



Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych
31-983 Kraków, ul. Cementowa 8 JEDNOSTKA NOTYFIKOWANA UE NR 1487

CENTRUM BEZPIECZEŃSTWA POŻAROWEGO I AKUSTYKI

30-702 Kraków, ul. Lipowa 3 www.icimb.lukasiewicz.gov.pl
tel. 12 423 67 77 info.krakow@icimb.lukasiewicz.gov.pl

GRUPA BADAWCZA SZKŁO I AKUSTYKA

tel. 12 257 12 62 joanna.rybicka@icimb.lukasiewicz.gov.pl



AB 054

**Sprawozdanie z badań Nr 153.W.24.N
oceny właściwości użytkowych**

Temat	Szyby Zespólone		
Zleceniodawca	OPTIM GLASS GROUP SP. Z O.O. Białobrzegi 3R 37-114 Białobrzegi		
Zamówienie z dnia	29.11.2024		
Umowa/Zlecenie (nr księgowy)	5L0185T4	Nr sprawy	KT.510.198.2024
Data otrzymania próbki	17.12.2024		
Data rozpoczęcia badania	20.12.2024		
Data zakończenia badania	04.07.2025		
Próbkę pobrał/dostarczył	Zleceniodawca		
Obiekt badań	Szyby zespolone		
Nazwa handlowa i rodzaj materiału /opcjonalnie/			
Wykonujący badania	mgr inż. Joanna Rybicka - Łada dr inż. Anna Kuśnierz mgr inż. Sławomir Pabian		
Nr homologacji /opcjonalnie/	nie dotyczy		

„Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.

Sprawozdanie z badań bez pisemnej zgody laboratorium badawczego nie może być powielane inaczej jak tylko w całości.”

* Dane dostarczone od klienta.

1. Opis i identyfikacja obiektu badań

Przedmiotem badań były szyby zespolone dostarczone przez firmę OPTIM GLASS GROUP Sp. z o.o. z miejscowości Białobrzegi. Zleceniodawca dostarczył próbki szyb zespolonych w dniu 17.12.2024 r.

Próbki szyb zespolonych były oznakowane przez producenta w sposób trwały na ramce:

OGG 02.10.2024 4T/12/4F/12/4T UG = 0,7

Do celów badawczych próbki oznaczono symbolem 153.W.24.N/numery kolejne nadano próbkom po wykonaniu badania temperatury punktu rosy. W dalszej treści sprawozdania, dla ułatwienia pomija się fragment oznaczenia odpowiadający numerowi sprawozdania. Zleceniodawca OPTIM GLASS GROUP Sp. z o.o. przekazał do badań 25 próbek szyb zespolonych jednokomorowych o wymiarach (352 ± 2) mm x (502 ± 2) mm i budowie 4/12/4, którym nadano numery 1÷25.

W tabeli poniżej umieszczono informacje, wg oświadczenia producenta, na temat przesłanych próbek oraz materiałów zastosowanych przy ich produkcji:

Producent:	Optim Glass Group sp. z o.o.; 37-114 Białobrzegi 3R
Zakład produkcyjny:	Optim Glass Group sp. z o.o.; 37-114 Białobrzegi 3R
Nazwa produktu:	Szyba zespolona
Data produkcji:	19.11.2024 r.
Temperatura w trakcie produkcji	20 °C
Ciśnienie w trakcie produkcji	1008 hPa
Wymiary zewnętrzne:	350 x 500
Grubość całkowita:	20
Konstrukcja:	4F/12Alu/4FLOAT
Ramka dystansowa:	115.65 Profilglass aluminium spacer bar
Materiał ramki dystansowej:	ALUMINIUM
Konstrukcja naroża:	CIĘTE
Łącznik naroży:	BRAK
Łącznik liniowy:	SCL12 LL (PG); 01-0107-1290
Środek osuszający:	NEDEX NANOMOL 3A DESICCANT
Rodzaj środka osuszającego:	Mieszanina tlenku wapnia zawierająca naturalne środki osuszające
Standardowa zdolność adsorbowania wilgoci (Tc)	20-25 %
Ilość środka osuszającego:	liczba boków wypełnionych środkiem osuszającym 2 boki

Zastrzeżenia:

1. Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
2. Bez pisemnej zgody Grupy Badawczej Szkło i Akustyka nie może być powielane inaczej jak tylko w całości.
3. Termin zgłaszania skarg nie może przekraczać 1 miesiąca od daty wysłania Sprawozdania z Badań.

Uszczelnienie zewnętrzne:	POLIIZOBUTIREN
Rodzaj polimeru:	POLIURETAN
Średnia głębokość uszczelnienia na tylnej ścianie ramki dystansowej (u)	3 mm
Średnia głębokość uszczelnienia na powierzchni szkła (s)	4 mm
Uszczelnienie wewnętrzne:	BUTYLBER
Rodzaj polimeru:	POLIIZOBUTIREN
Średnia szerokość uszczelnienia (r):	3 mm
Masa uszczelnienia wewnętrznego/długość i bok (R)	2,5 g/m
Powłoka:	BRAK
Usunięcie powłoki przy obrzeżach:	NIE
Wypełnienie gazem:	ARGON
Nominalna koncentracja gazu:	91 %
Zamykanie otworów do napełniania gazem:	BUTYL
Cechy szczególne:	BRAK

2. Przebieg badań

2.1. Zakres badań

Zakres badań obejmował:

- pomiar temperatury punktu rosy
- badania klimatyczne
- pomiar początkowej i końcowej zawartości wilgoci
- pomiar stopnia wypełnienia argonem przestrzeni międzyszybowej szyby zespolonej,
- pomiar szybkości ubytku gazu z przestrzeni międzyszybowej szyby zespolonej - określenie wartości współczynnika przenikania ciepła "U" szyb zespolonych metodą obliczeniową.
- pomiar wybranych wymiarów pakietu szybowego

2.2 Metodyka badań

2.2.1. Pomiar temperatury punktu rosy

Pomiar temperatury punktu rosy przeprowadzono zgodnie z metodyką zawartą w PN-EN 1279-6:2018 Załącznik K.

Po klimatyzowaniu w standardowych warunkach laboratoryjnych: temperatura otoczenia (23 ± 2) °C i wilgotność względna (50 ± 5) %, wykonano pomiar temperatury punktu rosy na 15-tu próbkach stanowiących zestaw do badań.

Zastrzeżenia:

1. Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
2. Bez pisemnej zgody Grupy Badawczej Szkło i Akustyka nie może być powielane inaczej jak tylko w całości.
3. Termin zgłaszania skarg nie może przekraczać 1 miesiąca od daty wysłania Sprawozdania z Badań.

Pomiar przeprowadzono przy zastosowaniu urządzenia wykonanego wg rys. A.1 PN-EN 1279-2:2002 przez Instytut Szkła i Ceramiki Oddz. Zamiejscowy w Krakowie.

Uszeregowano próbki w kolejności wartości temperatury punktu rosy, przyjmując szybę o najwyższej wartości jako 1, a szybę o najniższej wartości jako 15. Temperatury punktu rosy niższe niż -60°C traktowano jako -60°C , a szyby o wartości punktu rosy poniżej -60°C ponumerowano losowo.

Do dalszych badań wybrano szyby zespolone wg poniższej tabeli 1:

Tabela 1. Klasyfikacja próbek do badań

1,2,3 i 4	Pomiar początkowej zawartości wilgoci środka osuszającego (T_i)
5,6,7,8 i 9	Badanie klimatyczne i pomiar końcowej zawartości wilgoci w środku osuszającym (T_f)
10,11,12 i 13	Próbki zapasowe do badań klimatycznych i pomiaru końcowej zawartości wilgoci w środku osuszającym (T_f)
14 i 15	Rezerwa do ew. pomiaru normalnej zdolności adsorbowania wilgoci przez środek osuszający (T_c); w miarę potrzeby

2.2.2. Pomiar początkowej i końcowej zawartości wilgoci

Na czterech wybranych próbkach zmierzono początkową zawartość wilgoci (T_i) w środku osuszającym. Pomiar przeprowadzono metodą wagową. Z każdej próbki pobrano określoną ilość środka osuszającego, umieszczono w naczyniu i zważono przy użyciu wagi RADWAG AS 220 R2, której dokładność wynosi $0,0001\text{g}$. Następnie naczynie ze środkiem osuszającym umieszczono w piecu. Piec rozgrzano od temperatury pokojowej do 540°C w ciągu (60 ± 20) min. Temperaturę $(540 \pm 10)^{\circ}\text{C}$ utrzymano przez 3h. Po wyjęciu z pieca naczynie ze środkiem osuszającym umieszczono w eksykatorze i przetrzymywano przez 60 min. Ponowne zważenie pozwoliło na obliczenie początkowej zawartości wilgoci w środku osuszającym.

Badanie klimatyczne w wysokiej wilgotności i temperaturze składało się z dwóch części; pierwsza to 56 cykli 12h w temperaturze od $(-18 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ do $(53 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ ze spadkiem 14°C/h , a druga to siedem tygodni przetrzymywania próbek w stałej temperaturze $(58 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ i wilgotności względnej $\geq 95\%$.

Po zakończeniu testu klimatycznego, przed pomiarem końcowej zawartości wilgoci, przechowywano szyby w standardowych warunkach laboratoryjnych. Taką samą metodą jak początkową sprawdzono końcową zawartość wilgoci (T_f) na pięciu innych wybranych próbkach, które poddano badaniu klimatycznemu, a następnie obliczono dla każdej z nich wskaźnik przenikania wilgoci I.

Ostatecznie na podstawie otrzymanych wyników, obliczono wg wzoru średni wskaźnik przenikania wilgoci I_{av} :

Zastrzeżenia:

1. Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
2. Bez pisemnej zgody Grupy Badawczej Szkło i Akustyka nie może być powielane inaczej jak tylko w całości.
3. Termin zgłaszania skarg nie może przekraczać 1 miesiąca od daty wysłania Sprawozdania z Badań.

$$I_{av} = \sum_{n=1}^5 \frac{I_n}{5}$$

2.2.3. Pomiar stopnia wypełnienia argonem przestrzeni międzyszybowej szyby zespolonej

Oznaczenie zawartości argonu w przestrzeni międzyszybowej wykonano zgodnie z PB-BF-07

wyd. 10 z dnia 20.07.2022 r. pt. "Oznaczanie zawartości gazów w szybach zespolonych metodą chromatograficzną".

Pomiar dokonano przy użyciu chromatografu gazowego GC-2030 Nexis firmy Shimadzu. Strzykawką chromatograficzną pobrano próbkę gazu z przestrzeni międzyszybowej badanych szyb.

Pobraną próbkę gazu /mieszanina argonu i składników powietrza/ wprowadzono na kolumnę rozdzielczą chromatografu gazowego. W wyniku analizy otrzymano chromatogram z pikami pochodzącymi od poszczególnych składników gazowych. Pola powierzchni pików przeliczane są na zawartość procentową poszczególnych gazów. Pomiarom poddano próbki o numerach 16, 17, 20, 21.

2.2.4. Pomiar szybkości ubytku gazu z przestrzeni międzyszybowej szyby zespolonej

Pomiar szybkości ubytku gazu z przestrzeni międzyszybowej szyby zespolonej wykonano zgodnie z PN-EN 1279-3: 2018 „Długotrwała metoda i wymagania dotyczące szybkości ubytku gazu oraz tolerancja koncentracji gazu” oraz PB-BF-07 wyd. 8 z dnia 20.05.2019 r. pt. „Oznaczanie strat gazu specjalnego z przestrzeni międzyszybowej szyb zespolonych metodą chromatograficzną”, przy użyciu chromatografu gazowego typu GC-17A firmy Shimadzu. Pomiarom poddano próbki o numerach 20, 21. Próbki nr 18,19 poddawane są cyklowi klimatycznemu, na wypadek uszkodzenia próbek przeznaczonych do badań. Próbkę po zakończeniu badań zostały zniszczone.

2.2.5. Określenie współczynnika "U" metodą obliczeniową

Obliczenia wykonano przy użyciu programu obliczeniowego opracowanego na podstawie normy

PN-EN 673: 2011 "Szkło w budownictwie. Określenie współczynnika przenikania ciepła "U". Metoda obliczeniowa".

3. Wyniki badań

3.1. Punkt rosy

Wszystkie przebadane próbki, w ilości 15 sztuk, wykazały wartość punktu rosy poniżej -60 °C.

W związku z tym numery nadano im losowo.

Zastrzeżenia:

1. Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
2. Bez pisemnej zgody Grupy Badawczej Szkło i Akustyka nie może być powielane inaczej jak tylko w całości.
3. Termin zgłaszania skarg nie może przekraczać 1 miesiąca od daty wysłania Sprawozdania z Badań.

3.2. Wskaźnik przenikania wilgoci

Początkową zawartość wilgoci zmierzono na próbkach: 1,2,3 i 4. Wartości T_i dla poszczególnych próbek wynoszą:

$$T_{i1} = 1,2 \% \pm 0,3 \%$$

$$T_{i2} = 1,2 \% \pm 0,3 \%$$

$$T_{i3} = 1,4 \% \pm 0,3 \%$$

$$T_{i4} = 1,3 \% \pm 0,3 \%$$

Średnia początkowa zawartość wilgoci

$$T_{i,av} = 1,3 \% \pm 0,6 \%$$

Końcową zawartość wilgoci zmierzono na próbkach o numerach 5,6,7,8 i 9, poddanych testom klimatycznym.

Wartości T_f obliczone dla poszczególnych próbek wynoszą:

$$T_{f5} = 4,0 \% \pm 0,3 \%$$

$$T_{f6} = 4,3 \% \pm 0,3 \%$$

$$T_{f7} = 4,1 \% \pm 0,3 \%$$

$$T_{f8} = 4,2 \% \pm 0,3 \%$$

$$T_{f9} = 4,5 \% \pm 0,3 \%$$

Wskaźniki przenikania wilgoci I obliczone dla każdej z pięciu próbek poddanej

testowi klimatycznemu wynoszą: $I_5 = 14,4 \% \pm 0,7 \%$

$$I_6 = 16,0 \% \pm 0,7 \%$$

$$I_7 = 15,0 \% \pm 0,7 \%$$

$$I_8 = 15,5 \% \pm 0,7 \%$$

$$I_9 = 17,8 \% \pm 0,7 \%$$

Najwyższa wartości wskaźnika przenikania wilgoci wystąpiła w szybie zespolonej nr 9 i nie była wyższa niż graniczna wartość 25%.

Średni wskaźnik przenikania wilgoci I_{av} wynosi $15,7 \% \pm 1,5 \%$ i nie jest większy niż graniczna wartość 20%.

Podane wartości niepewności (nie uwzględniają etapu pobierania próbek) stanowią niepewności rozszerzone przy poziomie ufności 95% i współczynniku rozszerzenia $k = 2$.

3.3. Pomiar stopnia wypełnienia argonem przestrzeni międzyszybowej szyby zespolonej

Wyniki badania zawartość argonu w przestrzeni międzyszybowej przedstawiono w tabeli 2.

Zastrzeżenia:

1. Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
2. Bez pisemnej zgody Grupy Badawczej Szkło i Akustyka nie może być powielane inaczej jak tylko w całości.
3. Termin zgłaszania skarg nie może przekraczać 1 miesiąca od daty wysłania Sprawozdania z Badań.

Tabela 2. Stopień wypełnienia argonem przestrzeni międzyszybowej badanych szyb zespolonych

Nr próbki	Pobór gazu do badań	Stopień wypełnienia argonem [%]	Niepewność pomiaru [%]
16 17	Próbki przed badaniami	97 92	± 2 ± 2
20 21	Próbka po pomiarze ubytku gazu	92 92	± 2 ± 2

Podana niepewność (nie uwzględniająca etapu pobierania próbek) jest niepewnością rozszerzoną U obliczoną z zastosowaniem współczynnika rozszerzenia $k = 2$ na poziomie ufności 95%, wynoszącą 2% wyniku.

3.4. Badanie szybkości ubytku gazu z przestrzeni międzyszybowej szyb zespolonych

Wyniki badania szybkości ubytku gazu z przestrzeni międzyszybowej szyb zespolonych przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Wyniki badania szybkości ubytku gazu z przestrzeni międzyszybowej szyby zespolonej

Nr próbki	Szybkość ubytku gazu L_i [%/a]	Niepewność pomiaru [%/a]
20	0,24	$\pm 0,01$
21	0,21	$\pm 0,02$

Podana niepewność (nie uwzględniająca etapu pobierania próbek) jest niepewnością rozszerzoną U obliczoną z zastosowaniem współczynnika rozszerzenia $k = 2$ na poziomie ufności 95%, wynoszącą $\pm 5,06$ % wyniku.

Analiza wyników badań pozwala stwierdzić, że:

- końcowy stopień wypełnienia argonem przestrzeni międzyszybowej badanych szyb zespolonych spełnia warunek:

$c_i = c_{i0} (+10\% \text{ do } -5\%)$ gdzie: c_{i0} – jest wartością nominalną, c_i

- koncentracja gazu

- szybkość ubytku gazu spełnia warunek $L_i < 1,00$ w % a⁻¹.

3.5. Określenie współczynnika "U" metodą obliczeniową

Dane: zawartość argonu w przestrzeni międzyszybowej – 92 %.

Wartość emisyjności skorygowanej szkła Float $\epsilon = 0,837$ przyjęto zgodnie z normą PN-EN 673:2011.

Wartość emisyjności skorygowanej dla powłoki niskoemisyjnej **ClimaGuard Premium2**

$\epsilon = 0,003$ podana przez Zleceniodawcę

Korzystając z powyższych danych, wykonano obliczenia dla szyb o budowie:

Zastrzeżenia:

1. Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
2. Bez pisemnej zgody Grupy Badawczej Szkło i Akustyka nie może być powielane inaczej jak tylko w całości.
3. Termin zgłaszania skarg nie może przekraczać 1 miesiąca od daty wysłania Sprawozdania z Badań.

4 Float ClimaGuard Premium2/12 Ar/4 Float

uzyskano wartość współczynnika przenikania ciepła **$U = (1,2 \pm 0,0) \text{ W/m}^2\text{K}$** .

Podana niepewność (nie uwzględnia etapu pobierania próbek) jest niepewnością rozszerzoną przy współczynniku rozszerzenia $k=2$ na poziomie ufności 95 % i wynosi $\pm 3,6 \%$ wyniku.

3.6. Wymiary pakietu szybowego

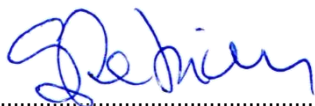
W tabeli nr 4 podano zmierzone wymiary pakietu szybowego

Tabela 4. Zmierzone wymiary pakietu szybowego

Średnia głębokość uszczelnienia w tylnej ścianie ramki dystansowej (u):	3,1 mm
Średnia głębokość uszczelnienia na powierzchni szkła (s):	4,0 mm
Średnia szerokość uszczelnienia (r):	2,6 mm
Średnia grubość pakietu (d):	20,0 mm

4. Informacje dodatkowe

Szyby zespolone, wyprodukowane przez firmę OPTIM GLASS GROUP Sp. z o.o. spełniają wymagania normy PN-EN 1279-2:2018.



/podpis osoby sporządzającej sprawozdanie/

p.o. Lidera Grupy Badawczej
Szkło i Akustyka
Dybińska - Łada
mgr inż. Joanna Rybicka-Łada

/podpis osoby autoryzującej sprawozdanie/

Rozdzielnik:
1 egz. Zleceniodawca
1 egz. Grupa Badawcza Szkło i Akustyka

p.o. Lidera Grupy Badawczej
Szkło i Akustyka
Dybińska - Łada
mgr inż. Joanna Rybicka-Łada

Kraków, dnia 28.07.2025

- K O N I E C S P R A W O Z D A N I A -

Zastrzeżenia:

1. Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
2. Bez pisemnej zgody Grupy Badawczej Szkło i Akustyka nie może być powielane inaczej jak tylko w całości.
3. Termin zgłaszania skarg nie może przekraczać 1 miesiąca od daty wysłania Sprawozdania z Badań.