzonych

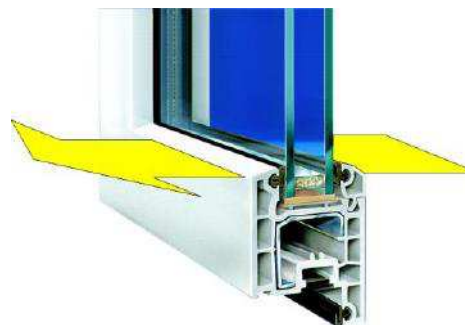


Analiza wpływu strat energii przez przenikanie, infiltrację oraz na połączeniu stolarki otworowej z przegrodą.

g_G	U_w	Straty przez przenikanie Q_{Uw}	udział Q_{Uw} w łącznych stratach energii	Liniowy współczynnik przewodzenia ciepła ψ	Straty ciepła na połączeniu okna ze ścianą Q_{iw}	udział Q_{iw} w łącznych stratach energii	Szczelność okna L_{100}	Straty energii przez nieszczelności Q_{ve}	udział Q_{ve} w łącznych stratach energii
	W/m ² K	kWh/m ²		W.mK	kWh/m ²		[m ³ /m ² h]	kWh/m ²	
0,62	1,3	124,93	44%	0,4	114,5	40%	9	45,8	16%
0,62	1,3	124,93	59%	0,2	57,2	27%	6	30,5	14%
0,62	1,3	124,93	81%	0,05	14,3	9%	3	15,3	10%
0,62	1,3	124,93	92%	0,01	2,9	2%	1,5	7,6	6%
0,62	1	96,10	37%	0,4	114,5	45%	9	45,8	18%
0,62	1	96,10	52%	0,2	57,2	31%	6	30,5	17%
0,62	1	96,10	76%	0,05	14,3	11%	3	15,3	12%
0,62	1	96,10	90%	0,01	2,9	3%	1,5	7,6	7%
0,5	0,8	76,88	32%	0,4	114,5	48%	9	45,8	19%
0,5	0,8	76,88	47%	0,2	57,2	35%	6	30,5	19%
0,5	0,8	76,88	72%	0,05	14,3	13%	3	15,3	14%
0,5	0,8	76,88	88%	0,01	2,9	3%	1,5	7,6	9%

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 ciepłą 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]

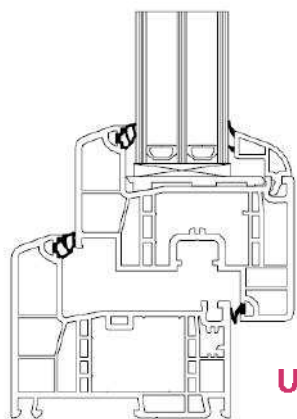
A_g – pole powierzchni oszklenia [m²]

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

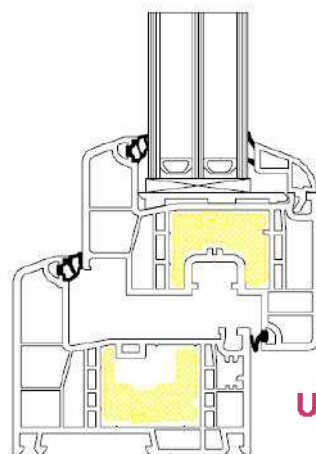
A_f – pole powierzchni ramy [m²]

ΔU_w - dodatek na szprosy i szczeliny

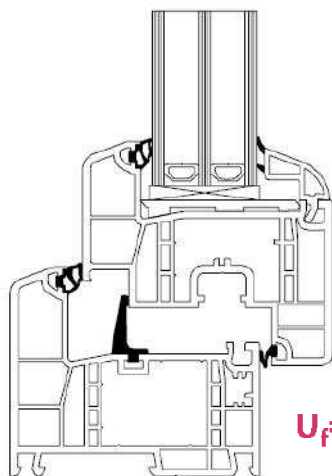
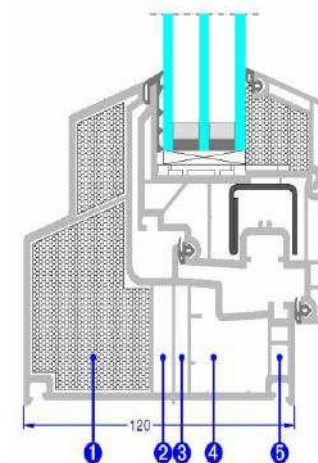




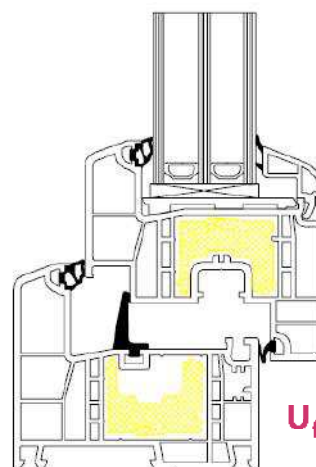
$U_f = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$



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



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



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



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

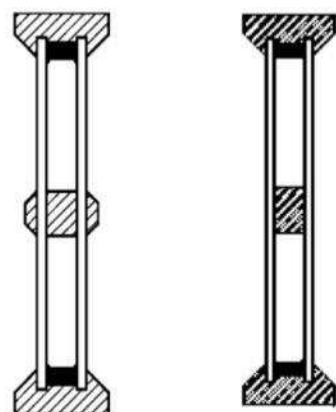


Szpros i szczeliny

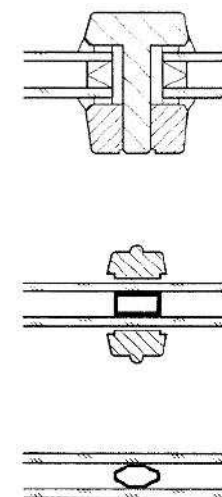


Rysunek J.1 – Szpros (szpros) nakładany (nakładane)

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

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 szprosu (szprosów) lub szczeliny (szczelin), określoną według 4.12, o wartość podaną w Tabelicy J.1.

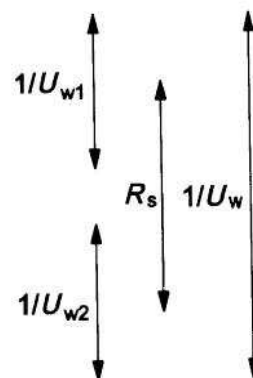
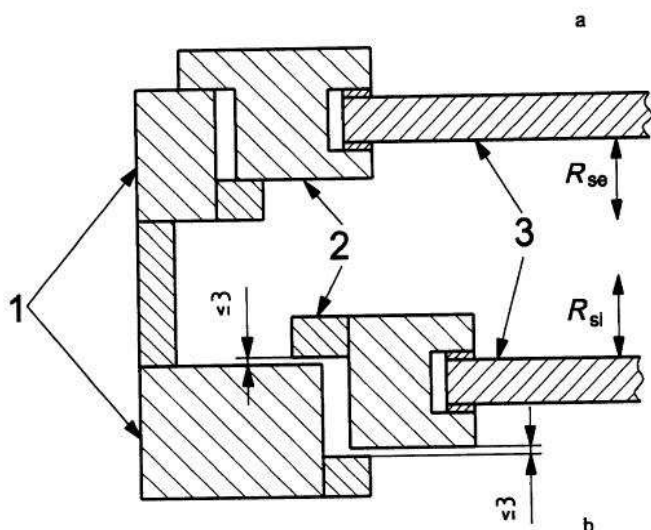


Tabelica J.1 – Przenikalność cieplna okien ze szprosami lub szczelinami

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



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

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

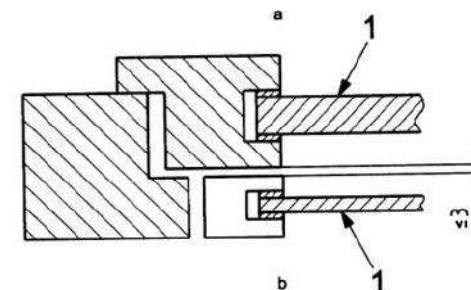
R_s – Opór przejmowania ciepła przestrzeni między wewnętrznym a zewnętrznym oszkleniem

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 ·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

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 szczegółowo równania podane w ISO 15099 [6], komputerowe metody obliczania lub pomiary.

W Tablicy 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 tablicy 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].



Objaśnienia

1 oszklenie (pojedyncze lub wielokrotne)

a Strona wewnętrzna

b Strona zewnętrzna



Oszklenie wielokrotne

Współczynnik przenikania ciepła oszklenia 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 $\lambda = 1,0 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

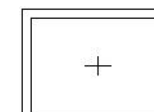
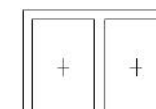
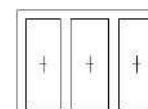
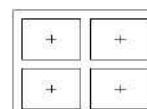
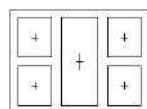
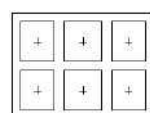
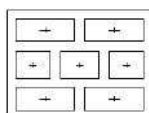
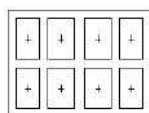




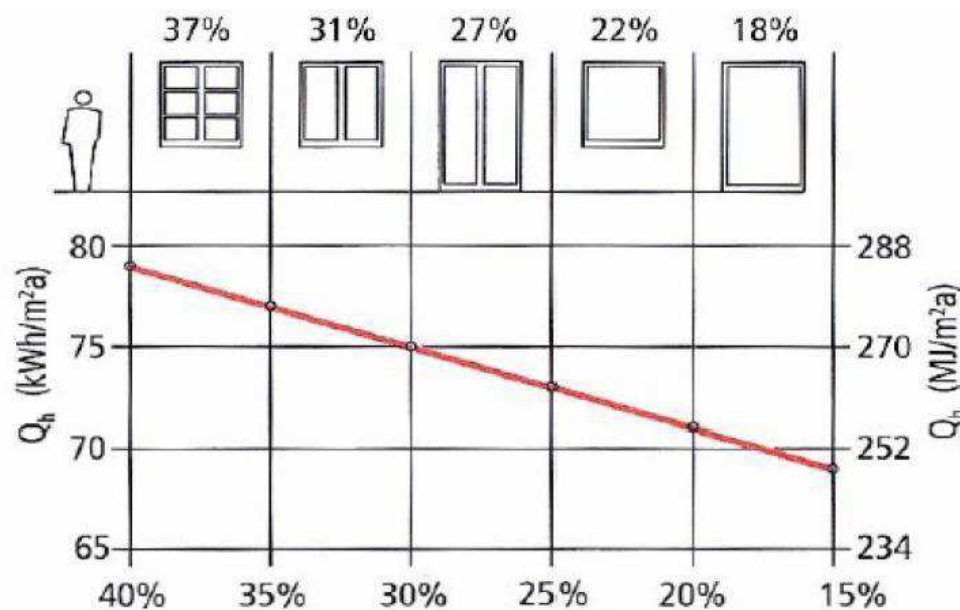
GEOMETRIA STOLARKI I PARAMETRY IZOLACYJNE



Współczynnik przenikania ciepła okna składającego się z różnej ilości kwater



ośmio	siedmio	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 $\psi =0,06$

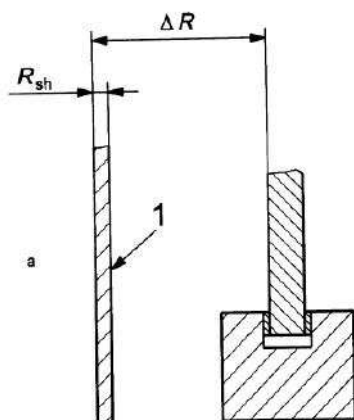


Współczynnik przenikania ciepła okna z dodatkową osłoną

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

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 Tablicy G.1, zależnie od przepuszczalności powietrza żaluzji (patrz Załącznik H).



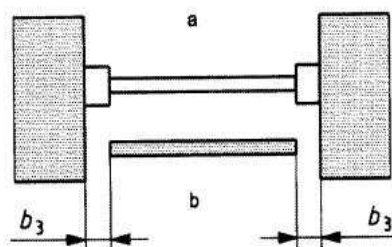
$$U_w = \frac{1}{\frac{1}{U_w} + 0,33 \cdot \Delta R}$$

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

Przepuszczalność powietrza żaluzji ^a	Dodatkowy opór cieplny ΔR m ² ·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 Tablicy 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

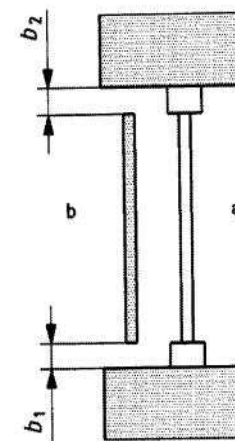
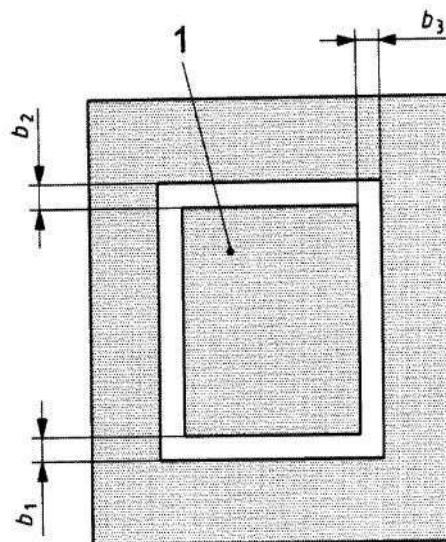
1 żaluzja

a Strona wewnętrzna
b Strona zewnętrzna

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)

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

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:

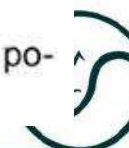
a) żaluzje zwijalne:

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 uszczelek taśmowych 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		
		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

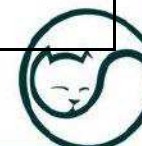
^a Definicję przepuszczalności powietrza żaluzji podano w Załączniku H.



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

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

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


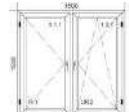
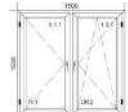


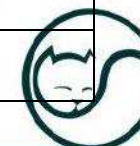


Raport z obliczeń wg PN – EN 10077-1 powinien zawierać:

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		
			
Położenie względem stron świata	S	S-N	N
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}			
Dodatkowy opór cieplny przesłon termiczny	0,0	0,1	0,3
Odporność na włamanie			





OSŁONY PRZECIWSŁONECZNE

OKNOPLAST



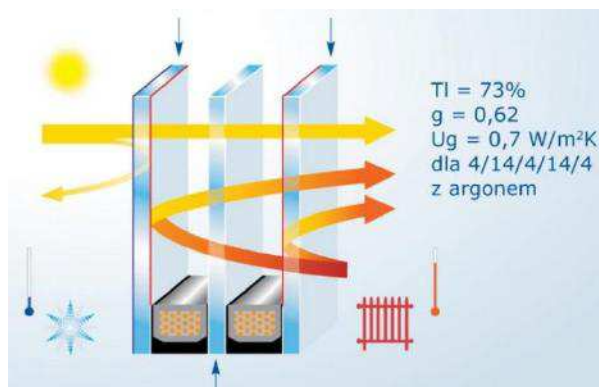
Nowoczesne metody projektowania energooszczędnej stolarki budowlanej

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

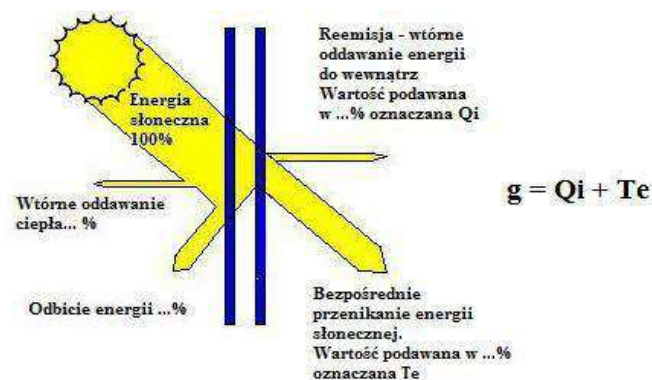
- E_{Wh} energia straty ciepła przez przenikanie ,
- E_{inf} energia na infiltrację,
- E_{sol} zyski ciepła – energia słoneczna

EU_h = - straty - infiltracja + zyski + energia pomocnicza

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



Calkowity współczynnik przenikalności energii "g"



Bilans energetyczny okna

Energia na ogrzewanie:

$$E_{H,vert} = 229 \cdot g_G \cdot C \cdot \eta_{GLR} - 96,1 \cdot \left(\frac{1}{\frac{1}{U_W} + 0,33 \cdot \Delta R} + 0,053 \cdot L_{100} + \frac{\sum l_{\psi m,i} \cdot \psi_{m,i}}{A_W} \right)$$

Energia na chłodzenie:

$$E_{C,vert} = 91,7 \cdot g_G \cdot C \cdot F_{Sh} \cdot -4,6 \cdot \eta_{GLR,C} \cdot \left(\frac{1}{\frac{1}{U_W} + 0,33 \cdot \Delta R} + 0,053 \cdot L_{100} + \frac{\sum l_{\psi m} \cdot \psi_m}{A_W} \right)$$

$l_{\psi m,i}$ – długość i-tego mostka liniowego na połączeniu okna lub drzwi ze ścianą

$\psi_{m,i}$ - i-ty liniowy współczynnik przenikania ciepła pomiędzy oknem a ścianą zgodnie z rekomendowanym przez producenta sposobem montażu.

A_W – powierzchnia okna

L_{100} – szczelność okna określona zgodnie z normą

ΔR – udział w bilansie dodatkowych osłon takich jak rolety, okiennice, żaluzje określony zgodnie z normą PN-EN ISO 10077-1 lub na podstawie pomiarów

$\eta_{GLR,H}$ – sprawność wykorzystania zysków ciepła w okresie grzewczym

GLR_H – stosunek zysków do strat ciepła

ΔR – udział w bilansie dodatkowych osłon takich jak rolety, okiennice, żaluzje określony zgodnie z normą PN-EN ISO 10077-1 lub na podstawie pomiarów;

$\eta_{GLR,C}$ – sprawność wykorzystania zysków ciepła w okresie grzewczym;

GLR_C – stosunek zysków słonecznych w okresie chłodzenia do strat ciepła przez przenikanie i nieszczelności ;

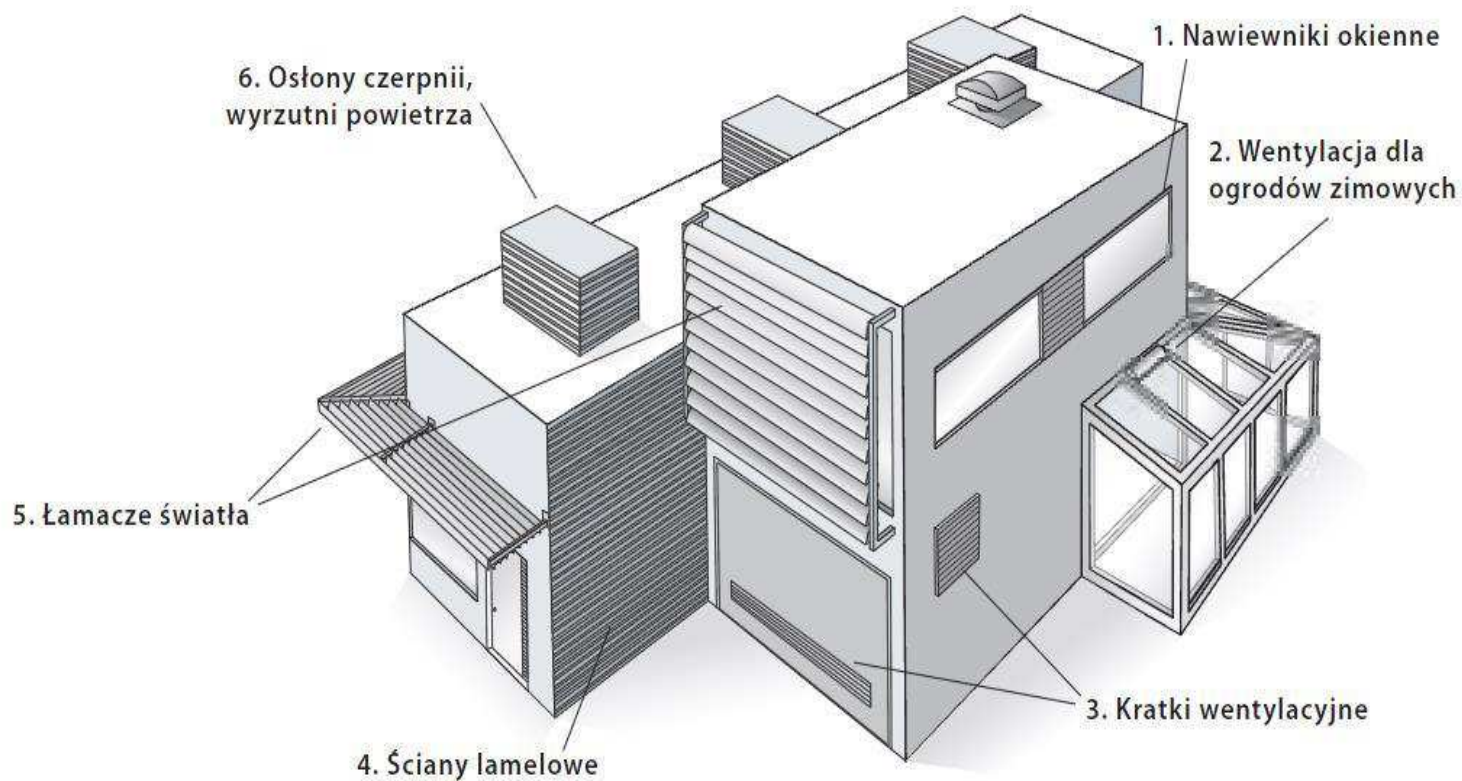




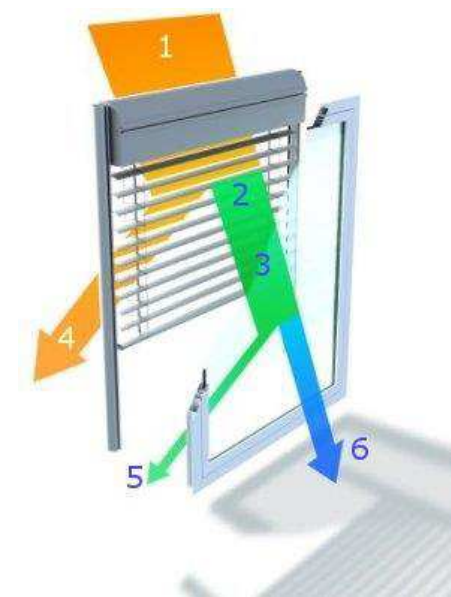
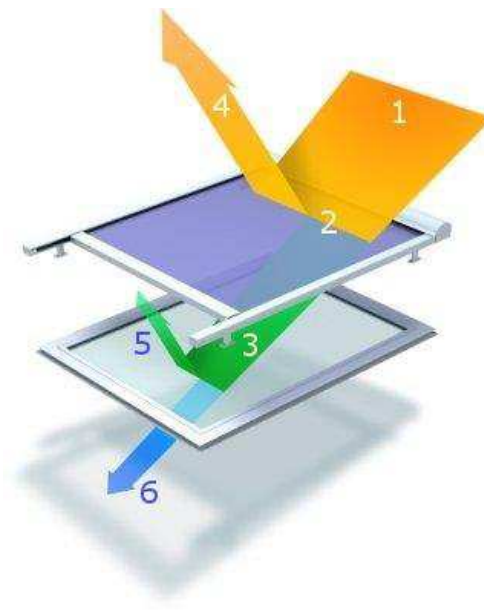
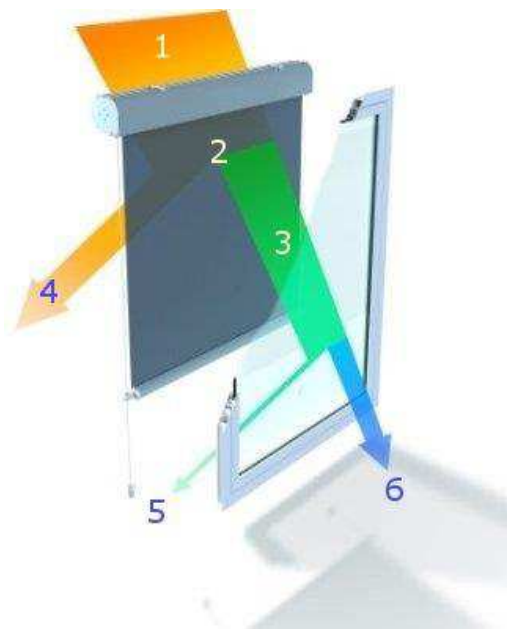
Ostony przeciwsłoneczne



Typy osłon słoneczne



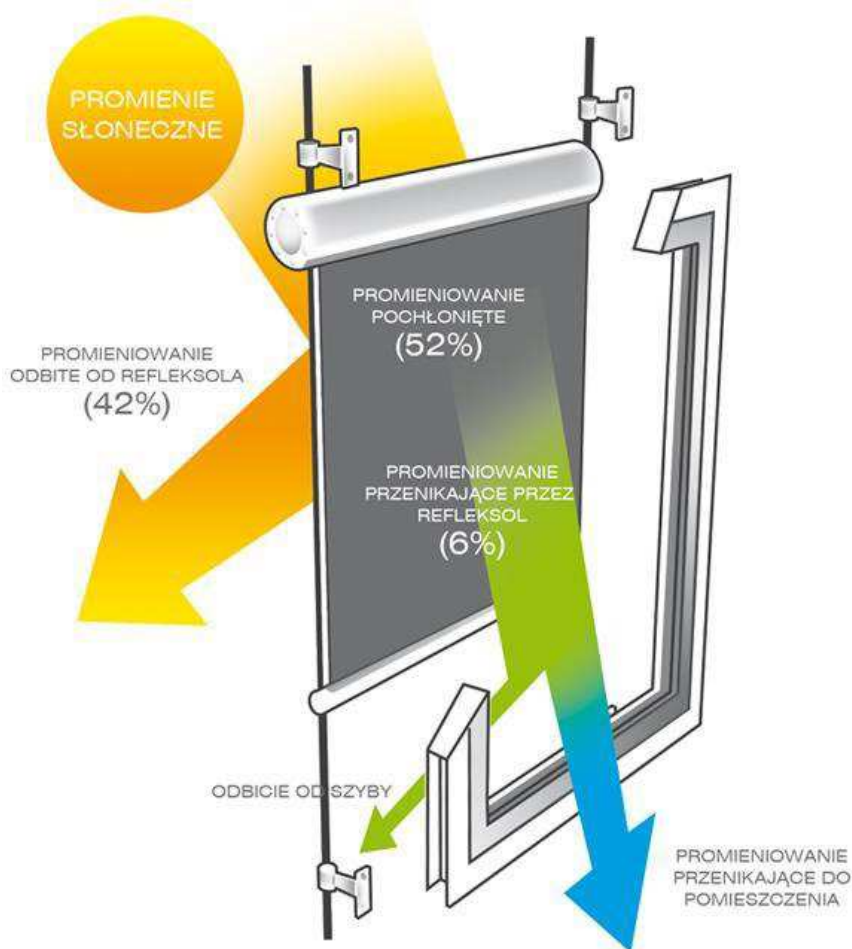
Ostony przeciwśłoneczne ruchome



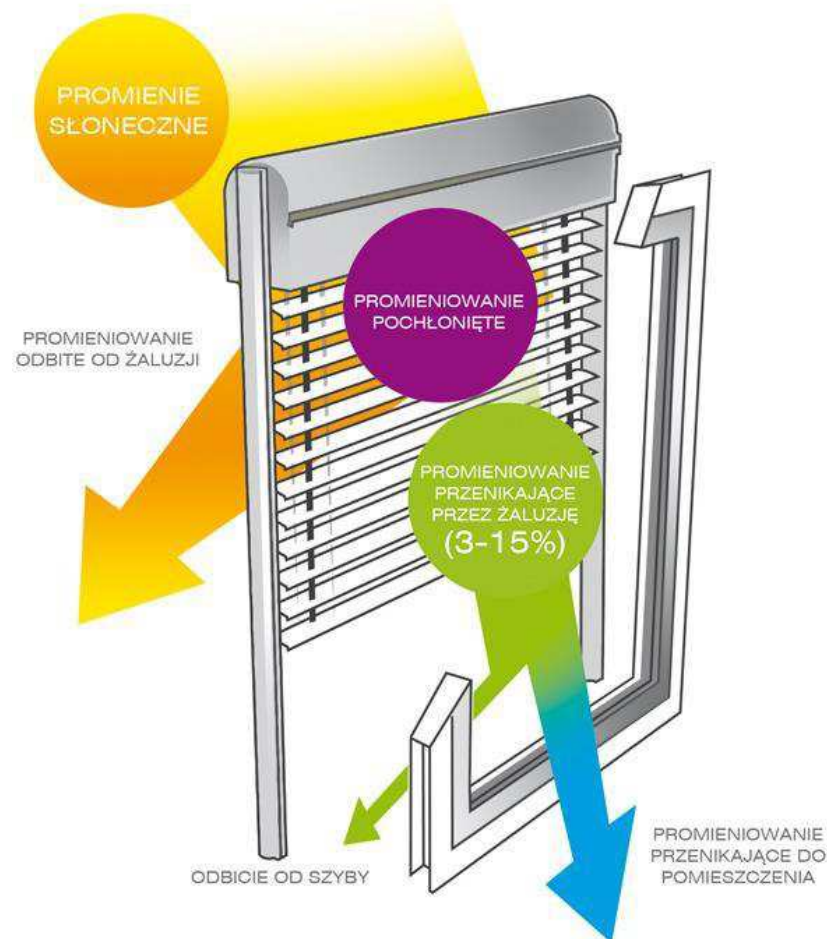
Zyski stosowania dodatkowych osłon

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





Refleksole



Żaluzje zewnętrzne







OSŁONY PRZECIWSŁONECZNE



SZCZELNOŚĆ I WENTYLACJA?

Okna bardzo często łączone były z wentylacją. Wszystkie budynki wykonywany 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].

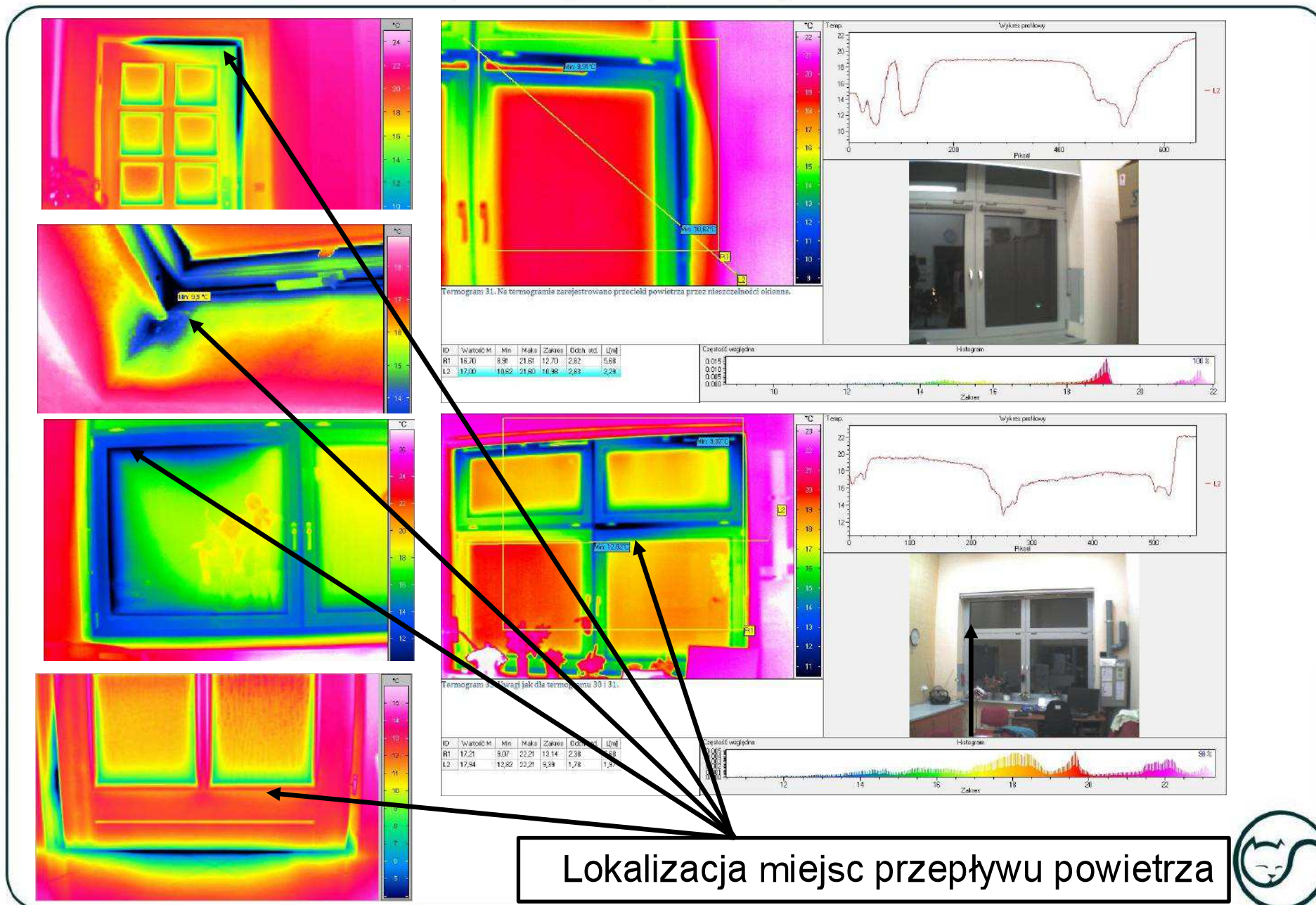
$$a = \frac{V}{L \cdot (\Delta p)^{2/3}}$$

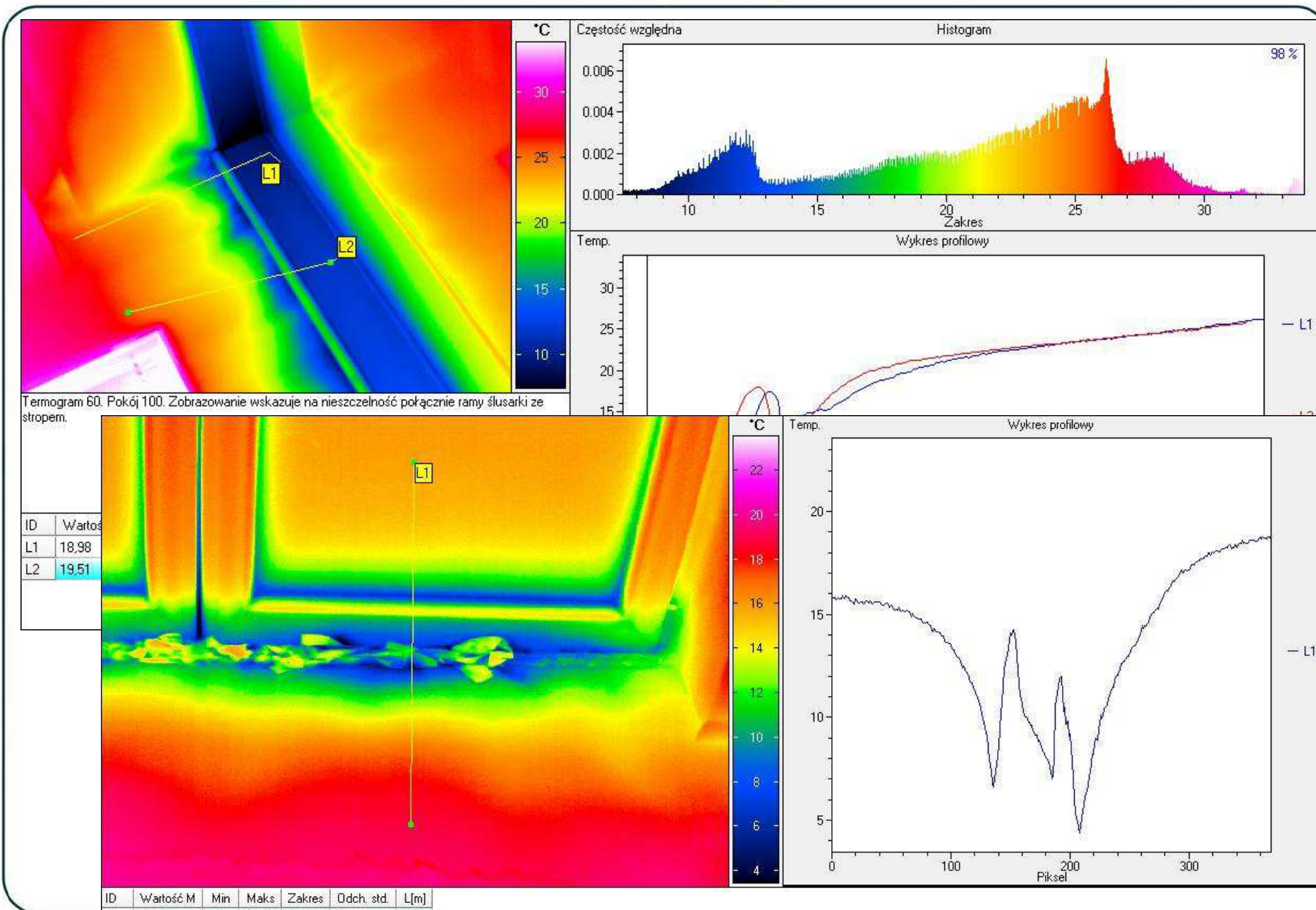
L – długość szczeliny okiennej lub drzwiowej [m].

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 wentylacyjne (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.







PRZEPUSZCZALNOŚĆ POWIETRZA.

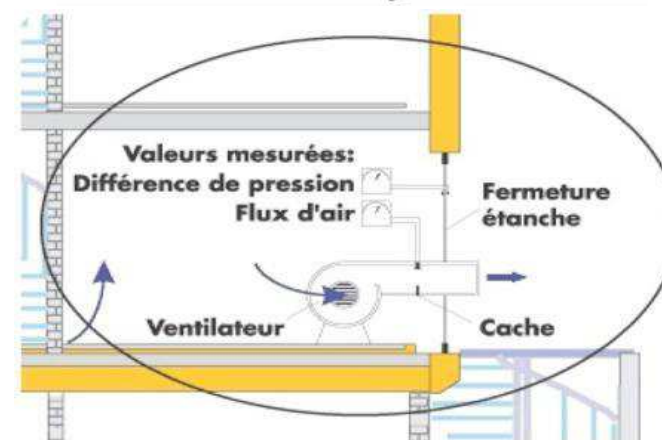
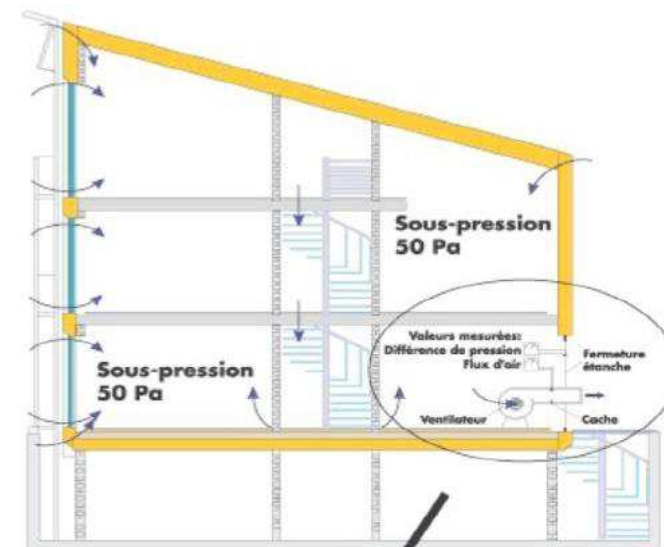
Przepuszczalność powietrza (infiltracja) określa na ile szczelna jest przegroda. Ma to szczególne znaczenie w przypadku budynków energooszczędnych lub pasywnych dla których przewidziano wysoki poziom szczelności budynku. Szczelność stolarki może mieć decydujący wpływ na szczelność budynku. W badaniu 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)	npd	(150)	(300)	(600)	(600)
		Referencyjna przepuszczalność powietrza przy 100 Pa ($m^3/(h \cdot m^2)$ lub ($m^3/(h \cdot m)$))		(50 lub 12,50)	(27 lub 6,75)	(9 lub 2,25)	(3 lub 0,75)

Klasyfikacja	Przepuszczalność powietrza	Powierzchnia okna	Przepuszczalność powietrza okna
	$m^3/h \cdot m^2$	[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

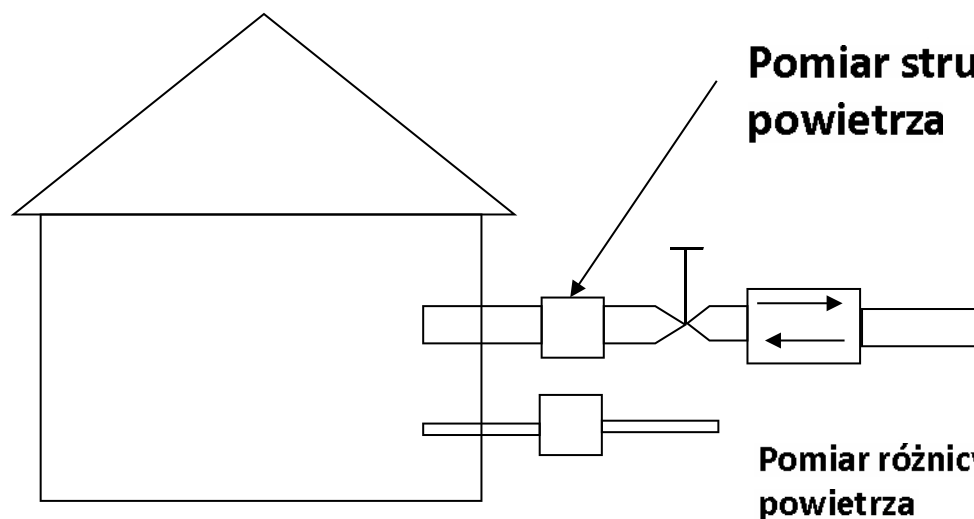


Określanie szczelności budynku



Badanie szczelności obudowy i jej komponentów w obiektach istniejących przeprowadza się za pomocą testów ciśnieniowych. Polegają one na wytwarzaniu nienaturalnie wysokiej różnicy ciśnienia pomiędzy wnętrzem budynku a otoczeniem i jednoczesnym pomiarze strumienia powietrza włączanego lub wyciąganego w tym celu powietrza. Zazwyczaj różnica ciśnienia wytwarzana jest za pomocą specjalnych zestawów pomiarowych wyposażonych w wentylatory o zmiennej charakterystyce.

Do wywołania przepływu powietrza można wykorzystywać specjalne zestawy pomiarowe (np. typu "blower door") lub istniejące instalacje wentylacyjne ogrzewania powietrznego itp. Zastosowane urządzenia powinny mieć jednak możliwość stabilizacji przepływu dla zadanych różnic ciśnienia.



WYMAGANIA PRAWNE

Wentylacja naturalna $n_{50} \leq 3$

Wentylacja mechan. $n_{50} \leq 1,5$

NF 40 - $n_{50} \leq 1,0$

NF 15 - $n_{50} \leq 0,6$



Szczelność na przenikanie powietrza.

W budynku przegrody zewnętrzne nieprzezroczyste, złącza między przegrodami i częściami przegród oraz połączenia okien z ościeżami należy projektować i wykonywać pod kątem osiągnięcia ich całkowitej szczelności na przenikanie powietrza.

W budynku mieszkalnym, zamieszkania zbiorowego i budynku użyteczności publicznej współczynnik infiltracji powietrza dla otwieranych okien i drzwi balkonowych powinien wynosić nie więcej niż $L_{100} \leq 9 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$).

Wymagana szczelność dla budynku wynosi:

- budynki z wentylacją grawitacyjną - $n_{50} \leq 3,0 \text{ h}^{-1}$; wymagania $a \leq a_0 = 0,3 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{daPa}^{2/3})$.
- budynki z wentylacją mechaniczną - $n_{50} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}$, wymagania $a \leq a_0 = 0,3 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{daPa}^{2/3})$.

Budynki energooszczędne EU<60 kWh/m²rok - $n_{50} \leq 1,2 \text{ h}^{-1}$, zalecenia $L_{100} \leq 5 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$.

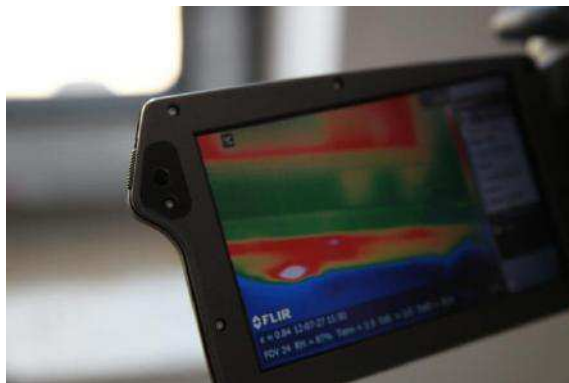
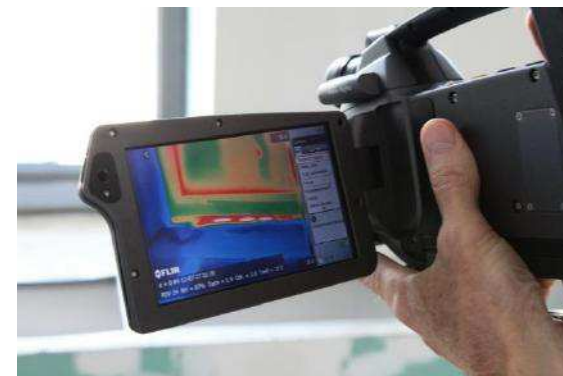
Budynki niskoenergetyczne EU<40 kWh/m²rok - $n_{50} \leq 1,0 \text{ h}^{-1}$, zalecenia $L_{100} \leq 3 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$.

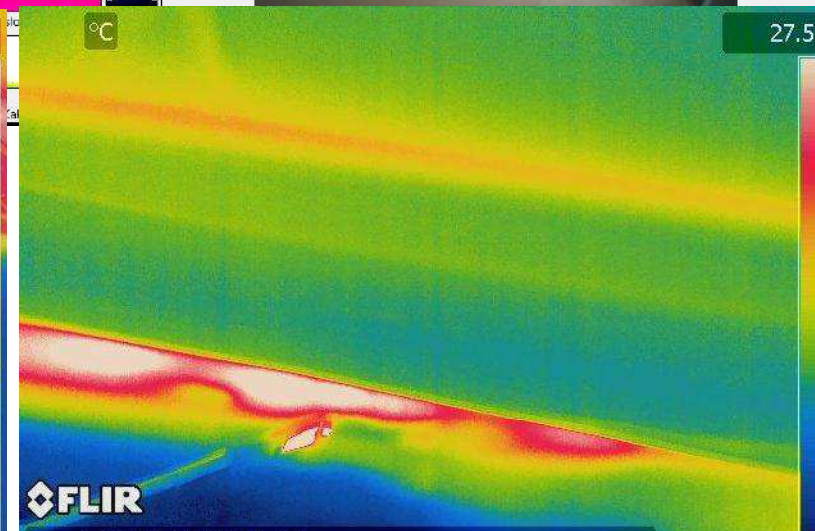
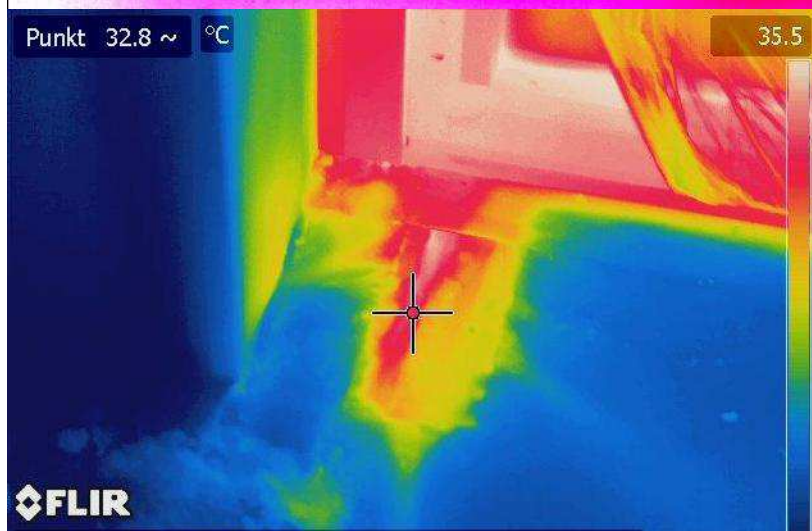
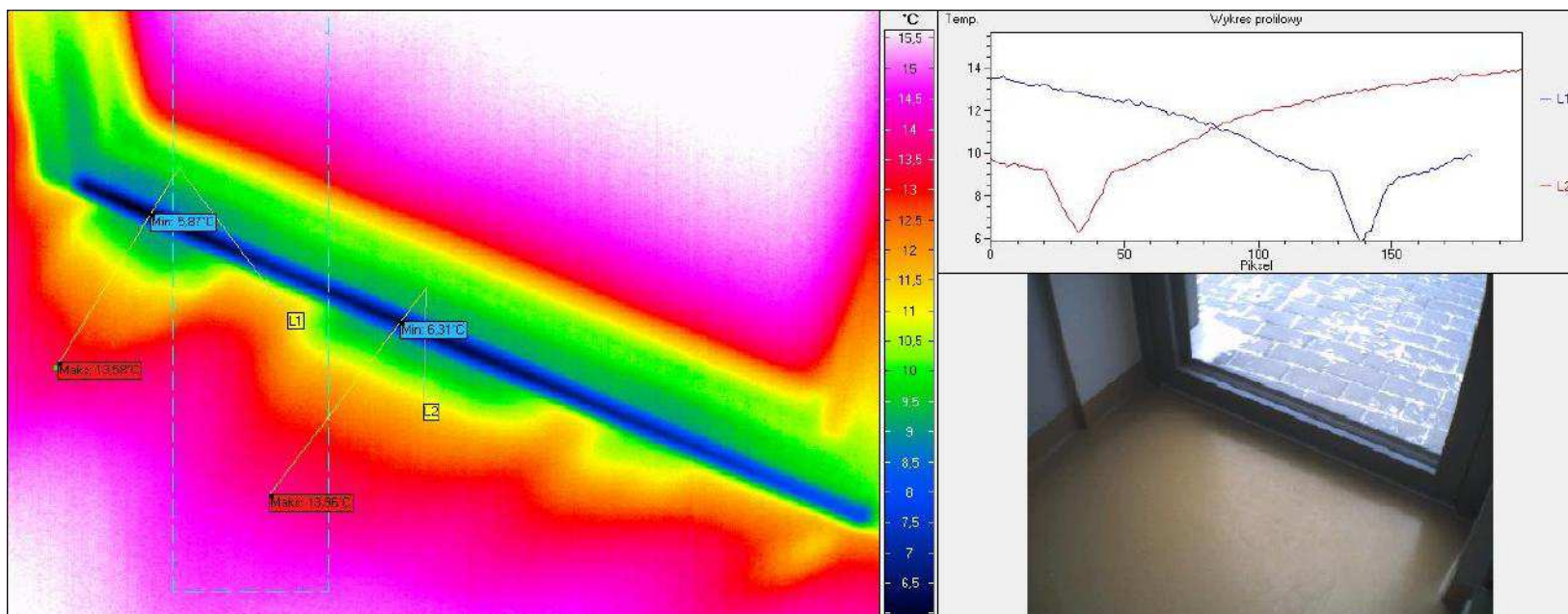
Budynki pasywne EU<15 kWh/m²rok - $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$, zalecenia $L_{100} \leq 2,0 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$.

Budynki wysokie EU<60 kWh/m²rok - $n_{50} \leq 0,4 \text{ h}^{-1}$, zalecenia $L_{100} \leq 1,5 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$.

Dla budynków niskoenergetycznych i pasywnych oraz dla budynków wysokich wartość szczelności stolarki budowlanej określane przez współczynnik infiltracji mogą być niższe od wartości maksymalnych .

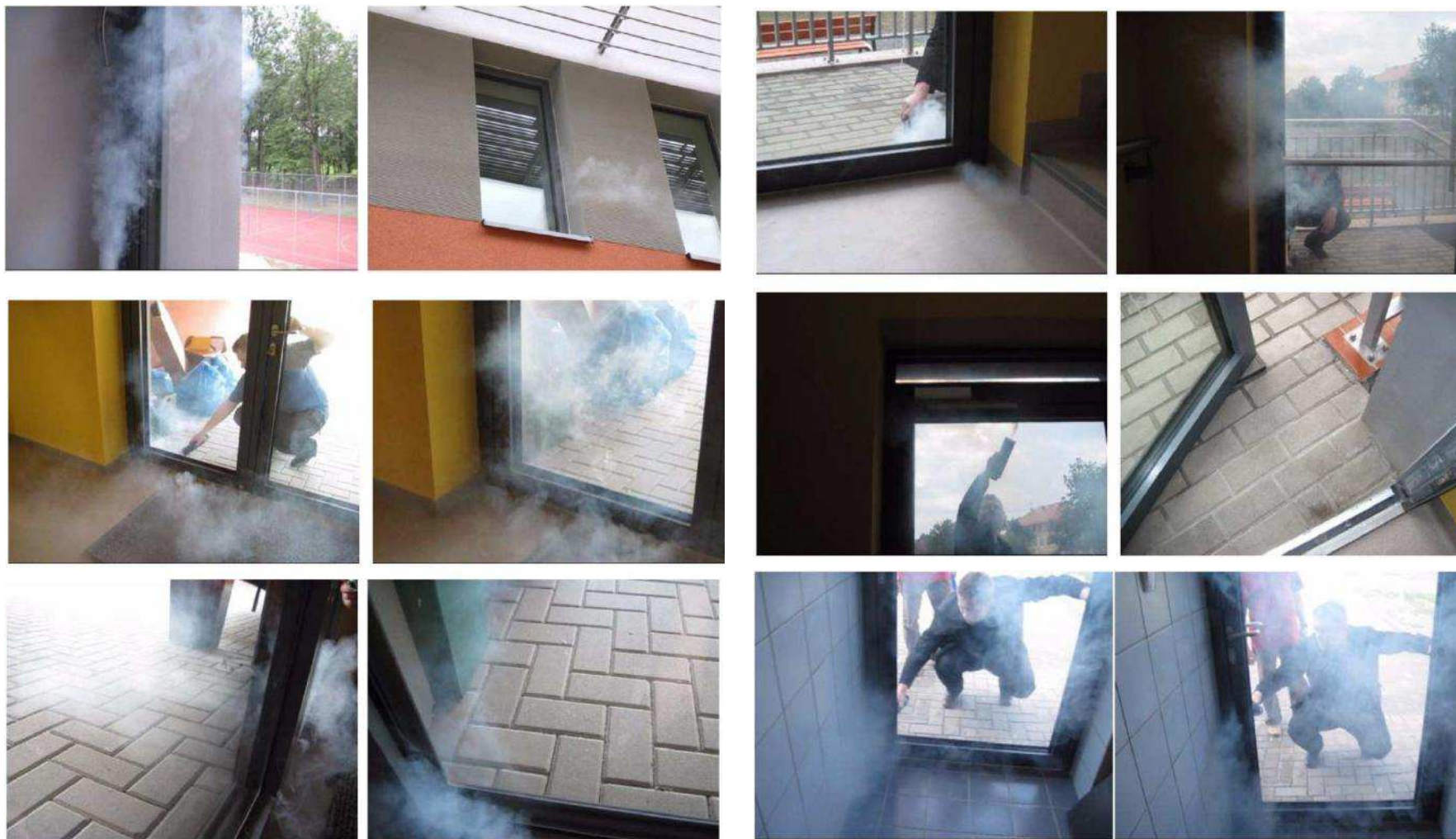






Nieszczelności montażowe na połączeniu drzwi wejściowych ze ścianą zewnętrzną





Nieszczelności na uszczelkach między skrzydłem a ramą stolarki okiennej i drzwiowej



Certyfikat

szczelności powłoki zewnętrznej budynku

BlowerDoor Test

EN 13829, Method A

Building Test Info and Air-Moving Equipment

Building Information

Building:	GMINNA SZKOŁA PODSTAWOWA w Budzowie
Address:	dz. nr 571/1, obręb Budzów 57-213 gm. Stoszowice
	Year of Construction: 2012
	Test Date: 08.09.2012



Business Info

Data Testu: 08.09.2012

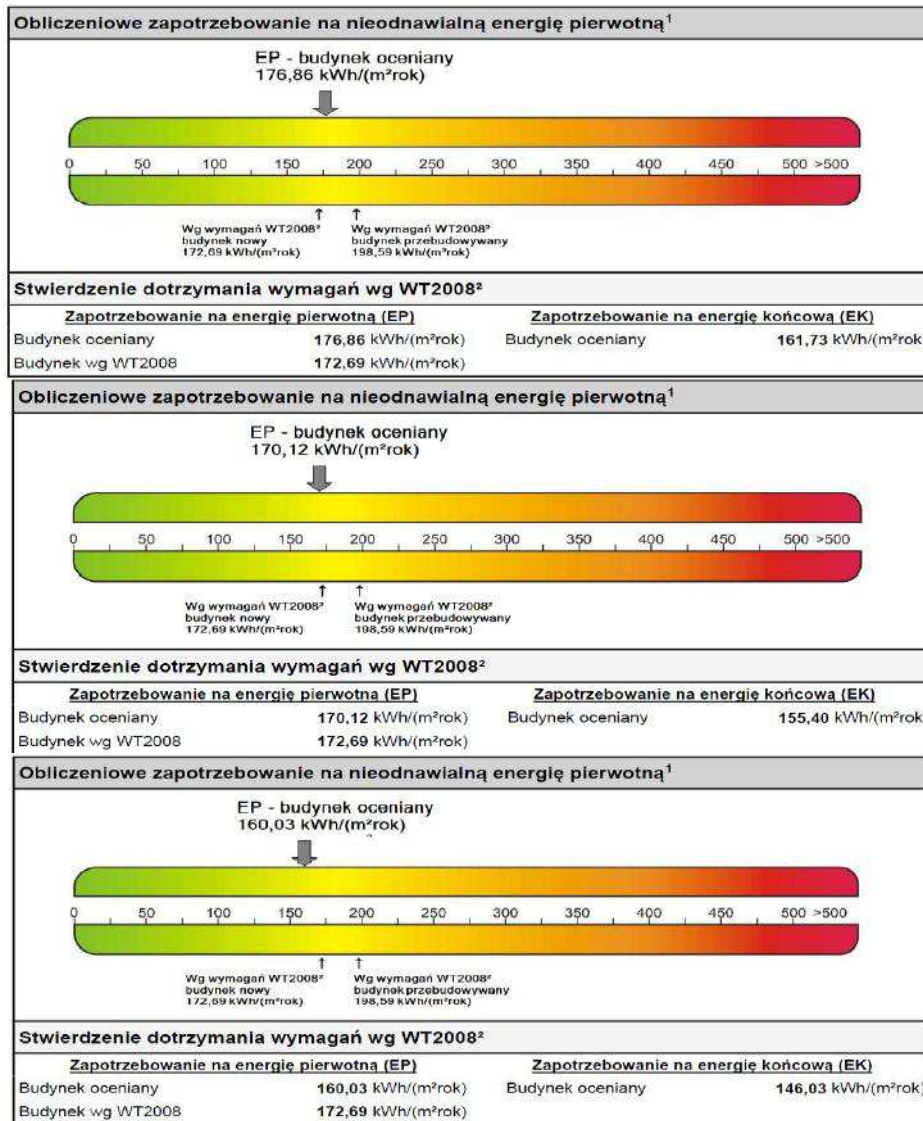
Zmierzono współczynnik wymiany powietrza (n50)
według EN 13829, metoda A

n50 = 0,16 1/h

Zgodnie z kryteriami: Passive House Institute

n50 ≤ 0,6 1/h





kWh/m²a n₅₀=3 1/h
EP=170,12 kWh/m²a
EK=155,40 kWh/m²a



kWh/m²a n₅₀=1,5 1/h
EP=160,03 kWh/m²a
EK=146,03 kWh/m²a
poprawa o 10%



kWh/m²a n₅₀= 0,6/h
EP=142,9 kWh/m²a
EK=130,2 kWh/m²a
poprawa o 16%





Szczelność podsumowanie

Budynki energooszczędne

$EU < 60 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$

$n_{50} \leq 1,2 \text{ h}^{-1}$, zalecenia $L_{100} \leq 5 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$.

Budynki niskoenergetyczne

$EU < 40 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$

$n_{50} \leq 1,0 \text{ h}^{-1}$, zalecenia $L_{100} \leq 3 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$.

Budynki pasywne

$EU < 15 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$

$n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$, zalecenia $L_{100} \leq 2,0 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$.

Budynki wysokie

$EU < 60 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$


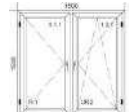
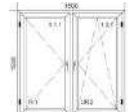
$n_{50} \leq 0,4 \text{ h}^{-1}$, zalecenia $L_{100} \leq 1,5 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$

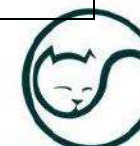




SZCZELNOŚĆ STOLARKI



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}	3,0	1,5	1,5
Odporność na wielokrotne otwieranie	5000	10000	20000
Odporność na włamanie			





SYSTEMY MOCOWANIA STOLARKI W PRZEGRODACH NIEPRZEŹROCZYSTYCH






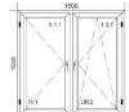
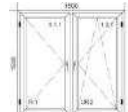
MONTAŻ OKIEN ANTYWŁAMANIOWYCH

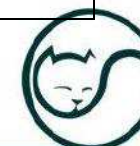
Okna o określonej odporności na włamanie powinny być montowane według zaleceń instalacji pochodzących od producenta. Każdy z producentów powinien określić optymalne warunki montażu dla własnych konstrukcji. Norma PN-EN 1627:2011 podaje jedynie zalecenia dotyczące zawartości instrukcji producenta obejmujące minimalny zakres informacji jaki powinna zawierać instrukcja montażu wydana przez producenta okien. Niezbędny zakres informacji dotyczących montażu obejmuje:

- Typowe szczegóły dotyczące otworów w których produkt może być zamontowany.
- Szczegóły dotyczące podstawowych punktów montażu, jak i dokładny opis elementów mocujących.
- Wskazanie punktów wymagających określonego zamocowania np. umiejscowienia zamków i zawiasów.
- Wskazanie właściwego obszaru uszczelnienia zabezpieczającego pomiędzy ścianą a ramą np. w okolicy zamków i zawiasów.
- Wskazanie odpowiednich luk pomiędzy elementami ruchomymi i stałymi.
- Jeśli to konieczne, szczegóły dotyczące maksymalnego, dopuszczalnego wysunięcia cylindra zamka z płaszczyzny szyldu zamka , po stronie zewnętrznej.
- Pozostałe szczegóły, jeśli mogą mieć wpływ na właściwości odporności próbki na włamanie.

Szczegóły dotyczące stopnia lub stopni zamknięcia spełniających wymagania uzyskanej klasy odporności.



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 $R_w(C;Ctr)$	$R_w 39(-1, -5)$	$R_w 42(-1, -5)$	$R_w 39(-1, -5)$
Przepuszczalność powietrza L_{100}	1,5	1,5	1,5
Odporność na wielokrotne otwieranie	5000	10000	20000
Odporność na włamanie	RC3	RC5	RC5





MONTAŻ OKIEN

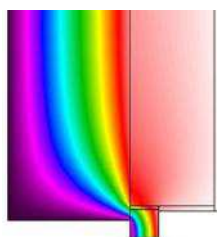
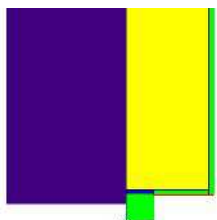
Szczelny

„Ciepły” – minimalizacja wpływu mostków cieplnych

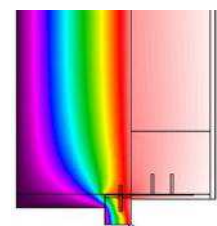
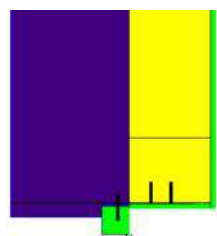
O odpowiedniej izolacji akustycznej



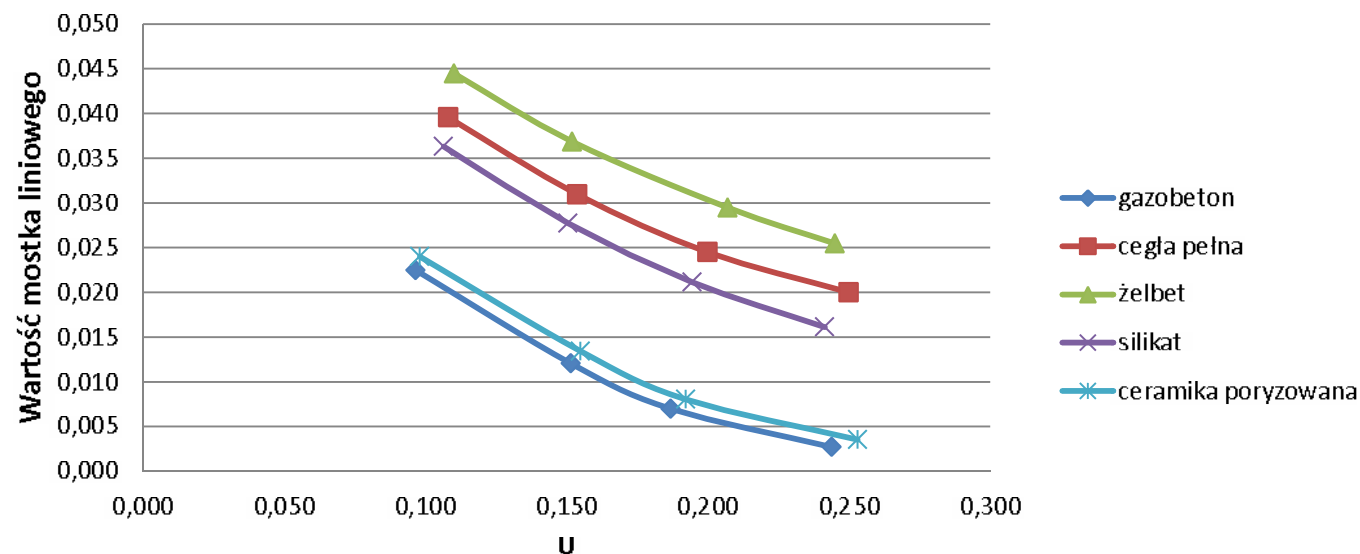
Schemat 1



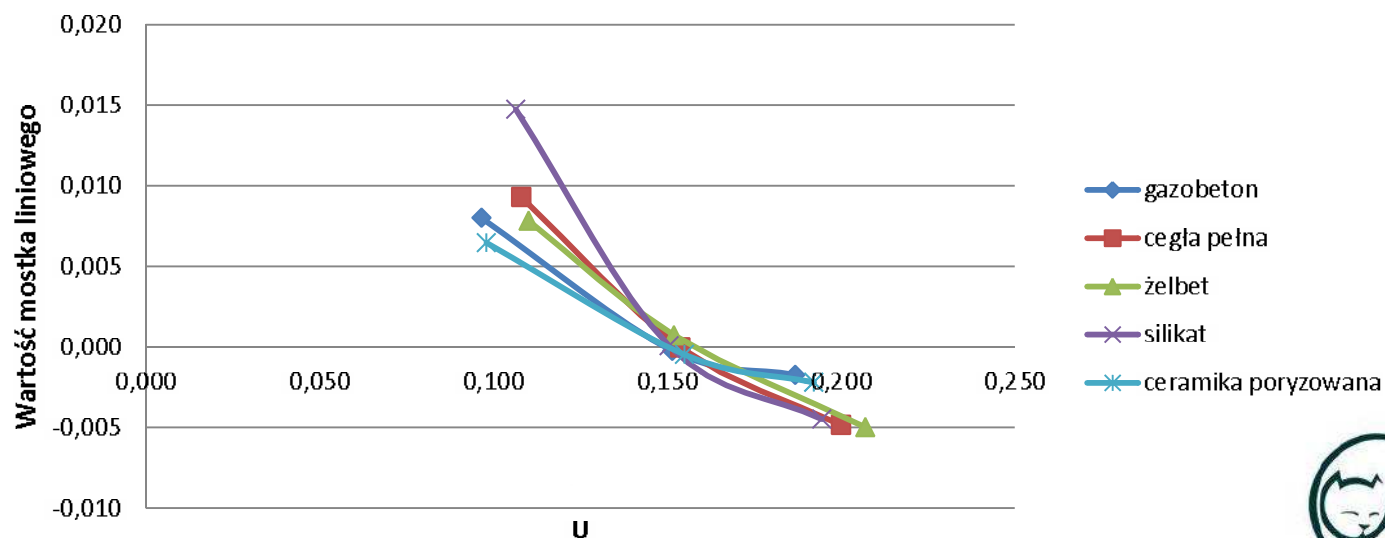
Schemat 2



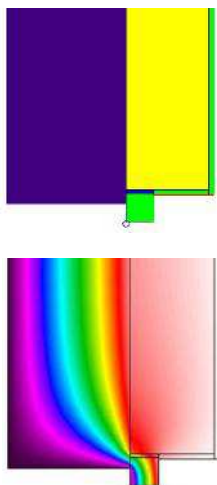
Węgierek schemat 1



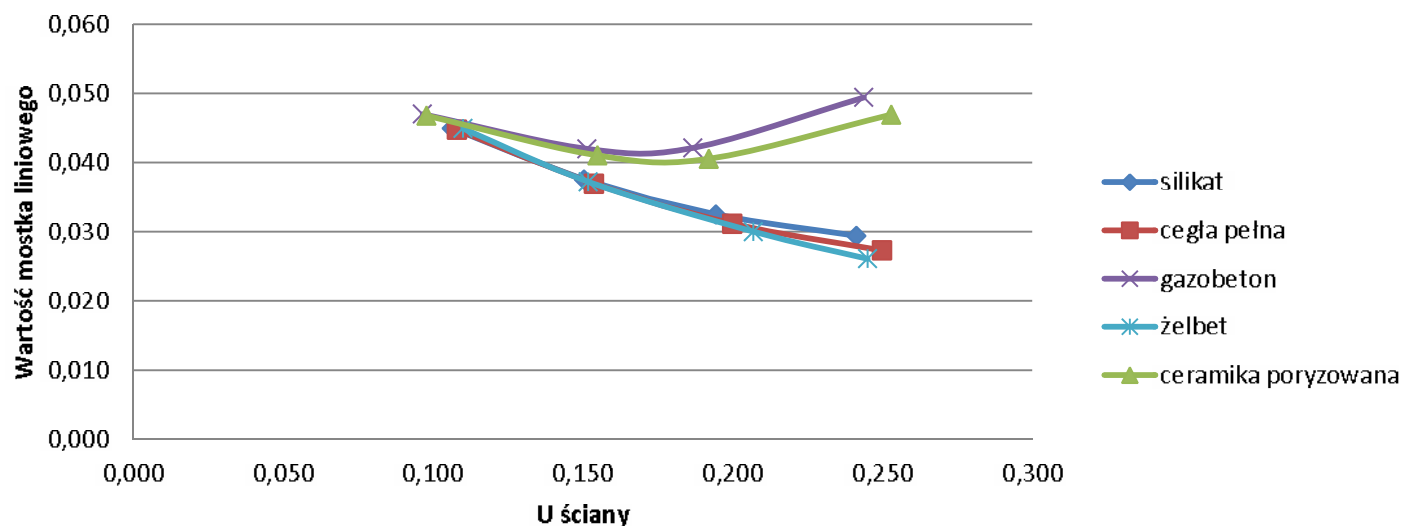
Węgierek schemat 2



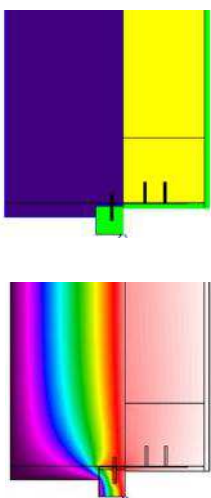
Schemat 1



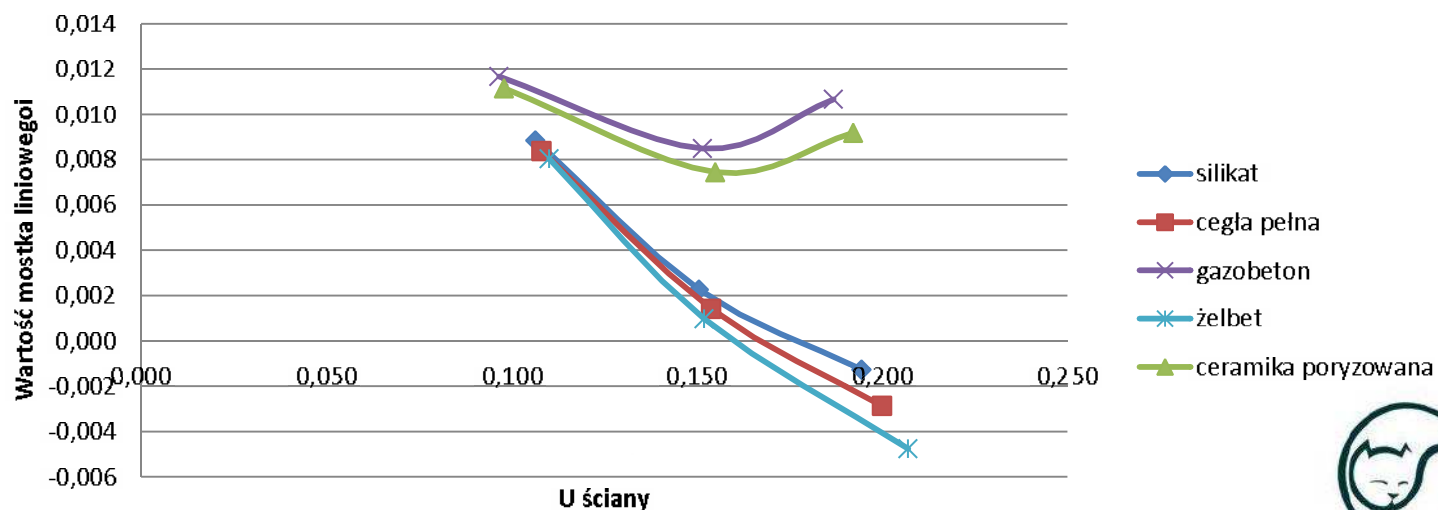
schemat 1 Nadproże (okno w licu)



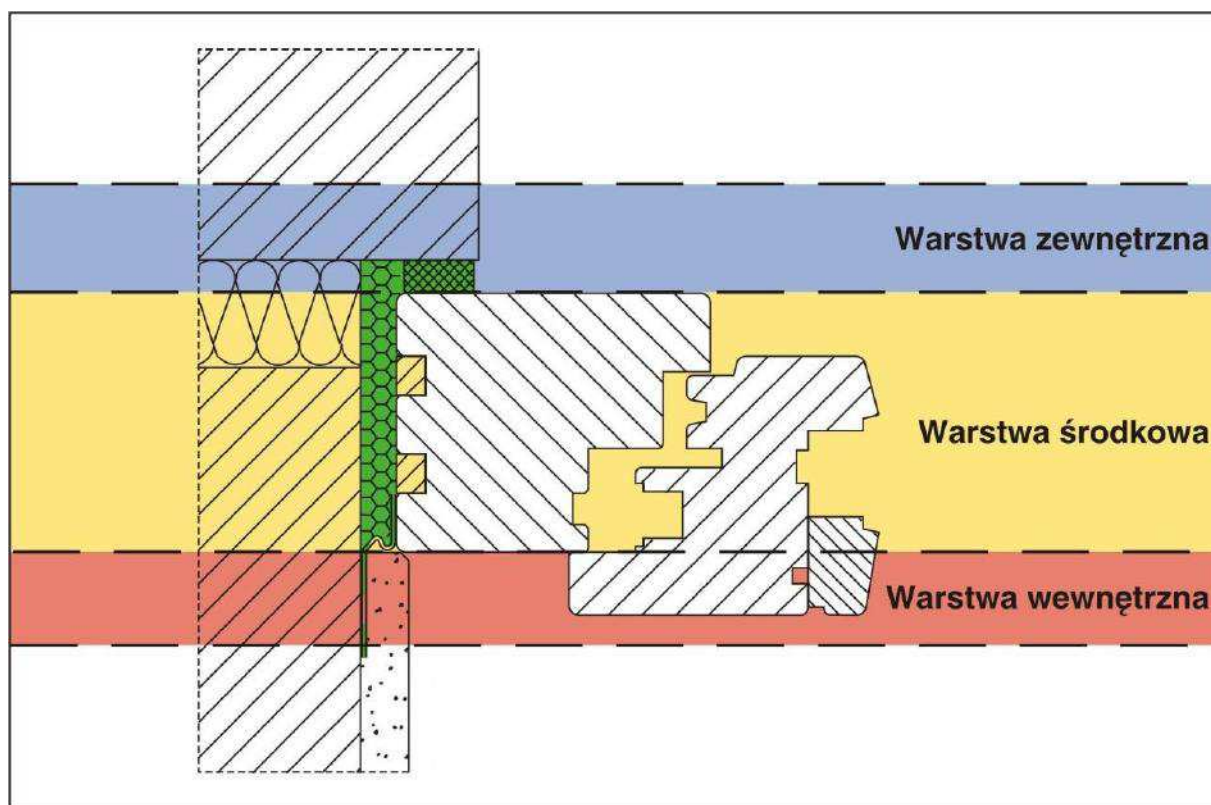
Schemat 2



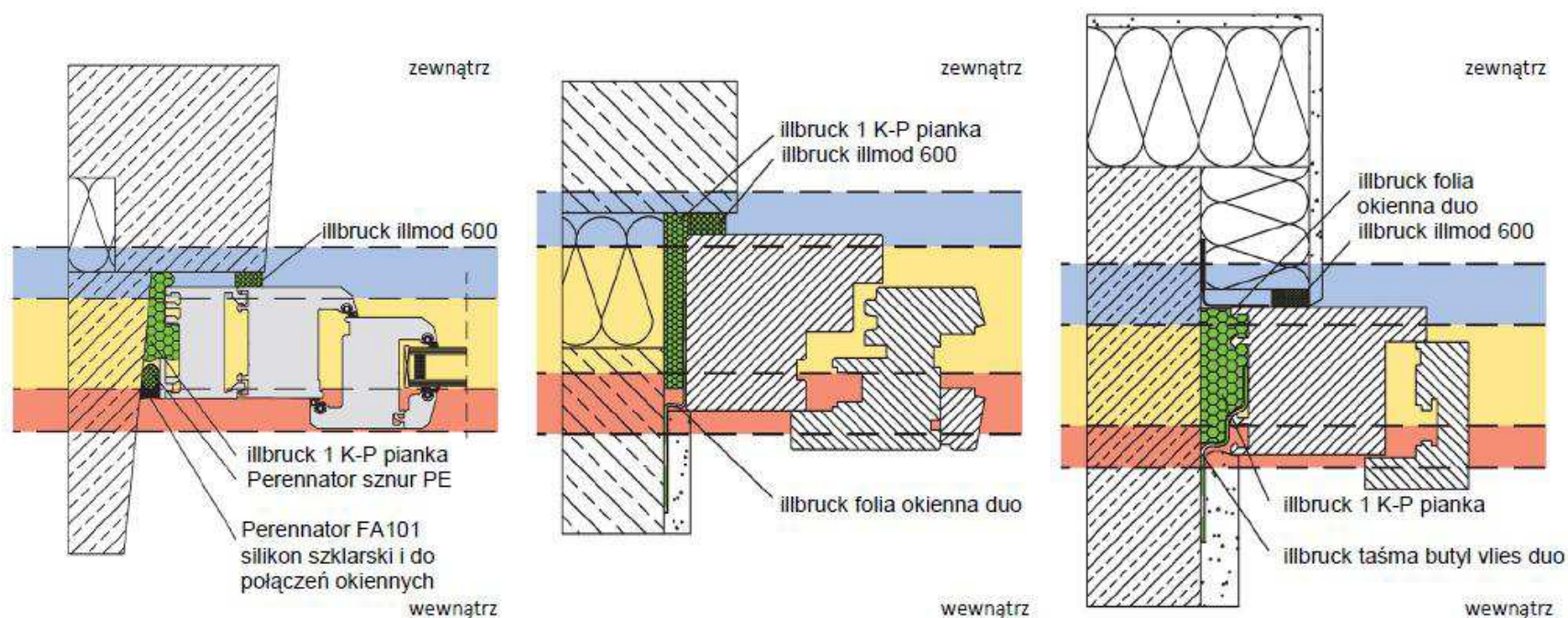
schemat 2 Nadproże (okno na konsolach)



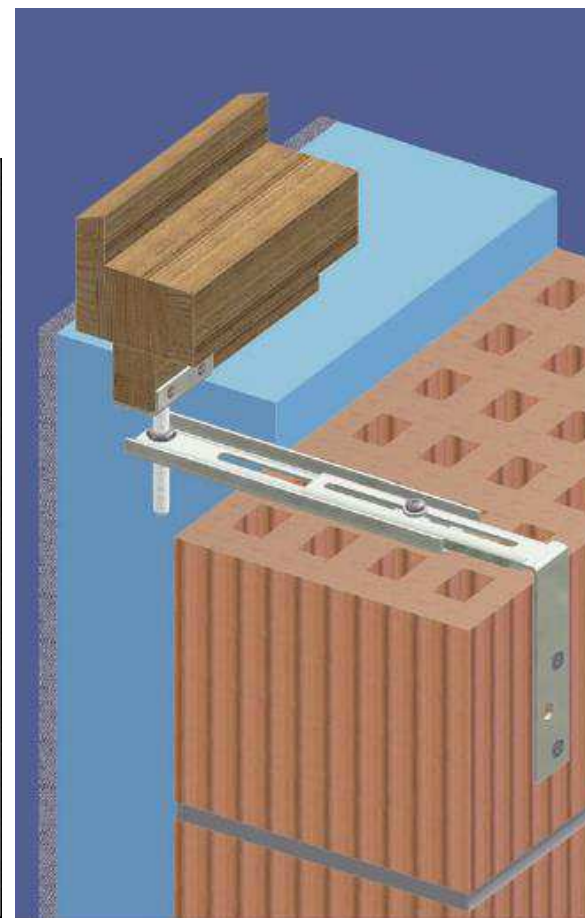
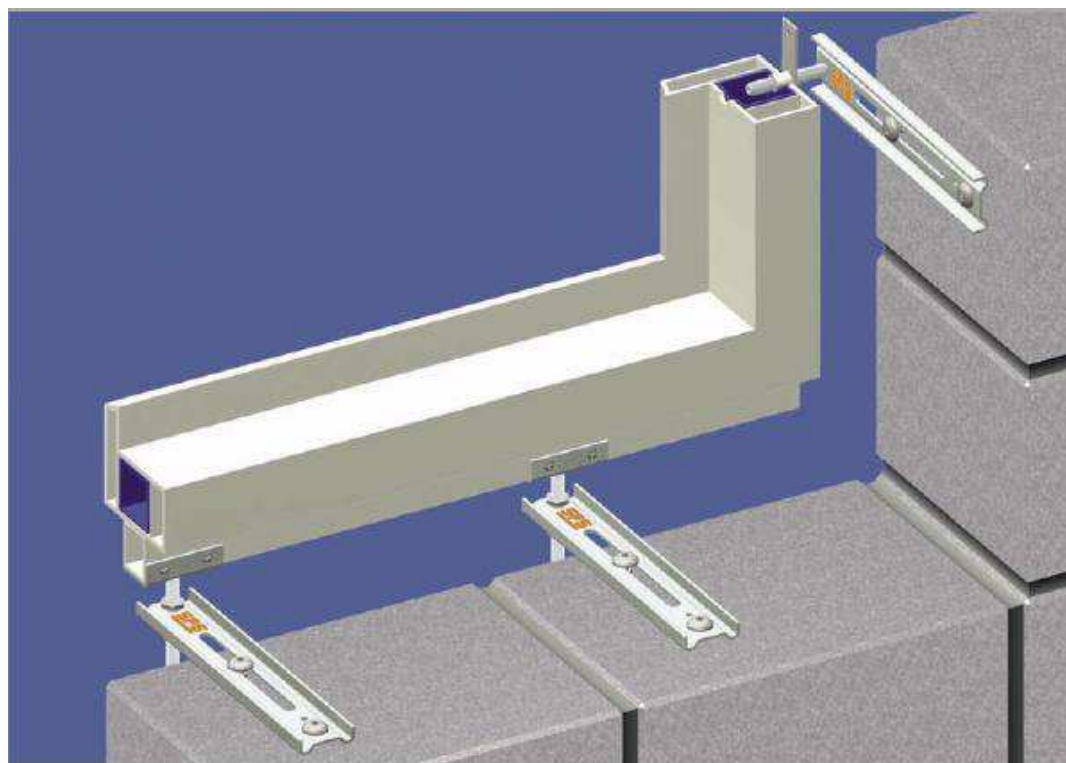
Zapewnienie szczelności połączenia przez specjalny system trzy warstwowy

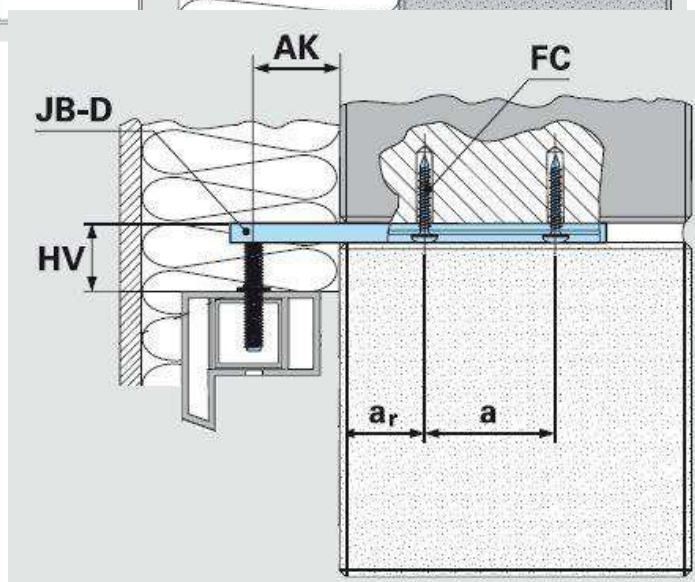
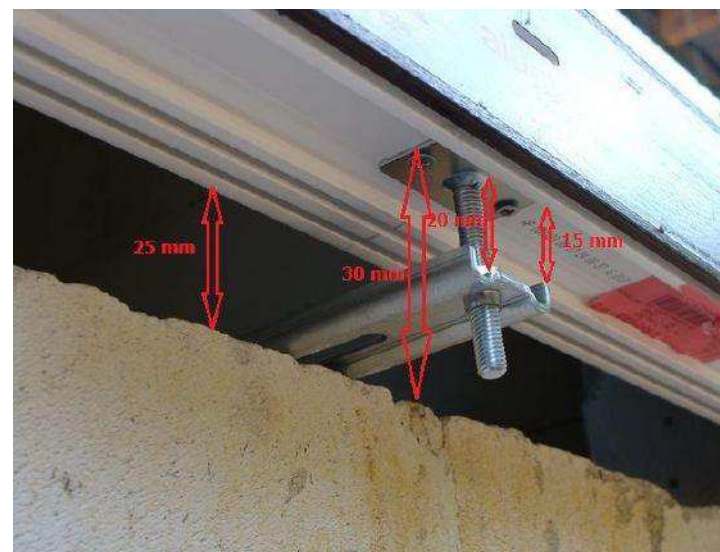
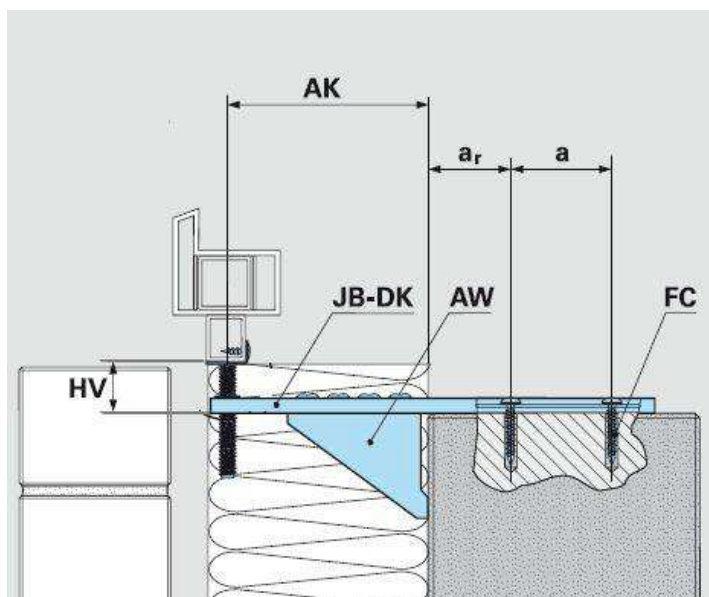


Przykłady połączeń w systemach trójwarstwowych

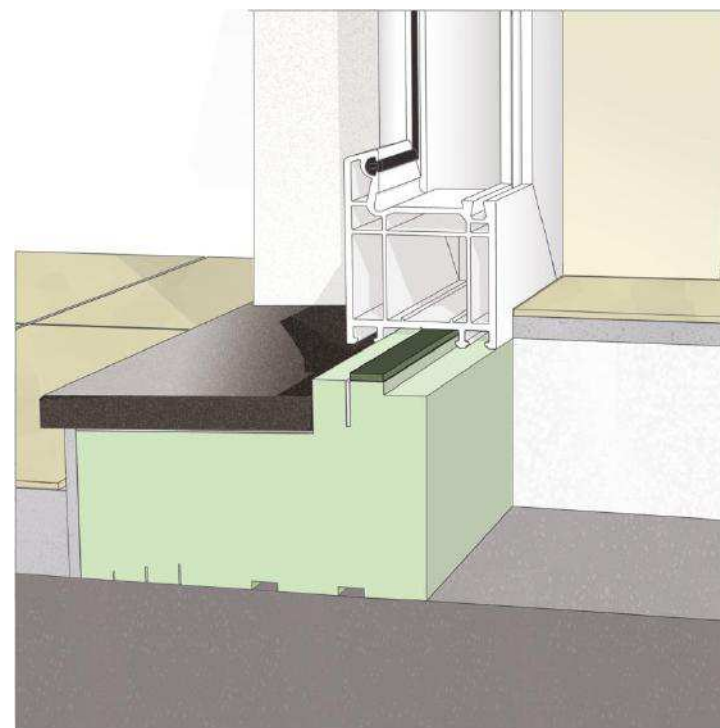
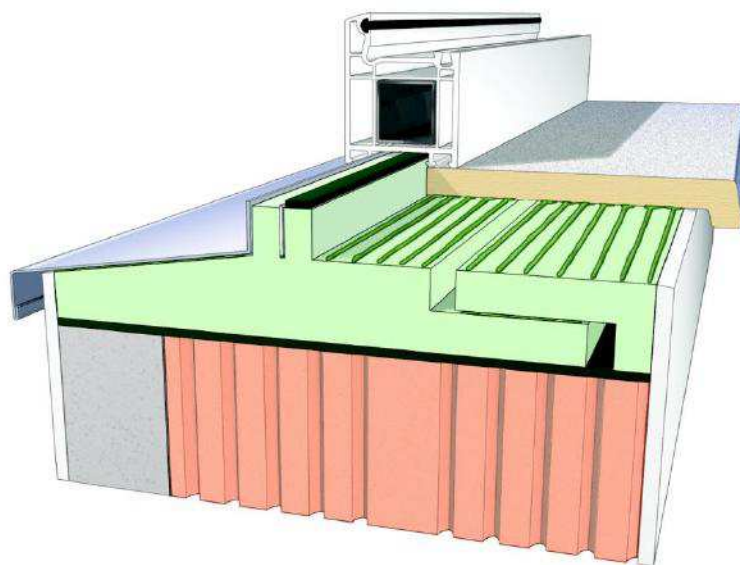


Specjalne mocowanie

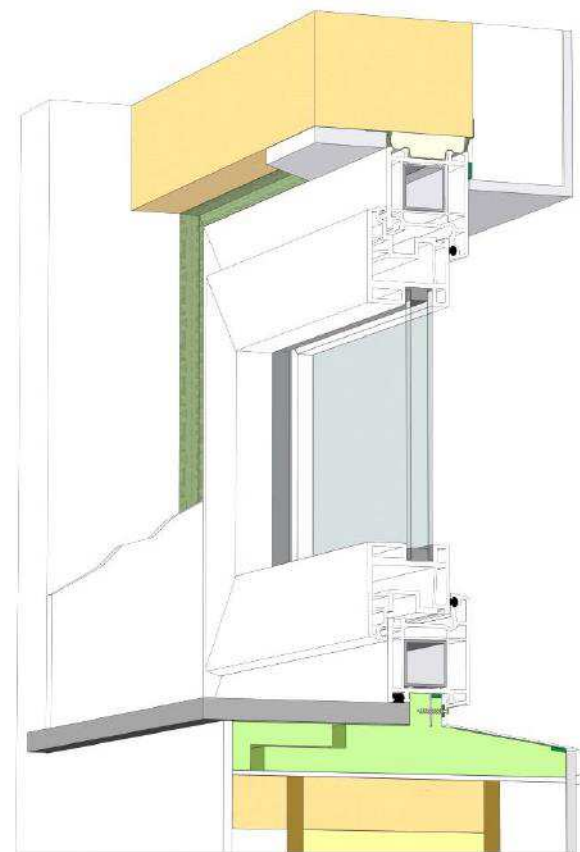
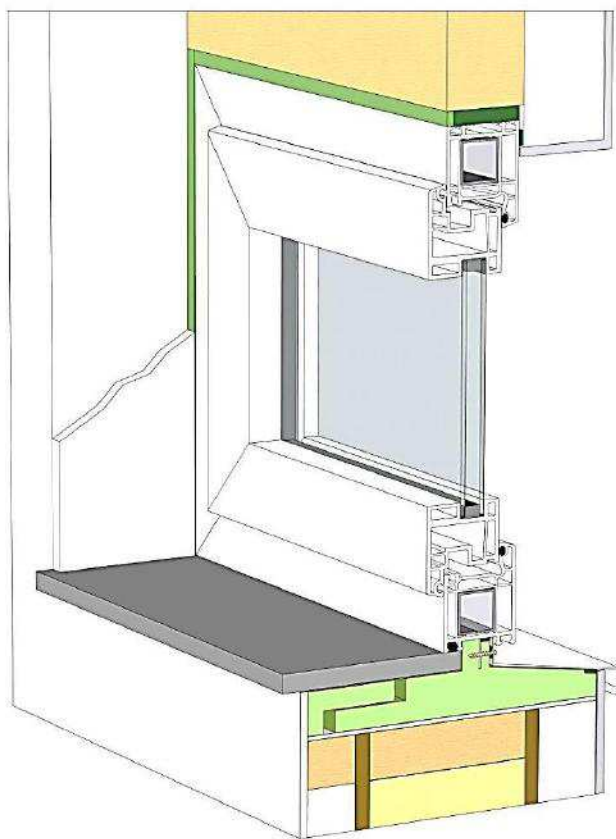


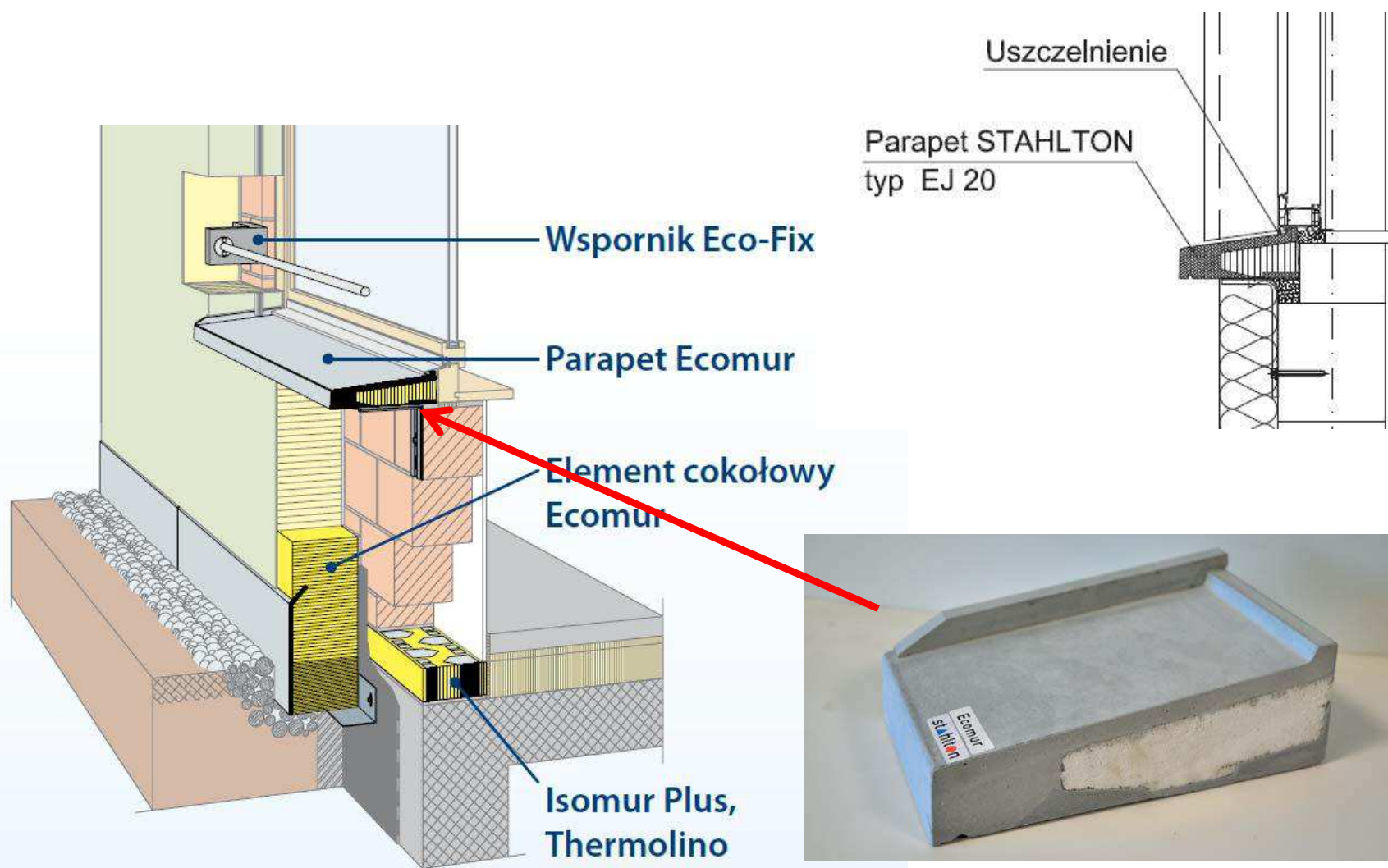


Styropianowy blok podparapetowy

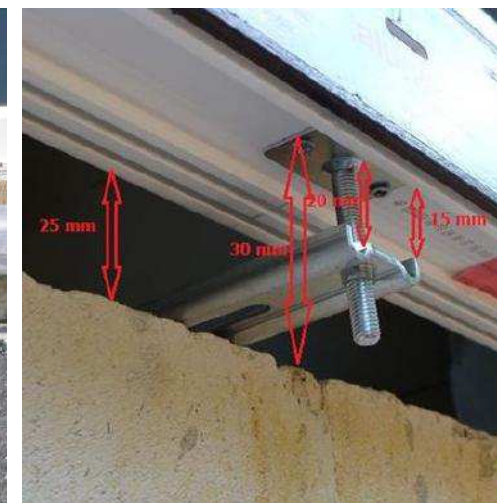


Systemy trójwarstwowe z użyciem styropianowego bloku podparapetowego



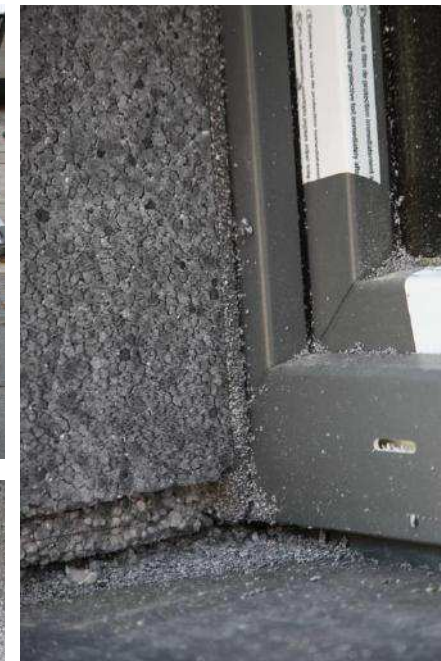


Dom pasywny w Smolcu



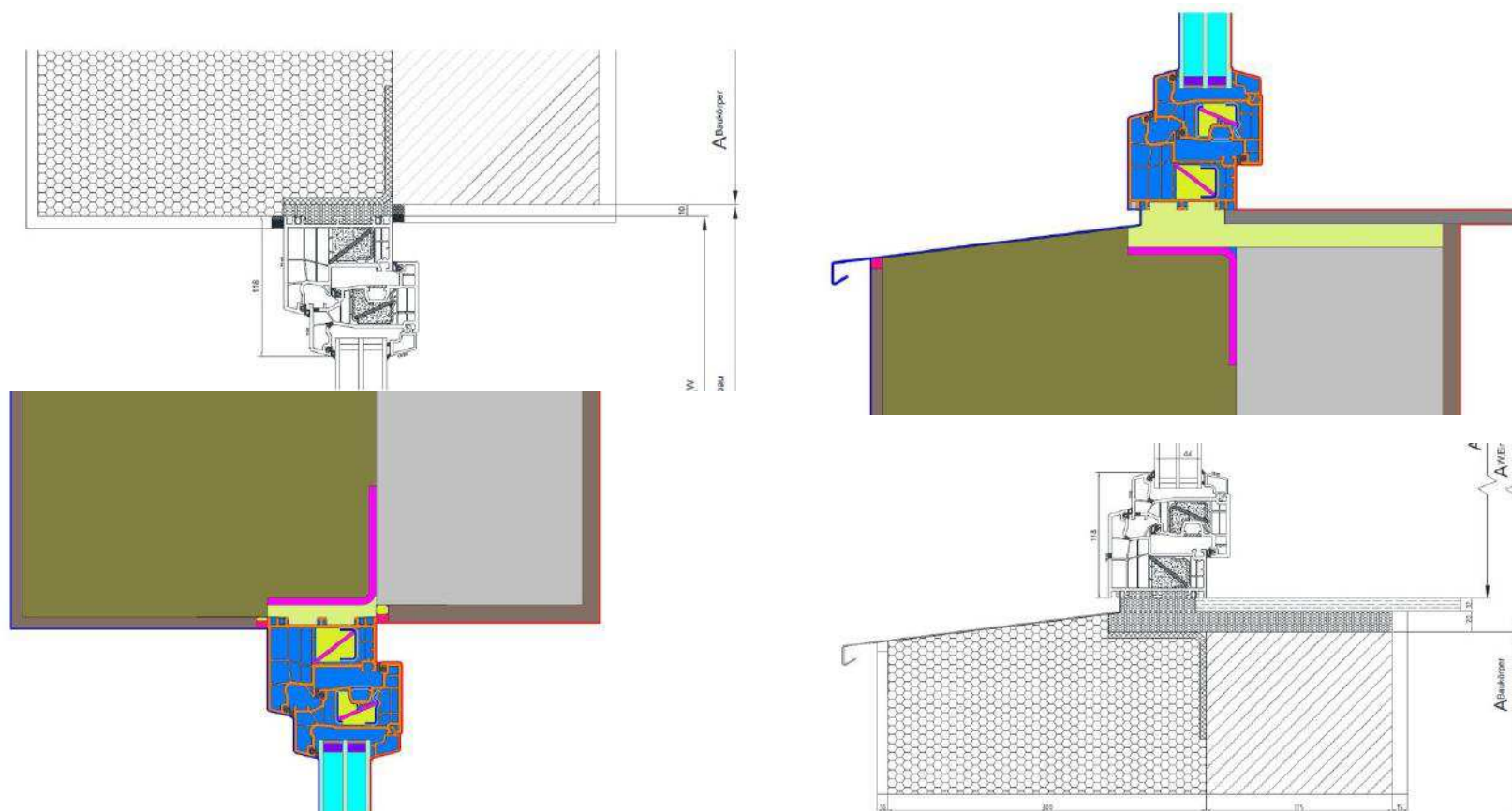


Dodatkowe rozwiązania minimalizującą wpływ osłabienia termicznego na ściany z oknem



Montaż okien

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



Zmniejszenie wpływu mostków cieplnych





MOSTKI CIEPŁA NA POŁĄCZENIACH STOLARKI Z PRZEGRODAMI ZEWNĘTRZNYMI





PARAMETRY OKNA OPTYMALNEGO DO BUDYNKÓW ENERGOOSZCZĘDNYCH

Przykłady analiz opłacalności



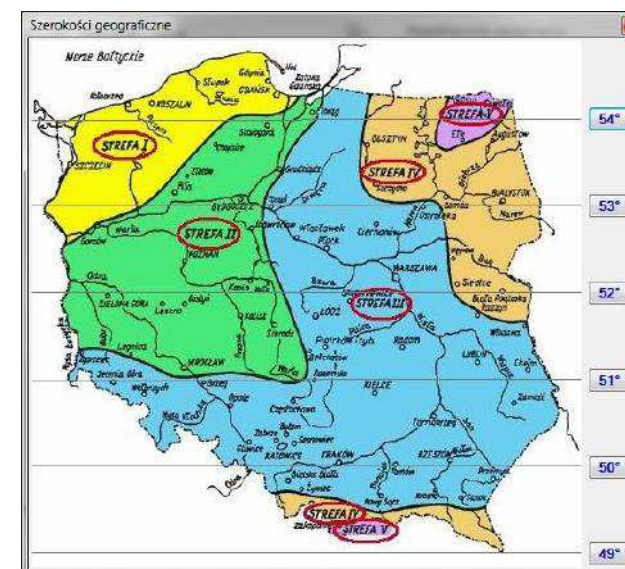
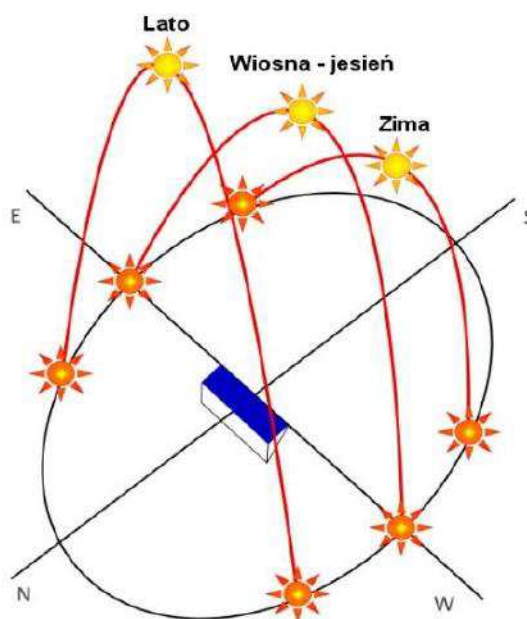
Średnia długość sezonu dla mieszkania	grzewczego	chłodniczego	razem
	dni	dni	dni
na parterze	206,6	117,225	323,8
kondygnacja między piętrowa	193,6	135,8	329,3
kondygnacja ostatnia	219,7	112,2	331,9
Średnia długość sezonu dla budynku	206,6	121,7	328,4

Stosunek nasłonecznienia względem storn świata

- Kierunek S 1,15
- Kierunek E 1,02
- Kierunek W 0,98
- Kierunek N 0,84

Pośrednie kierunki

- Kierunek S-E 1,13
- Kierunek S-W 1,09
- Kierunek N-E 0,9
- Kierunek N-W 0,89





Energia użytkowa $EU_{h,W}$ stolarki [kWh/m²rok]

$EU_{h,W}$ - bilans energii użytkowej na w budynku ogrzewanym obejmuje: straty ciepła przez przenikanie, straty ciepła przez infiltrację, słoneczne zyski energii i oblicza się ze wzoru:

$$EU_h = -EU_{s,h} - EU_{inf,h} + \eta_{z,h} \cdot EU_{sol,h}$$

EU_h - energia użytkowa na ogrzewanie (straty ciepła przez przenikanie) [kWh/m²rok]

$EU_{s,h}$ - energia użytkowa strat ciepła przez przegrodę przezroczystą [kWh/m²rok]

$EU_{inf,h}$ - energia użytkowa strat ciepła przez infiltrację [kWh/m²rok]

$EU_{z,h}$ - energia zysków ciepła przez przegrody przezroczyste uwzględniająca [kWh/m²rok]

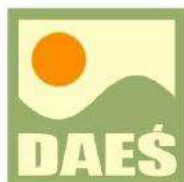
$\eta_{z,h}$ - sprawność wykorzystania zysków ciepła w okresie grzewczym, w analizach budynku referencyjnego określono średnią sprawność wykorzystania zysków wynoszącą 0,99, w przybliżeniu do obliczeń przyjęto 1,0.





Budynki energooszczędne i pasywne a nowoczesne, efektywne energetycznie okna

Część 2. Opłacalność ekonomiczna



Mgr inż. Jerzy Żurawski
Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska





WPŁYW STOLARKI NA ENERGOCHŁONNOŚĆ BUDYNKU

Analizy wykonano dla domu energooszczędnego



Wskaźniki efektywności energetycznej

Trwałość przyjętego rozwiązania – T [lata]

Czas zwrotu poniesionych nakładów – SPBT [lata]

$$SPBT = \frac{N}{O}$$

Gdzie

N – nakłady inwestycyjne zł

O – roczne oszczędności kosztów [zł/rok]

Wskaźnik opłacalności $W_{op} = \frac{T}{SPBT}$ (przewidywane korzyści w czasie)

Typ działania	SPBT [lata]	T [lata]	W_{op}
Wymiana żarówek na świetlówki kompaktowe	2,7	4	1,48
Wymiana kotła na nowy gazowy kondensacyjny	7,9	15	1,9
Wymiana okien na nowe PCV na $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$	8,6	25	2,91





ANALIZA EKONOMICZNA OKNA





Założenia przyjęte do analizy ekonomiczno-technicznej

- Okna znajdują się w pomieszczeniu ogrzewanym i chłodzonym.
- Pomieszczenie znajduje się od strony zachodniej budynku.
- Przyjęto analizy dla okna referencyjnego.
- Przeanalizowano bilans energetyczny okna na ogrzewanie i chłodzenie przy następujących szczegółowych założeniach odpowiadających obowiązującym wymaganiom prawnotechnicznym:



Charakterystyka geometryczna okna wzorcowego

Geometria stolarki budowlanej ma istotny wpływ na jej izolacyjność termiczną.

Aby uniknąć manipulacji wynikami postanowiono ustalić geometrię referencyjną, dla której będzie prowadzona analiza energetyczna każdego okna.

Za referencyjną uznano stolarkę o wymiarach 1230 x 1480 mm.

Dane geometryczne stolarki referencyjnej:



a	h	Aw	Af	Ag	C	L
[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[m ²]		[m]
1,23	1,48	1,82	0,549	1,273	0,699	4,76





Poszukiwanie rozwiązań optymalnych

gg	C	U _w	Q _w	ψ	L ₁₀₀	EE _c	Oszczędności	koszty okna	SPBT	T/SPBT
					[m ³ /m ² h]		zł/rok		lata	
0,63	0,7	1,3	124,93	0,05	3	-83,89	0,0	300		
0,63	0,7	1,2	115,32	0,05	3	-75,77	2,0	330	14,8	1,69
0,63	0,7	1,1	105,71	0,02	2	-55,97	7,0	360	8,6	2,91
0,62	0,7	1	96,10	0,01	2	-46,88	9,3	460	17,3	1,45
0,62	0,7	0,9	86,49	0,01	1,5	-38,35	11,4	530	20,2	1,24
0,62	0,7	0,8	76,88	0,01	1,3	-31,39	13,1	600	22,9	1,09


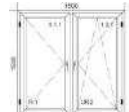
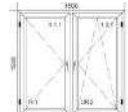


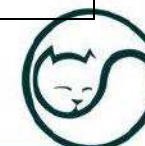


PODSUMOWANIE

1. Minimalny opis wymagań stawianych stolarce budowlanej.
2. Okno optymalne pod względem energetycznym
3. Montaż : energooszczędny, o dobrej izolacji akustycznej, szczelny



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	1,15	1,1	1,13
Izolacyjność akustyczna $R_w(C;Ctr)$	$R_w 39(-1, -5)$	$R_w 42(-1, -5)$	$R_w 39(-1, -5)$
Przepuszczalność powietrza L_{100}	1,5	1,5	1,5
Odporność na wielokrotne otwieranie	5000	10000	20000
Odporność na włamanie	RC3	RC5	RC5





Poszukiwanie rozwiązań optymalnych

gg	C	U _w	ψ	L ₁₀₀	EE _C	Oszczędności	koszty okna	SPBT	T/SPBT
				[m ³ /m ² h]		zł/rok		lata	
0,63	0,7	1,3	0,05	3	-83,89	0,0	300		
0,63	0,7	1,2	0,05	3	-75,77	2,0	330	14,8	1,69
0,63	0,7	1,1	0,02	2	-55,97	7,0	360	8,6	2,91
0,62	0,7	1	0,01	2	-46,88	9,3	460	17,3	1,45
0,62	0,7	0,9	0,01	1,5	-38,35	11,4	530	20,2	1,24
0,62	0,7	0,8	0,01	1,3	-31,39	13,1	600	22,9	1,09





Wyniki konkursu



Efektywna Energetycznie Stolarka Okienna



Fundacja na Rzecz
Efektywnego Wykorzystania Energii



**Dolnośląska Agencja
Energii i Środowiska**



STOWARZYSZENIE NA RZECZ
ZRÓWNOWAZONEGO ROZWOJU

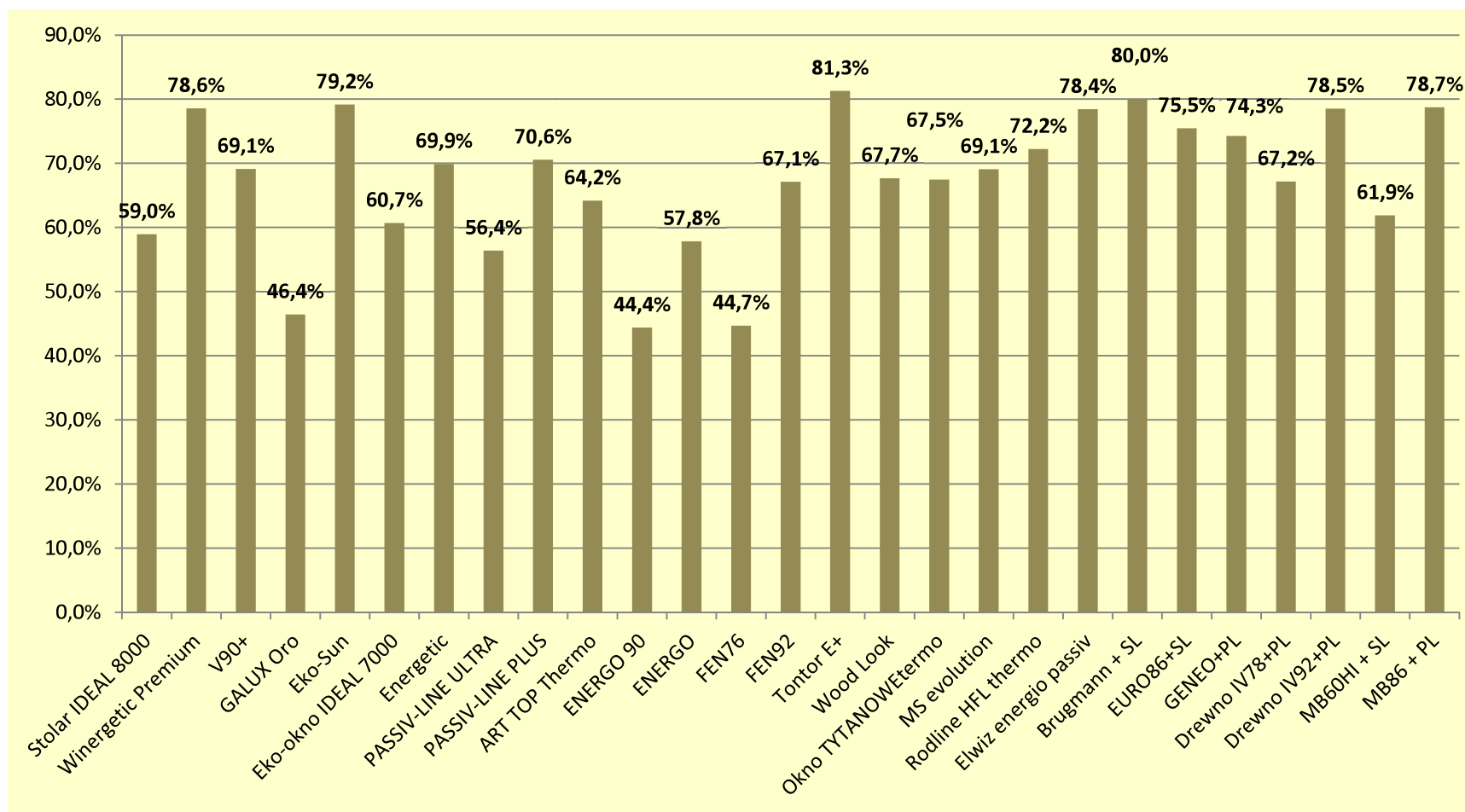


Parametry uwzględnione przy ocenie stolarki.

Do oceny wzięto pod uwagę następujące parametry:	Wagi oceny
Wskaźnik E – jest bilansem zysków i strat okna, czyli bilansem energii dla średniego nasłonecznienia, średnich temperatur oraz szczelności. Wartość obliczona za pomocą programu Etykieta Energetyczna [kWh/m2rok]	35 %
U – współczynnik przenikania okna [W/m2K]	17 %
K * U – koszty oporu cieplnego okna, [zł*W/m2K]	18 %
Db – izolacyjność akustyczna [dB]	20 %
Walory estetyczne	10 %
SUMA	100 %

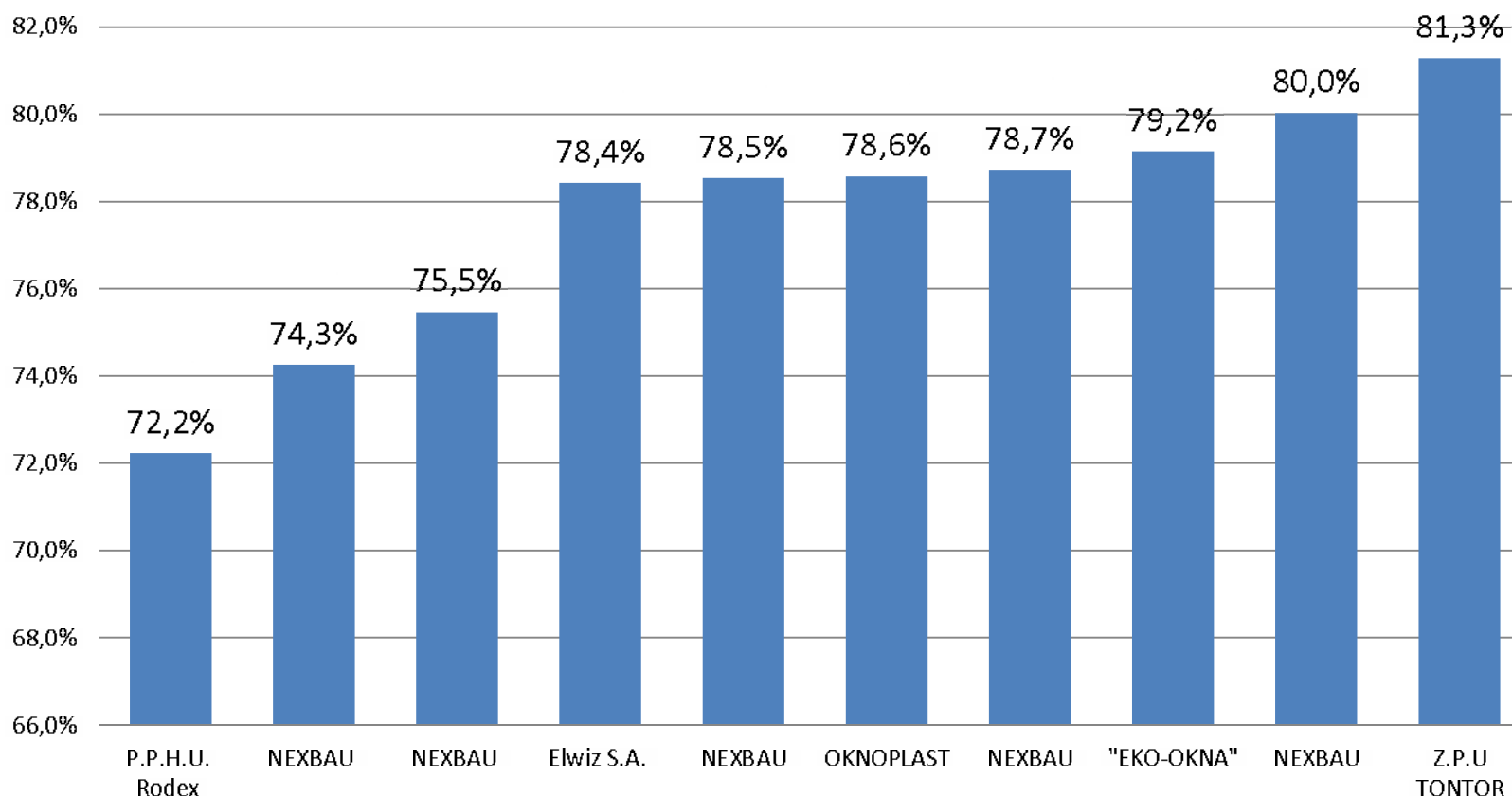


Wyniki wielokryterialnej oceny stolarki okiennej





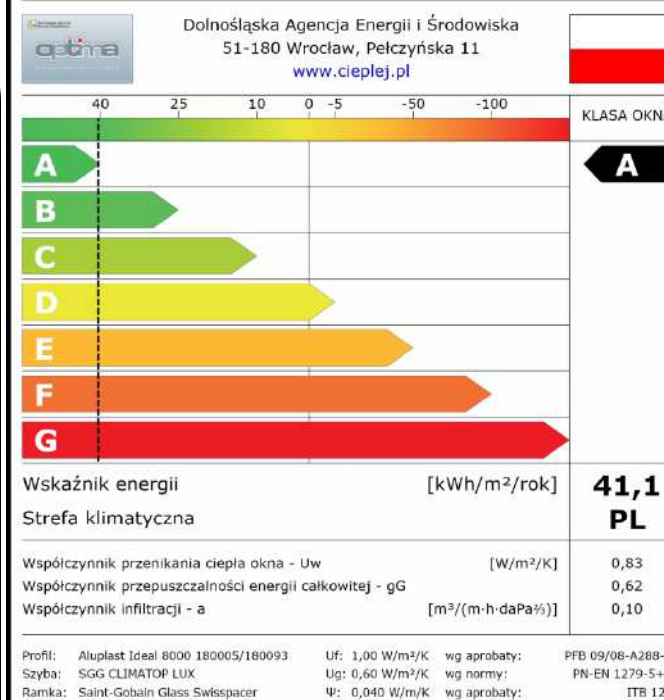
Laureaci konkursu





I nagroda Grand Prix 2012

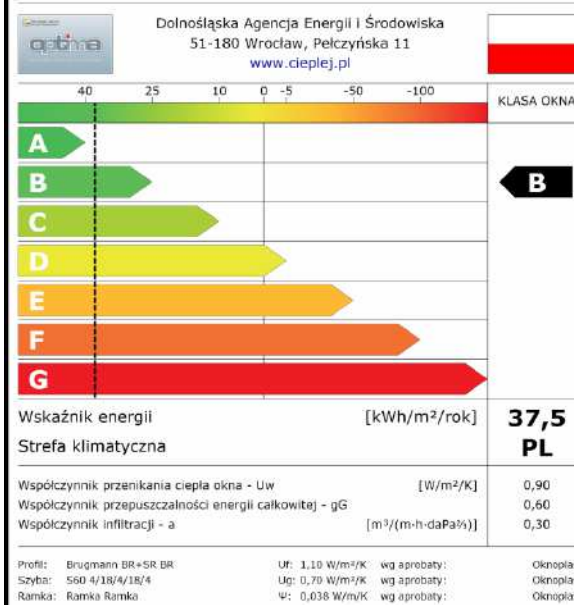
Wskaźnik energetyczny okna Tontor E+



Okno wykonano zgodnie z normą PN-EN 14351-1
 Ocenę energetyczną wykonano dla okna o wymiarach 1230-1480 mm
 wg wzoru: $EU_{h,W} = -(96,17 \cdot U_w) - (10,13 \cdot a \cdot L/A_w) + (295,12 \cdot C \cdot gG)$.
 Dyrektywa 2010/30/EU o etykietowaniu energetycznym produktów związanych z energią.
 Metoda oceny zatwierdzona przez Związek Polskie Okna i Drzwi.

II nagroda

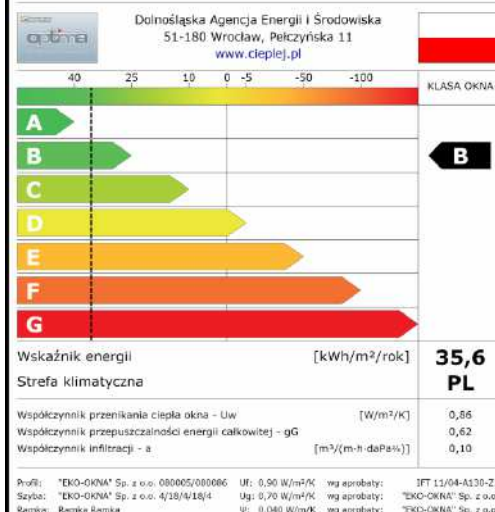
Wskaźnik energetyczny okna NEXBAU Bruegman BR+SL



Okno wykonano zgodnie z normą PN-EN 14351-1
 Ocenę energetyczną wykonano dla okna o wymiarach 1230-1480 mm
 wg wzoru: $EU_{h,W} = -(96,17 \cdot U_w) - (10,13 \cdot a \cdot L/A_w) + (295,12 \cdot C \cdot gG)$.
 Dyrektywa 2010/30/EU o etykietowaniu energetycznym produktów związanych z energią.
 Metoda oceny zatwierdzona przez Związek Polskie Okna i Drzwi.

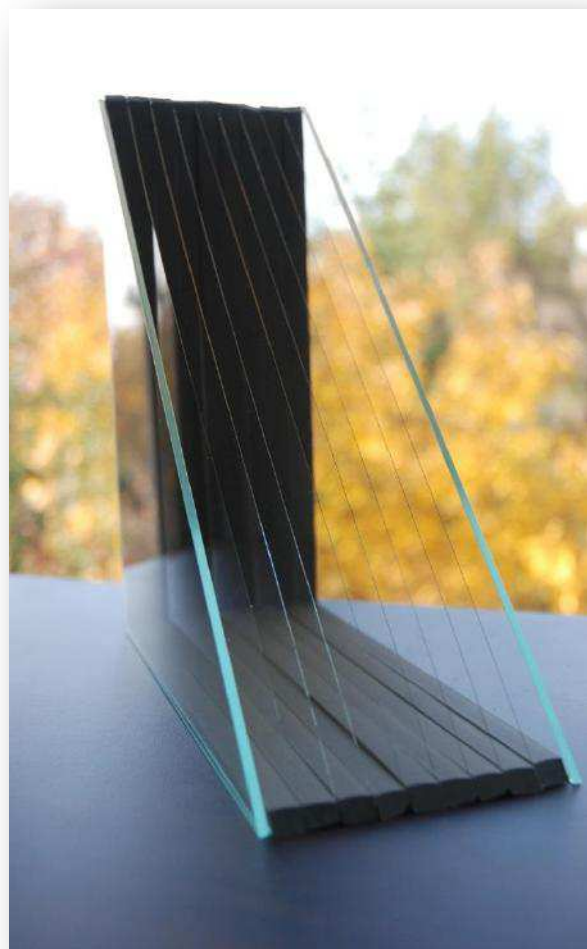
III nagroda

Wskaźnik energetyczny okna Eko-Sun



Okno wykonano zgodnie z normą PN-EN 14351-1
 Ocenę energetyczną wykonano dla okna o wymiarach 1230-1480 mm
 wg wzoru: $EU_{h,W} = -(96,17 \cdot U_w) - (10,13 \cdot a \cdot L/A_w) + (295,12 \cdot C \cdot gG)$.
 Dyrektywa 2010/30/EU o etykietowaniu energetycznym produktów związanych z energią.
 Metoda oceny zatwierdzona przez Związek Polskie Okna i Drzwi.





Parametry nowoczesnego okna.

Współczynnik U_g dla szyby wynosi on 0,3 W/m²K.

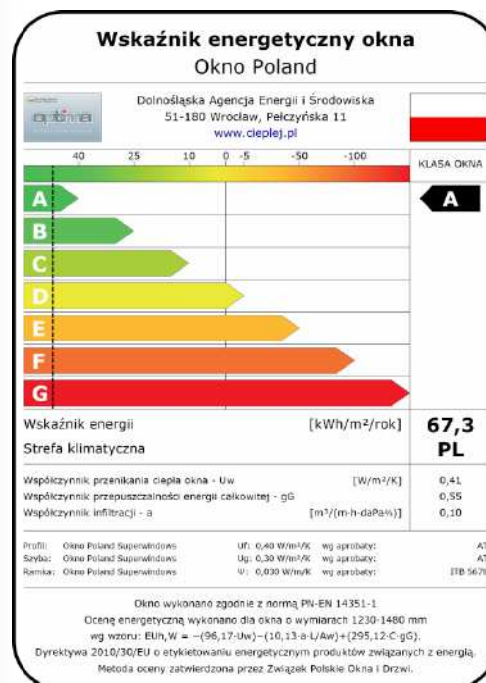
Współczynnik dla ramy w przypadku fasad wynosi

$U_f = 0,4$ W/m²K

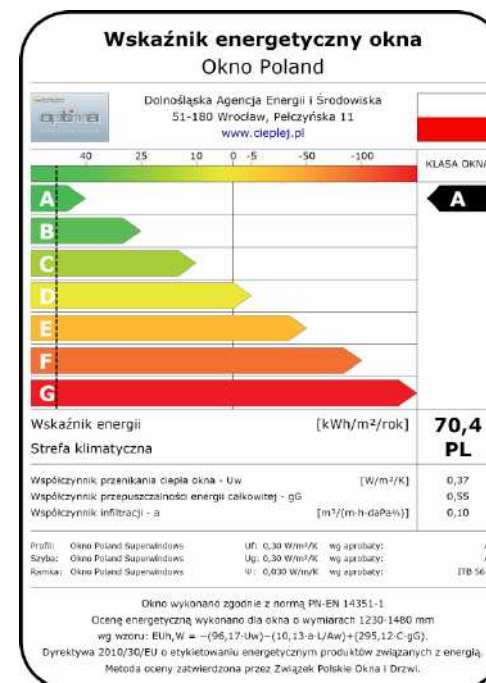
Współczynnik dla ramy w przypadku systemu

okienno-drzwiowego $U_f = 0,3$ W/m²K.

Współczynnik (solar factor) $g_G = 0,55$



$$U_w = 0,41 \text{ W/m}^2\text{K}$$



$$U_w = 0,37 \text{ W/m}^2\text{K}$$





NOWE WYMAGANIA PRAWNE - WPROWADZENIE

Główne zmiany w Warunkach technicznych:

1. Nowe wymagania w zakresie EP i U
2. OZE w nowych budynkach energooszczędnych





Wprowadzane zmiany prawne są konsekwencją zmian w prawie unijnym

1. Dyrektywa 2004/8/WE z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie wspierania kogeneracji w oparciu o zapotrzebowanie na ciepło użytkowe na rynku wewnętrznym energii.
2. Dyrektywa 2006/32/WE z dnia 5 kwietnia 2006 r, w sprawie efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych.
3. Dyrektywa 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych.
4. Dyrektywa 2009/125/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiająca ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów związanych z energią.
5. Dyrektywa UE 2010/30/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie wskazania poprzez etykietowanie oraz standardowe informacje o produkcie, zużycia energii oraz innych zasobów przez produkty związane z energią.
6. Dyrektywa 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków.
7. Prawo budowlane
8. Właściwe rozporządzenia (WT2013)





Wymagania ogólne na EP dla budownictwa mieszkaniowego

Mieszkalne	Czas obowiązywania	EP_{H+W}	EP_c	$\Sigma EP = EP_c + EP_{H+W}$
		[kWh/m ² rok]	[kWh/m ² rok]	[kWh/m ² rok]
Budynek mieszkalny jednorodzinny	do 2013	120	$10 \cdot A_{fc}/A_f$	130
	do 2016	95	$10 \cdot A_{fc}/A_f$	105
	do 2020	70	$10 \cdot A_{fc}/A_f$	80
Budynek mieszkalny wielorodzinny	do 2013	105	$10 \cdot A_{fc}/A_f$	115
	do 2016	85	$10 \cdot A_{fc}/A_f$	95
	do 2020	65	$10 \cdot A_{fc}/A_f$	75



prosty i intuicyjny program do projektowania energooszczędnego



Modelowanie Energetyczne Budynków

- **Ocena**
rozwiązań projektowych
przegrody / źródła ciepła / wentylacja / stolarka
- **Optymalizacja**
rozwiązań technologii energooszczędnych
na etapie koncepcji
- **Projektowanie**
budynków zrównoważonych energetycznie,
spełniających wymagania prawne w zakresie
charakterystyki energetycznej



Wycena inwestycji i opłacalność

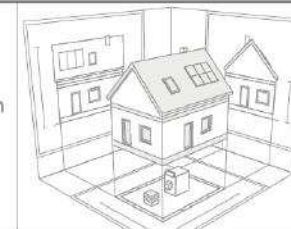
- analiza opłacalności racjonalnych rozwiązań
zrównoważonych energetycznie
- szacunkowa wycena inwestycji
- wskaźniki ekonomiczne planowanych przedsięwzięć
SPBT / NPV / DPBT

Pobierz program: www.cieplej.pl/optima.htm

© 2013 Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska

MOŻLIWOŚCI PROGRAMU

OPTIMA służy do wykonania koncepcyjnych pracach projektowych pozwalając wyznaczyć opłacalną i ekonomicznie uzasadnioną charakterystykę energetyczną, dobrać źródła ciepła z wykorzystaniem tradycyjnych, odnawialnych źródeł energii również w produkcji skojarzonej; oraz określić optymalne koszty ogrzewania w budynkach mieszkaniowych, użyteczności publicznej, produkcyjnych



Program umożliwiający wykonanie :

audytu energetycznego budynku : mieszkalnego / usługowego / przemysłowego

oceny energetycznej budynku

optymalizacji energetycznej : przegród / wentylacji / stolarki /
źródeł ciepła z wykorzystaniem tradycyjnych i odnawialnych źródeł energii

Program umożliwiający określenie :

kosztów eksploatacyjnych budynku w czasie

rozwiązań technologicznych uzasadnionych ekonomicznie

efektywności energetycznej i ekonomicznej poszczególnych elementów budynku
mających wpływ na jakość energetyczną

wycen elementów budynku mających wpływ na jakość energetyczną

Program oblicza :

SPBT - prosty czas zwrotu poniesionych nakładów na inwestycję

DPBT - dynamiczny czas zwrotu poniesionych nakładów na inwestycję uwzględniający
utrata wartości pieniądza oraz wzrost cen nośników energii

oNPV Wartość bieżąca netto zdyskontowana o utratę wartości pieniądza
oraz wzrost cen nośników energii wartość





WYKONANIE OPTYMALIZACJI Z PROGRAMEM OPTIMA





**Dolnośląska Agencja
Energii i Środowiska**



cieplej.pl

CERT

certyfikacja energetyczna

Optymalizacja odnawialnych źródeł energii

Program rekomendowany przez:



**Narodowa Agencja
Poszanowania Energii S.A.**