



**Wydział
Inżynierii Lądowej**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

MATERIAŁY BUDOWLANE

ĆWICZENIA LABORATORYJNE

Badania wybranych cech technicznych wyrobów ze szkła budowlanego

Autor: mgr inż. Karol Chilmon

Spis treści

1. Cel ćwiczenia.....	4
2. Podstawowe informacje	4
2.1 Podstawowe pojęcia.....	4
2.2 Wprowadzenie.....	5
2.2.1 Skład chemiczny.....	5
2.2.2 Wybrane właściwości fizyczne	5
2.2.3 Produkcja szkła budowlanego	5
2.2.4 Wyroby ze szkła budowlanego.....	6
2.2.5 Wybrane właściwości szkła płaskiego	6
2.2.6 Budowa i oznaczenia izolacyjnych szyb zespolonych	7
3. Oznaczenia do wykonania	8
3.1 Sprawdzenie kształtu i wymiarów szyby zespolonej	8
3.1.1 Materiały i wyposażenie do użycia	8
3.1.2 Wykonanie oznaczenia.....	8
3.2 Określenie przesunięcia szyb oraz grubości szyby zespolonej	9
3.2.1 Materiały i wyposażenie do użycia	9
3.2.2 Wykonanie oznaczenia.....	9
3.3 Ocena wizualna jakości szyby zespolonej	10
3.3.1 Materiały i wyposażenie do użycia	10
3.3.2 Wykonanie oznaczenia.....	10
3.4 Sprawdzenie kształtów, wymiarów oraz masy pustaka szklanego	12
3.4.1 Materiały i wyposażenie do użycia	12
3.4.2 Wykonanie oznaczenia.....	12
3.5 Ocena wizualna pustaka szklanego.....	13
3.5.1 Materiały i wyposażenie do użycia.....	13
3.5.2 Wykonanie oznaczenia	13
4. Zestawienie wyników badań.....	14

5. Wymagania / Tolerancje wymiarowe	17
6. Sprawozdanie z ćwiczenia.....	21
7. Zalecana literatura uzupełniająca do tematu	21

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z kryteriami i sposobem oceny jakości wyrobów szklanych, poprzez wykonanie odpowiednich oznaczeń i sklasyfikowanie danego wyrobu oraz zapoznanie się z wykorzystywanymi przy tym metodami i kryteriami.

2. Podstawowe informacje

2.1 Podstawowe pojęcia

Szkło - jest substancją nieskrystalizowaną, którą otrzymano przez schłodzenie stopionych w temperaturze 1300÷1500°C surowców szklarskich (głównie piasku z dodatkiem wapienia, dolomitu, sody i innych);

Szkło budowlane – szkło stosowane w budownictwie ;

Szkło płaskie – każdy wyrób szklany (szkło sodowo-wapniowo-krzemianowe: float, ciągnione, walcowane, warstwowe oraz szkła borokrzemianowe i tworzywa szklano-krystaliczne) lub każde przetworzone szkło wykonane z tych wyrobów, bez dokonania zmiany profilu lub ugięcia;

Szkło płaskie ciągnione – otrzymywane przez pocięcie taśmy szklanej formowanej metodą ciągnięcia. Powierzchnia płyt może być szlifowana, polerowana lub matowa. Płyty mogą być hartowane, pochłaniające lub przepuszczające określony zakres promieniowania;

Szkło płaskie walcowane – Otrzymywane przez pocięcie taśmy szklanej formowanej metodą walcowania o powierzchni surowej nieobrabianej, wzorzystej lub polerowanej. Szkło walcowane może być zbrojone lub hartowane. Płyty mogą być bezbarwne lub barwne, to znaczy barwione w masie lub naniesioną na powierzchnię warstwą emalii;

Szkło płaskie float – Otrzymywane przez pocięcie taśmy szklanej formowanej na powierzchni stopionego metalu (zwykle cyny). Szkło płaskie float może być poddawane takiej samej obróbce jak szkło płaskie ciągnione, np. hartowaniu, gięciu itp.;

Kształtka szklana – element drobonowymiarowy ze szkła litego lub z pustką w środku;

Szyba izolacyjna zespolona – pakiet szybowy wykonany z dwóch lub więcej tafli szkła oddzielonych od siebie ramką dystansową poprowadzoną wzdłuż krawędzi;

Wady optyczne – wady, które powodują zniekształcenie wyglądu przedmiotów oglądanych przez szkło;

Wady punktowe – sferyczne lub półsferyczne zakłócenia przezroczystości widoczne podczas patrzenia przez szkło;

Wady liniowe/podłużne - wady, które mogą znajdować się na lub w szkłe, w postaci depozytów, plam lub rys, które zajmują większą długość lub podłużny obszar;

Plama – wada większa niż wada punktowa, często o nieregularnym kształcie, częściowo cętkowanej strukturze.

2.2 Wprowadzenie

2.2.1 Skład chemiczny

Skład chemiczny szkła zwykłego (sodowo-wapniowo-krzemianowego) przedstawiono w tabeli 1.

Tab. 1. Skład chemiczny szkła budowlanego

Składnik	% masy
SiO ₂	69 ÷ 74
CaO	5 ÷ 12
Na ₂ O	12 ÷ 16
MgO	0 ÷ 6
Al ₂ O ₃	0 ÷ 3

2.2.2 Wybrane właściwości fizyczne

Wybrane właściwości szkła budowlanego przedstawiono w tabeli 2.

Właściwość	Wartość, przedział wartości lub opis
Gęstość	2500 kg/m ³
Wytrzymałość na ściskanie	300 ÷ 1000 MPa
Wytrzymałość na zginanie	30 ÷ 70 MPa
Twardość	5 ÷ 7 w skali Mohsa
Współczynnik przewodności cieplnej, λ	0,95 ÷ 1,00 W/(m x K)
Współczynnik rozszerzalności liniowej, α	8,9 ÷ 9 x 10 ⁻⁶ 1/K
Przepuszczalność światła	do 90%
Trwałość	Całkowicie odporne na czynniki atmosferyczne. Nie jest odporne na działanie kwasów: fluorowodorowego i fosforowego

2.2.3 Produkcja szkła budowlanego

Produkcja szkła budowlanego obejmuje następujące czynności technologiczne:

1. Przygotowanie surowców;
2. Stapianie wsadu surowców;
3. Klarowanie i ujednoludnienie stopu;
4. Studzenie oraz formowanie;
5. Pakowanie, magazynowanie i dystrybucja wyrobów

Metody produkcji szkła płaskiego:

- Metoda Forcaulta

Wykorzystywana do produkcji szkła płaskiego ciągnionego. Wady: falistość i smugi, powodują zniekształcenia obrazu. Obszary zastosowania: Budownictwo przemysłowe, szklarnie itp.

- Metoda Colburna

Wykorzystywana do produkcji szkła płaskiego walcowanego. Wady: w zależności od „zużycia” wałków – mniej lub bardziej intensywna falistość

Obszary zastosowania: szkło zbrojone, ornamentowe, wzorzyste, profilowane

- Metoda Pilkingtona

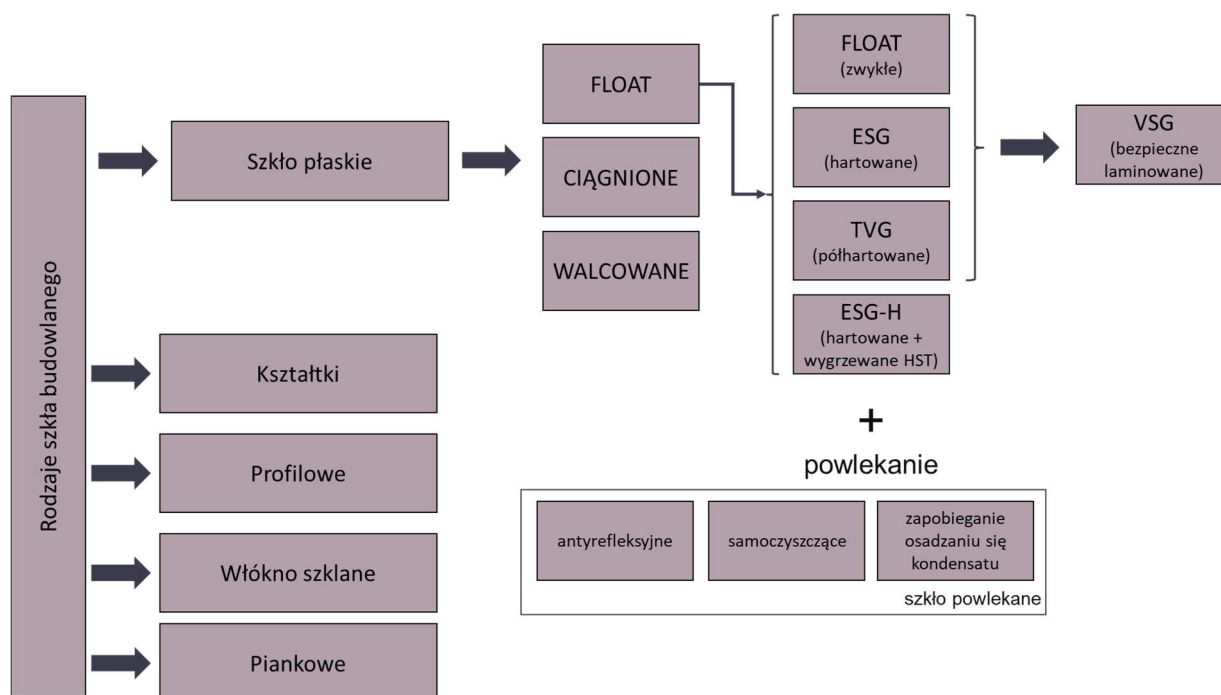
Wykorzystywana do produkcji szkła płaskiego float. Idealnie gładkie powierzchnie, najmniej wad optycznych.

Obszary zastosowania: budownictwo mieszkaniowe, obiekty użyteczności publicznej, biurowe.

2.2.4 Wyroby ze szkła budowlanego

Obecnie najpowszechniej produkowanym wyrobem ze szkła budowlanego jest szkło płaskie, które określa się mianem szkła podstawowego i wykorzystuje w produkcji na przykład szyb zespolonych.

Asortyment wyrobów budowlanych ze szkła przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Asortyment wyrobów produkowanych ze szkła budowlanego

2.2.5 Wybrane właściwości szkła płaskiego

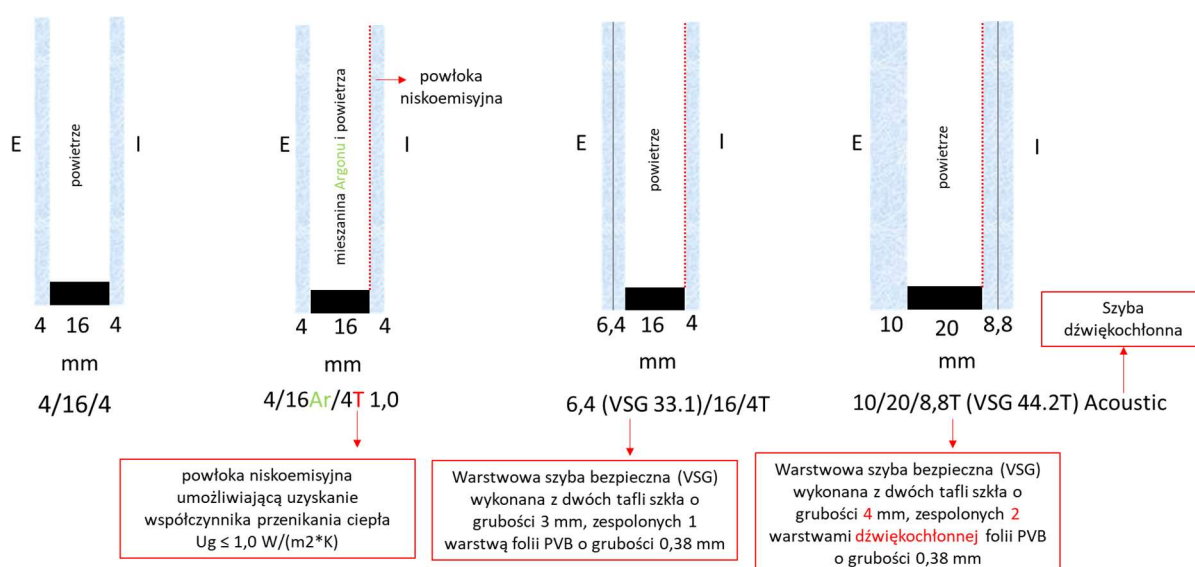
Porównanie właściwości trzech typów szkła płaskiego przedstawiono w tabeli 3.

Tab. 2. Porównanie właściwości trzech typów szkła płaskiego

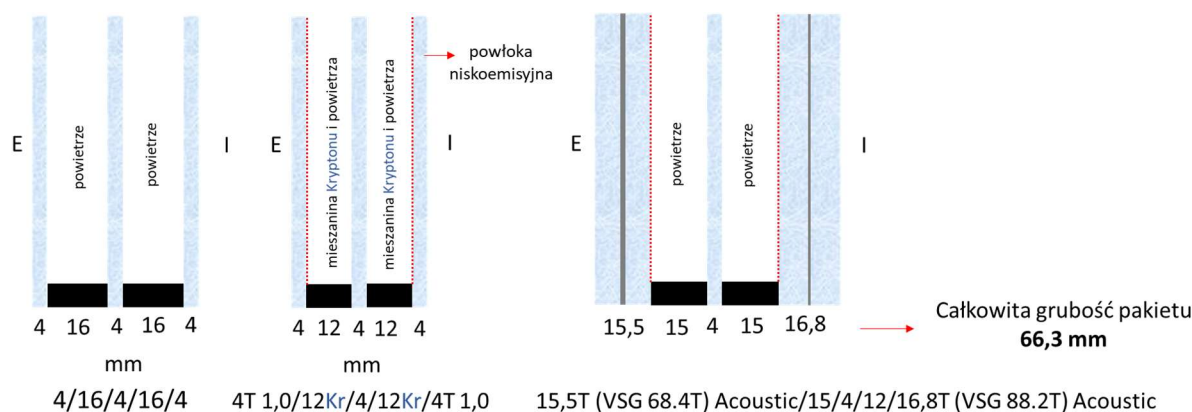
Właściwość	Rodzaj szkła płaskiego		
	FLOAT ZWYKŁE	TVG	ESG
Wytrzymałość na zginanie	45 MPa	70 MPa	120 MPa
Odporność na powierzchniową różnicę temperatury	40K	100K	150K
Możliwość cięcia	TAK	<u>NIE</u>	<u>NIE</u>
Siatka spękań	radialne spękania powierzchniowe, duże kawałki szkła	radialne spękania powierzchniowe, małe kawałki szkła	Spękania szkła w kształcie siatki, drobne kawałki

2.2.6 Budowa i oznaczenia izolacyjnych szyb zespolonych

Budowę i metodykę oznaczania pakietów szybowych wykorzystywanych w budownictwie przedstawiono na rysunkach 2 (szyby jednokomorowe) oraz 3 (szyby dwukomorowe).



Rys. 2. Budowa i sposób oznaczania pakietów szybowych jednokomorowych



Rys. 3. Budowa i sposób oznaczania pakietów szybowych dwukomorowych

3. Oznaczenia do wykonania

3.1 Sprawdzenie kształtu i wymiarów szyby zespolonej

3.1.1 Materiały i wyposażenie do użycia

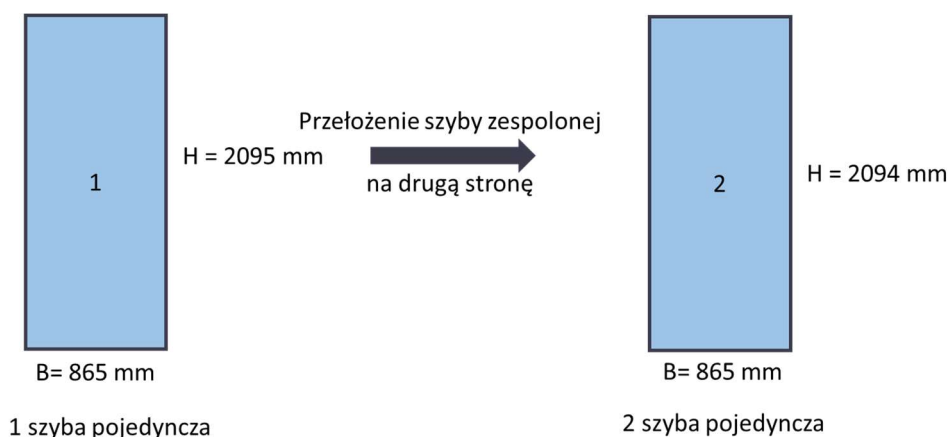
- Izolacyjna szyba zespolona;
- Przymiar liniowy o dokładności 1,0 mm lub wyższej.

3.1.2 Wykonanie oznaczenia

Wysokość (H) i szerokość (B)

W przypadku izolacyjnych szyb zespolonych o kształcie prostokątnym, należy wyraźnie zaznaczyć, który wymiar jest szerokością B, a który długością H, gdyż wiąże się to z pozycją zamontowania szyby.

Pomiary wykonać osobno dla obu zewnętrznych szyb pojedynczych, zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 4.



Rys. 4. Schemat określania wysokości i szerokości obu pojedynczych szyb z których zbudowana jest szyba zespolona

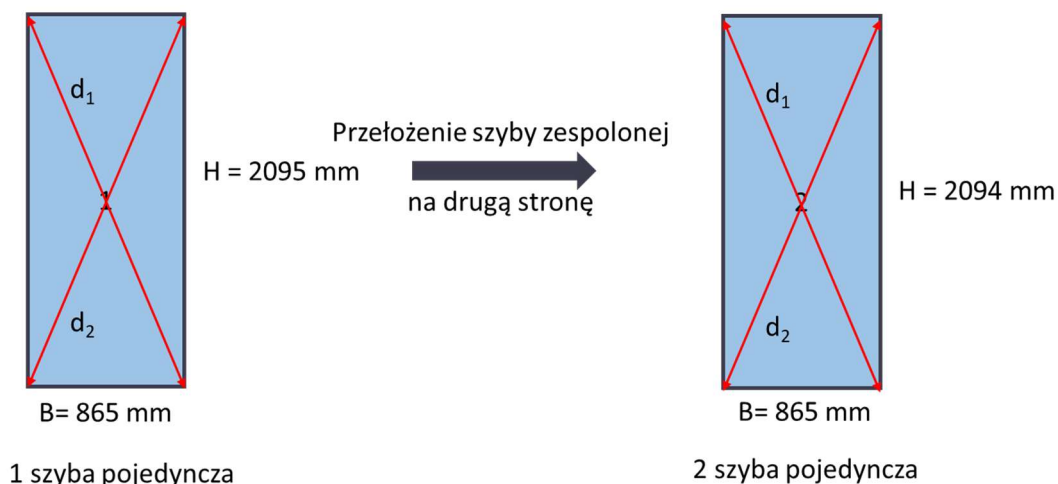
Prostokątność

Prostokątność pojedynczej szyby wyraża się jako różnicę długości jej przekątnych, według wzoru (1). Pomiary wykonać osobno dla obu zewnętrznych szyb pojedynczych według schematu przedstawionego na rysunku 5.

$$\text{Prostokątność} = |d_1 - d_2| \text{ [mm]} \quad (1)$$

Gdzie:

d_1, d_2 – długości obu przekątnych pojedynczej szyby, mm



Rys. 5. Schemat określania długości przekątnych obu pojedynczych szyb z których zbudowana jest szyba zespolona

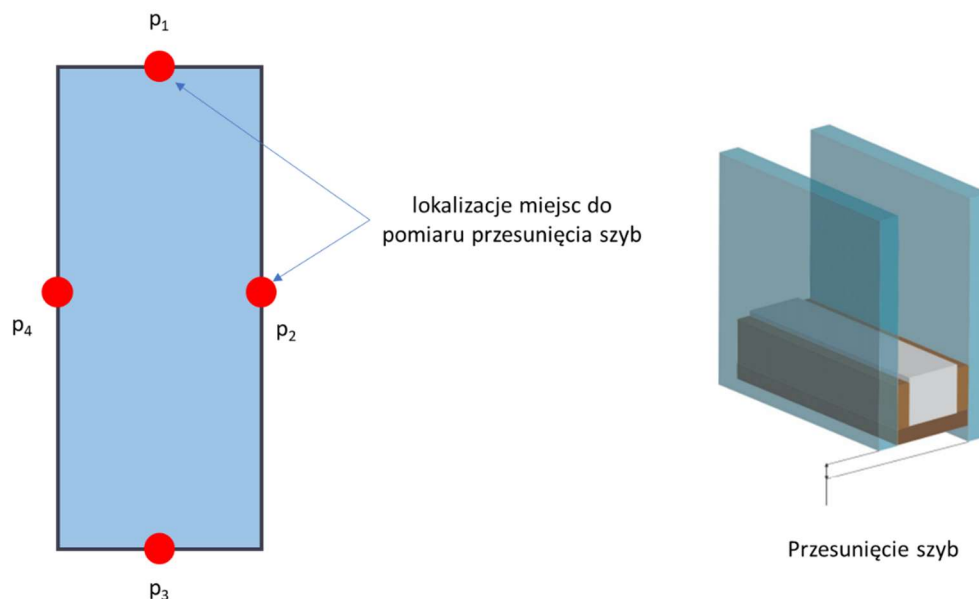
3.2 Określenie przesunięcia szyb oraz grubości szyby zespolonej

3.2.1 Materiały i wyposażenie do użycia

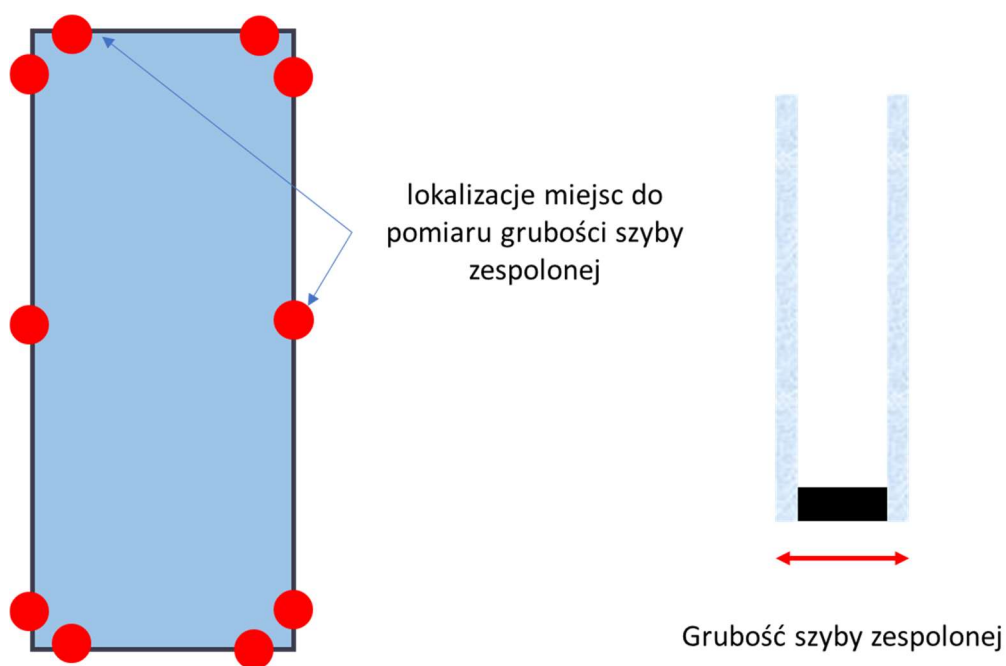
- Izolacyjna szyba zespolona;
- Przymiar kątowy (90°);
- Suwmiarka o dokładności 0,1 mm lub wyższej.

3.2.2 Wykonanie oznaczenia

Przesunięcie szyb (p) względem siebie określić z wykorzystaniem przymiaru kąтового oraz suwmiarki dla każdej z krawędzi zespolonej szyby izolacyjnej z dokładnością do 0,1 mm według schematu przedstawionego na rysunku 6. Grubość szyby zespolonej (g) mierzyć z zastosowaniem suwmiarki, z dokładnością do 0,1 mm w każdym z narożników oraz po środku szyby według schematu przedstawionego na rysunku 7.



Rys. 6. Lokalizacja miejsc pomiarowych do określania przesunięcia szyb oraz wizualizacja wady



Rys. 7. Lokalizacja miejsc pomiaru grubości szyby zespolonej wraz ze wskazaniem wielkości

3.3 Ocena wizualna jakości szyby zespolonej

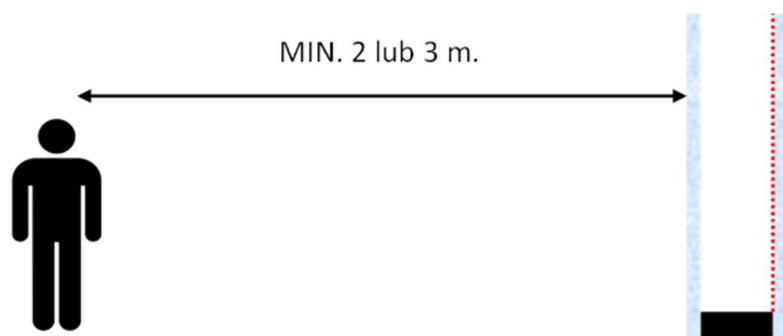
3.3.1 Materiały i wyposażenie do użycia

- Izolacyjna szyba zespolona;
- Marker koloru białego.

3.3.2 Wykonanie oznaczenia

Ocena powinna być prowadzona z odległości nie mniejszej niż 3m. w przypadku wyrobów powlekanych oraz nie mniejszej niż 2m. w przypadku pozostałych wyrobów, pod kątem obserwacji

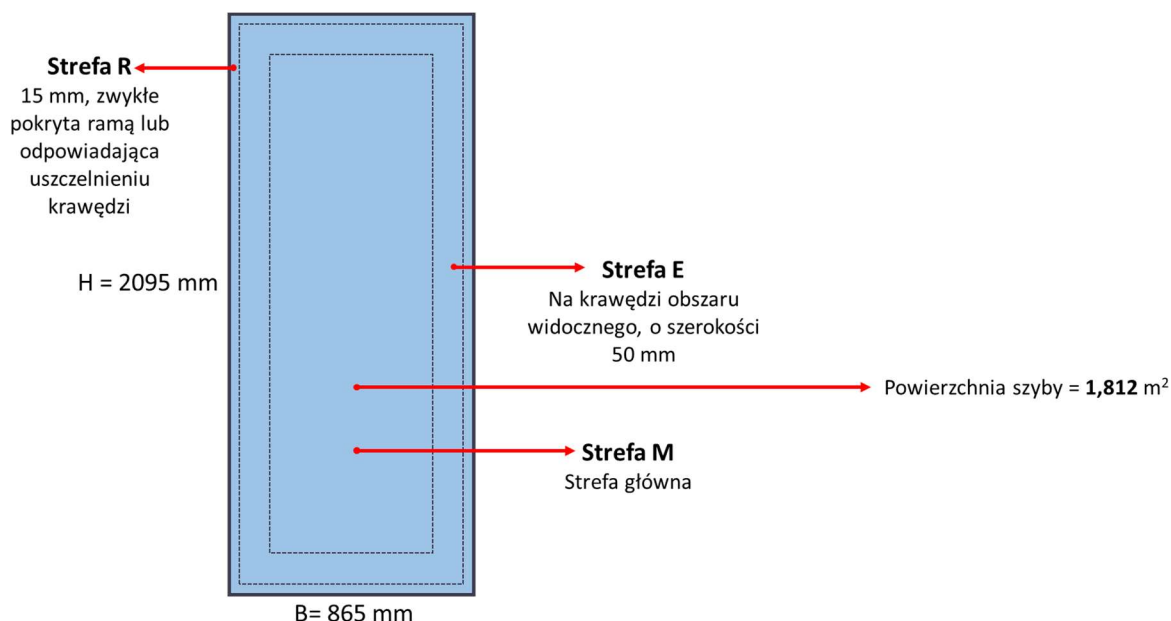
jak najbardziej prostopadłym do powierzchni szkła (rys. 8). Ocenę przeprowadza się w warunkach rozproszonego oświetlenia na tle pochmurnego nieba lub jednolitego szarego tła.



Rys. 8. Usytuowanie obserwatora względem szyby zespolonej w trakcie oceny wizualnej
Na potrzeby oceny powierzchnię szyby zespolonej należy podzielić na trzy strefy (rys. 9):

- R – o szerokości 15 mm od krawędzi, zwykle pokryta ramą lub odpowiadająca uszczelnieniu krawędzi;
- E – o szerokości 50 mm, na krawędzi obszaru widocznego ;
- M – strefa główna.

Ocenę należy dokonać patrząc na szybę od strony wnętrza pomieszczenia.



Rys. 9. Schemat podziału ocenianej szyby zespolonej na strefy

Zaobserwowane wady punktowe bądź liniowe/wydłużone oznaczyć markerem na powierzchni szyby, a następnie określić wymiary wady. Wady mniejsze niż 0,5 mm nie są brane pod uwagę podczas oceny wizualnej.

Rodzaje wad punktowych:

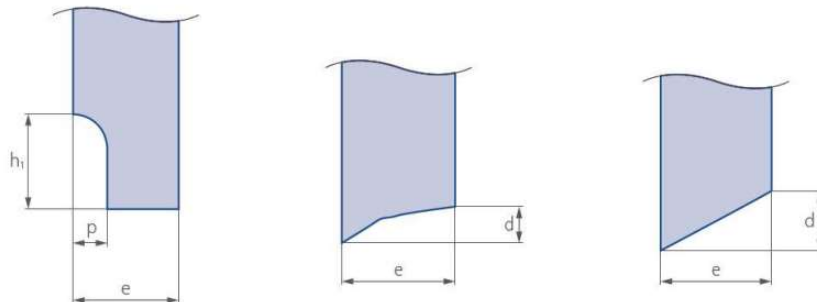
- Pęcherze (wtrącenia gazowe);
- Kropki (pozostałości po procesie produkcyjnym);

- Wtrącenia ciał obcych;

Rodzaje wad liniowych/wydłużonych:

- Plamy;
- Rysy włoskowate;
- Pozostałe rysy;
- Wyszczerbienia i odpryski przy krawędziach.

Schemat postępowania przy ocenie wymiarów wad przy krawędziach (wyszczerbienia i odpryski) przedstawiono na rysunku 10.



Rys. 10. Wymiarowanie wyszczerbień i odprysków przy krawędziach

3.4 Sprawdzenie kształtów, wymiarów oraz masy pustaka szklanego

3.4.1 Materiały i wyposażenie do użycia

- Pustak szklany;
- Przymiar liniowy o dokładności 1,0 mm lub wyższej;
- Kątomierz o dokładności 1° lub wyższej;
- Suwmiarka z głębokościomierzem (dokładność pomiaru = 0,1 mm lub wyższa)
- Waga elektroniczna o dokładności 10g. lub wyższej;

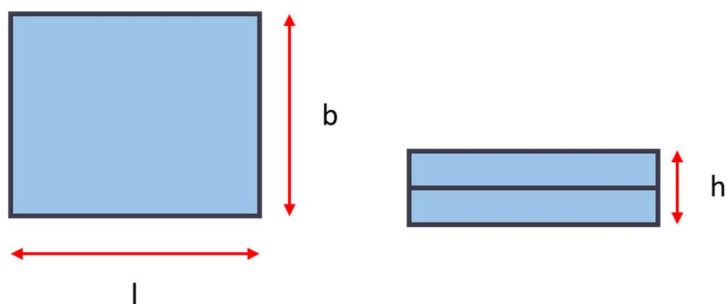
3.4.2 Wykonanie oznaczenia

Wymiary wyrobu należy zmierzyć z użyciem suwmiarki z dokładnością do 0,1 mm. Należy zmierzyć długość (l), szerokość (b) powierzchni czołowych oraz wysokość (h) próbki przy czterech narożach, zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 11.

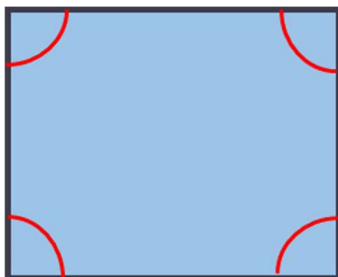
Prostokątność należy określać w narożach obu powierzchni czołowych z użyciem przymiaru kąтового z dokładnością do 1°, według schematu przedstawionego na rysunku 12.

Wklęsłość i wypukłość powierzchni czołowych należy określać wzdłuż przekątnych obu powierzchni czołowych z użyciem przymiaru liniowego oraz suwmiarki z głębokościomierzem z dokładnością do 0,1 mm, według schematu przedstawionego na rysunku 13.

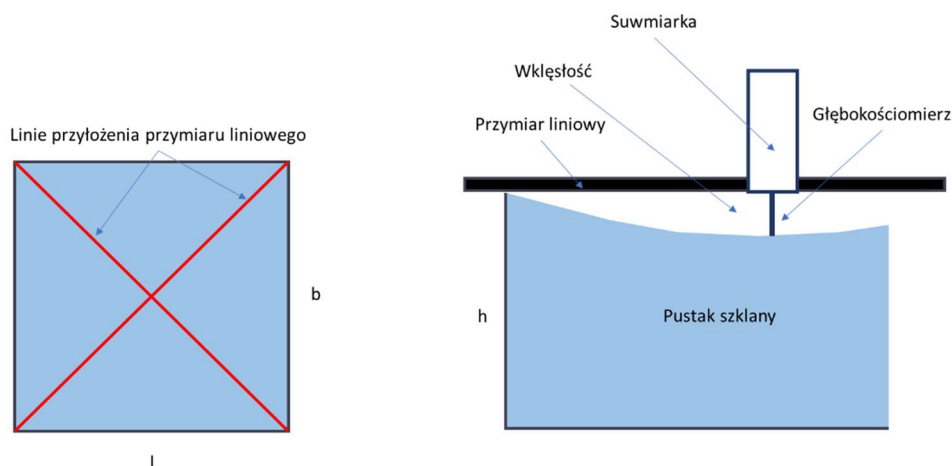
Masę pustaka szklanego określa się z użyciem wagi z dokładnością do 10g.



Rys. 11. Schemat pustaka szklanego z oznaczonymi wymiarami.



Rys. 12. Lokalizacja kątów do określania prostokątności pustaka szklanego



Rys. 13. Schemat określania wklęsłości/wypukłości powierzchni czołowych pustaka szklanego

3.5 Ocena wizualna pustaka szklanego

3.5.1 Materiały i wyposażenie do użycia

- Izolacyjna szyba zespolona;
- Marker koloru białego.

3.5.2 Wykonanie oznaczenia

Szklane pustaki bada się przez oświetlenie w warunkach zbliżonych do rozproszonego światła dziennego. Próbkę oświetloną od dołu obserwuje się z odległości około 3 m. pod kątem prostym do licowej powierzchni pustaka szklanego. Zaobserwowane wady oznaczyć markerem, a później określić ich wymiary.

4. Zestawienie wyników badań

Tab. 3. Zestawienie wyników badań izolacyjnej szyby zespolonej

Rodzaj wyrobu:	Izolacyjna szyba zespolona jednokomorowa		
Norma odniesienia:	PN-EN 12379-1:2018-08 / PN-EN 572-8+A1:2016-03		
Oznaczenie pakietu:			
Wymiary nominalne (mm):	H =	B =	g =
1. Kształt oraz wymiary			
1. szyba pojedyncza			
H =	B =	d ₁ =	d ₂ =
		Prostokątność =	
2. szyba pojedyncza			
H =	B =	d ₁ =	d ₂ =
		Prostokątność =	
Powierzchnia szyby =			
2. Przesunięcie szyb			
p ₁ =	p ₂ =	p ₃ =	p ₄ =
MAX(p ₁ p ₄) =			
3. Grubość szyby zespolonej			
g ₁ =	g ₂ =	g ₃ =	g ₄ =
g ₅ =	g ₆ =	g ₇ =	g ₈ =
g ₉ =	g ₁₀ =	X	
MIN(g ₁ g ₁₀) =		MAX(g ₁ g ₁₀) =	
4. Ocena wizualna			
Rodzaj wady (wymiary w mm)	Ilość (sztuk) / Pojedyncza długość wady liniowej / Łączna długość wad liniowych (mm)		Strefa

punktowe $\emptyset \leq 1$		
punktowe $1 < \emptyset \leq 3$		
punktowe $3 > \emptyset$		
kropki $\emptyset \leq 1$		
kropki $1 < \emptyset \leq 3$		
plama $\emptyset \leq 17$		
kropki $\emptyset > 3$ i plama $\emptyset > 17$		
Rysy włosowate $\leq 0,15$		
Pozostałe wady liniowe / wydłużone		
Wyszczerbienia / Odprysnięcia przy krawędziach	$h_1 =$ $p =$ $e =$	
Wyszczerbienia / Odprysnięcia przy krawędziach	$h_1 =$ $p =$ $e =$	

Tab. 4. Zestawienie wyników badania pustaka szklanego

Rodzaj wyrobu:	Pustak szklany		
Norma odniesienia:	PN-EN 1051-2:2009		
Wymiary nominalne (mm):	l =	b =	h =
Klasa tolerancji wymiarowej:			
1. Kształt oraz wymiary			
1. powierzchnia licowa		2. powierzchnia licowa	
l =	b =	l =	b =
Grubość pustaka			
h ₁ =	h ₂ =	h ₃ =	h ₄ =
Prostokątność			
α_1 =	α_2 =	α_3 =	α_4 =
α_5 =	α_6 =	α_7 =	α_8 =
Wypukłość/Wklęsłość			
1. powierzchnia licowa			
1 przekątna	WYPUKŁOŚĆ / WKŁĘŚŁOŚĆ / BRAK	Wielkość =	
2 przekątna	WYPUKŁOŚĆ / WKŁĘŚŁOŚĆ / BRAK	Wielkość =	
2. powierzchnia licowa			
1 przekątna	WYPUKŁOŚĆ / WKŁĘŚŁOŚĆ / BRAK	Wielkość =	
2 przekątna	WYPUKŁOŚĆ / WKŁĘŚŁOŚĆ / BRAK	Wielkość =	
2.Ocena wizualna			
Rodzaj wady	Ilość (sztuk) / Pojedyncza długość wady liniowej / Łączna długość wad liniowych (mm)		

5. Wymagania / Tolerancje wymiarowe

Tab. 5. Tolerancje wymiarowe t dla nominalnych długości i szerokości dla szkła Float wg PN-EN 572-8 tab. 4 – wymiary ścisłe (wymiar w mm)

Grubość nominalna pojedynczego szkła	Tolerancja t		
	Wymiar nominalny szyby		
	$(H,B) \leq 1500$	$1500 < (H,B) \leq 3000$	$(H,B) > 3000$
2,2.8,3,4,5,6	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$	$\pm 2,0$
8,10,12	$\pm 1,5$	$\pm 2,0$	$\pm 2,5$

Tab. 6. Limity różnicy pomiędzy przekątnymi dla szkła float (wymiar w mm).

Grubość nominalna pojedynczego szkła	Limity różnicy pomiędzy przekątnymi		
	Wymiar nominalny szyby		
	$(H,B) \leq 1500$	$1500 < (H,B) \leq 3000$	$(H,B) > 3000$
2,3,4,5,6	3	4	5
8,10,12	4	5	6

Tab. 7. Dopuszczalne przesunięcie szyb (wymiar w mm.)

Grubość nominalna pojedynczego szkła	Dopuszczalne przesunięcie szyb	
	Ilość komór	
	jedna	dwie
wszystkie	1	2

Tab. 8. Tolerancje grubości izolacyjnych szyb zespolonych wg. PN-EN 1279-1 tab. 3

L.P.	Pierwsza tafla	Druga tafla	IGU Tolerancja grubości
1	Szkło odprężone	Szkło odprężone	$\pm 1.0 \text{ mm}$
2	Szkło odprężone	Szkło hartowane lub wzmocnione	$\pm 1.5 \text{ mm}$
3	Szkło odprężone	Arkusz szkła warstwowego	
	grubość $\leq 6 \text{ mm}$ i całkowita grubość $\leq 12 \text{ mm}$		$\pm 1.0 \text{ mm}$
	w innych przypadkach		$\pm 1.5 \text{ mm}$
4	Szkło odprężone	Szkło wzorzyste	$\pm 1.5 \text{ mm}$
5	Szkło hartowane lub wzmocnione	Szkło hartowane lub wzmocnione	$\pm 1.5 \text{ mm}$
6	Szkło hartowane lub wzmocnione	Kompozyt szkło / tworzywa sztuczne	$\pm 1.5 \text{ mm}$
7	Szkło hartowane lub wzmocnione	Szkło wzorzyste	$\pm 1.5 \text{ mm}$
8	Kompozyt szkło / tworzywa sztuczne	Kompozyt szkło / tworzywa sztuczne	$\pm 1.5 \text{ mm}$
9	Kompozyt szkło / tworzywa sztuczne	Szkło wzorzyste	$\pm 1.5 \text{ mm}$

Tab. 9. Dopuszczalna liczba wad punktowych izolacyjnych szyb zespolonych według PN-EN 1279-1.

STREFA	Wymiar wady (bez halo) mm	Powierzchnia szyby S (m ²)			
		S ≤ 1	1 < S ≤ 2	2 < S ≤ 3	S > 3
R	wszystkie wymiary	Bez limitu			
E	Ø ≤ 1	Dopuszczalne, jeśli mniej niż 3 szt. na każdy obszar Ø ≤ 20 cm			
	1 < Ø ≤ 3	4	1 szt. na każdy metr obwodu		
	3 < Ø	Niedopuszczalne			
M	Ø ≤ 1	Dopuszczalne, jeśli mniej niż 3 szt. na każdy obszar Ø ≤ 20 cm			
	1 < Ø ≤ 3	2	3	5	5 + 2/m ²
	3 < Ø	Niedopuszczalne			

Tab. 10. Dopuszczalna liczba pozostałości produkcyjnych w postaci kropek i/lub plam według PN-EN 1279-1.

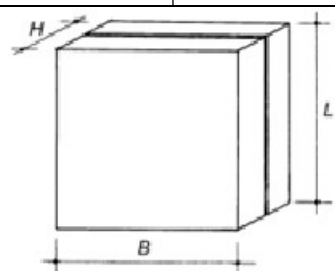
STREFA	Wymiar wady (bez halo) mm	Powierzchnia szyby S (m ²)	
		$S \leq 1$	$S > 1$
R	wszystkie wymiary	Bez limitu	
E	Kropki $\varnothing \leq 1$	Bez limitu	
	Kropki $1 < \varnothing \leq 3$	4	1 na każdy metr obwodu
	Plama $\varnothing \leq 17$	1	
	Kropki $\varnothing > 3$ i Plama $\varnothing > 17$	1	
M	$\varnothing \leq 1$	3 na każdy na każdy obszar $\varnothing \leq 20$ cm	
	$1 < \varnothing \leq 3$	2 na każdy na każdy obszar $\varnothing \leq 20$ cm	
	$3 < \varnothing$	niedopuszczalne	

Tab. 11. Dopuszczalna liczba wad liniowych/wydłużonych według PN-EN 1279-1.

STREFA	Rodzaj wady	Indywidualne długości (mm)	Suma indywidualnych długości (mm)
Cała pow.	Rysy włosowate $\leq 0,15$ mm	Bez limitu	
R	Pozostałe wady liniowe / wydłużone	Bez limitu	
E		≤ 30	≤ 90
M		≤ 15	≤ 45

Tab. 12. Kształt oraz wymiary i masy nominalne pustaków szklanych według PN-EN 1051-2.

Forma/kształt	Wymiary, mm			Masa nominalna, kg
	Długość, L	Szerokość, B	Wysokość, H	
B	90	90	80	1,6
	115	115	80	1,2
	146	146	80	1,4
			98	1,6
			98	2,8
	190	190	50	2,1
			80	2,5
			80	3,6
			100	2,6

			100	5,1
	197	197	79	2,2
			98	2,7
			98	3,5
			98	4,6
	240	240	80	3,9
	298	298	98	7,0
	300	300	80	3,9
98			7,0	
E	190	90	80	1,4
			90	1,6
		95	80	1,3
			100	1,3
	197	95	80	1,4
			98	1,6
		146	80	1,9
			98	2,0
240	115	80	2,1	
1) Różnice masy pustaków przy jednakowych wymiarach wynikają ze zmiennej grubości szkła; 2) Wymiary należy sprawdzać z dokładnością do 0,1 mm; 3) Masę określa się z dokładnością do 10g. 4) Masa średnia powinna mieścić się w granicach +/- 10% masy nominalnej				

Tab. 13. Tolerancje w stosunku do wymiarów, masy pustaków szklanych oraz oceny wizualnej

Właściwość	Tolerancja / Wartość graniczna
Wymiary (b,l,h)	Klasa I : $\pm 1,0$ mm Klasa II : $\pm 1,5$ mm Klasa III: $\pm 2,0$ mm
Prostokątność	$90^\circ \pm 2^\circ$
Wypukłość/ Wklęsłość	Wypukłość na powierzchni licowej $\leq 2,0$ mm Wklęsłość na powierzchni licowej $\leq 1,0$ mm
Ocena wizualna	Brak widocznych wad z odległości 3 m.

6. Sprawozdanie z ćwiczenia

Sprawozdanie powinno zawierać następujące punkty:

- I. Przedmiot badań
(podstawowe informacje o badanych materiałach/wyrobach)
- II. Wyniki badań
(pozyskane na zajęciach laboratoryjnych wyniki oznaczeń przedstawione w tabelach i opracowane we wskazany sposób)
- III. Wnioski
(wypunktowane twierdzenia sformułowane na podstawie uzyskanych wyników)
- IV. Literatura
(odniesienia do literatury wykorzystanej do przygotowania sprawozdania)

7. Zalecana literatura uzupełniająca do tematu

1. Chojczak W., Materiały budowlane. Ćwiczenia laboratoryjne. Część 2. Drewno, szkło, lepiszcza bitumiczne, tworzywa sztuczne, OWPW, 2018
2. Praca zbiorowa, Budownictwo ogólne. Tom I. Materiały i wyroby budowlane. Arkady, 2010