



**Łukasiewicz**  
Instytut Ceramiki  
i Materiałów  
Budowlanych

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

**CENTRUM SZKŁA I MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH**

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**

tel.: 12 257 12 00 magda.kosmal@icimb.lukasiewicz.gov.pl



AB 054

**SPRAWOZDANIE NR 025.W.22.N  
Z OCENY WŁAŚCIWOŚCI UŻYTKOWYCH  
SZYB ZESPOLONYCH**

Zleceniodawca: **Szkloland Sp. z o.o.**  
(nazwa, adres) 11-041 Olsztyn, Gutkowo 52B  
zamówienie) / 3L0122T2 pismo zlecające z dnia 24.06.2022 r./

Data otrzymania próbek: 12.08.2022  
Data rozpoczęcia badania: 12.08.2022  
Data zakończenia badania: 30.03.2023

Wykonujący badanie: mgr inż. Joanna Rybicka-Łada  
dr inż. Anna Kuśnierz  
mgr inż. Sławomir Pabian

Oceniający właściwości użytkowe: dr inż. Magda Kosmal

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

Lider Grupy Badawczej  
Szkło

dr inż. Magda Kosmal

Kraków, dnia 30.03.2023 r.

### 1. Opis i identyfikacja przedmiotu badań

Przedmiotem badań były szyby zespolone dostarczone przez firmę Szkłoland Sp. z o.o. z Olsztyna.

Zleceniodawca dostarczył próbki szyb zespolonych w dniu 18.08.2022 r.

Próbki szyb zespolonych nie były oznakowane przez producenta w sposób trwały.

Do celów badawczych próbki oznaczono symbolem 025.W.22.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 Szkłoland Sp. z o.o. przekazał do badań:

- 25 próbek szyb zespolonych jednokomorowych o wymiarach  $(352\pm 2)$ mm x  $(502\pm 2)$ 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:	<i>Szkłoland Sp. z o.o., Gutkowo 52B, 11-041 Olsztyn</i>
Zakład produkcyjny:	<i>Szkłoland Sp. z o.o., Gutkowo 52B, 11-041 Olsztyn</i>
Nazwa produktu:	<i>Szyba zespolona</i>
Data produkcji:	<i>07.07.2022</i>
Temperatura w trakcie produkcji	<i>23 °C</i>
Ciśnienie w trakcie produkcji	<i>1012hPa</i>
Wymiary zewnętrzne:	<i>502x352</i>
Grubość całkowita:	<i>20mm</i>
Konstrukcja:	<i>Szkło Float 4mm/12/Szkło Float 4mm</i>
Ramka dystansowa:	<i>Listwa thermix butylowana 12mm</i>
Materiał ramki dystansowej:	<i>Polipropylen/stal nierdzewna</i>
Konstrukcja naroża:	<i>Gięte</i>
Łącznik naroży:	<i>Narożnik 12mm thermix gięty</i>
Łącznik liniowy:	<i>Nie dotyczy</i>
Środek osuszający:	<i>Sito molekularne NANOMOL TDS</i>
Rodzaj środka osuszającego:	<i>NANOMOL TDS</i>
Standardowa zdolność adsorbowania wilgoci ( $T_c$ )	<i>&gt;24% (23°C, %50 RH, 30 dni)</i>

#### Zastrzeżenia:

1. Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
2. Bez pisemnej zgody Grupy Badawczej Szkło Sprawozdanie 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. Stwierdzenie(-a) zgodności ze specyfikacją (lub wymaganiami) jest (są) oparte na poziomie ufności 95 % dla niepewności rozszerzonej wyników pomiarów, na których oparto decyzję dotyczącą zgodności. Niepewność nie obejmuje etapu pobierania próbek.

Ilość środka osuszającego:	<i>4 boki</i>
Uszczelnienie zewnętrzne:	<i>IGK 311 Uszczelniacz wielosiarczkowy</i>
Rodzaj polimeru:	<i>Tiokol</i>
Średnia głębokość uszczelnienia na tylnej ścianie ramki dystansowej (u)	<i>2mm</i>
Średnia głębokość uszczelnienia na powierzchni szkła (s)	<i>5mm</i>
Uszczelnienie wewnętrzne:	<i>Emcepren 80 IG</i>
Rodzaj polimeru:	<i>Butyl</i>
Średnia szerokość uszczelnienia (r):	<i>12mm</i>
Masa uszczelnienia wewnętrznego/długość i bok (R)	<i>2,5 g/m</i>
Powłoka:	<i>Brak</i>
Usunięcie powłoki przy obrzeżach:	<i>Nie</i>
Wypełnienie gazem:	<i>Argon</i>
Nominalna koncentracja gazu:	<i>90 %</i>
Zamykanie otworów do napełniania gazem:	<i>(Czopiki/korki)</i>
Cechy szczególne:	<i>Nie dotyczy</i>

## 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

##### Zastrzeżenia:

1. Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
2. Bez pisemnej zgody Grupy Badawczej Szkło Sprawozdanie 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. Stwierdzenie(-a) zgodności ze specyfikacją (lub wymaganiami) jest (są) oparte na poziomie ufności 95 % dla niepewności rozszerzonej wyników pomiarów, na których oparto decyzję dotyczącą zgodności. Niepewność nie obejmuje etapu pobierania próbek.

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 ( $23 \pm 2$ ) °C i wilgotność względna ( $50 \pm 5$ )%, wykonano pomiar temperatury punktu rosy na 15-tu próbkach stanowiących zestaw do 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 ( $T_r$ )
10,11,12 i 13	Próbki zapasowe do badań klimatycznych i pomiaru końcowej zawartości wilgoci w środku osuszającym ( $T_r$ )
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 0,0001g. Następnie naczynie ze środkiem osuszającym umieszczono w piecu. Piec rozgrzano od temperatury pokojowej do 540°C w ciągu ( $60 \pm 20$ ) min. Temperaturę ( $540 \pm 10$ )°C utrzymano przez 3h. Po wyjęciu z pieca naczynie ze środkiem osuszającym umieszczono w ekzykatorze 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 ( $-18 \pm 2$ ) °C do ( $53 \pm 1$ ) °C ze spadkiem 14°C/h, a druga to siedem tygodni przetrzymywania próbek w stałej temperaturze ( $58 \pm 1$ )°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 ( $T_r$ ) na pięciu innych wybranych próbkach,

#### Zastrzeżenia:

1. Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
2. Bez pisemnej zgody Grupy Badawczej Szkło Sprawozdanie 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. Stwierdzenie(-a) zgodności ze specyfikacją (lub wymaganiami) jest (są) oparte na poziomie ufności 95 % dla niepewności rozszerzonej wyników pomiarów, na których oparto decyzję dotyczącą zgodności. Niepewność nie obejmuje etapu pobierania próbek.

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  $I_{av}$  :

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

### 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. "Oznaczenie 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. „Oznaczenie 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 cykлом klimatycznym, na wypadek uszkodzenia próbek przeznaczonych do badań. Próbki 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".

#### Zastrzeżenia:

1. Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
2. Bez pisemnej zgody Grupy Badawczej Szkło Sprawozdanie 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. Stwierdzenie(-a) zgodności ze specyfikacją (lub wymaganiami) jest (są) oparte na poziomie ufności 95 % dla niepewności rozszerzonej wyników pomiarów, na których oparto decyzję dotyczącą zgodności. Niepewność nie obejmuje etapu pobierania próbek.

**3. Wyniki badań****3.1. Punkt rosy**

Wszystkie przebadane próbki, w ilości 15 sztuk, wykazały wartość punktu rosy poniżej  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ .  
W związku z tym numery nadano im losowo.

**3.2. Wskaźnik przenikania wilgoci**

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

$$T_{i1} = 1,4 \% \pm 0,3 \%$$

$$T_{i2} = 1,4 \% \pm 0,3 \%$$

$$T_{i3} = 1,6 \% \pm 0,3 \%$$

$$T_{i4} = 1,6 \% \pm 0,3 \%$$

Średnia początkowa zawartość wilgoci

$$T_{i,av} = 1,5 \% \pm 0,6 \%$$

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:

$$T_{f5} = 4,9 \% \pm 0,3 \%$$

$$T_{f6} = 4,9 \% \pm 0,3 \%$$

$$T_{f7} = 5,1 \% \pm 0,3 \%$$

$$T_{f8} = 5,2 \% \pm 0,3 \%$$

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

Wskaźniki przenikania wilgoci  $I$  obliczone dla każdej z pięciu próbek poddanej testowi klimatycznemu wynoszą:

$$I_5 = 14,9 \% \pm 0,7 \%$$

$$I_6 = 14,9 \% \pm 0,7 \%$$

$$I_7 = 16,0 \% \pm 0,7 \%$$

$$I_8 = 16,5 \% \pm 0,7 \%$$

$$I_9 = 15,7 \% \pm 0,7 \%$$

Najwyższa wartości wskaźnika przenikania wilgoci wystąpiła w szybie zespolonej nr 8 i nie była wyższa niż graniczna wartość 25%.

Średni wskaźnik przenikania wilgoci  $I_{av}$  wynosi  $15,6 \% \pm 1,5 \%$  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  $k = 2$ .

**Zastrzeżenia:**

1. Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
2. Bez pisemnej zgody Grupy Badawczej Szkło Sprawozdanie 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. Stwierdzenie(-a) zgodności ze specyfikacją (lub wymaganiami) jest (są) oparte na poziomie ufności 95 % dla niepewności rozszerzonej wyników pomiarów, na których oparto decyzję dotyczącą zgodności. Niepewność nie obejmuje etapu pobierania próbek.

### 3.3. Pomiar stopnia wypełnienia argonem przestrzeni międzyszybowej szyby zespolonej

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

**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	96 94	± 2 ± 2
20 21	Próbka po pomiarze ubytku gazu	98 97	± 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	0,20	± 0,01
21	0,20	± 0,01

Podana niepewność (nie uwzględniająca etapu pobierania próbek) jest niepewnością rozszerzoną U obliczoną z zastosowaniem współczynnika rozszerzenia  $k = 2$  na poziomie ufności 95%, wynoszącą ± 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% do -5 %) gdzie:  $c_{i0}$  – jest wartością nominalną,

$c_i$  – koncentracja gazu

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

#### Zastrzeżenia:

1. Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
2. Bez pisemnej zgody Grupy Badawczej Szkło Sprawozdanie 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. Stwierdzenie(-a) zgodności ze specyfikacją (lub wymaganiami) jest (są) oparte na poziomie ufności 95 % dla niepewności rozszerzonej wyników pomiarów, na których oparto decyzję dotyczącą zgodności. Niepewność nie obejmuje etapu pobierania próbek.

### 3.5. Określenie współczynnika "U" metodą obliczeniową

Dane: zawartość argonu w przestrzeni międzyszybowej – 90 %.

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

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

#### 4 Float/12 Ar/4 Float

uzyskano wartość współczynnika przenikania ciepła  **$U = (2,7 \pm 0,1) \text{ W/m}^2\text{K}$** .

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. Zestawienie zmierzonych wybranych wymiarów pakietu szybowego**

Średnia głębokość uszczelnienia w tylnej ścianie ramki dystansowej (u):	4,3 mm
Średnia głębokość uszczelnienia na powierzchni szkła (s):	6,7 mm
Średnia szerokość uszczelnienia (r):	3,9 mm
Średnia grubość pakietu (d):	20,3 mm

#### Zastrzeżenia:

1. Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
2. Bez pisemnej zgody Grupy Badawczej Szkło Sprawozdanie 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. Stwierdzenie(-a) zgodności ze specyfikacją (lub wymaganiami) jest (są) oparte na poziomie ufności 95 % dla niepewności rozszerzonej wyników pomiarów, na których oparto decyzję dotyczącą zgodności. Niepewność nie obejmuje etapu pobierania próbek.



Grupa Badawcza Szkło

**Sprawozdanie Nr 025.W.22.N  
Z Oceny właściwości użytkowych****4. Ocena właściwości użytkowych****Wyrób – izolacyjne szyby zespolone wyprodukowane przez firmę****Szkloland Sp. z o.o. z Olsztyna posiadają właściwości izolacyjnych szyb zespolonych zgodnie z EN 1279-5:2018.****Współczynnik przenikania ciepła „U” izolacyjnych szyb zespolonych o budowie:****4 Float/12 Ar/4 Float****wynosi 2,7 W/m<sup>2</sup>K – zgodnie z normą PN-EN 673:2011.**Z-ca Lidera Grupy Badawczej  
SzkłoRybicica - Łada  
mgr inż. Joanna Rybicka-Łada.....  
/podpis osoby sporządzającej  
sprawozdanie/Lider Grupy Badawczej  
SzkłoKosmiał  
dr inż. Magda Kosmiał.....  
/podpis osoby dokonującej  
oceny właściwości  
użytkowych/Z-ca Lidera Grupy Badawczej  
SzkłoRybicica - Łada  
mgr inż. Joanna Rybicka-Łada.....  
/podpis osoby autoryzującej  
sprawozdanie/**Zastrzeżenia:**

1. Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
2. Bez pisemnej zgody Grupy Badawczej Szkło Sprawozdanie 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. Stwierdzenie(-a) zgodności ze specyfikacją (lub wymaganiami) jest (są) oparte na poziomie ufności 95 % dla niepewności rozszerzonej wyników pomiarów, na których oparto decyzję dotyczącą zgodności. Niepewność nie obejmuje etapu pobierania próbek.