PRESSGLASS

LEADING IN EUROPE

NORMA ZAKŁADOWA

Wydanie 6

Październik 2016

Spis treści

CZĘŚĆ I - SZYBY ZESPOLONE 4

1. Wstęp 4

1.1 Przedmiot normy 4
1.1.1 Szyby zespolone 4
1.2 Określenia 4
1.2.1 Grubość nominalna szyby zespolonej jednokomorowej 4
1.2.2 Grubość nominalna szyby zespolonej dwukomorowej 4

2. Oznaczenia 5

2.1 Sposób oznaczenia szyby 5
2.2 Przykładowe oznaczenia na ramce dystansowej 5

3. Wymagania 6

3.1 Trwałość szyby zespolonej 6
3.2 Kształt i wymiary szyb zespolonych 6
3.3 Materiał 10
3.3.1 Szkło 10
3.3.2 Pozostałe materiały 10
3.4 Wykonanie 10
3.4.1 Wymiarowanie rozmieszczenia szprosów 14
3.4.2 Ramka dystansowa 14
3.5 Oznakowanie CE i etykietowanie 14

4. Pakowanie, przechowywanie, transport i montaż 15

4.1 Pakowanie 15
4.2 Przechowywanie 15
4.3 Transport 15
4.4 Montaż 15

5. Badania 16

5.1 Badania i kontrola izolacyjnych szyb zespolonych obejmują: 16
5.1.1 Badania okresowe 16
5.1.2 Zakładowa kontrola produkcji 16
5.2 Opis badań 16
5.2.1 Sprawdzanie kształtu i wymiarów 16
5.2.2 Sposób sprawdzania szkła 16
5.3 Ocena wizualna 17
5.4 Cechy fizyczne wyłączone z oceny : 18
5.4.1 Zakłócenia barwne (interferencja) 18
5.4.2 Ugięcie szkła powstające z powodu zmian temperatury i ciśnienia atmosferycznego 19
5.4.3 Zewnętrzna kondensacja 19
5.4.4 Zwilżalność szkła izolacyjnego wskutek wilgoci 20
5.4.5 Odchylenia barwy 20
5.4.6 Pękanie szkła 20
5.5 Mycie i czyszczenie szkła 22

 © Copyright by PRESS GLASS SA

CZĘŚĆ II – SZYBY SPECJALNE 23

1. Obróbka krawędzi 23

1.1 Rozkrój szkła 23
1.2 Zatępianie krawędzi szkła 24
1.3 Szlifowanie, polerowanie i fazowanie krawędzi szkła 25
1.3.1 Kształty szlifowanych i polerowanych szyb 26
1.3.2 Fazowanie szkła – szlifowanie lub polerowanie pod różnymi kątami 26
1.3.3 Szlif trapezowy 27
1.3.4 Szlif c-kant 27
1.3.5 Wykończenie obrzeży 28

2. Wiercenie, wycinanie otworów i frezowanie 30

2.1 Wiercenie 30
2.1.1 Wielkość i rozmieszczenie otworów wierconych 30
2.1.2 Tolerancje dla średnic i rozmieszczenia otworów wierconych 33
2.2 Wycinanie i frezowanie otworów 34
2.2.1 Wielkość i rozmieszczenie otworów 35
2.2.2 Tolerancje wykonania otworów i ich rozmieszczenia 35
2.3 Wycięcia na krawędziach i w narożach 36
2.3.1 Wielkość wycięć i ich rozmieszczenie na krawędzi 36
2.3.2 Tolerancje wykonania i rozmieszczenia wycięć na krawędzi 37
2.3.3 Wielkość wycięć w narożu 39
2.3.4 Tolerancja wykonania i rozmieszczenia wycięć w narożu 40
2.3.5 Wielkość odcięć naroży, stępianie naroży 41

3. Nanoszenie farb ceramicznych 42

3.1 Objaśnienia 42
3.1.1 Pełne pokrycie szkła emalią ceramiczną 42
3.1.2 Częściowe pokrycie szkła emalią ceramiczną 43
3.1.3 Druk cyfrowy 43
3.2 Ocena szkła z naniesioną emalią ceramiczną 43
3.3 Ocena kolorów 44
3.3.1 Wpływ typu szkła (podłoża) na kolor 45
3.3.2 Wpływ rodzaju zastosowanej emalii 45
3.3.3 Rodzaj oświetlenia w którym emaliowana tafla jest oceniana 45
3.3.4 Oceniający/sposób oceny 45
3.4 Dodatkowe informacje 45

4. Obróbka termiczna 46

4.1 Właściwości szkła hartowanego 46
4.1.1 Wymagania dla procesów obróbki termicznej 47
4.2 Hartowanie 48
4.2.1 Premium ESG 48
4.2.2 ESG 49
4.2.3 TVG 50
4.3 Wymagania i badania szkła poddanego obróbce termicznej 51
4.3.1 Wymiary i tolerancje dla szyb hartowanych płaskich 51
4.3.2 Prostoliniowość dla szyb hartowanych płaskich 53
4.3.3 Wygrzewanie termiczne szkła hartowanego wg EN 14179-1 (HeatSoak Test – HST) 56

 © Copyright by PRESS GLASS SA

4.3.4 Znakowanie szyb hartowanych (ESG), szyb hartowanych wygrzewanych termicznie (ESG-H) oraz szyb wzmacnianych termicznie (TVG) ... 57
4.3.5 Badania charakterystyk krytycznych szyb hartowanych ... 57
4.3.6 Szkło meblowe ... 59
4.3.7 Dopuszczalne wady w szybach hartowanych, hartowanych/wygrzewanych i wzmocnionych termicznie. ... 60

5. Szkło warstwowe ... 62

5.1 Definicje wg EN ISO 12543–1, EN 357 ... 62
5.2 Dopuszczalne odchyłki wymiarów pojedynczych szyb warstwowych łączonych (wg EN ISO 12543-5) ... 63
5.2.1 Przesunięcie ... 64
5.3 Dopuszczalne wady szyb warstwowych ... 65
5.3.1 Dopuszczalne wady punktowe ... 66
5.3.2 Liczba dopuszczalnych wad liniowych ... 66
5.4 Oznaczenie szyb ochronnych wg EN 356 ... 66
5.5 Oznaczenie szyb ognioodpornych wg EN 357 ... 66
5.5.1 Znakowanie szyb ognioodpornych ... 67
5.6 Oznaczenie i znakowanie szyb płaskich według EN 12600 ... 67

6. Zakładowa Kontrola Produkcji ... 68

CZĘŚĆ III – KATALOG FIGUR ... 69

CZĘŚĆ IV – BIBLIOGRAFIA ... 80

 © Copyright by PRESS GLASS SA

CZĘŚĆ I - SZYBY ZESPOLONE

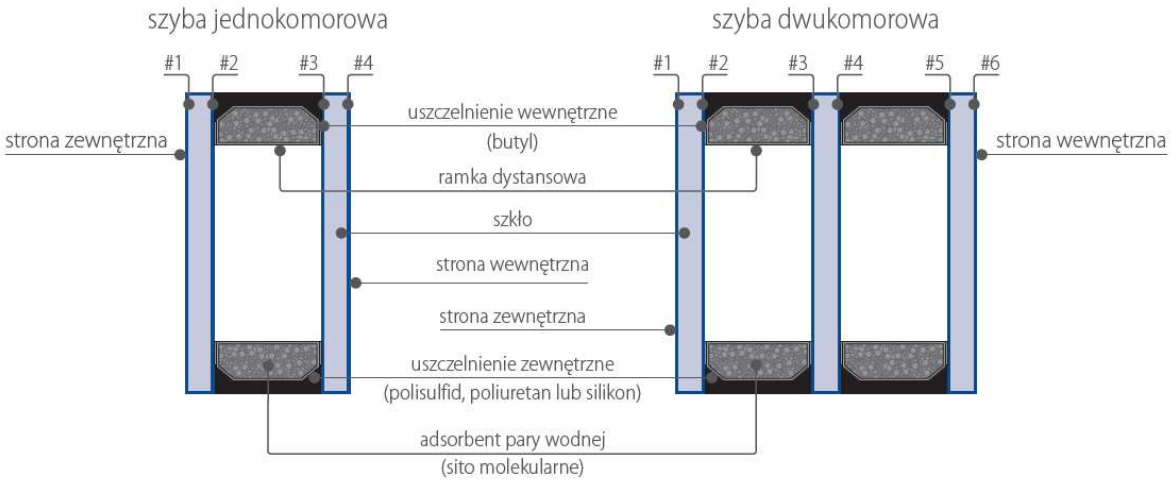
1. Wstęp

1.1 Przedmiot normy

1.1.1 Szyby zespolone

Izolacyjna szyba zespolona (IGU)

Zespół składający się co najmniej z dwóch tafli szkła, oddzielonych jedną lub kilkoma ramkami dystansowymi, hermetycznie uszczelniony wzdłuż obrzeża, mechanicznie stabilny i trwały. Dobór m. innymi wymiarów, budowy, rodzaju użytych szkieł, właściwości szyby zespolonej powinien wynikać z obliczeń projektowych uwzględniających warunki jej zastosowania.
Głównym przeznaczeniem izolacyjnych szyb zespolonych jest instalowanie ich w oknach, drzwiach, ścianach osłonowych, dachach i ścianach działowych, w których występują zabezpieczenia obrzeży przed bezpośrednim promieniowaniem ultrafioletowym.
W przypadku braku zabezpieczenia obrzeży przed bezpośrednim promieniowaniem ultrafioletowym, tak jak np. w systemach oszkleń strukturalnych z użyciem silikonu, szyby wykonujemy zgodnie z Załącznikiem A normy EN 1279-5. Wymagane jest zaznaczenie takiego przypadku w składanym zamówieniu.



Rys.1 Schemat budowy szyby jednokomorowej i dwukomorowej

1.2 Określenia

1.2.1 Grubość nominalna szyby zespolonej jednokomorowej

Suma grubości poszczególnych szyb i szerokości ramki dystansowej.

1.2.2 Grubość nominalna szyby zespolonej dwukomorowej

Suma grubości poszczególnych szyb i szerokości ramek dystansowych.

UWAGA: Odchyłki grubości szyb zespolonych w stosunku do grubości nominalnej określa Tabela nr 1 Normy Zakładowej.

© Copyright by PRESS GLASS SA

2. Oznaczenia

2.1 Sposób oznaczenia szyby

Wszystkie szyby zespolone są trwale oznakowane wewnątrz na ramce dystansowej z podaniem następujących danych:

- EN 1279 - Norma Europejska
- PRESS GLASS SA - nazwa producenta
- 2013/09/14 8:15 - data i czas produkcji
- (10114/12) - numer laufu i pozycja szyby w laufie (podane w nawiasie)
- Z/63034/2013 - numer zamówienia PRESS GLASS
- p.3 - numer pozycji w zamówieniu
- FL 4/16/TH1,1 4 - opis grubości szkieł i ich nazw (zasadniczo pierwsza szyba w opisie budowy zespolenia jest szybą zewnętrzną) szerokości ramki / ramek
- Ar - rodzaj użytego gazu

UWAGA: opis na ramce dystansowej może opcjonalnie zawierać kilka dodatkowych informacji uzgodnionych z odbiorcą. PRESS GLASS posiada pełną rejestrację wszystkich zamówień w wewnętrznym systemie informatycznym. W przypadku jakichkolwiek problemów możemy znaleźć informacje o każdym zamówieniu.

2.2 Przykładowe oznaczenia na ramce dystansowej

PN-EN 1279 PRESS GLASS SA 2013/09/14 8:15 (10114/12) Z/63034/2013 p.3 FL 4/16/TH1,1 4 U=1,1 EN673 Ar 704x655

Szyba jednokomorowa wykonana zgodnie z normą EN 1279 przez PRESS GLASS SA dnia 14.09.2013 o godzinie 8:15,(numer laufu: 10114 pozycja 12) numer zamówienia PRESS GLASS: Z/63034/2013 pozycja 3, ze szkła float (FL) oraz Thermofloat (TH) o jednakowej grubości 4mm, z ramką dystansową szerokości 16mm(/16/), U=1,1 wg EN673, wypełniona argonem (Ar), o wymiarach: 704x655mm.

PN-EN 1279 PRESS GLASS SA 2013/09/14 12:54 (10117/11) Z/63037/2013 p.8 TH1,0 4/16CH.ULT7035/FL4/16CH.ULT7035/TH1,0 4 U=0,5 EN673 Ar

Szyba dwukomorowa wykonana zgodnie z normą EN1279 przez PRESS GLASS SA dnia 14.09.2013 o godzinie 12:54, (numer laufu: 10117 pozycja 11) ,numer zamówienia PRESS GLASS: Z/63037/2013 pozycja 8 ze szkła Thermofloat (TH) oraz float (FL) o jednakowej grubości 4mm i ramek dystansowych o jednakowej szerokości 16mm, U=0,5 wg EN673 wypełniona argonem (Ar).

© Copyright by PRESS GLASS SA

3. Wymagania

3.1 Trwałość szyby zespolonej

Trwałość szyby zespolonej jest zapewniona poprzez spełnienie następujących warunków:
- wskaźnik przenikania wilgoci, wartość I, będzie zgodny z wymaganiami EN 1279-2,
- wytrzymałość uszczelnienia obrzeża będzie spełniać wymagania EN 1279-4,
- proces produkcyjny będzie uwzględniał wymagania EN 1279-6,
- zalecenia podane w rozdziale 4.4 i w załączniku B, EN 1279-5 będą spełnione (patrz Uwaga 1),
- w przypadku izolacyjnych szyb zespolonych wypełnionych gazem, wymaganie dotyczące szybkości ubytku gazu będzie zgodne z EN 1279-3.

UWAGA 1: Trwałość wyrobów szklanych zależy od:
- ruchów budynków i konstrukcji wywołanych różnymi oddziaływaniami;
- drgań budynków i konstrukcji wywołanych różnymi oddziaływaniami;
- odkształceń i uszkodzeń konstrukcji mocującej szkło wywołanych różnymi oddziaływaniami:
- zaprojektowanej konstrukcji mocującej szkło (np. odprowadzenie wody infiltracyjnej z profilu, zabezpieczenie przed bezpośrednim kontaktem elementów konstrukcji ze szkłem);
- dokładności wymiarów konstrukcji mocującej szkło i elementów podpierających szkło;
- jakości zamontowania elementów podpierających szkło w konstrukcji nośnej;
- jakości instalacji konstrukcji nośnej szkła w lub na budynkach lub konstrukcjach;
- rozszerzania się konstrukcji nośnej szkła z powodu wilgoci zaadsorbowanej z powietrza lub innych źródeł;
- jakości instalacji wyrobu szklanego w lub na jego konstrukcji nośnej.

UWAGA 2: W przypadku zastosowania w szybie zespolonej dwukomorowej dwóch szyb ze szkła powlekanego (w tym jednej jako środkowej), ze względu na obciążenie termiczne zaleca się jej zahartowanie. Ostateczna decyzja należy do Zamawiającego.
W przypadku zastosowania w szybie zespolonej szkła o podwyższonym wskaźniku absorpcji energii wymagane jest jego hartowanie.

UWAGA 3: W projektowaniu szyby zespolonej należy również uwzględnić dopuszczalną temperaturę pracy uszczelnienia.

3.2 Kształt i wymiary szyb zespolonych

W przypadku izolacyjnych szyb zespolonych o kształcie prostokąta, należy podać najpierw wymiar szerokości, a następnie wymiar wysokości. Wymiary należy podać w pełnych milimetrach. Minimalny, możliwy do wykonania, wymiar szyby zespolonej to 250 x 180 mm.
Dopuszcza się, po uzgodnieniu między producentem i odbiorcą, produkcję szyb zespolonych o innych kształtach niż prostokątne. Każdorazowo należy określić wszystkie wymiary zgodnie z Katalogiem Figur zawartym w III części Normy. W przypadku braku możliwości określenia któregokolwiek wymiaru w figurze, należy dostarczyć szablon wielkości 1 : 1 wykonany z twardej tektury, sklejki lub rysunek techniczny formatki. Krawędziami szyb są zewnętrzne krawędzie szablonu. W przypadku szyb zespolonych wykonanych na podstawie szablonu tolerancje wymiarów wynikające z zastosowanego szkła muszą uwzględniać dodatkowo odchyłkę ± 2 mm. Szablony są przechowywane przez okres 30 dni od daty produkcji szyb. Reklamacje dotyczące wymiarów szyb, po tym okresie nie będą uwzględniane.

UWAGA 1: W przypadku braku informacji przy wykonywaniu szyb o kształtach innych niż prostokątne, przyjmujemy założenie, że figura przedstawia szybę widzianą z wnętrza pomieszczenia (dotyczy firm produkujących stolarkę PVC i drewnianą).

UWAGA 2: Jeżeli w zamówieniach zawierających szkło ornamentowe nie określono sposobu ułożenia wzoru ornamentu, wówczas standardowo zakładamy, iż ma on być ułożony wzdłuż wymiaru, który jest wysokością szyby w zamówieniu.

© Copyright by PRESS GLASS SA

UWAGA 3: W przypadku wystąpienia szkieł refleksyjnych, należy określić w zamówieniu usytuowanie powłoki refleksyjnej w szybie zespolonej (pozycja wg rys.1). Zalecana poz. #2 lub #3, a w szybie 2-komorowej także #4 i #5.
Szyby zespolone mogą być wykonane ze szkieł monolitycznych oraz szkieł warstwowych o różnych grubościach, oddzielonych ramką dystansową.
Grubość szyby zespolonej nie powinna odbiegać od grubości nominalnej uzgodnionej między producentem a odbiorcą o więcej niż odchyłki zawarte w Tabeli nr 1 (Tablica 3 – wg EN 1279-1).

Tabela nr 1

Odchyłki grubości szyb zespolonych w stosunku do grubości nominalnej

Pierwsza szyba	Druga szyba	IGU tolerancja grubości
a) Szkło odprężone [1)]	Szkło odprężone	± 1,0 mm
b) Szkło odprężone	Szkło hartowane lub wzmocnione [2)]	± 1,5 mm
c) Szkło odprężone grubość ≤ 6 mm i całkowita grubość ≤12 w innych przypadkach	Szkło warstwowe [3)]	 ± 1,0 mm ± 1,5 mm
d) Szkło odprężone	Szkło wzorzyste	± 1,5 mm
e) Szkło hartowane lub wzmocnione	Szkło hartowane lub wzmocnione	± 1,5 mm
f) Szkło hartowane lub wzmocnione	Kompozyt szkło/tworzywa sztuczne [4)]	± 1,5 mm
g) Szkło hartowane lub wzmocnione	Szkło wzorzyste	± 1,5 mm
h) Kompozyt szkło/tworzywa sztuczne	Kompozyt szkło/tworzywa sztuczne	± 1,5 mm
i) Kompozyt szkło/tworzywa sztuczne	Szkło wzorzyste	± 1,5 mm

[1)] Grubości tafli są określane wartościami nominalnymi

[2)] Termicznie hartowane szkło bezpieczne, termicznie wzmacniane szkło lub chemicznie wzmacniane szkło

[3)] Szkło warstwowe lub bezpieczne szkło warstwowe składające się z dwóch odprężonych płyt szkieł float (każda o maksymalnej grubości 12 mm) i międzywarstwy z płyty tworzywa sztucznego. W przypadku innych zespołów szkła warstwowego lub bezpiecznego szkła warstwowego, patrz EN ISO 12543-5, a następnie zastosować zasady obliczania podane poniżej (pkt. 5.3.3 wg normy EN 1279-1).
Tolerancje grubości izolacyjnych szyb zespolonych z wieloma przestrzeniami międzyszybowymi otrzymuje się, stosując następujące zasady:

a) określić tolerancje każdego elementu składowego szkło/przestrzeń międzyszybowa/szkło według Tabeli nr1 (Tablicy 3 – wg EN 1279-1);
b) podnieść do kwadratu te wartości;
c) zsumować wartości podniesione do kwadratu;
d) obliczyć pierwiastek kwadratowy z tych sum.

[4)] Kompozyty szkło /tworzywa sztuczne są ze szkła warstwowego zawierającego co najmniej jedną płytę plastycznego tworzywa oszkleniowego, patrz EN ISO 12543-1.

© Copyright by PRESS GLASS SA

Tabela nr 2

Orientacyjne maksymalne powierzchnie dla szyb zespolonych*

Grubość szyby składowej [mm]	Maksymalny stosunek boków [-]	Maksymalna powierzchnia [m^2]	Maksymalna długość boku [mm]	Minimalny odstęp między szybami [mm]	Przykład opisu zestawu
3	1:6	1,5	1500	9	3-9-3
4	1:6	2,00	2000	6	4-6-4
		2,50	2500	9	4-9-4
		3,35	2500	12	4-12-4
		3,35	2500	16	4-16-4
5	1:10	2,50	2500	6	5-6-5
		3,50	3000	9	5-9-5
		5,00	3300	12	5-12-5
		5,00	3300	16	5-16-5
6	1:10	3,00	3000	6	6-6-6
		4,50	3000	9	6-9-6
		7,00	3500	12	6-12-6
		7,00	3500	16	6-16-6
8	1:10	4,00	3000	6	8-6-8
		6,00	3000	9	8-9-8
		8,75	3500	12	8-12-8
		10,00	5000	16	8-16-8
10	1:10	13,50	5000	16	10-16-10
12	1:10	13,50	6000	16	12-16-12

- maksymalna długość drugiego boku szyby, ze względów produkcyjnych jest ograniczona do 3000 mm dla ESG, TVG, VSG 2800 mm,
- przy stosowaniu w szybie zespolonej szkła o różnych grubościach, powierzchnię ogranicza zawsze szyba o mniejszej grubości.
- przy przeliczaniu grubości szkła warstwowego na grubość szyby float stosuje się współczynnik 0,63.
- stosowane są ramki dystansowe o szerokości powyżej 16mm, którym odpowiadają dane z tabeli takie same jak dla odstępu między szybami 16 mm.

* Zamieszczone w tabeli maksymalne wymiary produkowanych szyb zespolonych mają zastosowanie przy spełnieniu następujących warunków:
1 - szklenie pionowe,
2 - wysokość szklenia 0 ÷ 8 m ponad powierzchnię gruntu,
3 - klinowanie na czterech bokach,
4 - nie dotyczy szklenia narożników budynków,
5 - przyjęto średnie obciążenie wiatrem w Polsce.

(!) Przedstawione powyżej dane stanowią wyłącznie sugestie i doradztwo, nie uwzględniają obciążeń konstrukcji budynku ani obciążeń dynamicznych, a wyłącznie obciążenia statyczne szyb zespolonych. Sugestie powyższe powinny zostać przed ich zastosowaniem zaakceptowane przez posiadającego stosowne uprawnienia do projektowania w budownictwie projektanta w sposób przewidziany przepisami prawa budowlanego.

© Copyright by PRESS GLASS SA

Tabela nr 3

Skuteczność uszczelnienia szyb zespolonych wg EN 1279 -1 Szkło w budownictwie.
Szyby zespolone izolacyjne Załącznik B

Zastosowanie do	Skuteczność uszczelnienia	Obowiązująca metoda	Wymaganie zgodne z
Wszystkie systemy IGU	Przenikanie pary wodnej	EN 1279-2	EN 1279-2
	Adhezja szczeliwa do szkła	EN 1279-4	EN 1279-4
IGU wypełnione gazem	Szybkość ubytku gazu	EN 1279-3	EN 1279-3
Koncentracja gazu	—	Zakładowa kontrola produkcji według EN 1279-6	EN 1279-6, Załącznik A.3

© Copyright by PRESS GLASS SA

3.3 Materiał

3.3.1 Szkło

Rodzaj i jakość szkła uzgadnia się miedzy producentem i odbiorcą przed przystąpieniem do wykonywania zlecenia. W zespoleniach stosuje się:

a) podstawowe wyroby ze szkła według EN 572-1:
- szkło float według EN 572-2
- szkło zbrojone polerowane według EN 572-3
- szkło płaskie ciągnione według EN 572-4
- wzorzyste szkło walcowane według EN 572-5
- wzorzyste szkło zbrojone według EN 572-6

b) podstawowe wyroby ze szkła specjalnego:
- szkło borokrzemianowe według EN 1748-1-1
- tworzywa szklano-krystaliczne według EN 1748-2-1
- szkło krzemianowe z tlenkami metali ziem alkalicznych według EN 14178-1

c) szkła przetworzone:
- termicznie wzmocnione szkło sodowo-wapniowo-krzemianowe według EN 1863-1
- termicznie hartowane szkło sodowo-wapniowo-krzemianowe według EN 12150-1
- termicznie hartowane, wygrzewane, bezpieczne szkło sodowo-wapniowo-krzemianowe według EN 14179-1
- chemicznie wzmocnione szkło sodowo-wapniowo-krzemianowe według EN 12337-1
- termicznie hartowane bezpieczne szkło borokrzemianowe według EN 13024-1
- termicznie hartowane bezpieczne szkło krzemianowe z tlenkami metali ziem alkalicznych według EN 14321-1
- szkło warstwowe i bezpieczne szkło warstwowe według EN ISO 12543 –1,-2,-3,-4,-5,-6
- szkło powlekane według EN 1096-1
- szkło o obrabianej powierzchni (np. piaskowane, wytrawiane kwasem)

d) lub inne szkła przetworzone, np. kompozyt szkło-tworzywo sztuczne, składające się co najmniej z jednego wyrobu szklanego podstawowego lub przetworzonego podanego wyżej oraz co najmniej z jednej warstwy płyt tworzywa sztucznego,

e) lub inne szkła objęte lub nie, europejskimi specyfikacjami.

Tafle szklane, przetworzone lub nie, mogą być:
- przezroczyste, przejrzyste lub nieprzezroczyste
- bezbarwne lub barwne

3.3.2 Pozostałe materiały

Pozostałe materiały potrzebne do wykonania szyb zespolonych powinny zapewnić jakość wyrobu zgodną z wymaganiami normy EN 1279 - 1÷6.

3.4 Wykonanie

Technologia wykonania szyb ma zapewnić odpowiednią ich jakość. Odstępstwa wymiarowe wynikają z tolerancji pracy maszyn i urządzeń.

W szybach jednokomorowych ze szkła float dopuszcza się przesunięcie szyb względem siebie do 1 mm. W szybach dwukomorowych dopuszcza się przesunięcie szyb względem siebie do 1mm, a szyb skrajnych do 2mm. W przypadku stosowania szkła hartowanego, bezpiecznego czy innego specjalnego, o ile brak dwustronnych uzgodnień stosuje się odchyłki wymiarowe podane w Tabeli nr 4.

© Copyright by PRESS GLASS SA

Tabela nr 4

Wszystkie szyby ze szkła "float" i/lub z ciągnionego szkła płaskiego

Wymiar boku	Grubość boku	Odchyłki szerokości i wysokości
≤ 3 m	≤ 6 mm	± 2 mm
	> 6 mm	± 3 mm
> 3 m	≤ 6 mm	± 3 mm
	> 6 mm	± 4 mm
Z uszczelnieniem szkło-szkło niezależnie od wymiaru	niezależnie od grubości	+ 1 mm - 2 mm

Co najmniej jedna szyba ze szkła hartowanego

Wymiar boku	Grubość boku	Odchyłki szerokości i wysokości
≤ 3 m	niezależnie od grubości	± 3 mm
> 3 m	niezależnie od grubości	± 4 mm

Co najmniej jedna szyba ze szkła walcowanego

	Grubość szkła walcowanego	Odchyłki szerokości i wysokości
	≤ 10 mm	± 4 mm
	> 10 mm	+ 8 mm - 4 mm

Co najmniej jedna szyba ze szkła klejonego (warstwowego)

Wymiar boku	Całkowita grubość szyby klejonej	Odchyłki szerokości i wysokości
≤ 1,5 m	≤ 16 mm	± 3 mm
	> 16 mm	± 4 mm
> 1,5 m i ≤ 2,5 m	≤ 16 mm	± 4 mm
	> 16 mm	± 5 mm
> 2,5 m	≤ 16 mm	± 5 mm
	> 16 mm	± 6 mm

W przestrzeni między szybami mogą być trwale zamontowane:

- elementy dekoracyjne (tzw. szprosy międzyszybowe).

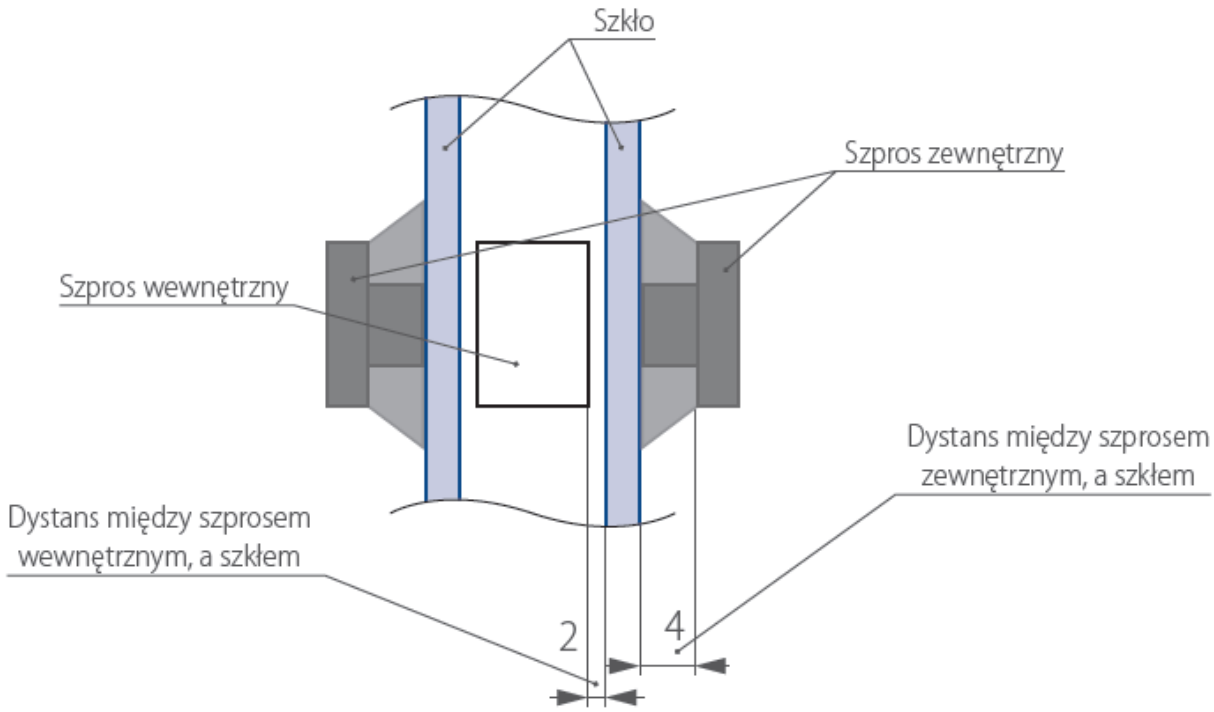
W celu zapewnienia odstępu pomiędzy szprosem, a szybami (≥ 2 mm na stronę) stosowane są przezroczyste przekładki dystansowe tzw. bumpony*.
Wskutek niekorzystnych wpływów otoczenia, przy szprosach mogą okresowo powstawać drgania. Ograniczeniu drgań oraz ograniczeniu tworzenia się mostka termicznego służą właśnie bumpony, przyklejone w miejscach krzyżowania szprosów.

 © Copyright by PRESS GLASS SA

Wzrost temperatury może powodować zwiększanie długości szprosów a co za tym idzie nieznaczne odchylenia kształtu. Widoczny materiał surowy, elementy łączące i nieznaczne odbarwienia w obrębie cięcia, uwarunkowane są procesem wytwarzania.
Ilość i rozmieszczenie bumponów zależy od ilości i długości pól szprosów i pozostaje w gestii producenta.

- elementy dzielące szybę zespoloną na mniejsze pola poprzez zastosowanie tzw. szprosów wiedeńskich (duplex).

Zastosowanie szprosów wiedeńskich o szerokościach innych niż w aktualnej ofercie każdorazowo należy uzgodnić. Szprosy wiedeńskie należy stosować w przestrzeni międzyszybowej, pozostawiając min. 2 mm odstępu po każdej stronie pomiędzy szprosem, a szybą. W przypadku wykonywania łuków, szpros wiedeński tworzą dwie ramki dystansowe o minimalnym promieniu gięcia R ≥ 70 mm. W przypadku zamawiania szyb zespolonych przeznaczonych do naklejania szprosów zewnętrznych należy uwzględnić ugięcie szkła uwarunkowane czynnikami klimatycznymi (temperatura, ciśnienie) i przyjąć ten fakt w założeniach projektowych. Wynikiem będzie odpowiednia grubość szkła, która zostanie podana w zamówieniu i zapewni prawidłowy montaż i eksploatację tego typu szyb. W przypadku naklejania szprosów zewnętrznych na szybę należy pamiętać ponadto o stosowaniu odpowiedniego spoiwa (zalecany jest miękki silikon pogodowy), który skleja szybę ze szprosem zewnętrznym zapewniając odstęp min. 4 mm.



Rys. 2. Wykonanie szprosów wewnętrznych i zewnętrznych

W przypadku stosowania szprosów międzyszybowych istnieje możliwość:
- wykonania pól łukowych, przy czym należy uwzględnić minimalny promień gięcia, który wynosi odpowiednio:
  - dla szprosu o szerokości 8 mm - R ≥ 80 mm (tylko łuk)**
  - dla szprosu o szerokości 18 mm - R ≥ 170 mm,
  - dla szprosu o szerokości 26 mm - R ≥ 200 mm,
  - szpros o szerokości 45 mm - nie może być gięty.

 © Copyright by PRESS GLASS SA

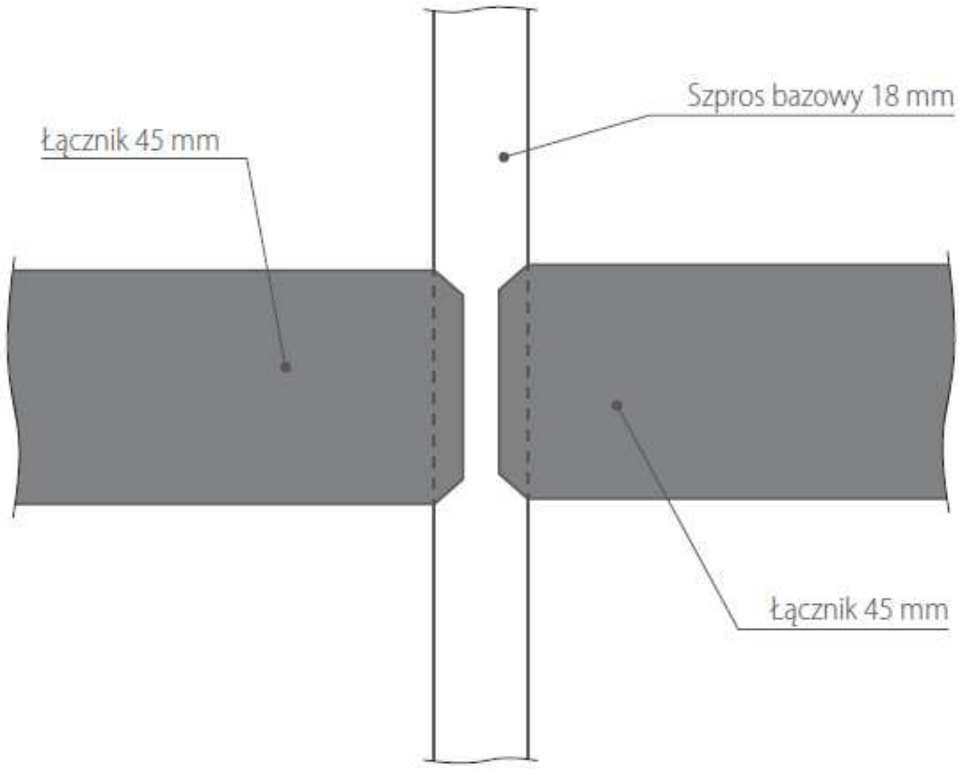
- wykonania kombinacji łączenia szerokości szprosów
  * w przypadku ramek dystansowych szerszych niż 18 mm nie stosuje się bumponów (nie zaleca się stosowania szprosów dla odstępów między szybami większych niż 18 mm) .
  ** należy pamiętać, iż szpros 8mm jest łączony za pomocą nakładek i w przypadku połączenia łuku z odcinkiem prostym, promień gięcia powinien wynosić R ≥ 160 mm .
- wykonania kombinacji łączenia szprosów giętych pod różnym kątem,
- wykonania łączenia szprosów pod różnym kątem (przykłady rozwiązań zamieszczone są w ofercie szprosów),

Tabela nr 5

Przykłady kombinacji łączenia szprosów międzyszybowych

Szpros bazowy / Łącznik	8 mm	18 mm	26 mm	45 mm	Maksymalne wymiary pola [mm]
8 mm	+	–	–	–	700 x 700
18 mm	–	+	+	–	1200 x 700
26 mm	–	+	+	–	1200 x 700
45 mm	–	+	+	+	1200 x 1200

UWAGA: W przypadku szprosów typu DUPLEX (szpros wiedeński) maksymalny dopuszczalny wymiar pola nie może przekraczać 1200mm



Rys. 3 Przykład łączenia

© Copyright by PRESS GLASS SA

3.4.1 Wymiarowanie rozmieszczenia szprosów

- Wykonanie szprosów w pierwszej kolejności realizowane jest w oparciu o wskazany w zamówieniu odbiorcy podział szprosa.
- W przypadku braku wskazanego sposobu podziału szprosa, jest wykonywany w oparciu o ustalenia z odbiorcą (zawarte w wymaganiach dodatkowych lub ustalone na bieżąco)
- Dokładność rozmieszczenia szprosów wynosi maksimum 2 mm od wymiarów nominalnych.

3.4.2 Ramka dystansowa

Stosuje się ramki dystansowe gięte w narożach, łączone na bokach w maksimum 4 miejscach (dotyczy każdej z komór szyby zespolonej) lub ramki cięte (w przypadku braku możliwości technologicznych gięcia lub w przypadku wykonywania niektórych kształtów). Widoczny materiał surowy, elementy łączące i nieznaczne odbarwienia, zarysowania w obrębie ciecia uwarunkowane są procesem produkcji. Przerwa w łączeniu ramek nie może być większa niż 1 mm.

3.5 Oznakowanie CE i etykietowanie

Symbol oznakowania CE jest umieszczony na naklejonej etykiecie (gdy nie jest to możliwe, wówczas na opakowaniu lub w załączonych dokumentach handlowych np. dowodzie dostawy). Oznakowaniu CE towarzyszy informacja o adresie strony internetowej zawierającej właściwości/charakterystyki wyrobu zgodnie z wymaganiami normy.

© Copyright by PRESS GLASS SA

4. Pakowanie, przechowywanie, transport i montaż

4.1 Pakowanie

Szyby zespolone powinny być ustawione na stojakach. Standardowo do przewozu szyb zespolonych stosuje się stojaki metalowe typu L lub A. Podstawa stojaka z bokami powinna tworzyć kąt prosty. Wszystkie części metalowe stojaka, które stykają się z szybami zespolonymi powinny być wyłożone gumą, lub innym materiałem amortyzującym. Szyby zespolone ustawiane na stojakach powinny być zabezpieczone taśmami przed przesuwaniem się w czasie transportu. Między szybami należy stosować przekładki korkowe, tekturowe, drewniane lub inne uzgodnione z odbiorcą. Inne opakowania należy ustalić między odbiorcą i dostawcą.

4.2 Przechowywanie

Szyby zespolone powinny być przechowywane w pomieszczeniach krytych, suchych, przewiewnych, zabezpieczonych przed opadami atmosferycznymi oraz bezpośrednim promieniowaniem słonecznym, o temperaturze nie przekraczającej 40°C. Za wady powstałe w wyniku złego przechowywania dostawca nie ponosi odpowiedzialności.

4.3 Transport

W większości przypadków transport realizowany jest przez własne specjalistyczne zestawy samochodów ciężarowych, przystosowane do przewożenia szkła. Rozładunek stojaków ze szkłem z samochodu jest przeprowadzany przez odbiorcę. Odbiorca jest odpowiedzialny za prawidłowy przebieg rozładunku oraz zgłoszenie uszkodzeń stwierdzonych przy dostawie. Odbiór własny odbywa się na życzenie i ryzyko odbiorcy (w zakresie stłuczek i uszkodzeń szkła podczas transportu).

4.4 Montaż

Uwarunkowania montażu izolacyjnych szyb zespolonych opisuje Załącznik informacyjny C, normy EN 1279-5.

© Copyright by PRESS GLASS SA

5. Badania

5.1 Badania i kontrola izolacyjnych szyb zespolonych obejmują:

5.1.1 Badania okresowe

- Okresowe, o niskiej częstotliwości badania i kontrole są częścią procedury kontroli produkcji i są wykonywane przez stronę trzecią jako część nadzoru nad produkcją .
- Po przeprowadzeniu inspekcji zakładowej kontroli produkcji przez stronę trzecią częstotliwość początkowa badań okresowych powinna być raz na rok, o ile nie zmieniono istotnych materiałów do produkcji szyb zespolonych. Jeżeli zmieniono istotny materiał (wg EN 1279-1), to badanie okresowe należy powtórzyć. Gdy badanie to zbiegnie się z przyszłym badaniem okresowym, powtórzenie tego badania nie jest konieczne.

Zakres badań okresowych:

- Zgodność geometrii uszczelnienia z opisem systemu wg EN 1279-6
- Współczynnik przenikania wilgoci wg EN 1279-2
- Szybkość ubytku gazu wg EN 1279-3

5.1.2 Zakładowa kontrola produkcji

Prowadzona kontrola polega na:

- kontroli dostaw,
- monitorowaniu procesu wytwarzania,
- kontroli końcowej wg Planu badań szyb zespolonych.

5.2 Opis badań

5.2.1 Sprawdzanie kształtu i wymiarów

należy wykonać za pomocą odpowiednich przymiarów lub sprawdzianów. Sprawdzanie szerokości i długości odbywa się za pomocą miary zwijanej, sprawdzanie grubości za pomocą suwmiarki lub mikrometru.

5.2.2 Sposób sprawdzania szkła

Sprawdzanie jakości szkła i wykonania szyb zespolonych polega na oględzinach prowadzonych okiem nieuzbrojonym w warunkach naturalnego oświetlenia na tle matowego, czarnego ekranu lub w świetle przechodzącym i /lub odbitym w zależności od zastosowanego szkła w zespoleniu i odpowiadającej mu specyfikacji technicznej/normy (patrz Bibliografia Normy Zakładowej).
Wady niewidoczne z odległości 2m (3 m w przypadku szkła powlekanego) nie są kwalifikowane jako wady. Oceny szyb zespolonych zawierających szkło float dokonuje się zgodnie z Tabelą nr 6.

(!) **Uwaga:** (według EN 1279-1 pkt. 5.2) z biegiem czasu oraz z powodów niezamierzonych, powierzchnie zewnętrzne izolacyjnych szyb zespolonych mogą ulec działaniu warunków atmosferycznych, co wpływa na ich wygląd.

© Copyright by PRESS GLASS SA

5.3 Ocena wizualna

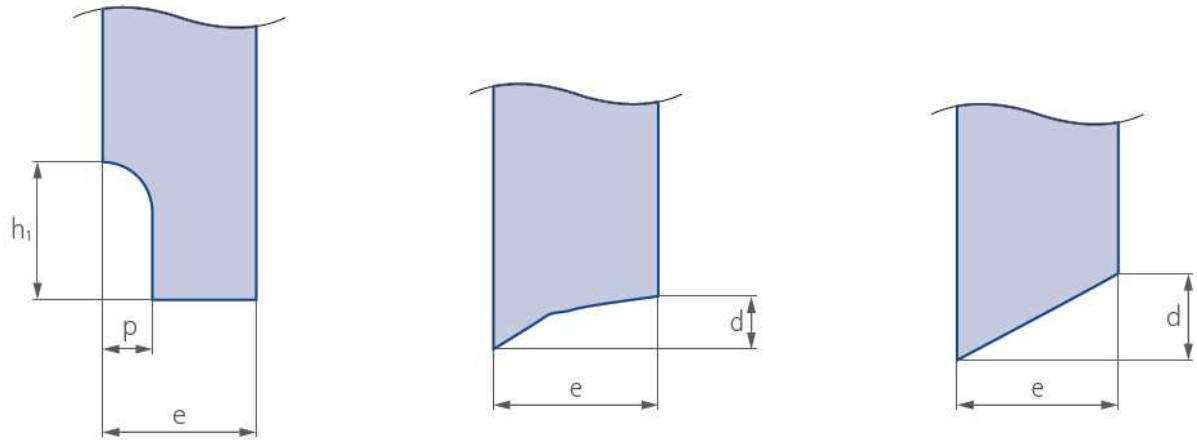
Tabela nr 6

Dopuszczalne wady w szybach zespolonych (szkło float)

Lp.	Nazwa wady	Występowanie wady w szybie zespolonej o powierzchni		
		do 1,0 m^2	do 1,0 do 2,0 m^2	powyżej 2,0 m^2
1	Wady punktowe w postaci wtrąceń ciał obcych	niedopuszczalne	niedopuszczalne	niedopuszczalne
2	Wady punktowe w postaci: - pęcherze pękające i otwarte - pęcherze zamknięte: szyba jednokomorowa szyba dwukomorowa	 niedopuszczalne dopuszczalne 2 szt. o wymiarze max. 2 mm dopuszczalne 3 szt. o wymiarze max. 2 mm w pasie brzeżnym dopuszczalne do 3 mm.	 niedopuszczalne dopuszczalne 3 szt. o wymiarze max. 2 mm dopuszczalne 4 szt. o wymiarze max. 2 mm w pasie brzeżnym dopuszczalne do 3 mm.	 niedopuszczalne dopuszczalne 5 szt. o wymiarze max. 2 mm dopuszczalne 7 szt. o wymiarze max. 2 mm w pasie brzeżnym dopuszczalne do 3 mm.
3	Wady liniowe: szyba jednokomorowa szyba dwukomorowa	dopuszczalne pojedyncze wady do 15 mm o łącznej długości do 40 mm pojedyncze wady do 15mm o łącznej długości do 60 mm w pasie brzeżnym dopuszczalne wady pojedyncze o długości do 20 mm	dopuszczalne pojedyncze wady do 15 mm o łącznej długości do 45 mm pojedyncze wady do 15mm o łącznej długości do 70 mm w pasie brzeżnym dopuszczalne wady pojedyncze o długości do 20 mm	dopuszczalne pojedyncze wady do 15 mm o łącznej długości do 50 mm pojedyncze wady do 15mm o łącznej długości do 80 mm w pasie brzeżnym dopuszczalne wady pojedyncze o długości do 20 mm
4	Wady w postaci wyszczerbień i odprysków przy krawędziach	Dopuszczalne Rys.4 $h_1 < (e-1)$ mm $p < (e/4)$ mm $d < (e/4)$ mm	Dopuszczalne Rys.4 $h_1 < (e-1)$ mm $p < (e/4)$ mm $d < (e/4)$ mm	Dopuszczalne Rys.4 $h_1 < (e-1)$ mm $p < (e/4)$ mm $d < (e/4)$ mm

- Pas brzeżny o szerokości 20 mm

© Copyright by PRESS GLASS SA



Rys. 4 Wady przy krawędziach

5.4 Cechy fizyczne wyłączone z oceny :

- zakłócenia barwne (interferencja),
- ugięcie szkła powstające z powodu zmian temperatury i ciśnienia atmosferycznego,
- zewnętrzna kondensacja,
- zwilżalność szkła izolacyjnego wskutek wilgoci,
- odchylenia barwy.

Z oceny wyłączone są również pęknięcia szyb stwierdzone później niż w dniu dostawy.

Wyjaśnienie pojęć:

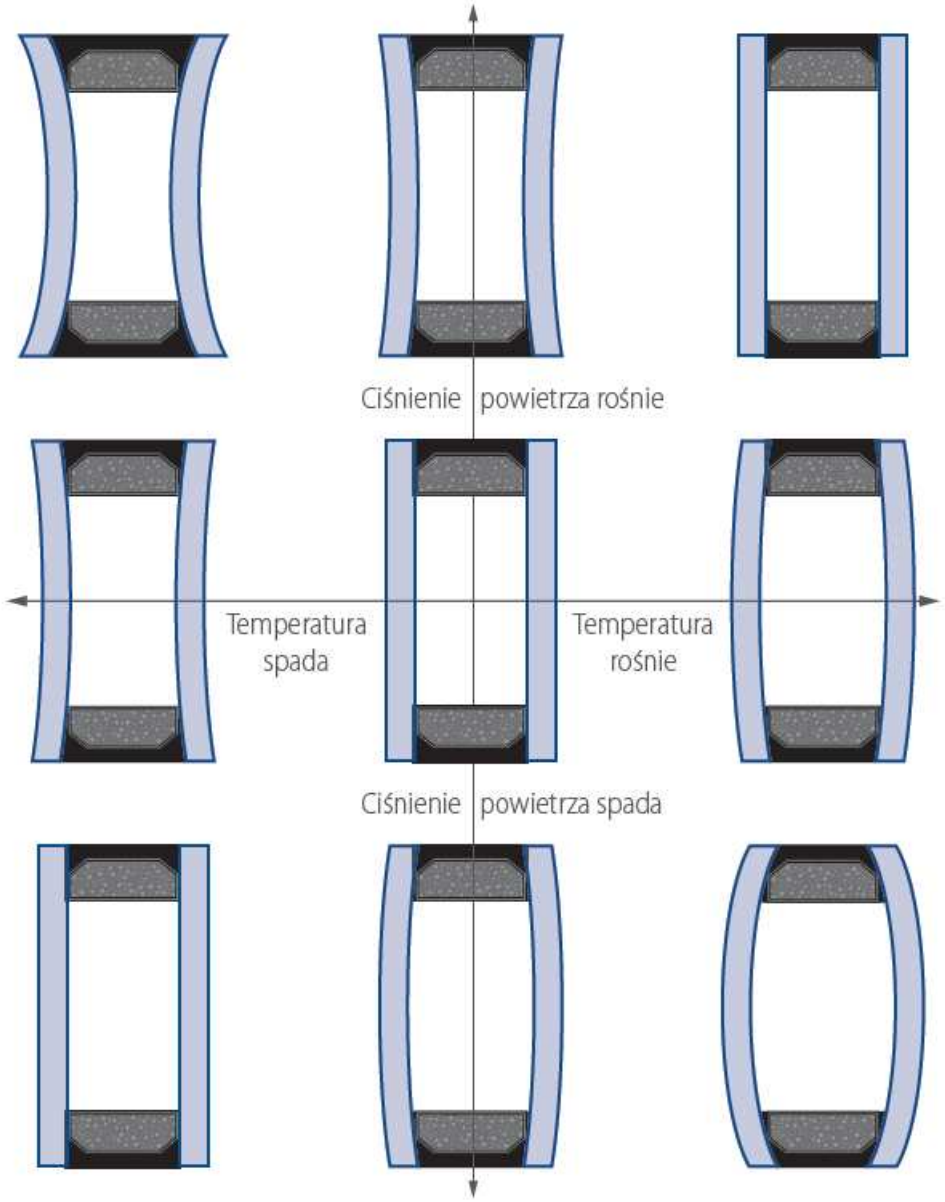
5.4.1 Zakłócenia barwne (interferencja)

Zjawisko interferencji światła zwane prążkami Brewstera pojawia się w szybach zespolonych wówczas, gdy są one wykonane ze szkieł o bardzo małej różnicy grubości, mieszczącej się w przedziale od 400 do 700 nm, tj. długości składowych fal światła białego.
Stosowane w szybach zespolonych szkło float charakteryzuje się minimalnymi różnicami grubości, co stanowi jego wielką zaletę. Zastosowanie szkła float do budowy szyby zespolonej może prowadzić do powstania niepożądanego zjawiska interferencji światła. W szkle ciągnionym, produkowanym metodą Pittsburgh, różnice grubości są znacznie większe niż w szkle float, dlatego przy zastosowaniu go w szybie zespolonej prążki Brewstera praktycznie nie występują, oraz gdy równocześnie obie tafle znajdują się względem siebie pod niewielkim kątem, tj. gdy różnica równoległości tafli jest rzędu od 400 do 700 nm. Różnica ta w praktyce jest niezauważalna i nie wpływa na właściwości użytkowe szyby zespolonej.

(!) Przy zaistnieniu obu opisanych wyżej warunków, następuje interferencja światła, widoczna w postaci szerokich plam, pasów lub pierścieni, rozmieszczonych w różnych miejscach na powierzchni szyby zespolonej. Zjawisko to jest bardziej widoczne przy oglądaniu szyby pod kątem. Nie może ono być traktowane jako wada i nie może podlegać reklamacji.

 © Copyright by PRESS GLASS SA

5.4.2 Ugięcie szkła powstające z powodu zmian temperatury i ciśnienia atmosferycznego



Rys. 4 Ugięcie szkła powstające z powodu zmian temperatury i ciśnienia atmosferycznego

Szkło izolacyjne ma zamkniętą objętość gazu / powietrza, którego stan ustalany jest przez ciśnienie powietrza atmosferycznego, wysokość miejsca wytwarzania ponad zerowym poziomem odniesienia (NN) oraz przez temperaturę powietrza w czasie i miejscu produkcji.
Przy budowie szkła izolacyjnego na innych wysokościach, przy zmianie temperatur i odchyleniach barometrycznych powietrza (wysokie i niskie ciśnienie) powstają nieuchronnie wklęsłe i wypukłe wygięcia pojedynczych szyb i tym samym optyczne zniekształcenia. Również wielokrotne odbicia zwierciadlane mogą występować na powierzchniach szkła izolacyjnego. Wzmocnione odbicia zwierciadlane mogą być rozpoznane jeżeli np. tło oszklenia jest ciemne lub jeżeli szyby są powlekane. Zjawisko to jest fizyczną prawidłowością wszystkich jednostek szkła izolacyjnego.

5.4.3 Zewnętrzna kondensacja

Woda kondensacyjna tworzy się, gdy wilgotne powietrze graniczy z powierzchniami o odpowiednio niższej temperaturze, oziębia się do stanu nasycenia, po czym następuje skraplanie się nadmiaru wilgoci na tych powierzchniach. Na szybach izolacyjnych może występować zjawisko kondensacji pary wodnej na jej zewnętrznej powierzchni (od zewnątrz pomieszczenia). Przyczyna tego zjawiska jest następująca:

 © Copyright by PRESS GLASS SA

- szyba zewnętrzna stanowi zimną, uwarunkowaną atmosferycznie płaszczyznę, na której przy odpowiednio wysokiej wilgotności, może tworzyć się kondensat. Przyczyna tych zimnych, zewnętrznych powierzchni, tkwi właśnie w dobrej ciepłochronności szyb izolacyjnych (niskie wartości współczynnika przenikania ciepła U). Z pomieszczenia przedostaje się na zewnątrz tylko niewielka ilość ciepła, wobec czego szyba zewnętrzna posiada niską temperaturę.

Efekt kondensacyjny na zewnętrznych powierzchniach szyby ze szkła izolacyjnego jest zjawiskiem uwarunkowanym przez właściwości fizyczne samego szkła oraz istniejące warunki atmosferyczne (niska temperatura i wysoka wilgotność powietrza). Całkowite wyeliminowanie tego zjawiska nie jest możliwe, z uwagi na to, że szyba zewnętrzna poddawana jest zmiennym warunkom atmosferycznym. Aktualnie są również dostępne szkła powłokowe, które ograniczają zjawisko zewnętrznej kondensacji.

Reasumując, efekt kondensacyjny w żadnym wypadku nie świadczy o wadliwości, ale raczej potwierdza wysoką jakość szkła izolacyjnego.

Kondensacja pary wodnej na zewnętrznej powierzchni szyby, ale od wewnątrz pomieszczenia, występuje najczęściej w pomieszczeniach o dużej wilgotności i niedostatecznej wentylacji. Występowanie zaparowania na szybie nie jest wadą a jedynie zjawiskiem fizycznym.

5.4.4 Zwilżalność szkła izolacyjnego wskutek wilgoci

Zwilżalność powierzchni szkła na zewnętrznej stronie szkła izolacyjnego może być różna w zależności np. od odcisków rolek i palców, etykietek, papieru, ssawek próżniowych, pozostałości materiałów uszczelniających, środków gładzących lub ślizgowych.

Przy wilgotnych powierzchniach szkła wskutek tworzenia się nalotu, deszczu lub wody, różna zwilżalność może być widoczna w postaci wyraźnych plam, teoretycznie o większej przeźroczystości.

5.4.5 Odchylenia barwy

Szkło float nominalnie bezbarwne w rzeczywistości posiada odcień zielony lub niebieskozielony. Jest on spowodowany zawartością jonów żelaza wprowadzanych do zestawu szklarskiego z surowcami, przez rozpuszczające się materiały ogniotrwałe i z innych źródeł.

Odcień szkła zależy od stosunku ilości jonów dwuwartościowych i trójwartościowych żelaza (Fe^{2+} / Fe^{3+}), w związku z tym mogą wystąpić różnice w szkłach float poszczególnych producentów. Taki odcień szkła jest naturalną cechą szkła float.

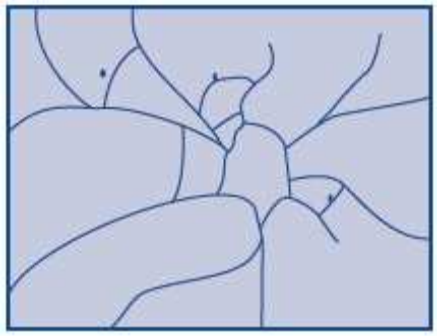
Dodatkowo odcień szkłu bezbarwnemu nadają powłoki (warstwy tlenków metali na powierzchni szkła dzięki którym ma specjalne własności np. powłoki niskoemisyjne). Widziany odcień szkła zależy od rodzaju powłoki, grubości szkła, oświetlenia, kąta patrzenia na powierzchnię szyby.

5.4.6 Pękanie szkła

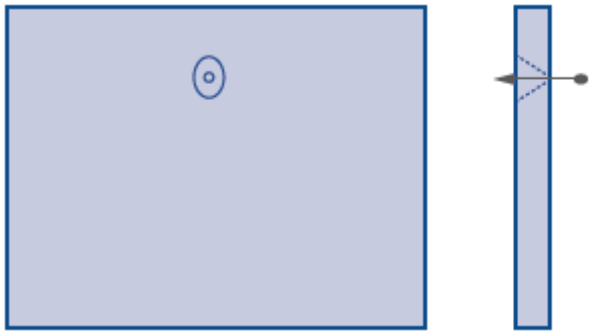
Szkło jest ciałem bezpostaciowym (amorficznym), jednorodnym, stałym, kruchym i twardym. Posiada znikome naprężenia wewnętrzne, dzięki czemu daje się ciąć i obrabiać. Pęknięciom ulega na skutek działania termicznych lub mechanicznych czynników zewnętrznych. Tego typu pęknięcia szkła powstałe po dostarczeniu szyb do klienta nie są ujęte w gwarancji i nie mogą być podstawą do reklamowania szyb. W celu zwiększenia odporności szkła na pęknięcia wywołane obciążeniami termicznymi czy mechanicznymi, szkło należy poddać procesowi hartowania lub wzmacniania termicznego (szczegóły w drugiej części normy). Dotyczy to zwłaszcza szkieł o podwyższonej absorpcji energii.

 © Copyright by PRESS GLASS SA

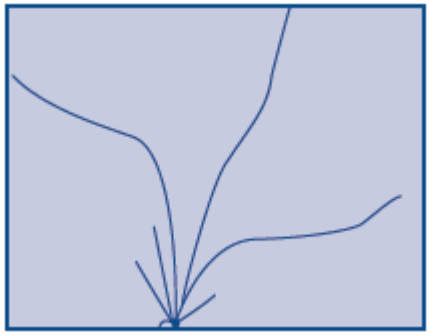
Rys. 6 Przykłady pęknięć mechanicznych i termicznych



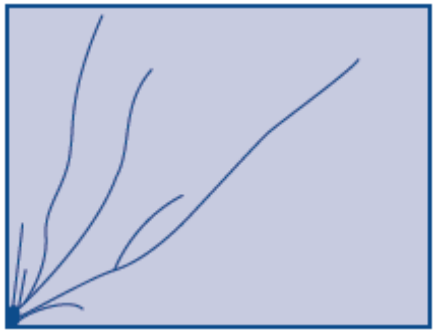
a) Rzut kamieniem



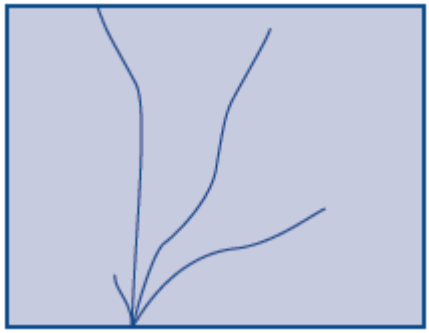
b) Strzał z broni



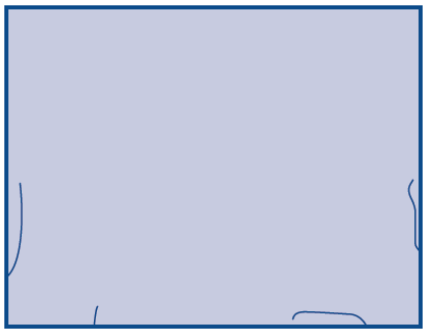
c) Uderzenie w krawędź



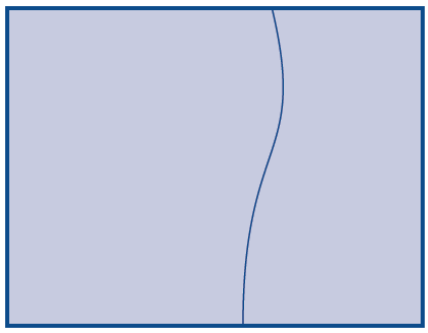
d) Uderzenie w narożnik



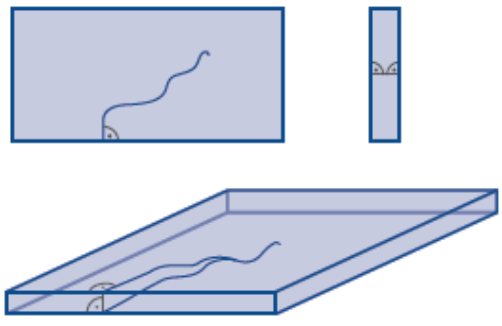
e) Nacisk na krawędź



f) Zakleszczenie



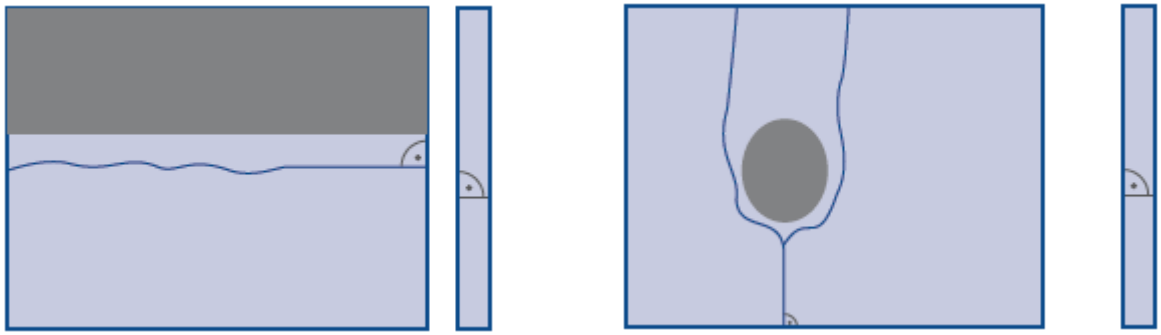
g) Pęknięcie skrętne



h) Pęknięcie termiczne

© Copyright by PRESS GLASS SA

i) Pęknięcia termiczne powstałe w wyniku naklejenia na szybie: dekoracji, naklejki lub przez częściowe zacienienie np. żaluzją, drzewem, fragmentem zadaszenia itp.



5.5 Mycie i czyszczenie szkła

- Powierzchnia szkła powinna być regularnie myta w zależności od stopnia zabrudzenia.
- Zabrudzeń stałych, takich jak zaprawa cementowa, nie wolno usuwać na sucho.
- W tym celu powierzchnię szyby należy obficie zwilżyć czystą wodą w celu odmoczenia i zmycia twardych i ostrych cząstek.
- Tłuszcz i pozostałości mas uszczelniających należy usunąć np. spirytusem lub izopropanolem, a następnie spłukać obficie wodą.
- Do czyszczenia powłok refleksyjnych, znajdujących się na pozycji 1 nie należy używać jakichkolwiek substancji żrących i alkalicznych (fluor, chlor), ani proszków czyszczących, gdyż mogą one uszkodzić powłokę.

Mycie powinno odbywać się z użyciem zwykłych detergentów, a do usuwania zabrudzeń w postaci tłustych plam można użyć np. acetonu, przestrzegając zasad stosowania tych środków. Producenci szkła refleksyjnego zalecają stosowanie do czyszczenia powłoki refleksyjnej zawiesiny, zawierającej tlenek ceru (50÷160 g /l wody).

W przypadku stosowania szkieł z powłokami samoczyszczącymi itp. do specjalnych zastosowań, należy przestrzegać zaleceń producentów tych szkieł. W celu uzyskania szczegółowych informacji prosimy o kontakt z naszym Działem Sprzedaży.

Za wady szkła powstałe na skutek nieprawidłowego mycia, czy używania niewłaściwych środków myjących, wpływu zanieczyszczeń zewnętrznych (atmosferycznych i innych) oraz stosowania np. stalowego skrobaka, gdzie zachodzi duże prawdopodobieństwo uszkodzenia szyby - dostawca szyb nie odpowiada.

© Copyright by PRESS GLASS SA

CZĘŚĆ II - SZYBY SPECJALNE

1. Obróbka krawędzi

1.1 Rozkrój szkła

Rozkrój szkła polega na wycięciu formatek do zadanych wymiarów z większej tafli. Rozkrój wykonywany jest z wykorzystaniem specjalnie do tego przeznaczonych linii produkcyjnych. Jest możliwość rozkroju szkła monolitycznego, warstwowego oraz ognioodpornego. W tabeli 1 znajdują się możliwości produkcyjne poszczególnych stołów do rozkroju szkła.

Tabela nr 1

Możliwości techniczne linii produkcyjnej do rozkroju szkła

Rodzaj szkła	Monolityczne	Monolityczne	Warstwowe	Ognioodporne
Grubość szkła [mm]	2	3 – 19	33.1 ÷ 66.4	11-70
Maksymalny wymiar tafli szkła surowego (szerokość x wysokość) [mm]	1600 x 2000	3300 x 7000	3210 x 6000	2250 x 3210
Maksymalny wymiar możliwy do wycięcia (szerokość x wysokość) [mm]	–	–	3300 x 4600	–
Minimalny wymiar możliwy do wycięcia (szerokość x wysokość) [mm]	–	–	–	100 x 500
Maksymalny ciężar [kg]	1000	1000	600	800
Miękka powłoka	+	+	+	–

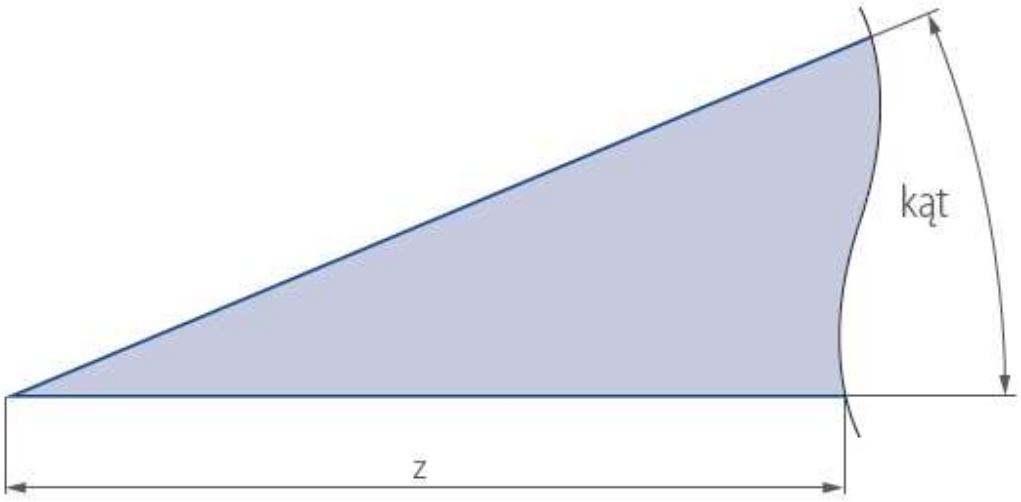
Ważnym aspektem przy rozkroju szkła, jest możliwość wystąpienia odłamków. Rysunek 1 obrazuje schemat przykładowego ostrego naroża, dla którego może wystąpić odłamek. Wartość (z) zależna jest od kąta do jakiego ma zostać wycięte naroże tafli szkła. W tabeli nr 2 zebrano maksymalne wartości parametru (z) i odpowiadające im kąty. Rysunek obrazuje schemat przykładowego ostrego naroża, wycinanego w tafli szkła.

© Copyright by PRESS GLASS SA

Tabela nr 2

Wartości długości odcinka z i odpowiadające mu wartości kąta ostrego naroża

Rodzaj szkła	Kąt [°]	Długość odcięcia z [mm]
Float	≤ 12,5	- 30
	≤ 20	- 18
	≤ 35	- 12
	≤ 45	- 8
Warstwowe	≤ 12,5	- 65
	≤ 20	- 35
	≤ 35	- 12
	≤ 45	- 8



Rys. 1 Przykładowe ostre naroże szkła z zaznaczonym obszarem odcięcia o długości z

1.2 Zatępianie krawędzi szkła

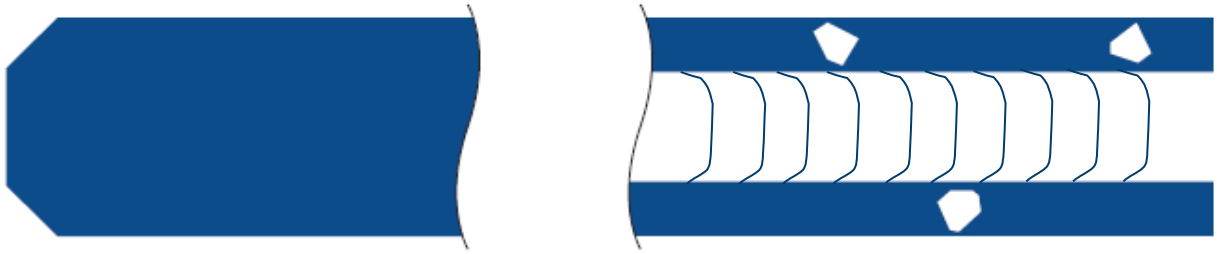
Zatępianie krawędzi szkła polega na zebraniu niewielkiej warstwy szkła na krawędzi za pomocą pasów diamentowych. Opcjonalnie istnieje możliwość wyrównania czoła szkła. Dodatkowo, w narożu zatępionej krawędzi może być obszar o większym zebraniu w porównaniu do pozostałej części krawędzi. Schemat zatępionej krawędzi znajduje się na Rys. 2.
Możliwości techniczne linii do zatępiania zebrano w Tabeli 3.
Możliwe jest również zatępianie figur znajdujących się w katalogu III części Normy.

 © Copyright by PRESS GLASS SA

Tabela nr 3

Możliwości techniczne linii produkcyjnej do zatępiania krawędzi szkła

Rodzaj szkła	Grubość szkła [mm]	Maksymalny wymiar (szerokość x wysokość) [mm]	Minimalny wymiar (szerokość x wysokość) [mm]	Maksymalny ciężar [kg/mb]	Miękka powłoka
Monolityczne i warstwowe	2,3 – 19	3000 x 6000	180 x 350	150	+



Rys. 2 Schemat zatępionej krawędzi szkła

1.3 Szlifowanie, polerowanie i fazowanie krawędzi szkła

Procesy szlifowania i polerowania mają za zadanie wyrównać krawędzie oraz nadać im estetyczny wygląd. Przy szlifowaniu wykorzystywane są tarcze diamentowe, które zbierają niewielką ilość materiału z krawędzi i po obróbce pozostawiają je matowe. Proces polerowania wykorzystuje tarcze polerskie, które praktycznie nie zbierają materiału natomiast powodują, że krawędź staje się bardziej błyszcząca niż ta po szlifowaniu.

Tabela nr 4

Możliwości techniczne urządzeń do szlifowania i polerowania szkła prostokątnego

Grubość szkła [mm]	Maksymalny wymiar (szer. x wys.) [mm]	Minimalny wymiar (szer. x wys.) [mm]	Max. ciężar [kg]	Miękka powłoka
2	1300 x 2500	500 x 500	50	–
3 – 19	2800 x 6000	100 x 200	500	–

Tabela nr 5

Możliwości techniczne urządzeń do szlifowania i polerowania szkła nieprostokątnego z jedną prostą krawędzią

Grubość szkła [mm]	Maksymalny wymiar (szer. x wys.) [mm]	Minimalny wymiar (szer. x wys.) [mm]	Max. ciężar [kg]	Miękka powłoka
3 – 25	2800 x 6000	400 x 800	500	+

Tabela nr 6

Możliwości techniczne centrum obróbczego (obróbka szkła nie prostokątnego - bez prostych krawędzi, *maksymalny wymiar szkła fazowanego)

Grubość szkła [mm]	Maksymalny wymiar (szer. x wys.) [mm]	Minimalny wymiar (szer. x wys.) [mm]	Kąt fazowania	Max. ciężar [kg]	Miękka powłoka
3 – 80	2250 x 4000 *3600 x 1900	150 x 400	0 – 90°	500	+

© Copyright by PRESS GLASS SA

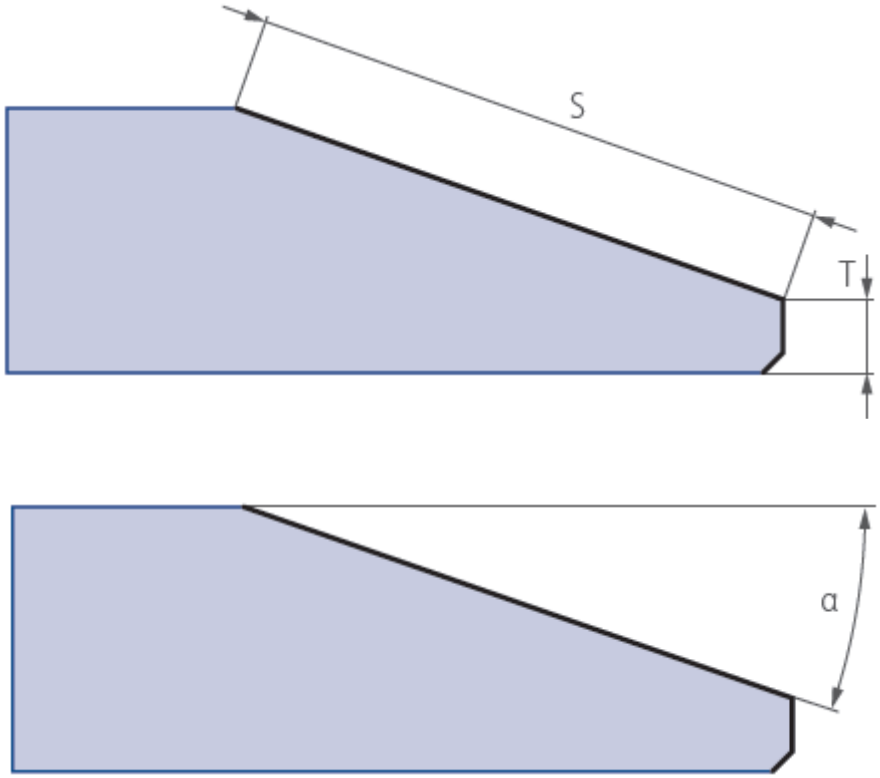
1.3.1 Kształty szlifowanych i polerowanych szyb

Szczegółowe ograniczenia znajdują się w tabelach 4-6.

1.3.2 Fazowanie szkła - szlifowanie lub polerowanie pod różnymi kątami

Istnieje możliwość fazowania szkła pod różnymi kątami. Podstawowe możliwości tego procesu przedstawia tabela 6. Zmiana kąta fazowania niesie za sobą dodatkowe ograniczenia. Na rysunku 3 przedstawiono przykładową krawędź z zaznaczonymi parametrami:

a) T - grubość szkła poniżej fazy, minimalna grubość T_{min}=2 mm,
b) α - kąt fazowania, wartości nominalne w przedziale α= 0÷90°,
c) S - szerokość fazy (maksymalnie 50 mm).



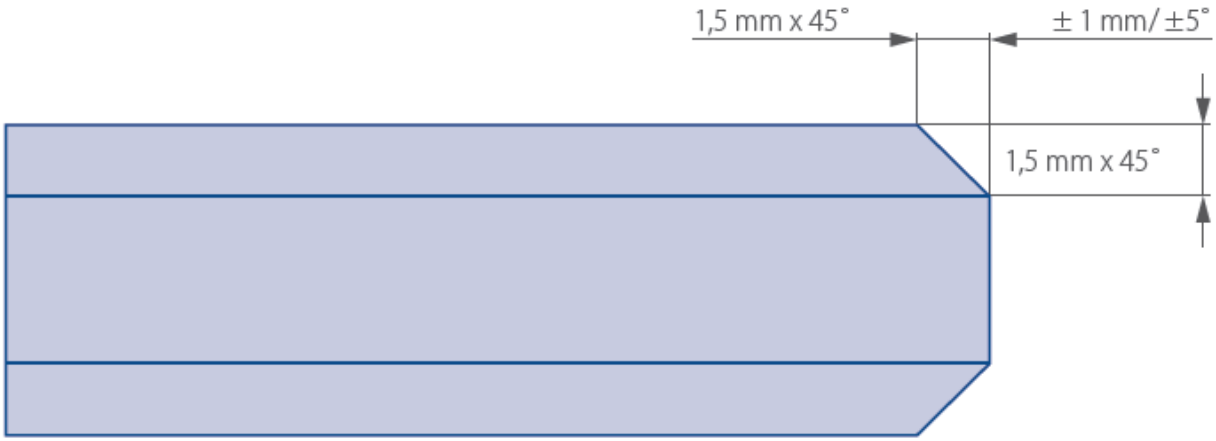
Rys. 3 Schemat fazowanej krawędzi szkła

© Copyright by PRESS GLASS SA

1.3.3 Szlif trapezowy

Wygląd szlifu trapezowego przedstawiono schematycznie na rysunku 4. Jest to szlif wykonywany za pomocą tarcz diamentowych. Taki szlif charakteryzuje się tym, że:

a) Krawędź szlifowana jest matowa na całej długości szlifu – możliwe występowanie błyszczących obszarów,
b) Krawędź polerowana jest błyszcząca na całej długości,
c) Kąty polerowania lub szlifowania wynoszą α=45°.



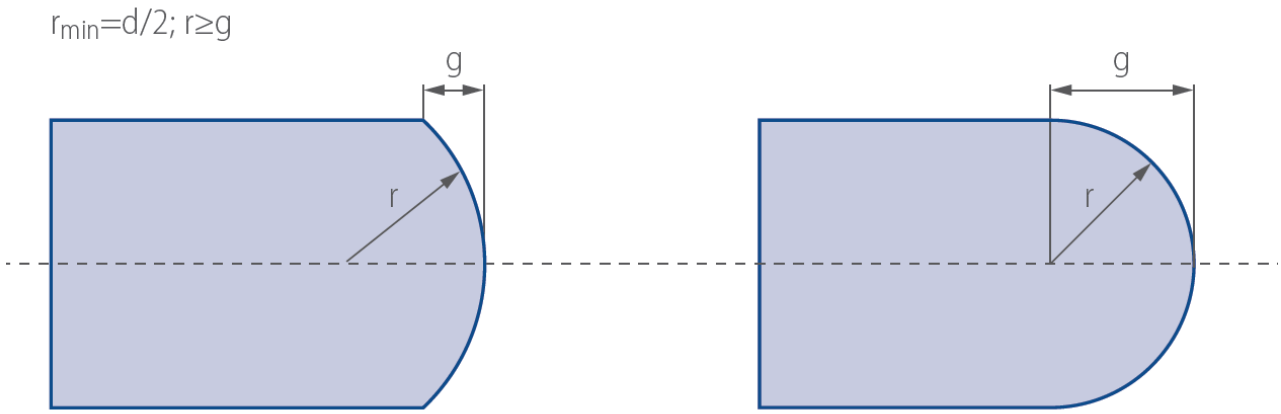
Rys. 4 Schemat krawędzi szkła poddanego szlifowaniu lub polerowaniu

1.3.4 Szlif c-kant

Wygląd szlifu c-kant przedstawiono schematycznie na rysunku 5. Minimalny promień szlifu musi być równy połowie nominalnej grubości szkła (d) i być większy lub równy wartości (g) zaznaczonej na rysunku 5:

$$r_{min} = d/2; r \geq g$$

Tolerancje dla tafli ze szlifem typu c-kant, są identyczne do tych przyjętych dla szkła szlifowanego. W razie konieczności zastosowania bardziej restrykcyjnych tolerancji wymiarów, prosimy o kontakt.



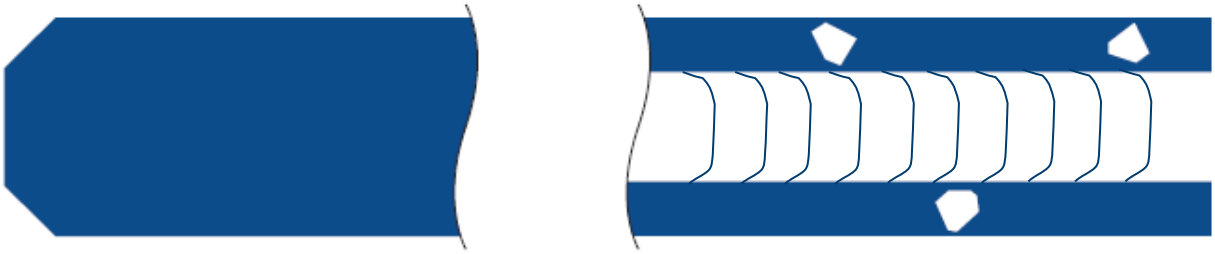
Rys. 5 Schemat krawędzi ze szlifem typu C - kant

© Copyright by PRESS GLASS SA

1.3.5 Wykończenie obrzeży

Podsumowując sposoby obróbki krawędzi, wyszczególnić można 4 podstawowe rodzaje wykończenia obrzeży, które zostały odpowiednio zobrazowane na rysunkach 6 - 9:

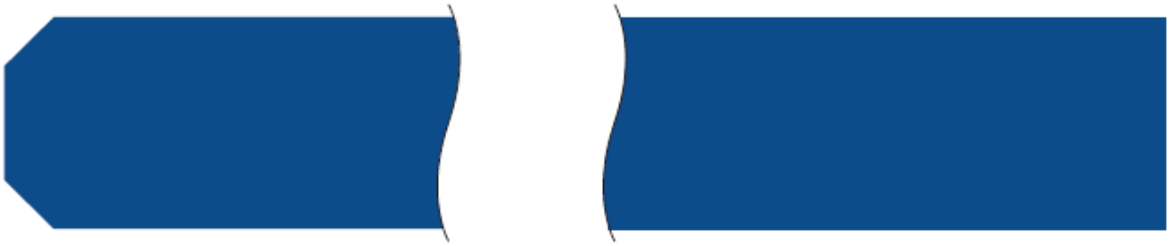
a) zebrane obrzeże (z błyszczącymi obszarami) - zatępiona krawędź,
b) zeszlifowane obrzeże (z błyszczącymi obszarami) - zatępiona krawędź z wyrównanym czołem lub krawędź szlifowana,
c) wygładzone zeszlifowane obrzeże (bez błyszczących obszarów) – krawędź szlifowana,
d) wypolerowane obrzeże – krawędź polerowana.



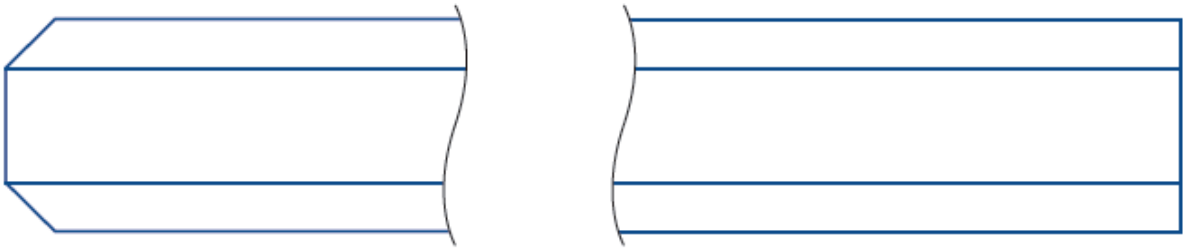
Rys. 6 Zebrane obrzeże (z błyszczącymi obszarami) – krawędź zatępiona



Rys. 7 Zeszlifowane obrzeże (z błyszczącymi obszarami) – krawędź zatępiona z wyrównanym czołem lub szlifowana

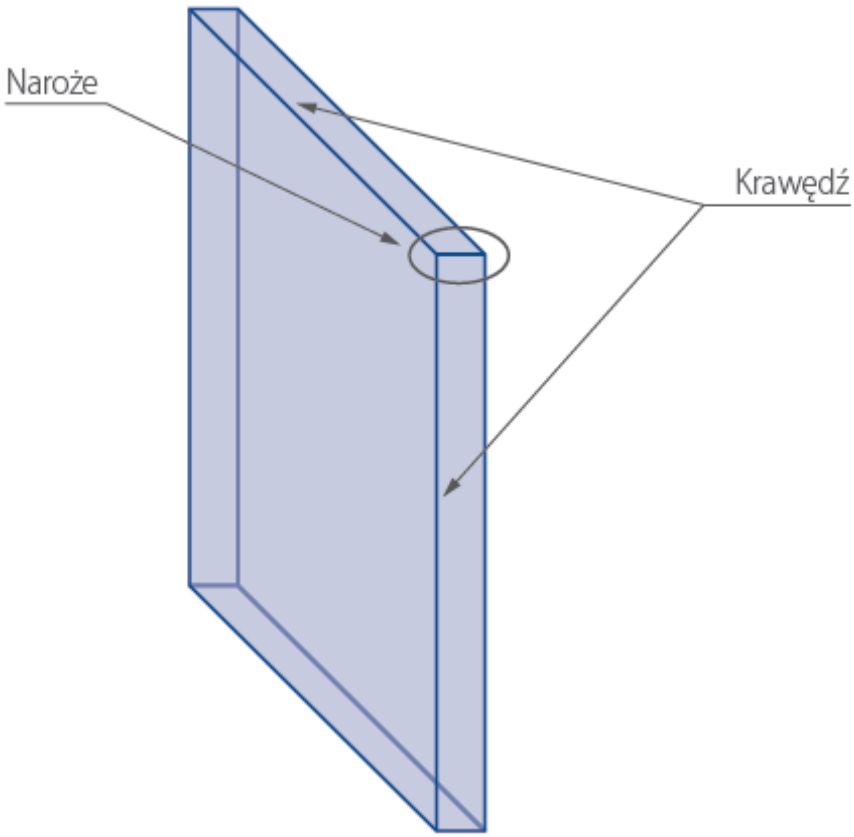


Rys. 8 Wygładzone zeszlifowane obrzeże (bez błyszczących obszarów) – krawędź szlifowana



Rys. 9 Wypolerowane obrzeże – krawędź polerowana

© Copyright by PRESS GLASS SA



Rys. 10 Definicja obrzeży formatki

 © Copyright by PRESS GLASS SA

2. Wiercenie, wycinanie otworów i frezowanie

2.1 Wiercenie

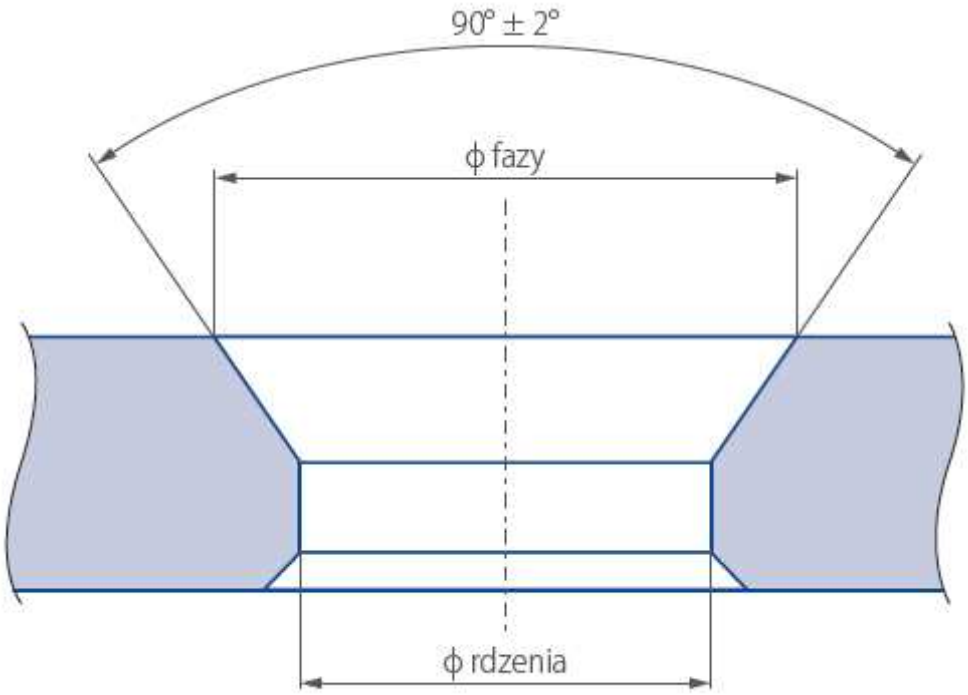
Proces wiercenia otworów wykonywany jest z wykorzystaniem specjalnych wrzecion, w których zamontowane są diamentowe wiertła do szkła. W celu uzyskania najlepszej jakości otworów, wiercenie odbywa się jednocześnie na obu powierzchniach szkła.

Podstawowe możliwości wiercenia otworów w szkle zebrano w tabeli 7. Z wykorzystaniem linii do wiercenia możliwe jest wykonanie otworu z fazą o nachyleniu 45°. Przykładowy otwór z fazą przedstawia Rysunek 11.

Tabela nr 7

Możliwości produkcyjne dla linii do wiercenia, wycinania otworów i frezowania

Grubość szkła [mm]	Maksymalny wymiar (szerokość x wysokość) [mm]	Minimalny wymiar (szerokość x wysokość) [mm]	Max. ciężar [kg]	Średnica otworu φ [mm]	Miękka powłoka
3 – 19	2800 x 6000	250 x 450	500 kg	3÷80 mm	–



Rys. 11 Przykład fazowanego otworu

2.1.1 Wielkość i rozmieszczenie otworów wierconych

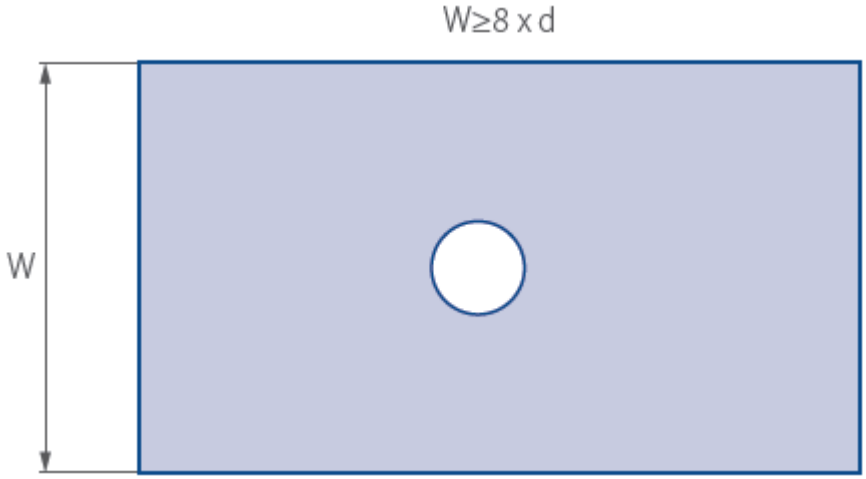
Proces wiercenia nakłada pewne ograniczenia na rozmiar oraz rozmieszczenie otworów (odległość od krawędzi szyby, naroży oraz względem siebie). Wszystkie ograniczenia podane są w oparciu o normę EN 12150-1. Na ogół ograniczenia zależą od:

a) Nominalnej grubości szkła – d,
b) Wymiarów tafli – W (szerokość), L (wysokość),
c) Średnicy otworu – φ,
d) Kształtu szkła.

 © Copyright by PRESS GLASS SA

Minimalna szerokość szkła

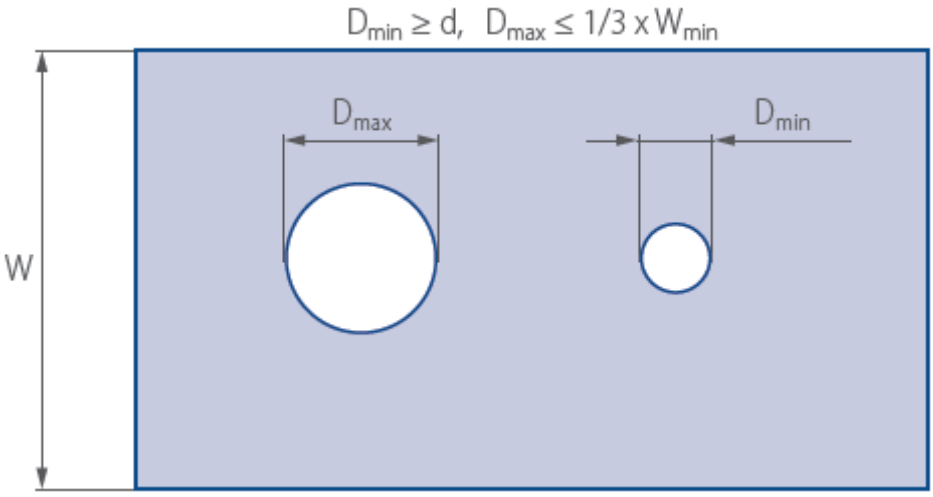
Minimalna szerokość szkła z okrągłymi otworami (W) powinna być, co najmniej 8 razy większa od nominalnej grubości szkła (d).



Rys. 12 Minimalna szerokość szkła dla danego otworu

Średnica otworów

Minimalna średnica (D_{min}) wierconego otworu nie może być mniejsza od nominalnej grubości szkła (d). Maksymalna średnica (D_{max}) wierconego otworu nie powinna być większa od jednej trzeciej najmniejszej szerokości tafli (W_{min}).



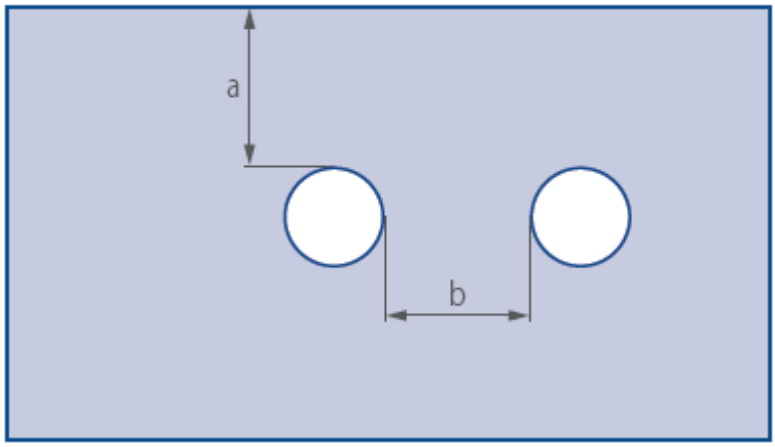
Rys. 13 Maksymalna i minimalna średnica otworów

© Copyright by PRESS GLASS SA

Położenie otworów

Odległość (a) pomiędzy krawędzią szkła a krawędzią otworu oraz pomiędzy krawędziami (b) otworów nie powinna być mniejsza od dwukrotnej grubości szkła (d) (rys. 14).

$$a \geq 2d, b \geq 2d$$

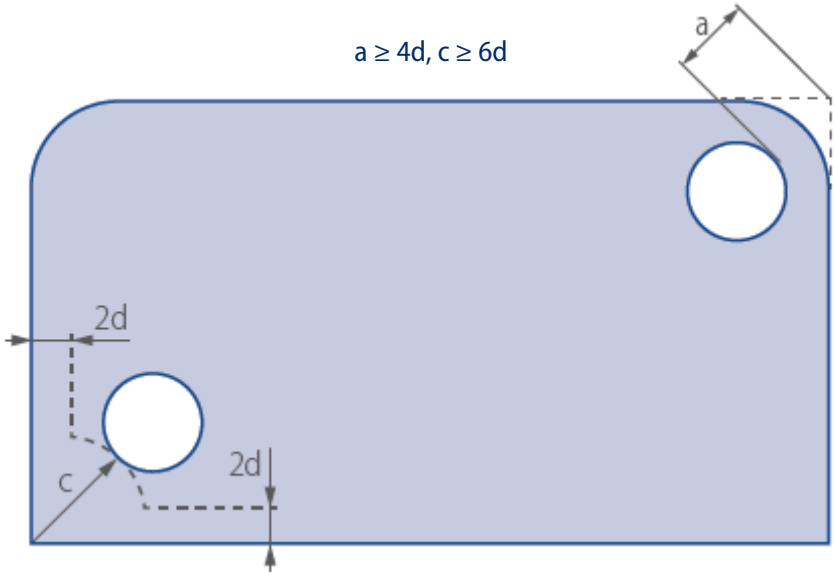


Rys. 14 Przykład umiejscowienia otworów względem siebie i krawędzi

Otwory w narożnikach, nacięcia w otworach

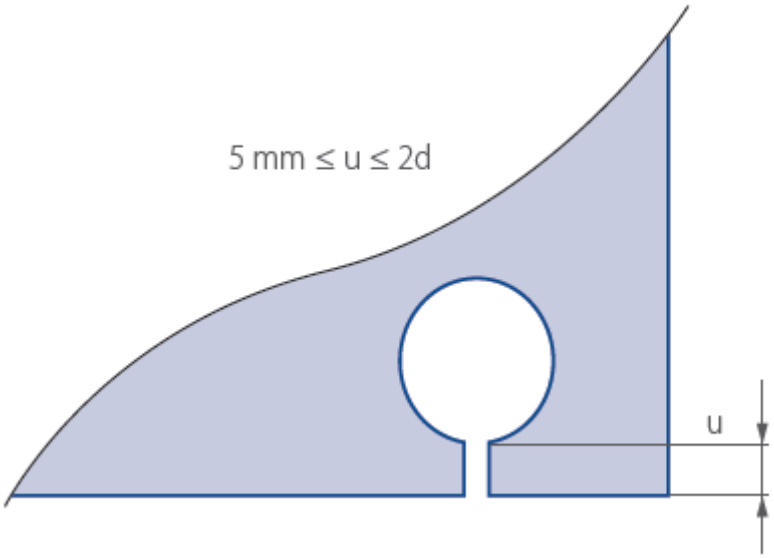
Dla zaokrąglonych narożników o kątach ≥ 90° odległość (a) od punktu bazowego narożnika do krawędzi otworu powinna być przynajmniej czterokrotnością grubości (d). Odległość (c) od wierzchołka narożnika do krawędzi otworu musi być, co najmniej sześciokrotnością grubości szkła (d). W przypadku nacięcia od krawędzi do otworu (rys. 16), konieczne jest, aby wysokość wycięcia była większa przynajmniej od 5 mm, ale nie większa niż dwukrotność grubości szkła.

$$a \geq 4d, c \geq 6d$$



Rys. 15 Rozmieszczenie otworów względem narożników

© Copyright by PRESS GLASS SA



Rys. 16 Przykład nacięcia otworu znajdującego się przy krawędzi

2.1.2 Tolerancje dla średnic i rozmieszczenia otworów wierconych

Tolerancje dla średnic otworów wierconych przedstawiono w Tabeli nr 8.

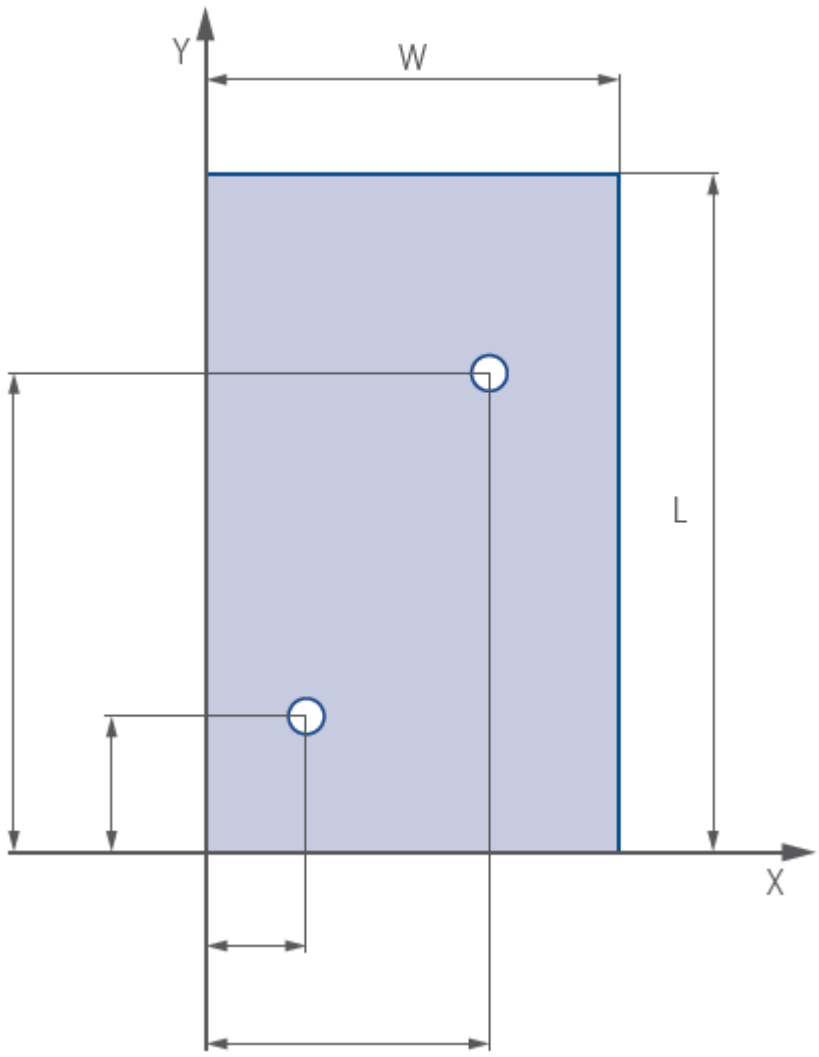
Tabela nr 8

Tolerancje dla średnic otworów wierconych

Średnica znamionowa otworu φ [mm]	Tolerancje [mm]
3 ≤ φ ≤ 20	± 1
20 ≤ φ ≤ 80	± 2

W celu określenia położenia danego otworu na płaszczyźnie konieczne jest wybranie jednego punktu odniesienia (lewego dolnego rogu) od, którego mierzona jest odległość na dwóch osiach prostopadłych względem siebie. Na rysunku 17 przedstawiono przykładowo sposób pomiaru rozmieszczenia otworów na wybranej tafli szkła. Tolerancje rozmieszczenia otworów wierconych zebrano w tabeli 9 w zależności od wymiarów tafli szkła oraz z uwzględnieniem jego grubości.

© Copyright by PRESS GLASS SA



Rys. 17 Schemat pomiaru rozmieszczenia otworów na szybie

Tabela nr 9

Tolerancje rozmieszczenia otworów wierconych

Wymiar szkła (W, L) [mm]	Tolerancja rozmieszczenia otworów [mm]	
	Nominalna grubość szkła d ≤ 12	Nominalna grubość szkła d > 12
≤ 2000	± 2,5	± 3,0
2000 < W lub L ≤ 3000	± 3,0	± 4,0
> 3000	± 4,0	± 5,0

2.2 Wycinanie i frezowanie otworów

Również w przypadku otworów występują pewne ograniczenia dotyczące ich wielkości, promienia zaokrąglenia w narożach oraz rozmieszczenia na tafli szkła.

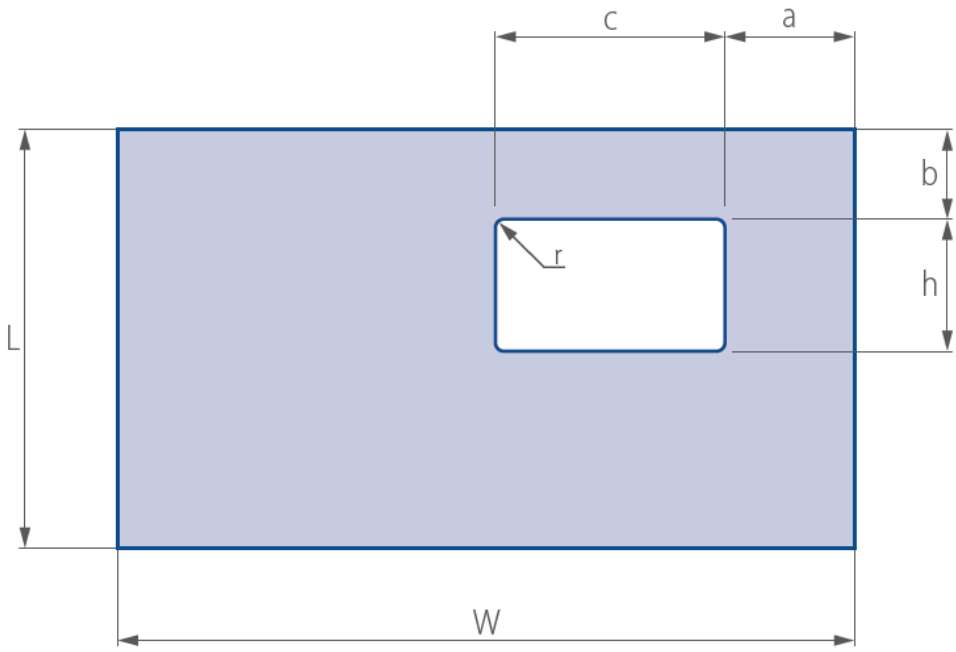
© Copyright by PRESS GLASS SA

2.2.1 Wielkość i rozmieszczenie otworów

Wielkość otworów (odpowiednio szerokości (c) i wysokości (h)) nie może być większa od 1/3 szerokości i 1/3 wysokości formatki szkła. Odległość pomiędzy krótszą krawędzią szkła i otworu nie może być mniejsza niż połowa długości krawędzi otworu w danym kierunku. Wszystkie zależności pomiędzy wymiarami prezentują się następująco:

$$h \le {}^1/_3 \times L, \qquad c \le {}^1/_3 \times W, \qquad a \ge {}^1/_2 \times c, \qquad b \ge {}^1/_2 \times h, \qquad r \ge 6\ mm$$

Wymiary zostały zaznaczone na rysunku 18.



Rys. 18 Rozmieszczenie przykładowego otworu prostokątnego na danej tafli szkła wraz z wymiarami

2.2.2 Tolerancje wykonania otworów i ich rozmieszczenia

Tolerancje wykonania otworów zebrano w Tabeli nr 10.

Tabela nr 10

Tolerancje rozmiarów otworów

Bok otworu [mm]	Tolerancje (h, c) [mm]
h lub c	± 3,0

W celu określenia położenia danego otworu na płaszczyźnie formatki, konieczne jest wybranie jednego punktu odniesienia (lewego dolnego rogu), od którego mierzona jest odległość na dwóch osiach prostopadłych względem siebie. Tolerancje rozmieszczenia otworów zebrano w Tabeli nr 11 w zależności od wymiarów tafli szkła wraz z uwzględnieniem grubości.

© Copyright by PRESS GLASS SA

Tabela nr 11

Tolerancje rozmieszczenia otworów

Wymiar szkła [mm]	Tolerancja rozmieszczenia otworów (dla wartości a, b rys. 13) [mm]	
	Nominalna grubość szkła d ≤ 12	Nominalna grubość szkła d > 12
≤ 2000	± 2,5	± 3,0
2000< W lub L ≤ 3000	± 3,0	± 4,0
> 3000	± 4,0	± 5,0

2.3 Wycięcia na krawędziach i w narożach

W zależności od rozmiarów i kształtu tafli szkła, możliwe jest wykonanie wielu konfiguracji nacięć i wcięć. Poniżej podano ogólne zasady, jakimi należy się kierować w przypadku rozmieszczania wycięć na krawędziach i w narożach. Dodatkowo zaprezentowano tolerancję ich rozmieszczenia i wielkości.

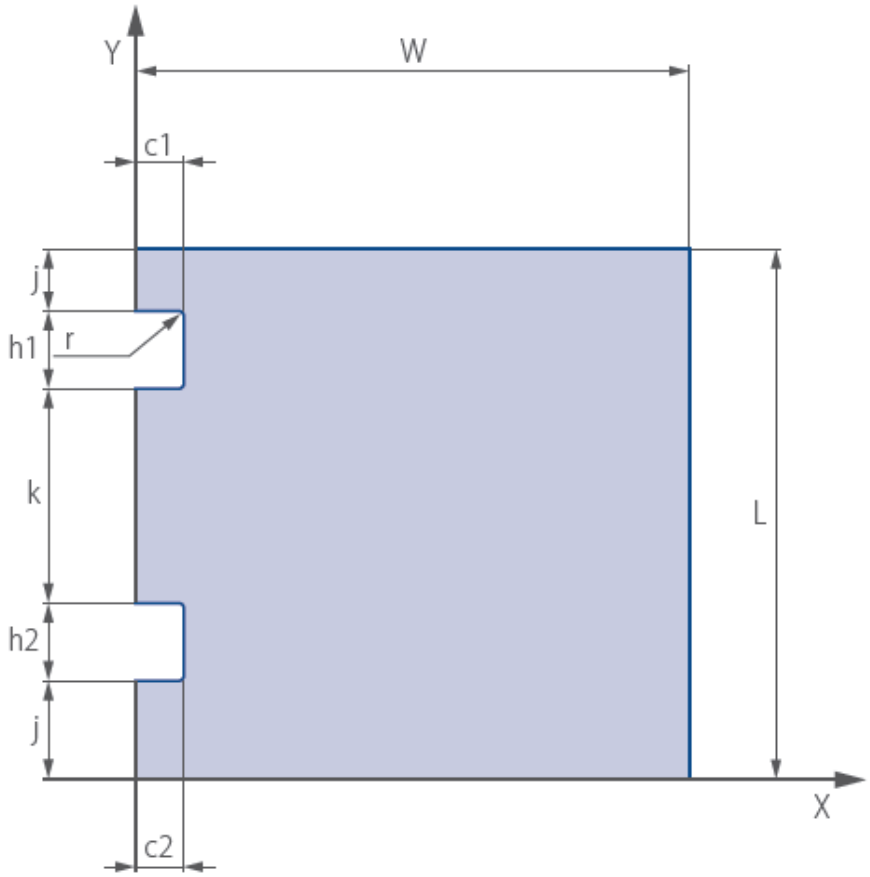
2.3.1 Wielkość wycięć i ich rozmieszczenie na krawędzi

Wielkość wycięć na krawędzi (h x c) nie może być większa od 1/3 szerokości (W) i wysokości (L), odpowiednio:

$$h \leq {}^{1}/_{3} \times L, \quad c \leq {}^{1}/_{3} \times W$$

© Copyright by PRESS GLASS SA

Rysunek 19 przedstawia przykładowe usytuowanie wycięć wraz z najistotniejszymi wymiarami i sposób ich pomiaru.



Rys. 19. Parametry wycięć

Odległość pomiędzy dwoma wycięciami (k) musi być większa lub równa od połowy szerokości większego z nich. Za szerokość wycięcia na krawędzi uznaje się wymiar mierzony równolegle do krawędzi, na której jest wykonane wycięcie.

$$k \geq ½ \times h$$

Odległości pomiędzy wycięciem na krawędzi, a brzegiem tafli szkła (j) musi być większa lub równa połowie szerokości wycięcia i nie mniejsza niż 100mm. Należy pamiętać, iż naroża wewnątrz wycięć muszą zostać zaokrąglone. Minimalny promień takiego zaokrąglenia r ≥ 6mm.

$$j \geq ½ \times h$$

2.3.2 Tolerancje wykonania i rozmieszczenia wycięć na krawędzi

Dane dotyczące tolerancji wymiarów i rozmieszczenia wykonania wycięć otworów na krawędzi zebrano w tabelach 12-13. Parametry zaznaczono na rysunku 20 dla przykładowej tafli szkła. W celu określenia położenia danego wycięcia na płaszczyźnie konieczne jest wybranie jednego punktu odniesienia (lewego dolnego rogu),od którego mierzona jest odległość na dwóch osiach prostopadłych względem siebie.

 © Copyright by PRESS GLASS SA

Tabela nr 12

Tolerancje wykonania wycięć na krawędzi

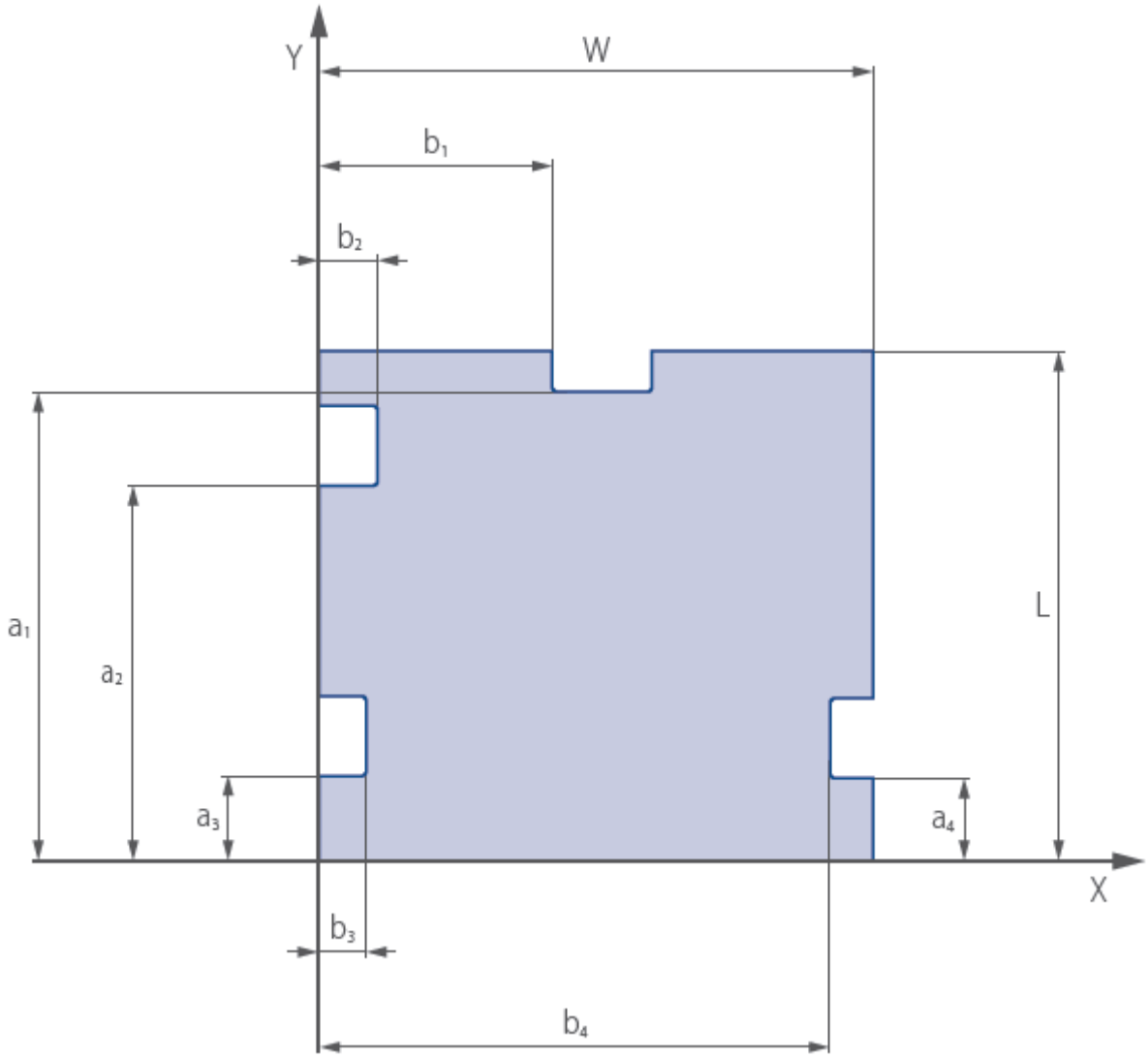
Bok wycięcia [mm]	Tolerancje (h1, h2, c1, c2) [mm]
h lub c	± 3,0

Tabela nr 13

Tolerancje rozmieszczenia wycięć na krawędziach

Wymiar szkła [mm]	Tolerancja rozmieszczenia wycięć na krawędziach (a_1, a_2, a_3, a_4, b_1, b_2, b_3, b_4) [mm]	
	Nominalna grubość szkła d ≤ 12	Nominalna grubość szkła d> 12
≤ 2000	± 2,5	± 3,0
2000< W lub L ≤ 3000	± 3,0	± 4,0
> 3000	± 4,0	± 5,0

© Copyright by PRESS GLASS SA



Rys. 20 Parametry rozmieszczenia wycięć na krawędziach danej tafli szkła

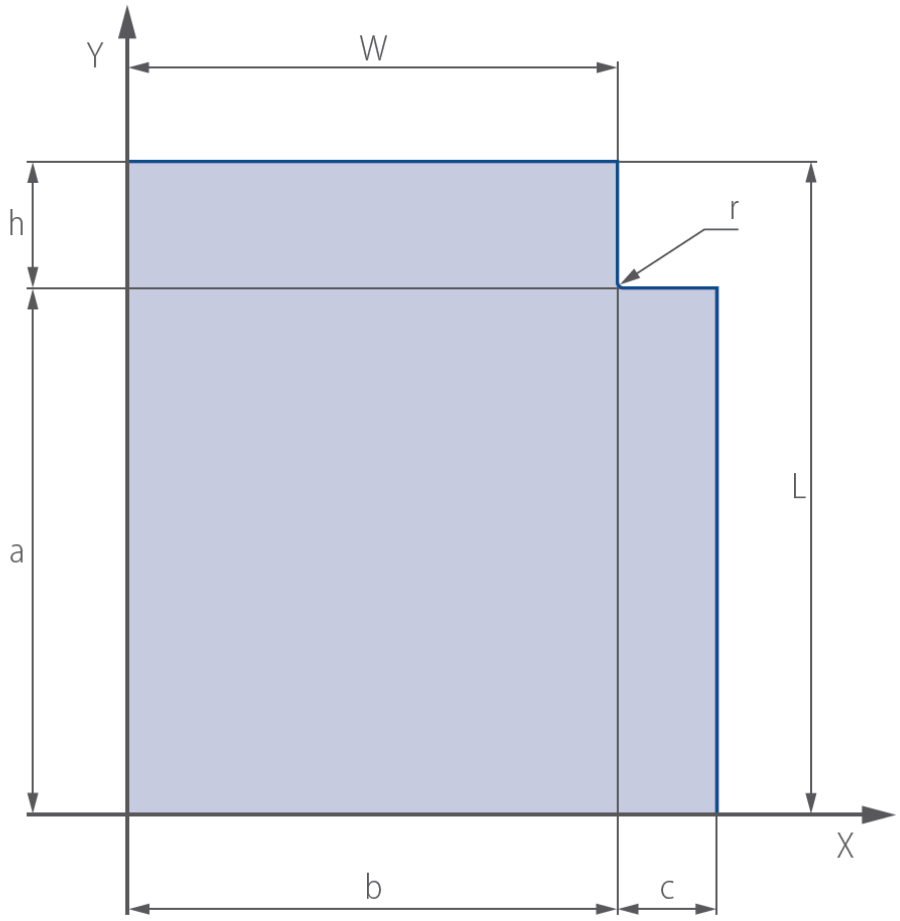
2.3.3 Wielkość wycięć w narożu

Wielkość wycięć w narożu (o wymiarach: c x h) nie może być większa od 1/3 szerokości (W) i wysokości (L), odpowiednio:

$$h \leq {}^{1}/_{3} \times L, \qquad c \leq {}^{1}/_{3} \times W$$

Rysunek 21 przedstawia przykładowe usytuowanie wycięcia wraz z najistotniejszymi wymiarami. Należy pamiętać, iż narożе znajdujące się wewnątrz wycięcia musi zostać zaokrąglone. Promień zaokrąglenia wynosić musi, co najmniej 6 mm.

© Copyright by PRESS GLASS SA



Rys. 21 Przykładowa tafla szkła z wycięciem w narożu oraz z zaznaczonymi parametrami

2.3.4 Tolerancja wykonania i rozmieszczenia wycięć w narożu

Dane dotyczące tolerancji wymiarów i rozmieszczenia wykonania wycięć otworów na krawędzi zebrano w tabelach 14-15. Parametry dla przykładowej tafli szkła zaznaczono na rysunku 21. W celu określenia położenia danego otworu na płaszczyźnie konieczne jest wybranie jednego punktu odniesienia (lewego dolnego rogu), od którego mierzona jest odległość na dwóch osiach prostopadłych względem siebie.

Tabela nr 14

Tolerancje wykonania wycięć w narożu	
Bok wycięcia [mm]	Tolerancje (h, c) [mm]
h lub c	± 3,0

 © Copyright by PRESS GLASS SA

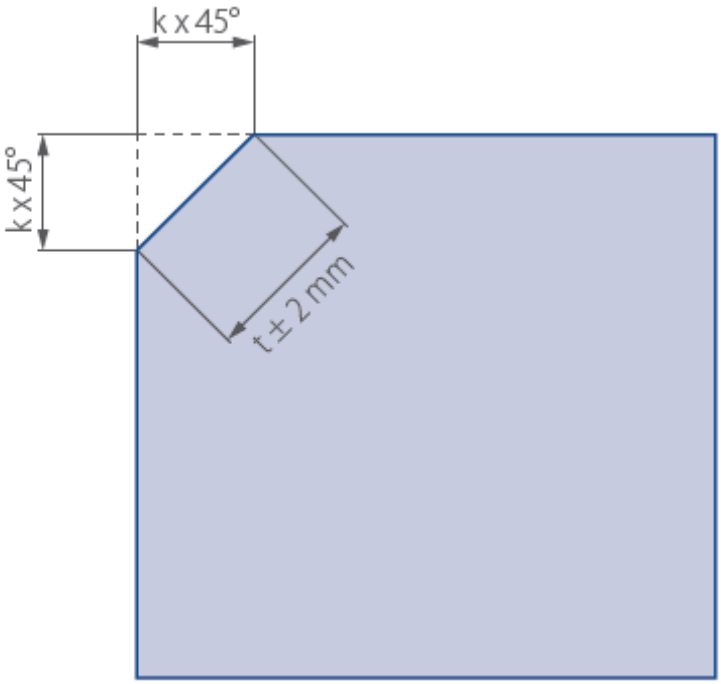
Tabela nr 15

Tolerancje rozmieszczenia wycięć w narożu

Wymiar szkła [mm]	Tolerancja rozmieszczenia wycięć w narożu (a, b) [mm]	
	Nominalna grubość szkła d ≤ 12	Nominalna grubość szkła d > 12
≤ 2000	± 2,5	± 3,0
2000< W lub L ≤ 3000	± 3,0	± 4,0
> 3000	± 4,0	± 5,0

2.3.5 Wielkość odcięć naroży, stępianie naroży

Odcięcie naroża lub jego stępienie wykonuje się tylko w przypadku, gdy dla danej grubości szkła nie jest możliwe wycięcie figury na stole do rozkroju szkła. Możliwości odcinania naroży lub ich stępiania zebrano w tabeli 16. Rysunek 22 przedstawia schemat szyby o odciętym lub stępionym narożu.



Rys. 22 Schemat szyby o odciętym narożu

 © Copyright by PRESS GLASS SA

Tabela nr 16

Parametry odcinania i stępiania naroży

Rodzaj obróbki / szkło	Grubość szkła [mm]	Max. długość odciętego naroża t [mm]	Tolerancja [mm]
Odcięcie / monolityczne	4	21	± 2
	5	28	
	6	35	
	8	57	
	10	113	
	12 – 15	141	
	19	170	
Odcięcie / laminat	Bez ograniczeń	85	
Stępienie	Bez ograniczeń	4	-3 /+2

3. Nanoszenie farb ceramicznych

W zakładach PRESS GLASS SA wykorzystywane są 3 metody nanoszenia farb ceramicznych: metoda walca, sitodruk i druk cyfrowy. Niniejsze wytyczne stosuje się do oceny wizualnej jakości częściowo lub całkowicie pokrytego szkła z emalią ceramiczną i druku cyfrowego na szkle. W każdej metodzie stosowana jest emalia ceramiczna, która po nałożeniu zostaje wypalona w procesie hartowania lub wzmacniania termicznego szkła. Główne parametry mające wpływ na jakość i prawidłową ocenę produktów:

- zastosowanie wewnętrzne lub zewnętrzne,
- szkło widoczne z obu stron (np. ścianki działowe, ściany kurtynowe, itp.),
- bezpośrednie oświetlenie lub połączenie z bezpośrednim oświetleniem,
- wykończenie krawędzi i ewentualne odsłonięte krawędzie,
- punkt odniesienia na tafli szkła.

3.1 Objaśnienia

3.1.1 Pełne pokrycie szkła emalią ceramiczną

Do całkowitego pokrycia szkła emalią, wykorzystuje się jeden z możliwych sposobów. Ocenę emalii dokonuje się przez szkło (patrząc na niepowleczoną stronę szkła), tak żeby odcień szkła wpływał na wrażenie koloru. Emaliowana powierzchnia nie może być narażona na działanie czynników atmosferycznych (pozycja 2 lub wyższa w zespoleniu). Po konsultacji z dostawcą emalia może być stosowana na 1-ej pozycji dla zastosowań wewnętrznych. Zastosowania, w których szyba emaliowana jest widoczna z obu stron, muszą zawsze być konsultowane z dostawcą. W zależności od metody produkcji, istnieją różnice w procesie technologicznym, które są opisane poniżej.

Metoda walca

Emalia ceramiczna nakładana jest na szkło za pomocą prążkowanego gumowego walca (rowki ułożone są obwodowo). Metoda ta zapewnia równomierne i możliwie jednorodne rozłożenie emalii ceramicznej pod warunkiem, że powierzchnia szkła jest całkowicie płaska. Charakterystyczną cechą tej metody jest to, że rowki walca widoczne są z bliska (od strony emalii). W normalnych warunkach, trudno jest zobaczyć rowki od strony szkła (emalia oglądana przez szkło). W przypadku jasnych emalii, należy pamiętać, że obiekty umieszczone bezpośrednio na emaliowanej powierzchni (uszczelnienie, klejone płyty, izolacja, uchwyty itp.) mogą być widoczne przez szkło. Szkło z emalią nakładaną metodą walca nie jest na ogół do

 © Copyright by PRESS GLASS SA

zastosowań, w których jest widoczne z obu stron. Z tego powodu, zastosowania tego rodzaju muszą być konsultowane z dostawcą. Ze względu na proces technologiczny na wszystkich krawędziach jest więcej emalii i może ona być lekko falista w szczególności wzdłuż krawędzi równoległych do walców.

Metoda sitodruku

Emalia nanoszona jest na powierzchnię szkła na poziomym stole do sitodruku z wykorzystaniem sita. Grubość naniesionej warstwy zależna jest od stosowanego sita i jest stosunkowo cieńsza niż w metodzie walca. Należy pamiętać, że obiekty umieszczone bezpośrednio na emaliowanej powierzchni (uszczelnienie, klejone płyty, izolacja, uchwyty itp.) mogą być widoczne przez szkło. Dla tej metody, w zastosowaniach w których szkło jest widoczne z obu stron, konieczny jest kontakt z dostawcą. Charakterystyczne dla tej metody produkcji są - w zależności od wybranej emalii: delikatne paski zarówno w kierunku wzdłużnym i poprzecznym, a także pojedyncze "lekko rozmyte plamy". W metodzie sitodruku krawędzie zazwyczaj pozostają czyste. Może występować niewielkie "zgrubienie" warstwy emalii na krawędzi, dlatego odsłonięte krawędzie muszą być określone w zamówieniu w celu spełnienia odpowiednich wymagań zastosowania.

3.1.2 Częściowe pokrycie szkła emalią ceramiczną

Częściowe pokrycie szkła emalią, może być prowadzone z wykorzystaniem trzech ww. metod. Informacje zawarte w punkcie 3.1.1 są obowiązujące dla tego rozdziału. Z uwagi na tolerancje rozmiarów szkła oraz sita, możliwe jest wystąpienie niezadrukowanej obwódki przy krawędziach.

3.1.3 Druk cyfrowy

Druk cyfrowy daje możliwość wielokolorowego zadruku powierzchni szkła. Wysoka rozdzielczość druku (do 360 DPI) pozwala na bardzo dokładne odwzorowanie wszystkich elementów grafiki lub fotografii. Cały proces polega na nakładaniu emalii za pomocą głowic w postaci bardzo małych kropelek, aż do momentu uzyskania założonej jakości. Druk wszystkich kolorów odbywa się jednocześnie. Materiały umieszczone bezpośrednio na emalii, np. uszczelniacze, kleje, panele, izolacja, uchwyty itp. są widoczne przez szkło. W przypadku tej metody, w zastosowaniach w których szkło jest widoczne z obu stron konieczny jest kontakt z producentem. Typowe dla tego typu procesu, w zależności od koloru, intensywności zadruku i zastosowania, są niewielkie linie w kierunku zadruku, sporadyczne „pinholes” oraz cienie, a także pojedyncze "lekko rozmyte plamy".

3.2 Ocena szkła z naniesioną emalią ceramiczną

Szkło z naniesioną emalią należy oceniać z odległości co najmniej 3 m prostopadle do powierzchni. Podczas badania kąt tworzący z linią prostopadłą do ocenianej powierzchni szkła nie powinien być większy niż 30°. Ocenę prowadzi się w normalnych warunkach dziennych bez bezpośredniego światła słonecznego lub sztucznego oświetlenia z przodu szyby na nieprzezroczystym tle. Badanie jest zawsze prowadzone przez szkło, patrząc na powierzchnię bez warstwy emalii. Szkło, które jest widziane z obu stron, jest poddawane takiej samej ocenie. Jeśli szkło pokryte emalią zostanie użyte na jasnym podłożu lub zostanie podświetlone od strony przeciwnej do obserwatora wówczas możliwe jest powstanie wrażenia rozgwieżdżonego nieba względnie tworzenia się plamek, plam, smug, które są uwarunkowane technologią produkcji. Przyczyną tego jest właściwość emalii polegająca na tym, że nie jest ona absolutnie nieprzepuszczalna dla światła. Do wad charakterystycznych dla szkła z naniesioną emalią, należy stosować wytyczne do oceny wizualnej szkła hartowanego lub wzmacnianego termicznie. Wady widoczne z odległości mniejszej niż określonej w normie odpowiedniej dla danego rodzaju szkła, nie są kwalifikowane jako wady.

© Copyright by PRESS GLASS SA

Tabela nr 17

Tolerancje w przypadku pełnego/częściowego pokrycia szkła emalią ceramiczną, szkła z nadrukami lub wzorami

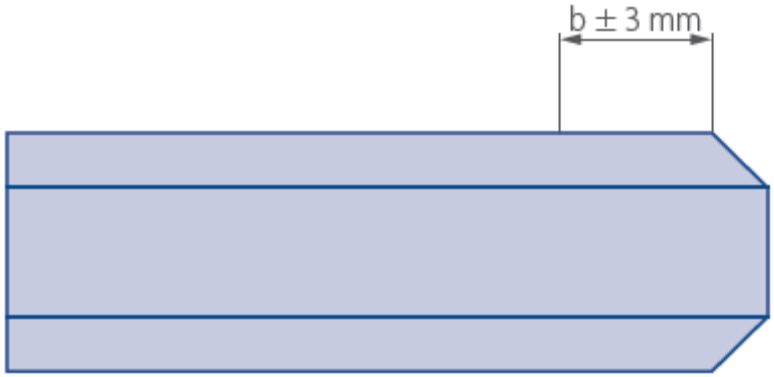
Opis	Strefa główna	Strefa krawędziowa 15 mm wzdłuż obwodu [a]
Wady emalii na formatkę	Max. 3 szt. o pow. nie większej niż 25 mm^2/ 1m^2 Suma wszystkich wad: maksymalna pow. 25 mm^2/ 1m^2	Szerokość: 3 mm Długość: bez ograniczeń
Nadmiar emalii na krawędzi	Nie dotyczy	Dopuszczalne
Tolerancja częściowego pokrycia emalią [b]	W zależności od długości: Długość emalii: Tolerancja: ≤ 2000 mm ± 3,0 mm > 2000 mm ± 5,0 mm	Nie dotyczy
Tolerancja rozmieszczenia częściowego pokrycia emalią	± 3,0 mm [c]	
Tolerancja nadruku i wzorów	W zależności od długości krawędzi zadruku: Długość emalii: Tolerancja: ≤ 100 mm ± 1,0 mm ≤ 1000 mm ± 2,0 mm ≤ 2000 mm ± 2,5 mm ≤ 3000 mm ± 3,0 mm ≤ 4000 mm ± 4,0 mm	

Defekty ≤ 0,5mm (bardzo małe błędy w szkliwie – pinholes, tzw. efekt rozgwieżdżonego nieba) są dopuszczalne i nie są zazwyczaj brane pod uwagę. Naprawy defektów za pomocą emalii ceramicznych przed procesem hartowania są dopuszczalne. Naprawiane rozbieżności nie mogą być widoczne z odległości 3 metrów.

[a] Jeśli strefa krawędziowa jest mniejsza lub nie występuje, wymaga to uprzedniej konsultacji z dostawcą.

[b] Tolerancja dla położenia szkliwa jest mierzona od punktu odniesienia.

[c] Jeśli krawędź szkła jest zatępiona, pomiar prowadzony jest od czoła szkła. W przypadku szlifowania/polerowania lub fazowania pomiar prowadzony jest od krawędzi fazy na powierzchni szkła (rysunek 23).



Rys. 23 Umiejscowienie sitodruku i druku cyfrowego (b) od krawędzi fazy

3.3 Ocena kolorów

Różnice kolorów wynikają z wielu czynników i nie ma możliwości ich wyeliminowania. Określone poniżej czynniki (w danych warunkach oświetleniowych) mają wpływ na ocenę rozpoznawalnych różnic kolorystycznych pomiędzy dwoma taflami szkła pokrytego emalią ceramiczną. Rzeczywisty kolor emalii można określić oglądając wypaloną próbkę przez szkło. Jest możliwość wystąpienia różnic kolorów dobieranych w oparciu o systemy standardowe, np.: RAL.

 © Copyright by PRESS GLASS SA

3.3.1 Wpływ typu szkła (podłoża) na kolor

Z reguły, szkło typu float jest stosowane jako podłoże - jego powierzchnia jest bardzo płaska i intensywnie odbija światło. Poza tym, na szkle mogą być różne typy powłok. Ponadto, sama barwa szkła jest różna w zależności od producenta, grubości szkła, rodzaju szkła, partii produkcyjnej (np. szkło barwione w masie, szkło o obniżonej zawartości żelaza) i wpływa na końcową barwę szkła pokrytego emalią. Wrażenie koloru zależy również od sposobu aplikacji. Ze względu na stosunkowo cieńsze warstwy emalii otrzymywane metodą sitodruku lub druku cyfrowego, pokryte powierzchnie są bardziej przepuszczalne dla światła niż te wyprodukowane metodą walca, w której warstwa jest z reguły stosunkowo grubsza. Ocena szkła pokrytego emalią odbywa się zawsze po procesie hartowania lub wzmacniania termicznego.

3.3.2 Wpływ rodzaju zastosowanej emalii

Emalia ceramiczna wykonana jest z materiałów nieorganicznych, które odpowiadają za określony kolor. Sama emalia może mieć nieznacznie odchylenia wyjściowego koloru, dlatego porównania koloru emalii można dokonać w ramach jednej partii produkcyjnej.

3.3.3 Rodzaj oświetlenia w którym emaliowana tafla jest oceniana

Oświetlenie zmienia się nieustannie w zależności od pory roku, pory dnia i panujących warunków pogodowych. Oznacza to, że różne składowe w widzialnym zakresie widma światła widzialnego (fale o długości 400 – 700 nm) przechodząc przez kilka ośrodków (powietrze, szkło), trafiają na wypaloną emalię ceramiczną w różnym stopniu. W zależności od kąta padania, powierzchnia szkła odbija cześć wiązki światła w mniejszym lub większym stopniu. Światło o różnych długościach, które dociera do wypalonej emalii jest częściowo odbijane i/lub absorbowane. W dużym skrócie wyjaśnia to, dlaczego wrażenie koloru zmienia się w zależności od warunków oświetleniowych.

3.3.4 Oceniający/sposób oceny

Ludzkie oko reaguje bardzo różnie na różne kolory. Jest bardzo wrażliwe na nawet bardzo nieznaczne zmiany koloru niebieskiego, podczas gdy takie same zmiany w kolorze zielonym nie są postrzegane jako wyraźne. Inne czynniki wpływające na ocenę koloru to: kąt widzenia, rozmiar oglądanego obiektu, odległość między dwoma porównywanymi przedmiotami.

Podstawowe kroki przed wykonaniem zamówienia i oceną możliwości wykonania:

a) Ocena możliwości wykonania w granicach tolerancji - tylko w oparciu o dane przedstawione przez klienta (wielkość zamówienia, dostępność szkła, dostępność emalii itp.),
b) Produkcja mock-up'u 1:1 i zatwierdzenie przez klienta,
c) Produkcja zamówienia zgodnie z ustaleniami i/lub zatwierdzonym wzorem przez obie strony.

Porównanie i ocena może odbyć się tylko, gdy szkło z naniesioną emalią dostarczane jest przez jednego dostawcę. Porównanie kolorów emalii może się odbywać tylko w obrębie jednego zamówienia klienta, jednego rodzaju szkła i emalii ceramicznej. Porównując dwie formatki szkła pokryte emalią w tym samym kolorze, dopuszczalna jest różnica barwy $\Delta E^* = 3$ (C.I.E. L*a*b) – pomiar wykonywany na powierzchni szkła.

3.4 Dodatkowe informacje

Wszystkie nieopisane wyżej uwagi i informacje odnoszące się do szkła hartowanego lub wzmacnianego termiczne znajdują się w normach odpowiednich dla tych rodzajów szkła. Producent zastrzega sobie zmiany, jeśli zmieni się technologia lub stan wiedzy.
Szkło pokryte emalią z uwagi na obróbkę termiczną może być tylko szkłem hartowanym lub wzmacnianym termicznie. Obróbka takiego szkła po hartowaniu nie jest możliwa. Wartości wytrzymałości hartowanego lub wzmacnianego termicznie szkła pokrytego emalią są mniejsze niż dla szkła hartowanego lub wzmacnianego termicznie bez emalii.
Możliwości produkcyjne linii produkcyjnych do nakładania emalii ceramicznych na szkło zebrano w tabelach 18-20.

 © Copyright by PRESS GLASS SA

Tabela nr 18

Możliwości produkcyjne linii do nakładania emalii ceramicznej metodą walca

Grubość szkła [mm]	Maksymalna wielkość formatki [mm]	Minimalna wielkość formatki [mm]	Maksymalny ciężar [kg]
3	1700 x 3500	200 x 550	350
4	1700 x 2500	200 x 550	
5	2000 x 3000	200 x 550	
6 – 19	2500 x 4500	200 x 550	

Tabela nr 19

Możliwości produkcyjne linii do nakładania emalii ceramicznej metodą sitodruku

Grubość szkła [mm]	Maksymalna wielkość formatki [mm]	Minimalna wielkość formatki [mm]	Maksymalny ciężar [kg]
3	1700 x 3500	180 x 500	350
4	1700 x 2500	200 x 300	
5	2000 x 3000	200 x 300	
6 – 19	2500 x 4500	200 x 300	

Tabela nr 20

Możliwości produkcyjne linii do nakładania emalii ceramicznej za pomocą druku cyfrowego

Grubość szkła [mm]	Maksymalna wielkość formatki [mm]	Minimalna wielkość formatki [mm]	Maksymalny ciężar [kg]
3	1700 x 3500	180 x 500	350
4	1700 x 2500	200 x 300	
5	2000 x 3000	200 x 300	
6 – 19	2600 x 3700	200 x 300	

4. Obróbka termiczna

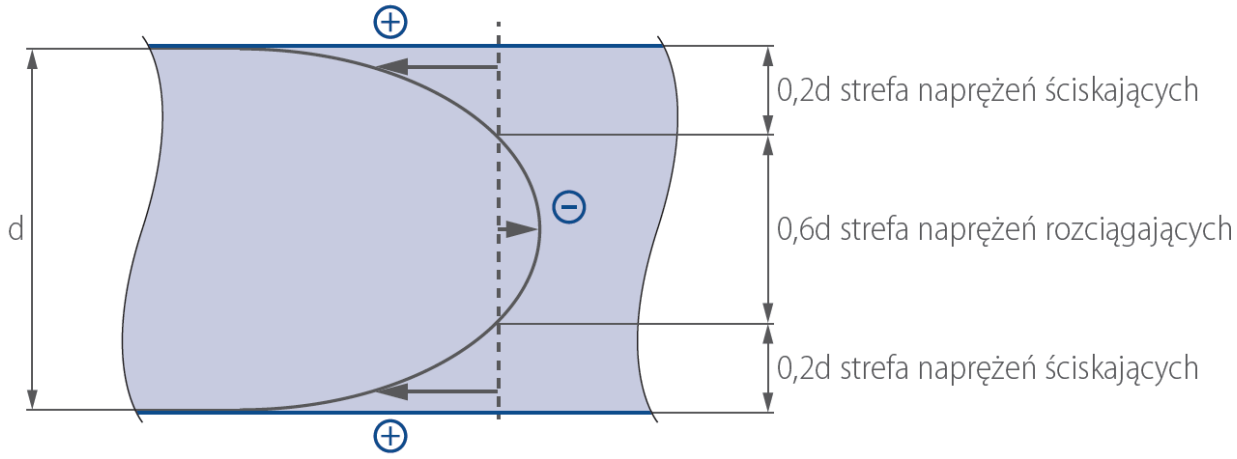
4.1 Właściwości szkła hartowanego

Szkło hartowane charakteryzuje się podwyższoną wytrzymałością mechaniczną i termiczną oraz szczególnym sposobem pękania przy rozbiciu na drobne zwykle tępe odłamki, przez co uważane jest za bezpieczne. Zwiększoną wytrzymałość mechaniczną i termiczną szkła hartowanego tłumaczy się, jako wynik określonego rozkładu naprężeń termicznych. W przekroju szkła, przy symetrycznym, jednorodnym ochładzaniu uzyskuje się taki układ naprężeń, gdzie warstwy zewnętrzne stanowią strefę naprężeń ściskających, a warstwy wewnętrzne strefę naprężeń rozciągających. Naprężenia ściskające w powierzchniowych warstwach szkła umożliwiają przyłożenie obciążenia zginającego znacznie większego, niż w przypadku szkła normalnie odprężonego poprzez skompensowanie naprężeń rozciągających i zmniejszenie w ten sposób wypadkowego naprężenia lokalnego. Średnie naprężenie niszczące dla szkła hartowanego przewyższa kilkakrotnie wytrzymałość zwykłego szkła. Zmniejszone zostaje również zjawisko statycznego zmęczenia szkła. Przez superpozycję naprężeń osiąga się zmniejszenie

 © Copyright by PRESS GLASS SA

niebezpiecznego największego naprężenia rozrywającego, limitującego wytrzymałość szkła. W stanie zahartowania defekty powierzchniowe nie mogą się rozprzestrzeniać poprzez zewnętrzna strefę, znajdującą się pod naprężeniem ściskającym. Po przekroczeniu wytrzymałości mechanicznej, szkło hartowane pęka na drobne i zwykle tępe odłamki, tworząc odpowiednią siatkę spękań.
Szkło hartowane termicznie ma szerokie zastosowanie w budownictwie, meblach, sprzęcie AGD (zastosowane w kuchenkach dzięki wysokiej odporności termicznej), przemyśle motoryzacyjnym, komunikacji kolejowej, lotniczej, okrętowej, przemyśle transportowym i wielu innych gałęziach gospodarki.
Hartowaniu termicznemu można poddawać szkło float bezbarwne, barwione w masie, szkło z powłokami „twardymi" i niektóre rodzaje szkła z powłokami „miękkimi" (taką możliwość zawsze ustala producent szkła), szkło płaskie ciągnione oraz szkło walcowane.
Należy pamiętać, że w szkle hartowanym mogą występować dodatkowe zjawiska wynikające z obróbki termicznej. Zjawiska te nie oznaczają, iż hartowane szkło jest wadliwe.
Zaliczamy do nich:

a) Zjawisko powstawania tęczy - spowodowane anizotropią wytrzymałości i powstawaniem specyficznego pola naprężeń powstałego podczas hartowania (rys. 24). Wywołuje ono w szkle podwójne załamanie światła, które staje się widoczne w świetle spolaryzowanym – pola naprężeń widoczne, są w postaci barwnych obszarów zwanych „polami polaryzującymi" lub „plamkami lamparta". „Pola polaryzujące" są widoczne na szybie obserwowanej pod niewielkim kątem również w świetle dziennym (dobrze widać to zjawisko na hartowanych szybach samochodowych).
b) „Falistość od wałków" („RolerWaves") - powstają podczas hartowania szkła w piecach poziomych - są to zniekształcenia powierzchni na skutek zetknięcia się gorącej szyby (temperatura bliska punktowi mięknięcia) z rolkami pieca. Powstają wtedy odchylenia prostoliniowości szkła. Zniekształcenia te są zwykle widoczne w świetle odbitym. Przy składaniu zamówień na szyby do szklenia fasad budynków zaleca się, aby odbiorca uwzględnił zjawisko „RolerWaves" i określił kierunek nakładania szyb do pieca hartowniczego (hartowanie kierunkowe).
c) „Odbicie wałków" - przy szkle, którego grubość przekracza 8 mm oraz przy szkłach cieńszych ale o większych gabarytach, mogą uwydatnić się znaki małych odcisków („odbicie wałków").



Rys. 24 Rozkład naprężeń w szkle poddanemu procesowi hartowania (d – nominalna grubość szkła)

4.1.1 Wymagania dla procesów obróbki termicznej

Aby szkło mogło zostać poddane hartowaniu, konieczna jest minimalna obróbka krawędzi:

1. zatępienie krawędzi dla szkła o grubości do 8 mm włącznie,
2. szlifowanie krawędzi dla szkła o grubości ≥ 10 mm.

Stawianie takich wymagań jest uzasadnione, ponieważ podczas procesu hartowania w szkle występują znaczne naprężenia, które koncentrują się na krawędziach szkła. Nieodpowiednio przygotowana krawędź może spowodować pęknięcie tafli.

 © Copyright by PRESS GLASS SA

Analogicznie do wszystkich procesów obróbki krawędzi, wykonanie wierceń otworów, wycięć oraz frezowanie musi odbyć się przed hartowaniem. Należy również pamiętać, że obecność otworów i wycięć zwiększa ryzyko pęknięcia szkła podczas procesu hartowania. Wymagania jakie stawiane są przed szkłem, które ma zostać zahartowane, dotyczące rozmiarów otworów i ich rozmieszczenia, podane są w punkcie 2.1.1 części II Normy. Minimalny promień w wycięciu musi być większy lub równy grubości szkła, ale nie mniejszy niż 6 mm.

4.2 Hartowanie

4.2.1 Premium ESG

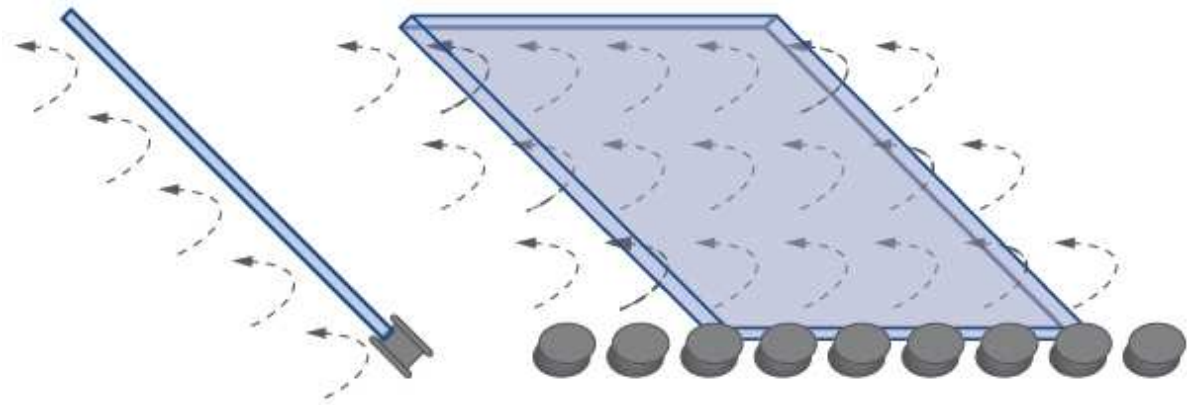
W technologii wykonania szkła PREMIUM ESG rolki zostały zastąpione poduszką powietrzną, na której tafla szkła przemieszcza się pod pewnym kątem. Rolki stykają się z taflą wyłącznie na jednej krawędzi. Dlatego pierwszym ograniczeniem jest konieczność, aby jedna z krawędzi tafli była prosta.

Tabela nr 21

Możliwości produkcyjne linii do hartowania PREMIUM ESG

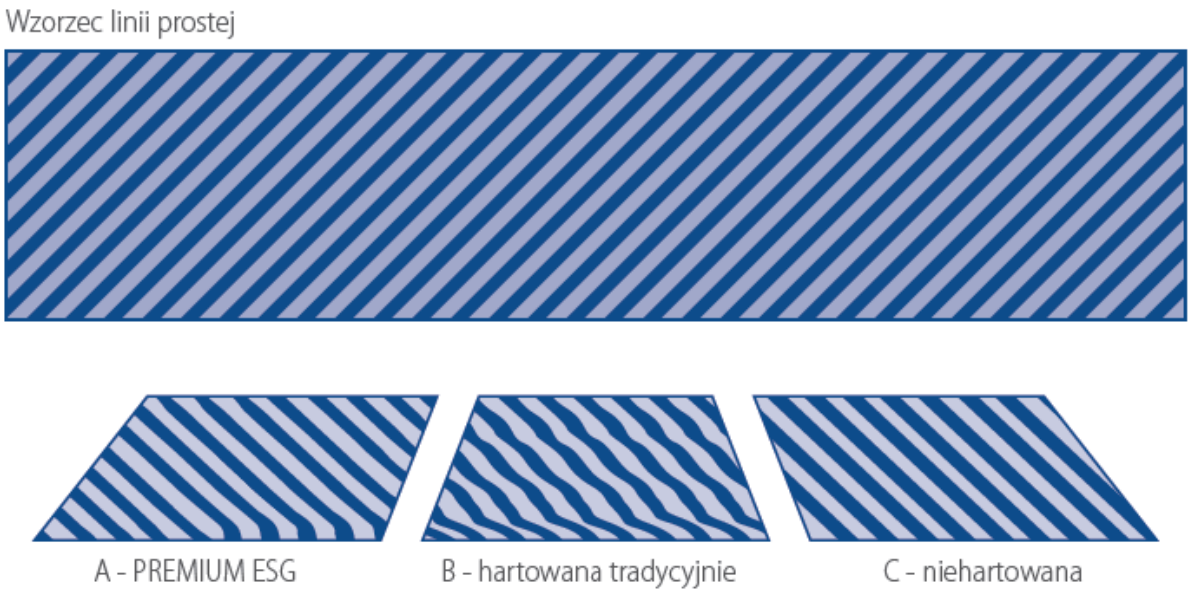
Grubość szkła [mm]	Maksymalna wielkość formatki [mm]	Minimalna wielkość formatki [mm]	Maksymalny ciężar [kg/mb]
2 - 3	1700 x 3500	180 x 500	200
4 - 8	1700 x 5000	180 x 500	200

W przypadku hartowania PREMIUM ESG (rys. 25) nie obserwuje się efektu podanego w punkcie 4.1.c. Jest to szkło hartowane charakteryzujące się brakiem zniekształceń lokalnych (poza niewielkim pasem przy samych krawędziach). Płaskość szkła PREMIUM ESG jest praktycznie taka sama jak szkła odprężonego float (rys. 26).



Rys. 25 Schemat procesu hartowania PREMIUM ESG

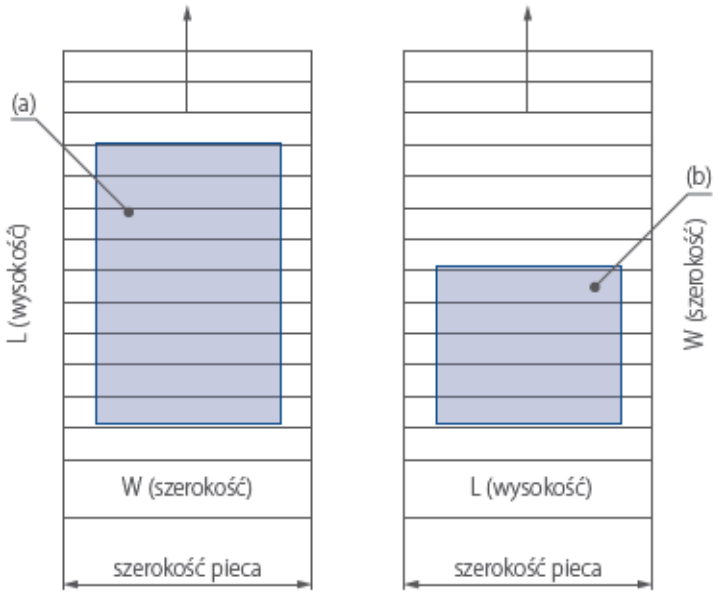
© Copyright by PRESS GLASS SA



Rys. 26 Porównanie szyb hartowanych tradycyjnie i z wykorzystaniem linii PREMIUM ESG

4.2.2 ESG

Proces tradycyjnego hartowania ESG wg EN12150 prowadzony jest w poziomych piecach oscylacyjnych. Szkło podgrzewane jest blisko temperatury mięknięcia do osiągnięcia odpowiedniej temperatury i lepkości. Po nagrzaniu, na szkło kierowany jest strumień powietrza, który ma na celu szybkie schłodzenie szkła. Powoduje to powstawanie naprężeń zaprezentowanych na rysunku 24. Wybierając ten typ obróbki termicznej trzeba mieć na uwadze, iż możliwe jest powstawanie wad podanych w punktach 4.1.a-4.1.c. Dlatego konieczne jest wybranie odpowiedniego kierunku hartowania – równolegle lub prostopadle długością tafli do wałków w piecu hartowniczym. Na rysunku 27 przedstawiono ustawienie przykładowej szyby. Nie jest możliwe zahartowanie kierunkowe szyby, której wymiar W lub L ze względu na kierunek przekracza szerokość pieca. Taki przypadek upoważnia do hartowania danej szyby w innym kierunku, niż wszystkie pozostałe w zleceniu bez dodatkowych uzgodnień z odbiorcą. W celu wykonania hartowania kierunkowego, każdorazowo w zamówieniu powinien być określony przez odbiorcę sposób hartowania ze względu na kierunkowość. Brak określenia kierunku, upoważnia do hartowania bez uwzględniania kierunkowości.



Rys. 27 Ułożenie przykładowej tafli szkła na stole transportowym przy piecu hartowniczym

 © Copyright by PRESS GLASS SA

W Tabeli nr 22 przedstawiono możliwości produkcyjne linii do hartowania. Możliwe jest hartowanie figur.

Tabela nr 22

Możliwości produkcyjne linii do hartowania

Rodzaj szkła	Grubość szkła [mm]	Maksymalna wielkość formatki (W x L) [mm]	Minimalna wielkość formatki (W x L) [mm]	Maksymalny ciężar [kg]
Float	3 4 5 6-19	1700 x 3500 1700 x 2500 2000 x 3000 2800 x 6000	180x500 100 x 250 100 x 250 100 x 250	500
Float z miękką powłoką	3 4 5 6-19	1700 x 3500 1500 x 2500 1700 x 2500 2800 x 6000	180x500 100 x 250 100 x 250 100 x 250	500

4.2.3 TVG

Szyby półhartowane (TVG) wg EN 1863 uzyskuje się na drodze obróbki termicznej. Ma ona na celu zwiększenie wytrzymałości mechanicznej i termicznej szyb. Różnice pomiędzy półhartowaniem a hartowaniem polegają przede wszystkim na różnej siatce spękań oraz mniejszej wytrzymałości szkła TVG względem ESG (tabela 24). Wartym zapamiętania jest to, że szkło półhartowane nie jest szkłem bezpiecznym. W razie rozbicia termicznie wzmocnione szkło sodowo-wapniowo-krzemianowe pęka w sposób podobny do tego, w jaki pęka szkło odprężone.

Charakter procesu wzmacniania termicznego uniemożliwia otrzymanie wyrobu tak płaskiego jak szkło odprężone. Różnica w płaskości zależy od typu szkła, np. powlekane, wzorzyste itp., wymiarów szkła, tj. nominalnej grubości, wymiarów i stosunku między wymiarami oraz zastosowanego procesu, tj. pionowego lub poziomego.

W przypadku procesu poziomego wyróżnia się następujące rodzaje odkształceń:

- wypukłość całkowitą,
- pofalowanie od rolek,
- obrzeże podniesione.

Wszelkie obróbki szkła należy wykonywać przed wzmacnianiem termicznym. W tabeli 23 przedstawiono możliwości produkcji szkła półhartowanego.

Tabela nr 23

Możliwości produkcyjne linii do szyb termicznie wzmocnionych

Linia / Rodzaj szkła	Grubość szkła [mm]	Maksymalna wielkość formatki (W x L) [mm]	Minimalna wielkość formatki (W x L) [mm]	Maksymalny ciężar
Linia 1 / float, float z miękką powłoką	2 – 3 4 – 8	1700 x 3500 1700 x 5000	180 x 500 180 x 500	200 kg/mb
Linia 2 / float	4 5 6 – 12	1700 x 2500 2000 x 3000 2800 x 6000	200 x 450	500 kg
Linia 2 / float z miękką powłoką	4 5 6 – 10	1500 x 2500 1700 x 2500 2800 x 6000	200 x 450	500 kg

© Copyright by PRESS GLASS SA

Tabela nr 24

Wartości wytrzymałości mechanicznej dla szkła wg EN 12150-1; EN 14179-1; EN 1863-1

Rodzaj obróbki termicznej	Wartość wytrzymałości mechanicznej [N/mm^2]	
Rodzaj szkła	Hartowane, wygrzewane termicznie	Wzmocnione termicznie
Monolityczne: bezbarwne, barwne, powlekane	120	70
Emaliowane	75	45
Szkło wzorzyste i płaskie ciągnione	90	55

4.3 Wymagania i badania szkła poddanego obróbce termicznej

4.3.1 Wymiary i tolerancje dla szyb hartowanych płaskich

Wymiary szyb hartowanych są narzucone przez możliwości technologiczne urządzeń obróbki wstępnej oraz możliwości pieca hartowniczego. Wartości grubości znamionowej szkła oraz tolerancji dla każdej grubości podano zgodnie z normą EN 12150-1 i zebrano w Tabeli nr 25.

Tabela nr 25

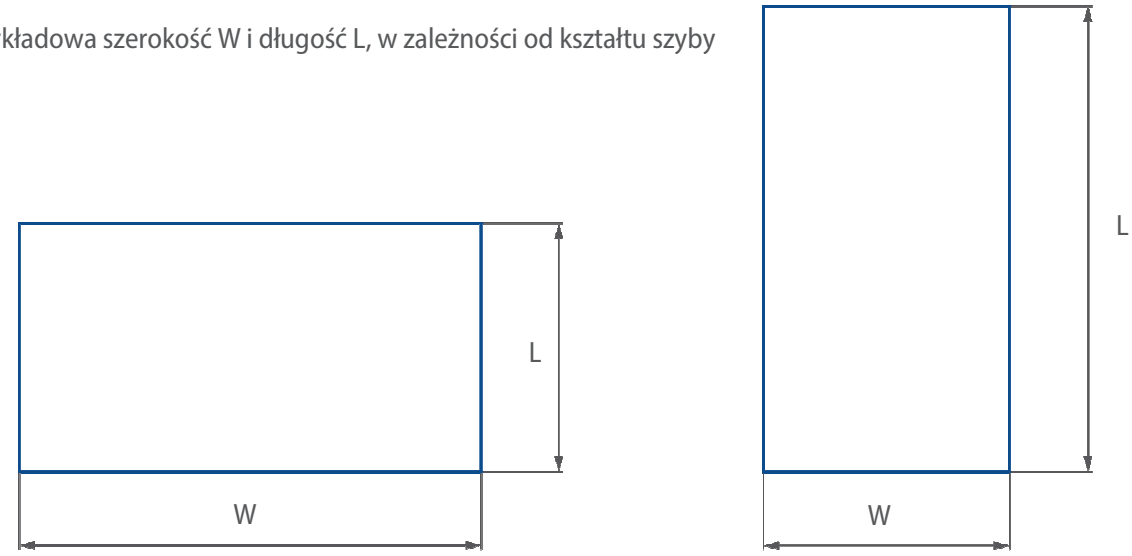
Grubości nominalne i tolerancje grubości szkła dla szyb hartowanych

Grubość nominalna *d*	Tolerancja grubości dla danego typu szkła			
	Szkło float	Wzorzyste	Szyba ze szkła ciągnionego	Nowe szkło ciągnione nielaminowane
2	± 0,2	nieprodukowane	± 0,2	nieprodukowane
3	± 0,2	± 0,5	± 0,2	nieprodukowane
4	± 0,2	± 0,5	± 0,2	± 0,3
5	± 0,2	± 0,5	± 0,3	nieprodukowane
6	± 0,2	± 0,5	± 0,3	± 0,3
8	± 0,3	± 0,8	± 0,4	nieprodukowane
10	± 0,3	± 1,0	± 0,5	nieprodukowane
12	± 0,3	± 1,5	± 0,6	nieprodukowane
14	nieprodukowane	± 1,5	nieprodukowane	nieprodukowane
15	± 0,5	± 1,5	nieprodukowane	nieprodukowane
19	± 1,0	± 2,0	nieprodukowane	nieprodukowane
25	± 1,0	nieprodukowane	nieprodukowane	nieprodukowane

UWAGA: Wymiary w mm

© Copyright by PRESS GLASS SA

Przykładowa szerokość W i długość L, w zależności od kształtu szyby



Rys. 28 Przykład szerokości i wysokości w odniesieniu do kształtu tafli szkła

Tolerancję wymiarów szkła podano zgodnie z normą EN 12150-1 dla szyb hartowanych płaskich. W przypadku chęci osiągnięcia bardziej restrykcyjnych tolerancji, prosimy o kontakt z Działem Sprzedaży.

Tabela nr 26 Tolerancje szerokości, wysokości i przekątnej dla szyb hartowanych płaskich według EN 12150-1

Tabela nr 26a

Tolerancje szerokości W i długości L

Wymiar nominalny boku, *W* lub *L*	Tolerancja	
	Nominalna grubość szkła, *d* ≤ 8	Nominalna grubość szkła, *d* > 8
≤ 2 000	± 2,0	± 3,0
2 000 < W lub L ≤ 3000	± 3,0	± 4,0
> 3000	± 4,0	± 5,0

UWAGA: Wymiary w mm

Tabela nr 26b

Rozbieżności graniczne dla różnic pomiędzy przekątnymi

Wymiar nominalny, *W* lub *L*	Nominalna grubość szkła, *d* ≤ 8	Nominalna grubość szkła, *d* > 8
≤ 2 000	≤ 4	≤ 6
2 000 < W lub L ≤ 3000	≤ 6	≤ 8
> 3000	≤ 8	≤ 10

UWAGA: Wymiary w mm

 © Copyright by PRESS GLASS SA

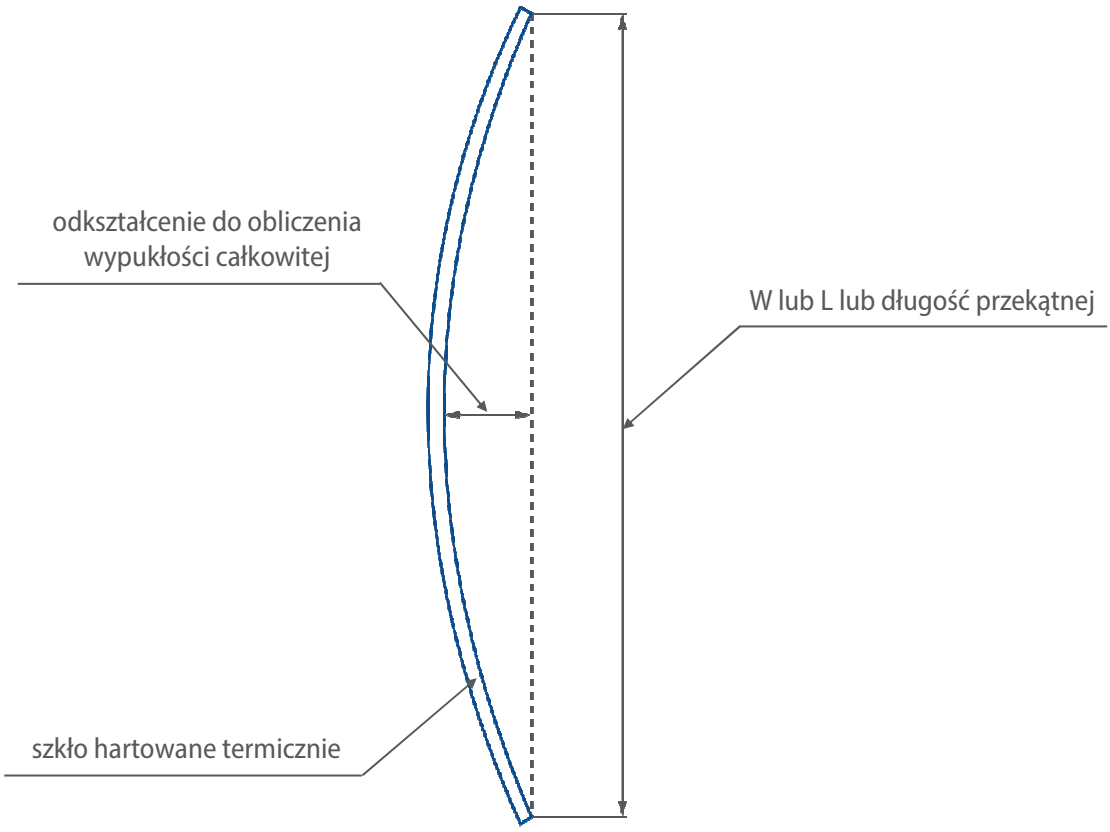
4.3.2 Prostoliniowość dla szyb hartowanych płaskich

W procesie hartowania nie jest możliwe wytworzenie szyby o prostoliniowości szkła odprężonego (niehartowanego). Odchylenie od prostoliniowości zależy od grubości, rozmiarów, stosunku boków szyby. W pewnych tolerancjach dopuszcza się zniekształcenie powierzchni szkła. W celu zbadania zniekształcenia konieczny jest pomiar, wg EN 12150. Rozróżniamy pięć rodzajów zniekształceń:

a) Wypukłości całkowita;
b) Pofalowanie od rolek (tylko dla szkła hartowanego poziomo);
c) Obrzeże podniesione (tylko dla szkła hartowanego poziomo);
d) Pofalowanie (tylko dla szkła hartowanego na poduszce powietrznej);
e) Deformacja obrzeża (tylko dla szkła hartowanego na poduszce powietrznej);

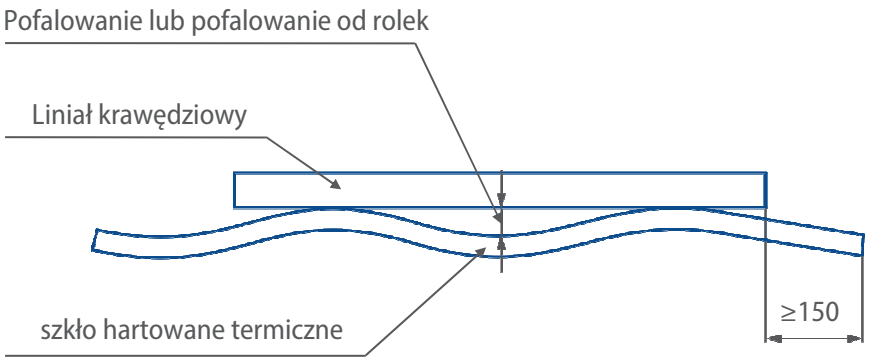
W przypadku pofalowania od rolek, obrzeża podniesionego, pofalowania i deformacji obrzeża istnieje możliwość zmiany ich wielkości przez ramy i listwy przyszybowe.

UWAGA: Zastosowanie mniejszych tolerancji wymaga dodatkowych konsultacji i uzgodnień z dostawcą.

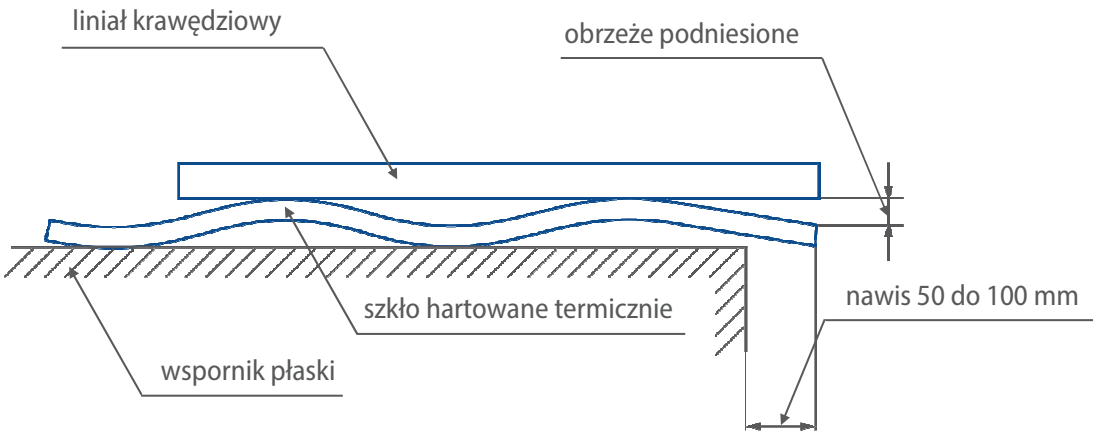


a) Wypukłości całkowitej

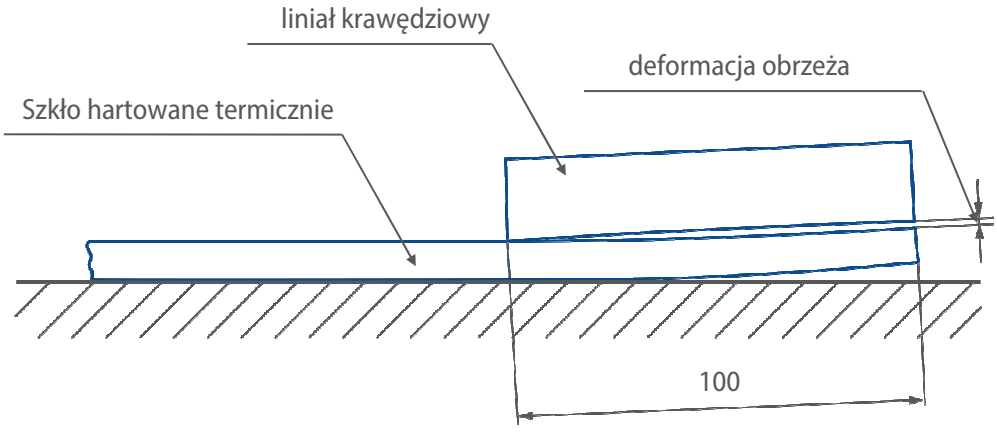
© Copyright by PRESS GLASS SA



b) Pomiar pofalowania lub pofalowania od rolek



c) Pomiar obrzeża podniesionego



d) Pomiar deformacji obrzeża

Rys. 29) a) wypukłość całkowita; b) pofalowanie i pofalowanie od rolek; c) obrzeże podniesione; d) deformacja obrzeża.

 © Copyright by PRESS GLASS SA

Tabele nr 27 (a, b, c i d).

Tabela 27a

Maksymalne dopuszczalne wartości wypukłości całkowitej i pofalowania od rolek dla szkła hartowanego poziomo

Typ szkła	Maksymalna dopuszczalna wartość zniekształcenia	
	Wypukłość całkowita [mm / m]	Pofalowanie od rolek [mm]
Niepowlekane szkło float zgodne z normą EN 572-1 i EN 572-2	3,0	0,3
Inne [a)]	4,0	0,5

[a)] W przypadku szkła emaliowanego, które nie jest pokryte emalią na całej powierzchni, należy skonsultować się z producentem.

UWAGA: W zależności od wielkości pofalowania od rolek należy użyć przyrządu mierniczego o odpowiedniej długości.

Tabela 27b

Maksymalne dopuszczalne wartości obrzeża podniesionego dla hartowania poziomego.

Typ szkła	Grubość szkła [mm]	Maksymalne dopuszczalne wartości [mm]
Niepowlekane szkło float zgodne z normą EN 572-1 i EN 572-2	3	0,5
	4 do 5	0,4
	6 do 25	0,3
Inne [a)]	3 do 19	0,5

[a)] W przypadku szkła emaliowanego, które nie jest pokryte emalią na całej powierzchni, należy skonsultować się z producentem.

UWAGA 1: W zależności od wielkości pofalowania od rolek należy użyć przyrządu mierniczego o odpowiedniej długości.

UWAGA 2: Dla szkła niepowlekanego o grubości 2 mm zaleca się kontakt z producentem.

Tabela 27c

Maksymalne dopuszczalne wartości wypukłości całkowitej i pofalowania dla szkła hartowanego produkowanego na poduszce powietrznej

Typ szkła	Maksymalna dopuszczalna wartość zniekształcenia	
	Wypukłość całkowita [mm / m]	Pofalowanie [mm]
Szkło float zgodne z normą EN 572-1 i EN 572-2 oraz powlekane szkło float zgodne z normą EN 1096-1	3,0	0,3
Inne [a)]	4,0	0,5

[a)] W przypadku szkła emaliowanego, które nie jest pokryte emalią na całej powierzchni, należy skonsultować się z producentem.

UWAGA: W przypadku innych typów szkła zaleca się kontakt z producentem.

© Copyright by PRESS GLASS SA

Tabela 27d

Maksymalne dopuszczalne wartości deformacji obrzeża dla szkła hartowanego produkowanego na poduszce powietrznej

Typ szkła	Grubość szkła [mm]	Maksymalne dopuszczalne wartości [mm]
Szkło float zgodne z normą EN 572-1 i EN 572-2 oraz powlekane szkło float zgodne z normą EN 1096-1	2 do 12	0,3
Inne [a)]	2 do 12	0,5

[a)] W przypadku szkła emaliowanego, które nie jest pokryte emalią na całej powierzchni, należy skonsultować się z producentem.

UWAGA: W przypadku innych typów szkła zaleca się kontakt z producentem.

4.3.3 Wygrzewanie termiczne szkła hartowanego wg EN 14179-1 (Heat Soak Test – HST)

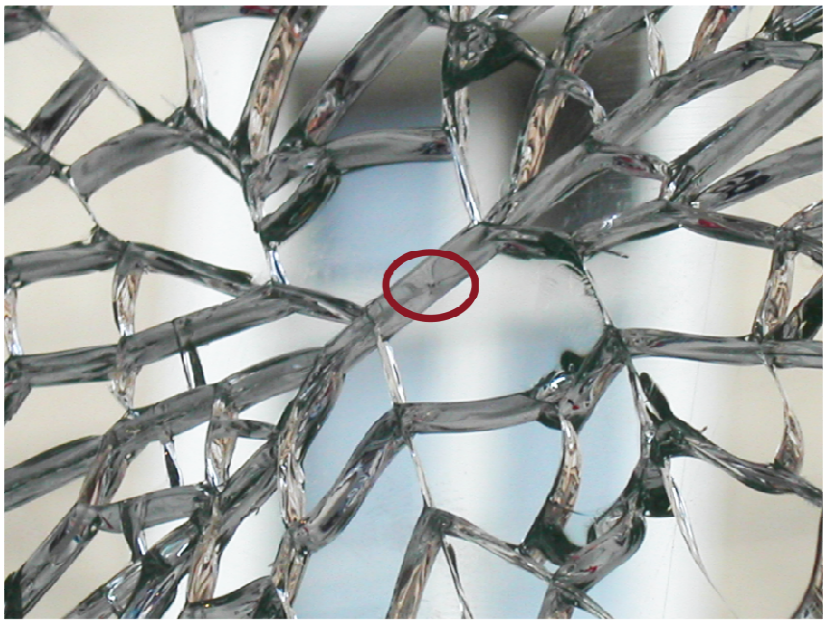
Metoda wygrzewania termicznego szkła hartowanego (z ang. Heat Soak Test), jest testem sprawdzającym dla szyb, w których mógł wytrącić się siarczek niklu (NiS). Sama metoda polega na podgrzaniu szyby hartowanej do temperatury około 290°C i utrzymywaniu w niej przez określony normą czas. W tym czasie, z prawdopodobieństwem bliskim 99%, następuje ujawnienie tafli szklanych z wtrąceniami i ich pęknięcie. Obecność bardzo małych cząstek siarczku niklu (NiS), jest związana z możliwością sporadycznego dostania się ich do masy szklanej w procesie produkcji szkła float. Następnie podczas przetwórstwa, pod wpływem ogrzania szkła w procesie hartowania cząstka siarczku niklu zawarta w tafli szkła zmienia swoją objętość (przechodzi przemianę polimorficzną). Nagłe schłodzenie po nagrzaniu tafli, które powoduje jej zahartowanie sprawia, iż cząstka siarczku niklu, która potrzebuje określonej ilości czasu, aby powrócić do pierwotnej objętości, nie ma takiej możliwości (pozostaje w stanie meta-trwałym). Zostaje ona „zamrożona" w tym stanie, co w przyszłości może spowodować wytworzenie dodatkowych naprężeń w tafli szkła. Mechanizm ten działa jak bomba z opóźnionym zapłonem. W zamontowanej, hartowanej tafli szklanej z wtrąceniem cząstki siarczku niklu, która zostaje nagrzana np. pod wpływem promieniowania słonecznego, następuję powolny wzrost objętości cząstki, co powoduje dodatkowy wzrost naprężeń wewnętrznych. Jeżeli taka cząstka umieszczona jest w strefie naprężeń rozciągających, istnieje bardzo duże prawdopodobieństwo, iż zostanie przekroczony poziom naprężeń dopuszczalnych i nastąpi spontaniczne pęknięcie tafli szklanej. W tabeli 28 zebrano możliwości linii HST. Wartym podkreślenia jest fakt, że podczas procesu wygrzewania klasa bezpieczeństwa i parametry wytrzymałościowe nie ulegają pogorszeniu. Korzyścią z przeprowadzenia testu HST jest uzyskanie bardzo wysokiego prawdopodobieństwa, iż zamontowane szkło nie ulegnie samoistnemu pęknięciu spowodowanemu obecnością NiS. Szybę uszkodzoną w wyniku obecności siarczku niklu przedstawia rysunek 30. Test może być wykonywany dla szyb miękką powłoką oraz będących figurami.

Tabela nr 28

Możliwości technologiczne przeprowadzenia testu HST

Grubość szkła [mm]	Maksymalna wielkość tafli (W x L) [mm]	Minimalna wielkość tafli (W x L) [mm]	Maksymalny ciężar [kg]
4 - 19	3300 x 8000	1 bok ≥ 400 mm	900

 © Copyright by PRESS GLASS SA



Rys. 30. Przykład samoistnego pęknięcia szyby w wyniku obecności siarczku niklu

4.3.4 Znakowanie szyb hartowanych (ESG), szyb hartowanych wygrzewanych termicznie (ESG-H) oraz szyb wzmacnianych termicznie (TVG)

Zgodnie z normami EN 12150-1 szyby hartowane, EN 14179-1 szyby hartowane wygrzewane termicznie, EN 1863 szyby wzmacniane termicznie powinny być oznakowane w sposób czytelny i trwały. Oznakowanie powinno zawierać informacje dotyczące nazwy ze znakiem firmowym producenta oraz numerem normy EN 12150-1, EN 14179-1 lub EN 1863.

4.3.5 Badania charakterystyk krytycznych szyb hartowanych

Wszystkie badania szyb hartowanych prowadzone są zgodnie z normą EN 12150-1 oraz pokrewnymi.

Siatka spękań

W rozbitej szybie hartowanej zlicza się największe odłamki w wybranym kwadracie 50 x 50 mm. Aby uznać wynik badania za pozytywny liczba odłamków w każdej próbce nie może być mniejsza niż podana w tabeli 29. Dodatkowym wymaganiem jest, aby długość pojedynczego odłamka w badanej próbce nie przekraczała 100mm. Szybę rozbija się uderzając w punkcie znajdującym się w środku dłuższego boku szyby w odległości 13mm od krawędzi. Na rysunku 32 przedstawiono poglądowy schemat próbki poddanej badaniu. Zaciemniony obszar jest wyłączony z oceny, a obejmuje on: pas brzeżny o szerokości 25mm oraz w promieniu 100mm od punktu uderzenia.

© Copyright by PRESS GLASS SA

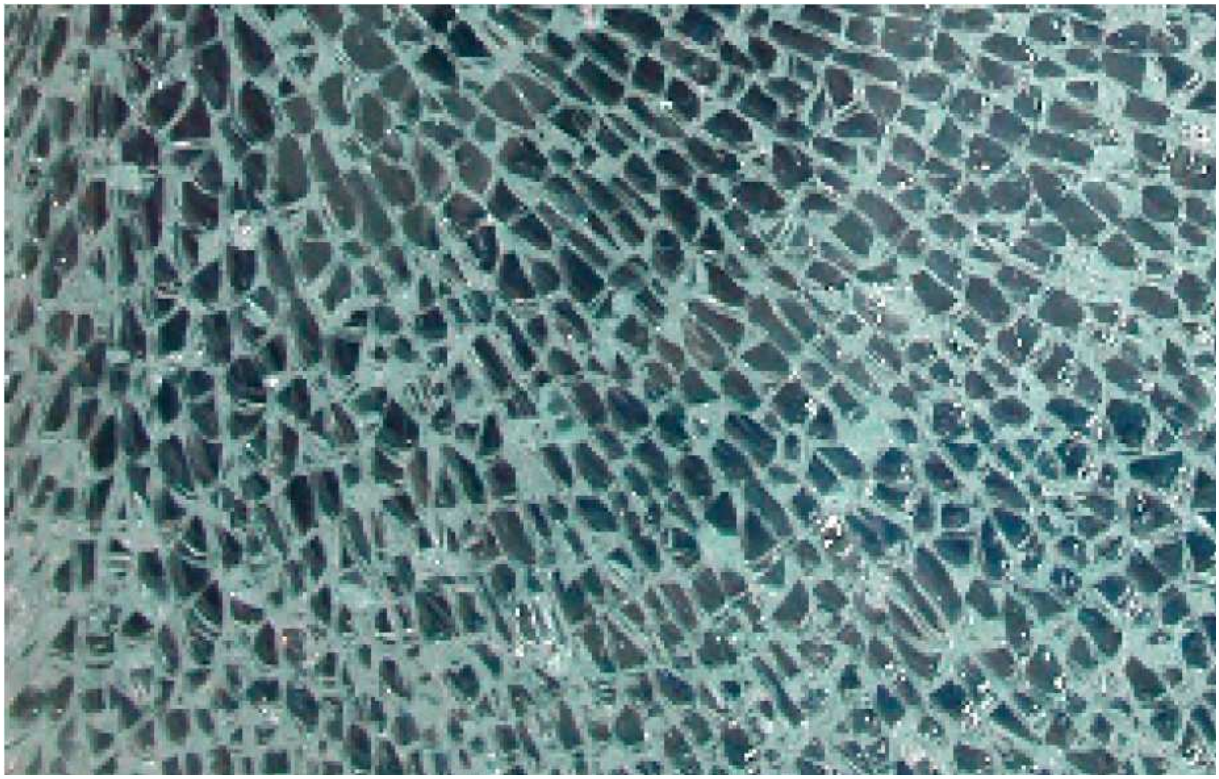
Tabela nr 29

Zestawienie wymagań siatki spękań w zależności od rodzaju szkła i jego grubości

Tabela 29

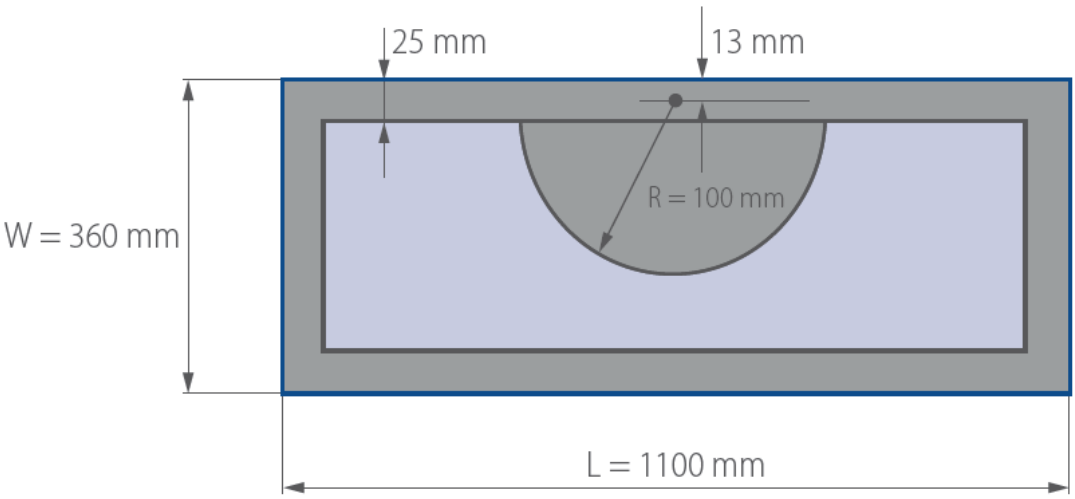
Minimalne wartości liczby odłamków

Typ szkła	Grubość nominalna, *d* mm	Minimalna liczba odłamków	Kabiny prysznicowe (zob. EN 14428)
Wszystkie typy szkła	2	15	nie dotyczy
Wszystkie typy szkła	3	15	40
Wszystkie typy szkła	4 do 12	40	40
Wszystkie typy szkła	15 do 25	30	30



Rys. 31 Przykładowy obraz siatki spękań szkła hartowanego o grubości 10mm. Struktura pęknięć odpowiada wymaganiom normowym

© Copyright by PRESS GLASS SA



Rys. 32 Przykładowa próbka poddana badaniu charakteru siatki spękań. Zaciemniony obszar jest wyłączony z oceny. Wymiary normatywnej próbki powinny wynosić 360 mm x 1100 mm. Ze względu na proces technologiczny dopuszcza się możliwość wykonania badania charakterystyki siatki spękań na próbce o innym wymiarze.

Badanie wytrzymałości na uderzenie wahadłem (elementem z oponami)

Próbie podlegają szyby hartowane i hartowane emaliowane. Badanie wahadłem odtwarza sytuację przypadkowego zderzenia człowieka z szybą. Wymaga się, aby szyby uderzane wahadłem z różnych wysokości (zgodnie z EN 12600) wytrzymały uderzenie lub pękły w sposób bezpieczny.

Badanie wytrzymałości szyb na zginanie

Badanie wykonuje się dla szyb hartowanych i hartowanych emaliowanych i wygrzewanych termicznie oraz wzmocnionych termicznie. Szyby poddaje się czteropunktowemu zginaniu wg EN 1288-3. Badana szyba powinna wytrzymać obciążenie o wartości podanej w tabeli nr 24 w zależności od rodzaju szkła.

4.3.6 Szkło meblowe

Szyby hartowane do zastosowań meblowych, są termicznie hartowanymi szybami bezpiecznymi. Charakteryzują się zwiększoną wytrzymałością mechaniczną w porównaniu ze zwykłymi szybami niehartowanymi oraz tym, że pękają na liczne drobne odłamki, których obrzeża są zwykle tępe.
Zamówienie na takie szyby powinno posiadać zapis informujący o zastosowaniu ich w meblach. W innym przypadku zamówienie na szyby hartowane będzie traktowane jak zamówienie na szyby do zastosowań budowlanych (m.in. szyby zostaną oznakowane w sposób trwały). Szyby do zastosowań meblowych poddawane są badaniu charakteru siatki spękań oraz badaniu:

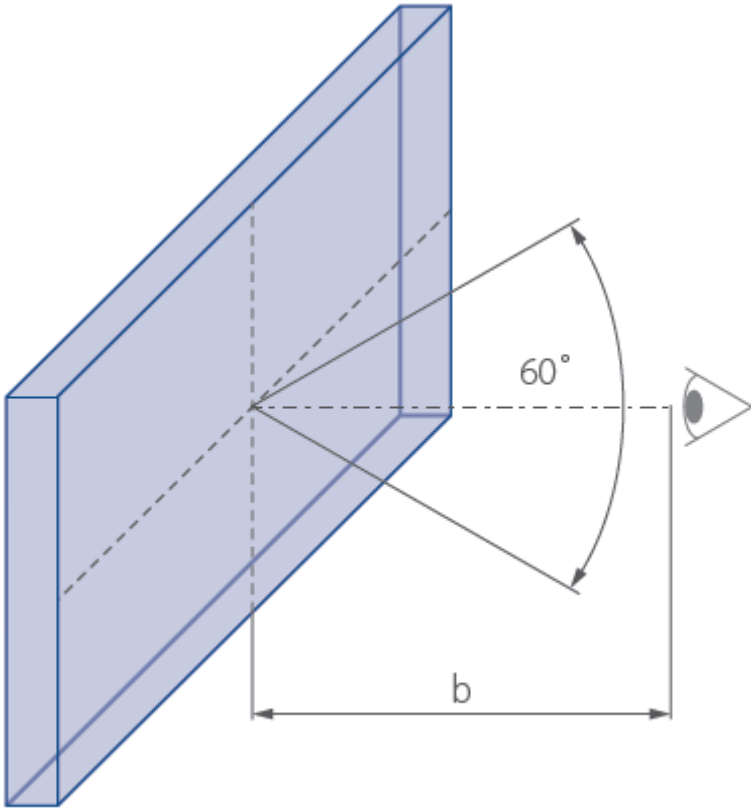
- wypukłości całkowitej;
- pofalowania od rolek (tylko dla szkła hartowanego poziomo);
- obrzeża podniesionego (tylko dla szkła hartowanego poziomo);
- pofalowania (tylko dla szkła hartowanego na poduszce powietrznej);
- deformacji obrzeża (tylko dla szkła hartowanego na poduszce powietrznej).

Badanie charakteru siatki spękań i interpretacja wyników wykonywane są wg punktu 4.3.5 części II niniejszej Normy. Żądanie braku trwałego znakowania powinno być każdorazowo zaznaczone w zamówieniu przez zamawiającego. Stosowane jest inne oznakowanie np. z wykorzystaniem etykiet.
Na życzenie Klienta dla konkretnego zlecenia wystawia się Świadectwo Badań, zawierające wyniki badań siatki spękań. Dla jakichkolwiek odstępstw od podanych wyżej założeń prosimy o kontakt z Działem Sprzedaży.

© Copyright by PRESS GLASS SA

4.3.7 Dopuszczalne wady w szybach hartowanych, hartowanych/wygrzewanych i wzmocnionych termicznie.

Sprawdzenie jakości szkła i wykonania szyb hartowanych, hartowanych/wygrzewanych i wzmocnionych termicznie polega na oględzinach prowadzonych okiem nieuzbrojonym w warunkach naturalnego oświetlenia na tle matowego czarnego, ekranu lub w świetle przechodzącym i/lub odbitym w zależności od zastosowanego szkła i odpowiadającej mu specyfikacji technicznej/normy (Patrz Bibliografia Normy Zakładowej). Wady niewidoczne z odległości 2m (3m w przypadku szkła powlekanego) nie są kwalifikowane jako wady. Oceny szyb hartowanych, hartowanych/wygrzewanych i wzmocnionych termicznie dokonuje się zgodnie z tabelą nr 30.



Rys. 33 Schemat poglądowy prowadzenia oceny wizualnej szyby. Orientacyjna odległość b obserwatora wynosi: 3 m dla szkła z powłoką i 2 m dla szkła bez powłoki.

© Copyright by PRESS GLASS SA

Tabela nr 30

Zestawienie dopuszczalnych wad w szybach hartowanych, hartowanych/ wygrzewanych i wzmocnionych termicznie.

L.p.	Wada	Powierzchnia szyby		
		< 1 m^2	1 ÷ 2 m^2	>2 m^2
1	Punktowa – wtrącenia ciał obcych	niedopuszczalne	niedopuszczalne	niedopuszczalne
2	Pęcherze otwarte (pękające)	niedopuszczalne	niedopuszczalne	niedopuszczalne
3	Pęcherze zamknięte (w tym wady punktowe do 0,5 mm nie są brane pod uwagę)	dopuszczalne, 2 sztuki o wymiarze max. 2 mm	dopuszczalne, 3 sztuki o wymiarze max. 2 mm	dopuszczalne, 5 sztuk o wymiarze max 2 mm
4	Wady liniowe	Dopuszczalne o łącznej długości do 40 mm oraz maksymalnej długości pojedynczej do 15 mm. W pasie brzeżnym dopuszczalne pojedyncze o długości do 20 mm	Dopuszczalne o łącznej długości do 45 mm oraz maksymalnej długości pojedynczej do 15mm. W pasie brzeżnym dopuszczalne pojedyncze o długości do 20 mm	Dopuszczalne o łącznej długości do 50 mm oraz maksymalnej długości pojedynczej do 15 mm. W pasie brzeżnym dopuszczalne pojedyncze o długości do 20 mm
5	Wady krawędzi	Krawędź zatępiona (zebrane obrzeże) - dopuszcza się niewielkie odpryski na krawędzi pod warunkiem ich zatępienia, błyszczące obszary - dopuszczalne Zeszlifowane obrzeże (z błyszczącymi obszarami) - krawędź zatępiona z wyrównanym czołem lub szlifowana - niedoszlifowana (błyszczące miejsca) - dopuszczalne Wygładzone zeszlifowane obrzeże (bez błyszczących obszarów) - krawędź szlifowana - odpryski, niedoszlifowania (błyszczące miejsca) - niedopuszczalne Wypolerowane obrzeże - krawędź polerowana - matowe miejsca, odpryski - niedopuszczalne		
6	Plamy, smugi	Dopuszczalne, jeśli nie są widoczne z odległości określonej przez normę właściwą dla danego rodzaju szkła w warunkach oświetlenia dziennego.		
7	Wady naniesionej emalii:	– zgodnie z pkt 3.2 - II Części Normy Zakładowej		

© Copyright by PRESS GLASS SA

5. Szkło warstwowe

Szyby warstwowe mają praktycznie nieograniczone możliwości zastosowań. Aby dostosować ich konstrukcję do różnych potrzeb, niewystarczająca jest standardowa oferta szyb laminowanych o budowie symetrycznej ze szkła odprężonego float, dlatego PRESS GLASS SA rozszerzył ofertę o własną produkcję szyb warstwowych. Możliwości produkcyjne linii do laminowania szkła zebrano w Tabeli nr 31.

Tabela nr 31

Możliwości produkcyjne linii do produkcji szkła warstwowego

Grubość szkła [mm]	Maksymalny ciężar [kg]	Maksymalny wymiar [mm]	Minimalny wymiar [mm]	Miękka powłoka
2 – 19 dla szyby pojedynczej	500 kg	2800 x 6000	250 x 500	+
6 – 100 dla szkła warstwowego	1000 kg			

5.1 Definicje wg EN ISO 12543–1, EN 357

Szkło warstwowe: zespół składający się z płyty szklanej połączonej z jedną lub wieloma płytami szkła i/lub z płytą z plastycznego tworzywa oszkleniowego oraz z jedną lub wieloma międzywarstwami.

Element oszkleniowy ognioodporny: element konstrukcyjny składający się z jednego wyrobu szklanego przezroczystego lub przejrzystego lub większej ich liczby, zamocowany w obudowie, uszczelniony i unieruchomiony, łącznie ze wszystkimi specjalnymi materiałami konstrukcyjnymi, poddany klasyfikacji po przeprowadzonych badaniach. Szczegółowe informacje dotyczące szyb ognioodpornych produkowanych, jako szyby pojedyncze oraz wchodzące w skład szyb zespolonych zawiera instrukcja producenta szkła ognioodpornego.

Ognioodporność - właściwość zdefiniowana poprzez określenia:
R - obciążenie powierzchni oporowej nośnej: zdolność elementu konstrukcyjnego do przeciwstawiania się oddziaływaniu ognia na jedną powierzchnię lub więcej powierzchni przez określony czas, bez utraty trwałości strukturalnej
E - szczelność: zdolność elementu konstrukcyjnego o funkcji rozdzielającej do wytrzymywania ekspozycji ogniowej tylko z jednej strony, bez przenoszenia ognia na nieogniową stronę, jako wyniku przejścia znacznej ilości płomieni lub gorących gazów ze strony ogniowej do nieogniowej i nie spowodowanie skutkiem tego zapalenia nieogniowej strony lub jakichkolwiek przylegających do niej materiałów.
W - zmniejszenie promieniowania; zdolność elementu konstrukcyjnego o funkcji rozdzielającej do wytrzymywania ekspozycji ogniowej tylko z jednej strony przez określony czas, podczas gdy zmierzone wypromieniowane ciepło przed oszkleniem jest mniejsze od wymaganego poziomu.
I - izolacja: zdolność elementu konstrukcyjnego do wytrzymywania ekspozycji ogniowej tylko z jednej strony bez przenoszenia ognia, będącego skutkiem znacznego przewodzenia ciepła ze strony ogniowej do nieogniowej, i powodującego zapalenie powierzchni nie narażonej na działanie ognia lub innego materiału przylegającego do tej powierzchni oraz stanowienia dostatecznej bariery przed ciepłem, by chronić człowieka znajdującego się w pobliżu elementu konstrukcyjnego przez okres opisany według odpowiedniej klasyfikacji.
S - dymoszczelność: zdolność elementu konstrukcyjnego do zmniejszenia przepuszczalności gorących lub zimnych gazów, lub dymu, z jednej strony na drugą.

Klasyfikacja ognioodporności powinna odnosić się do kompletnego elementu oszkleniowego, który zawiera wyroby szklane, z podaniem wszystkich wymiarów i tolerancji. Klasy oznacza się literą(-ami)

 © Copyright by PRESS GLASS SA

przedstawiającą(-ymi) uwzględnione wymaganie(-a) funkcjonalne, po którym podaje się czas eksploatacji, wyrażony w minutach:

R(minuty)/E(minuty)/EW(minuty)/EI(minuty)/S(minuty)

5.2 Dopuszczalne odchyłki wymiarów pojedynczych szyb warstwowych łączonych (wg EN ISO 12543-5)

Nominalne wymiary szerokości i długości nie powinny być większe ani mniejsze od odchylenia *(t)* podanego w tabeli 32. Na rysunku 28 przedstawiono sposób pomiaru tolerancji szerokości i długości oraz prostokątności.

Tabela nr 32

Tolerancje wymiarów szkła warstwowego w zależności od grubości tafli

Dopuszczalne odchyłki szerokości L i długości H. (Tablica 3: PN-EN ISO 12543-5)

Graniczne odchylenia szerokości L lub długości H [mm]

Nominalne wymiary L i H (mm)	Nominalna grubość ≤ 8 mm	Nominalna grubość > 8 mm	
		Każda tafla szklana o nominalnej grubości < 10 mm	Co najmniej jedna tafla szkła o nominalnej grubości ≥ 10 mm
≤ 2000	+3,0 -2,0	+3,5 -2,0	+5,0 -3,5
≤ 3000	+4,5 -2,5	+5,0 -3,0	+6,0 -4,0
> 3000	+5,0 -3,0	+6,0 -4,0	+7,0 -5,0

Dopuszczalne różnice przekątnych podane w tablicy 4: PN-EN ISO 12543-5

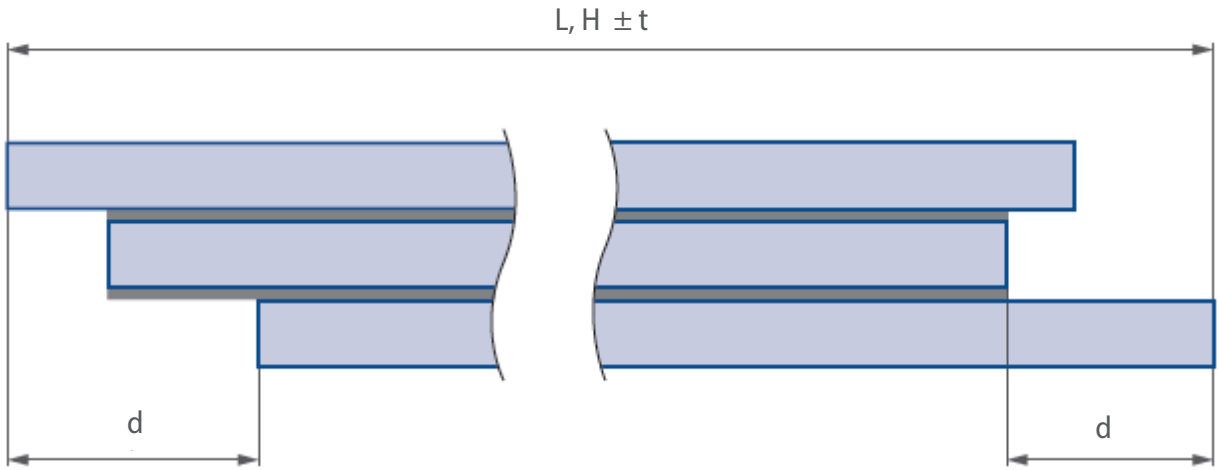
Nominalne wymiary L i H (mm)	Nominalna grubość ≤ 8 mm	Nominalna grubość > 8 mm	
		Każda tafla szklana o nominalnej grubości < 10 mm	Co najmniej jedna tafla szkła o nominalnej grubości ≥ 10 mm
< 2000	6	7	9
< 3000	8	9	11
> 3000	10	11	13

UWAGA: W przypadku, gdy szkło klejone składa się z szyb hartowanych, tolerancje dla wymiarów należy odnosić do szkła hartowanego.

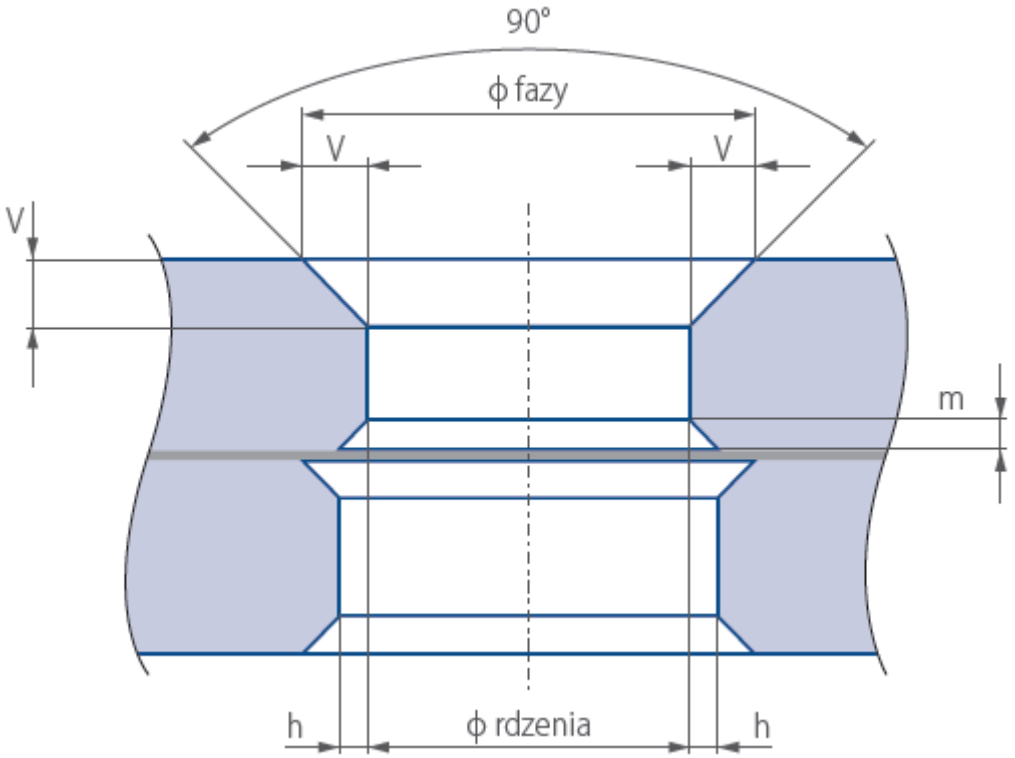
 © Copyright by PRESS GLASS SA

5.2.1 Przesunięcie

Przesunięcie jest nieprostoliniowością któregokolwiek z obrzeży składowych tafli szklanych lub plastycznego materiału oszkleniowego tworzących szkło warstwowe.



Rys. 34. Przesunięcie na przekroju przykładowego szkła laminowanego



Rys. 35. Schemat otworów w szkle warstwowym, wartość h = 2 mm, m ≥ 1,5 mm, $v=(\varphi_{fazy}-\varphi_{rdzenia})/2$

Dla szyb laminowanych, z uwagi na budowę warstwową, konieczne jest podanie dodatkowych parametrów oraz ich tolerancji. W tabeli 34 przedstawiono maksymalne przesunięcie pomiędzy warstwami szkła, które należy mierzyć w sposób podany na rysunku 34. W tabeli 35 zaprezentowana jest tolerancja dla grubości warstwy między szybami. Dodatkowo, w przypadku wykonywania wiercenia w szybach warstwowych (rysunek 35), możliwe jest wystąpienie przesunięcie między otworami, a także

 © Copyright by PRESS GLASS SA

powstanie niewielkich wyszczerbień na obwodzie wewnątrz otworu (tabela 32). Wystąpienie tego typu niedoskonałości spowodowane jest specyfiką procesu i nie podlega reklamacji.

Tabela nr 33

Ograniczenia wykonywania otworów w szkle warstwowym

Parametr	Wartość parametru na rys. 35 [mm]
h	2
m	1,5
v	$(\varphi_{fazy} - \varphi_{rdzenia})/2$

Tabela nr 34

Maksymalne przesunięcie d dla szkła warstwowego

Nominalny wymiar L lub H [mm]	Maksymalne dopuszczalne przesunięcie d [mm]
L,H ≤1000	2
1000 < L,H ≤ 2000	3
2000 <L,H ≤ 4000	4
L,H > 4000	6

Tabela nr 35

Graniczne odchyłki grubości międzywarstwy dla szkła ognioodpornego

Grubość międzywarstwy	Graniczne odchyłki
< 1 mm	± 0,4 mm
≥ 1 mm do < 2 mm	± 0,5 mm
≥ 2 mm do < 5 mm	± 0,6 mm
≥ 5 mm	± 1,0 mm

5.3 Dopuszczalne wady szyb warstwowych

Przy oględzinach szkła warstwowego, szyba powinna znajdować się w pionie. Obserwacje należy prowadzić równolegle do matowego szarego ekranu przy jasnym rozproszonym świetle dziennym lub równoważnym. Osoba obserwująca powinna znajdować się w odległości nie mniejszej niż 2 m od szkła patrząc na nie prostopadle, przy czym matowy ekran musi znajdować się za szkłem.
Wady mniejsze niż 0,5 mm nie są brane pod uwagę. Z drugiej strony, wady większe niż 3 mm są niedopuszczalne. Po procesie laminacji na krawędziach szyb możliwe jest wystąpienie niewielkich zabrudzeń.

 © Copyright by PRESS GLASS SA

5.3.1 Dopuszczalne wady punktowe

W Tabeli nr 36 zebrano dopuszczalne wady punktowe w polu widzenia obserwatora.

Tabela nr 36

Dopuszczalne wady punktowe o wielkości d

Wielkość wady d [mm]		0,5 < d < 1,0	1,0 < d < 3,0			
Ilość szyb	Powierzchnia szyby A [m^2]	Bez ograniczeń	A ≤ 1	1 < A ≤ 2	2 < A ≤ 8 [/m^2]	A > 8 [/m^2]
2	Ilość dopuszczalnych wad [-]	Bez ograniczeń (nie mogą być w skupiskach)	1	2	1	1,2
3			2	3	1,5	1,8
4			3	4	2	2,4
≥ 5			4	5	2,5	3

Skupisko wad występuje wtedy, gdy cztery lub więcej wad znajduje się w odległości < 200 mm od siebie. Odległość ta jest zmniejszona do 180 mm dla szkła warstwowego składającego się z trzech szyb, do 150 mm dla szkła warstwowego składającego się z czterech szyb, do 100 mm dla szkła warstwowego składającego się z pięciu lub więcej szyb.

5.3.2 Liczba dopuszczalnych wad liniowych

W Tabeli nr 37 zebrano ograniczenia dla szyb w zależności od ich powierzchni. W przypadku wad liniowych należy rozróżnić wady na powierzchni szyby oraz wady w pasie przybrzeżnym (pasie wzdłuż krawędzi szyby). Wymiary tego pasa zależne są od wielkości szyby – dla szyb ≤ 5 m^2 pas ma szerokość 15 mm, dla szyb > 5 m^2 pas ma szerokość 20 mm.

Tabela nr 37

Wady liniowe w polu widzenia

Powierzchnia szyby [m^2]	Liczba dopuszczalnych wad o długości < 30 mm	Liczba dopuszczalnych wad o długości ≥ 30 mm	Pęknięcia	Zmarszczki i smugi
≤ 5	dopuszczalne	niedopuszczalne	niedopuszczalne	Niedopuszczalne w polu widzenia
5 do 8		1		
> 8		2		

Dodatkowo dla pasa brzeżnego dopuszcza się pęcherzyki jeśli obszar ich występowania nie przekracza 5% powierzchni pasa. W pasie brzeżnym nie przewidzianym do obramowania dopuszcza się tylko te wady, które nie są zauważalne podczas badania.

5.4 Oznaczenie szyb ochronnych wg EN 356

Zgodnie z normą EN 356 punkt 12 wyroby, które spełniają wymagania tej normy, powinny być zaopatrywane w notę dostawczą, zawierającą oznaczenie kodowe np. EN 356 P1A, zgodnie z tablicą 4 normy j.w. To samo oznaczenie może być nanoszone na wyrób (np. na życzenie Klienta) lub może być pominięte.

5.5 Oznaczenie szyb ognioodpornych wg EN 357

Zgodnie z normą EN 357 szyby ognioodporne oznacza się literą(-ami) przedstawiającą(-ymi) uwzględnione wymaganie(-a) funkcjonalne, po którym podaje się czas eksploatacji, wyrażony w minutach:

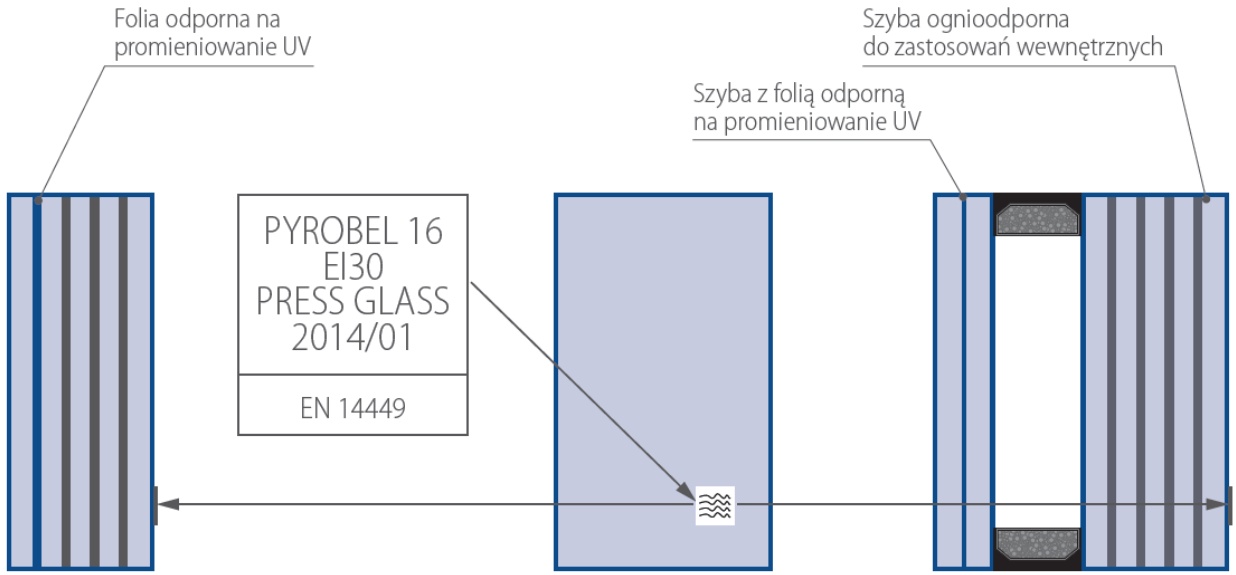
R(minuty)/E(minuty)/EW(minuty)/EI(minuty)/S(minuty)

© Copyright by PRESS GLASS SA

5.5.1 Znakowanie szyb ognioodpornych

Zgodnie z normą EN 357 konieczne jest naniesienie trwałego znaku w prawym dolnym narożu w odległości około 30mm od krawędzi szyby. Na rysunku 36 przedstawiono sposób nanoszenia znaku odpowiednio dla szyby do zastosowań wewnętrznych, szyby do zastosowań zewnętrznych oraz szyby zespolonej z szybą ognioodporną.
W przypadku szyby zespolonej przedstawionej na rysunku 36 znak powinien być naniesiony na 4 pozycji - aby możliwy był do odczytania z wnętrza pomieszczenia.

UWAGA: Montaż szyb zespolonych z szybą ognioodporną w budynku należy prowadzić zgodnie z instrukcją szklenia szyb ognioodpornych.



Rys. 36 Sposób umieszczania znaków na szybach do zastosowań wewnętrznych i zewnętrznych oraz zespolonych

5.6 Oznaczenie i znakowanie szyb płaskich według EN 12600

Odporność na uderzenie wahadłem (elementem z oponami) bada się dla szyb płaskich stosowanych w budownictwie – badanie opisano w punkcie 4.3.5. Klasyfikację odporności na uderzenie szyby płaskiej, uzależnia się od:

a) rodzaju szkła,
b) sposobu pękania na skutek uderzenia (A-sposób pękania szkła odprężonego, B- sposób pękania szkła warstwowego, C- sposób pękania szkła bezpiecznego hartowanego),
c) wysokości, z której spada element z oponami (klasa 3 – 190 mm, klasa 2 – 450 mm, klasa 1 –1200 mm),

Przykładowa klasyfikacja szyby płaskiej:

2(B)2 – oznacza 2 klasę odporności szyby warstwowej na uderzenie wahadłem
1(C)1– oznacza 1 klasę odporności szyby bezpiecznej hartowanej na uderzenie wahadłem.

Po przejściu testu i przypisaniu odpowiedniej klasy odporności na uderzenie. Następnie po uzgodnieniu z Klientem oraz po uzyskaniu stosownych świadectw badań można znak nanosić na szybę.

© Copyright by PRESS GLASS SA

6. Zakładowa Kontrola Produkcji

Kontroli podlegają dostawy surowców i materiałów do produkcji, w sposób ciągły odbywa się monitoring parametrów procesów, co umożliwia wczesne reagowanie na nieprawidłowości w procesie.

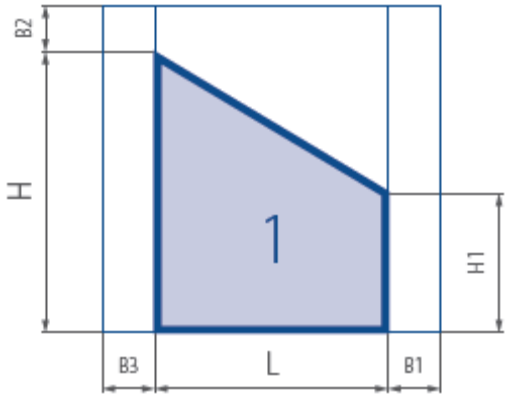
Kontrola jakości wyrobu przebiega zgodnie z Planem, który obejmuje:

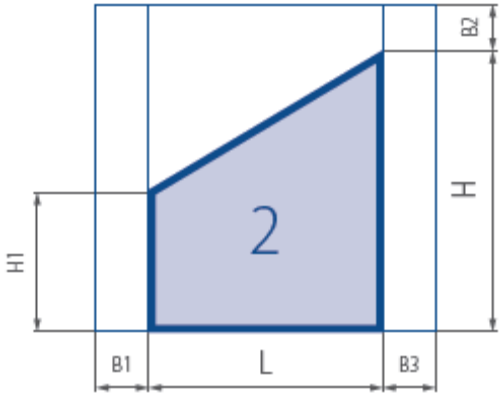
a) samokontrolę - sprawdzanie jakości wyrobów na każdym etapie produkcji przez pracowników produkcyjnych,
b) kontrolę inspekcyjną - przeprowadzana przez Kontrolerów na poszczególnych etapach produkcji. Ponadto przeprowadzana jest kontrola wysyłki polegająca na ocenie sposobu pakowania i zabezpieczenia szyb na stojakach.
c) kontrolę i badania końcowe - badana jest losowo wybrana próba z serii produkcji ciągłej z określonej ilości danego wyrobu tworzącej całość.

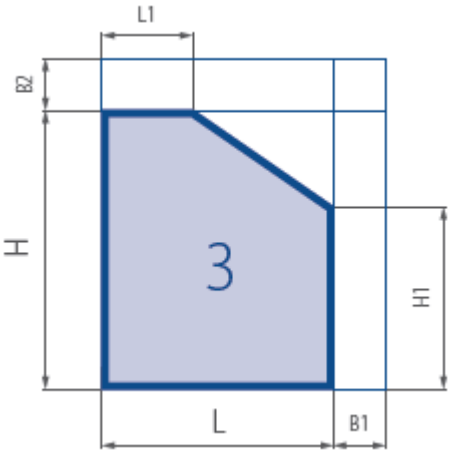
Ocenę wyrobów przeprowadza się na podstawie wymagań zawartych w normach przewidzianych dla danego rodzaju wyrobu.

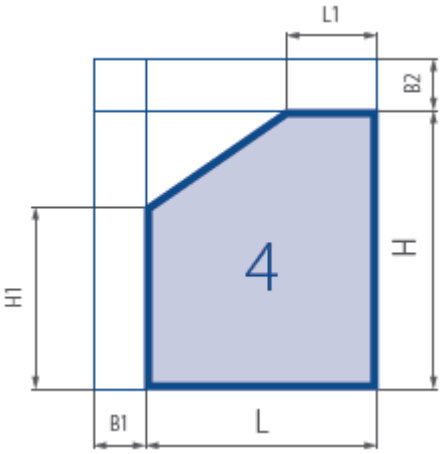
© Copyright by PRESS GLASS SA

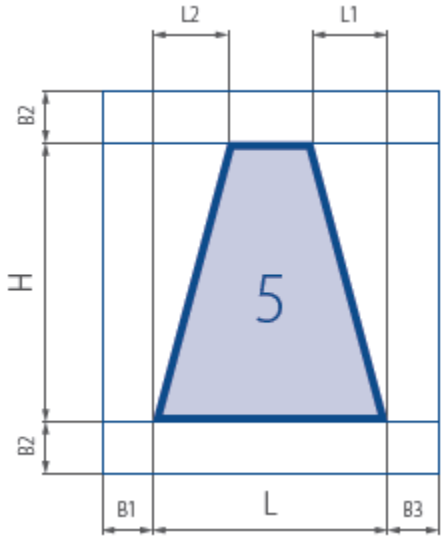
CZĘŚĆ III – KATALOG FIGUR

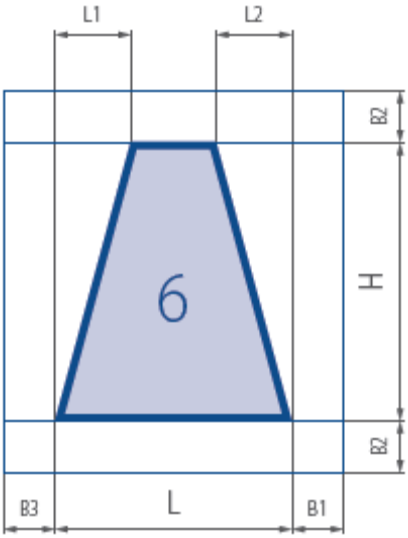




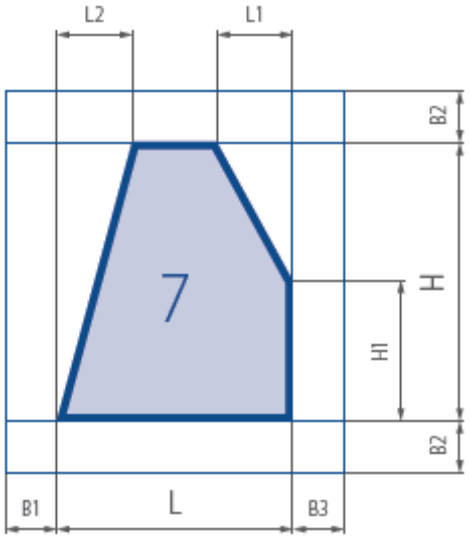


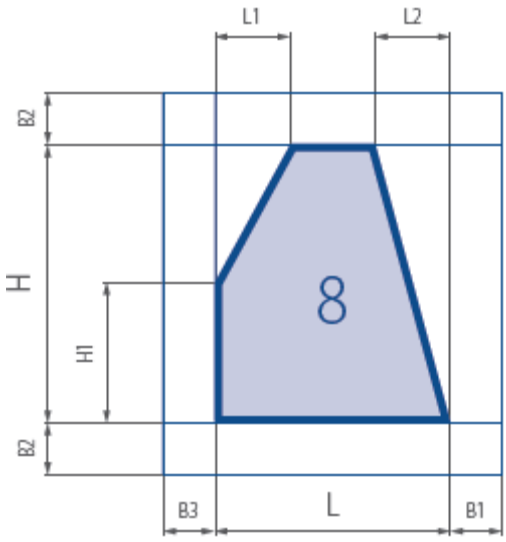


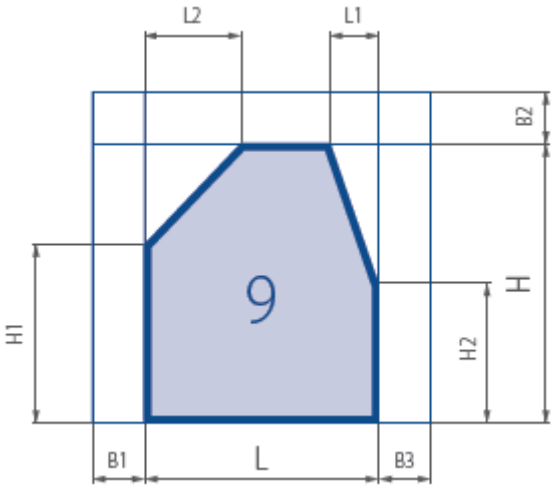


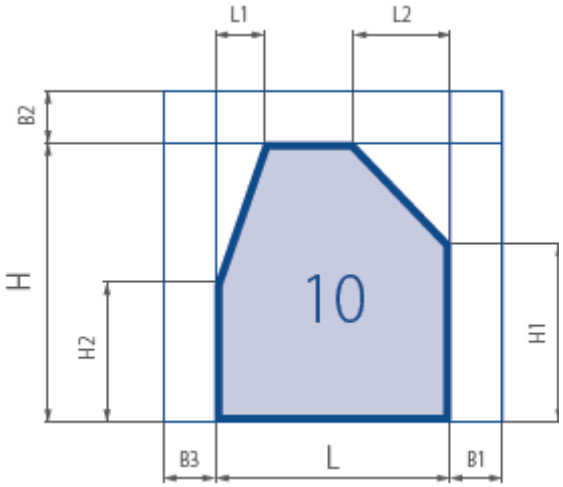


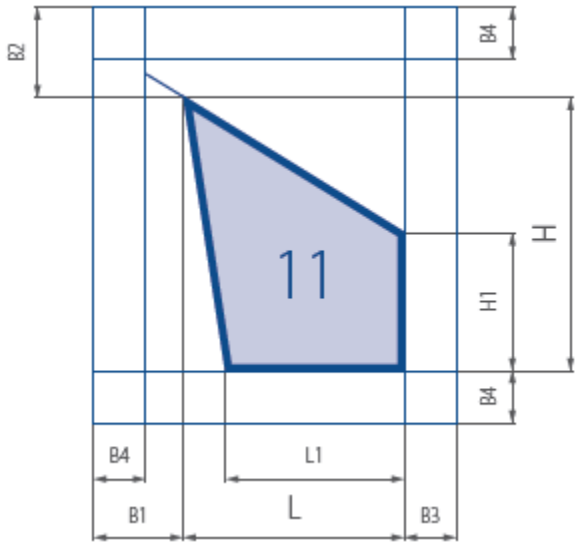
© Copyright by PRESS GLASS SA

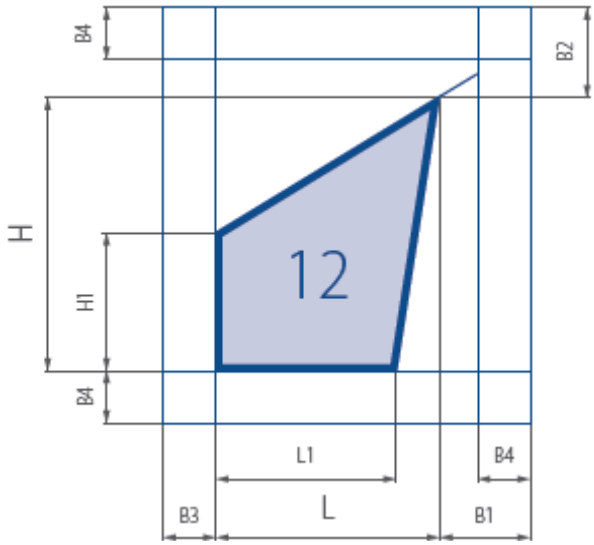




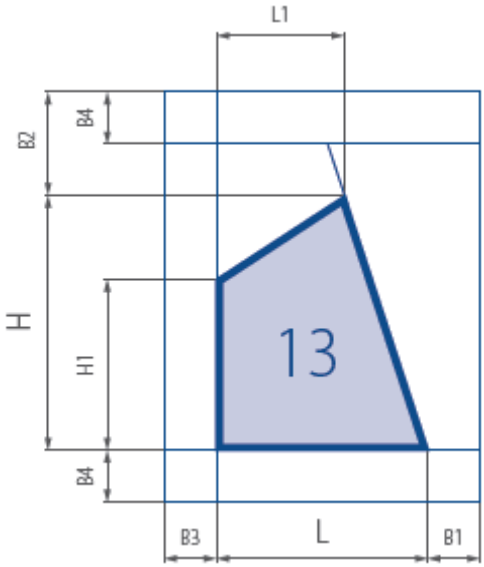


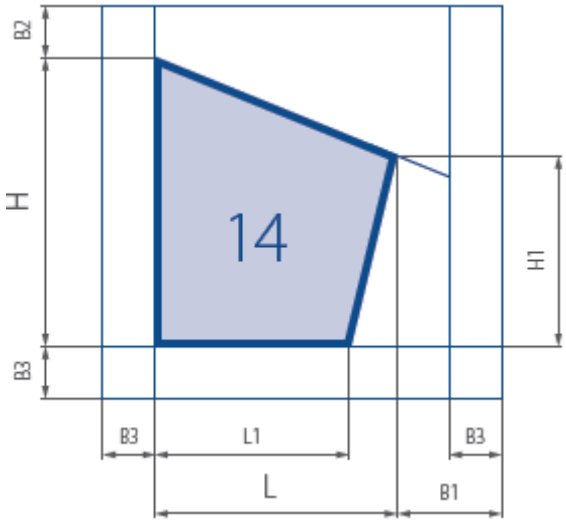


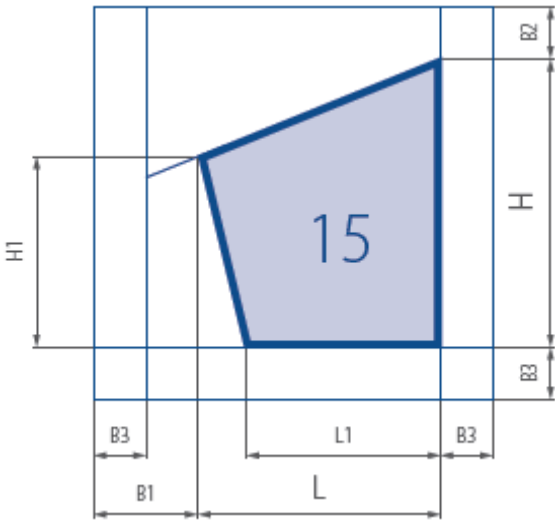


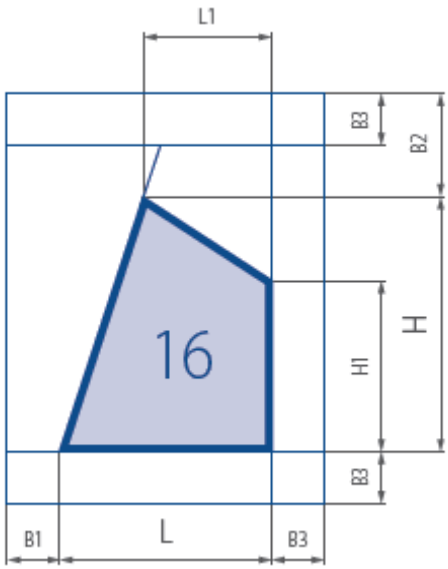


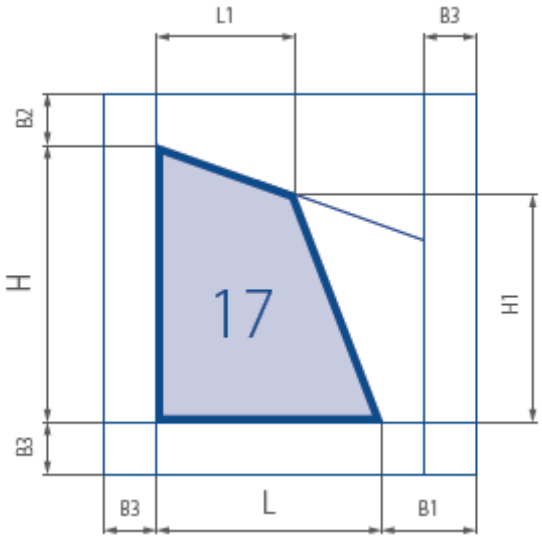
© Copyright by PRESS GLASS SA

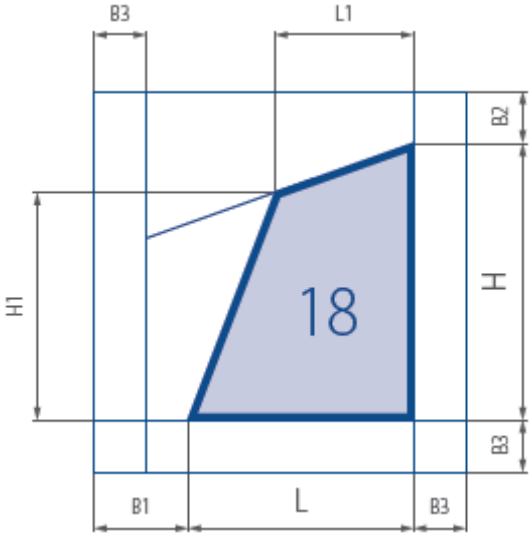




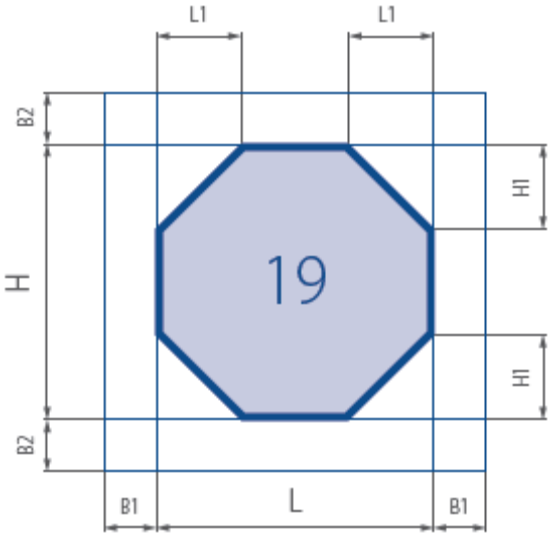


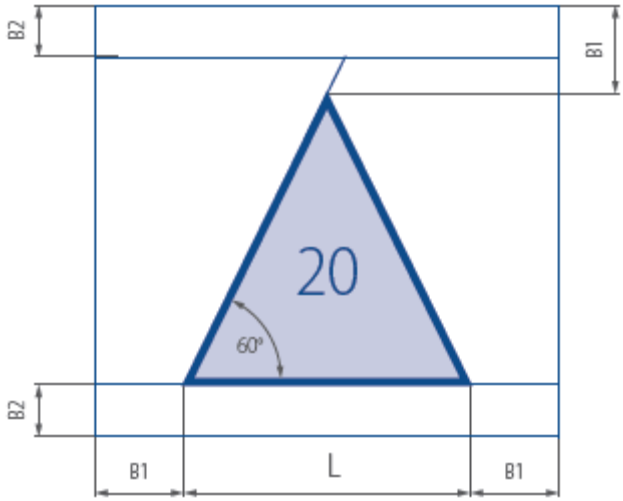


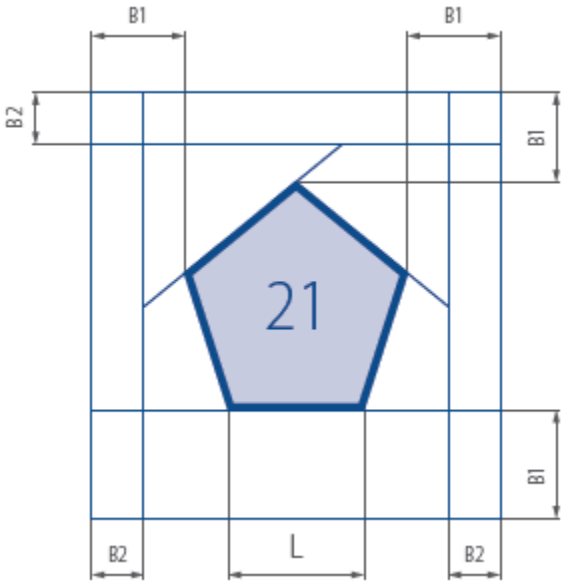


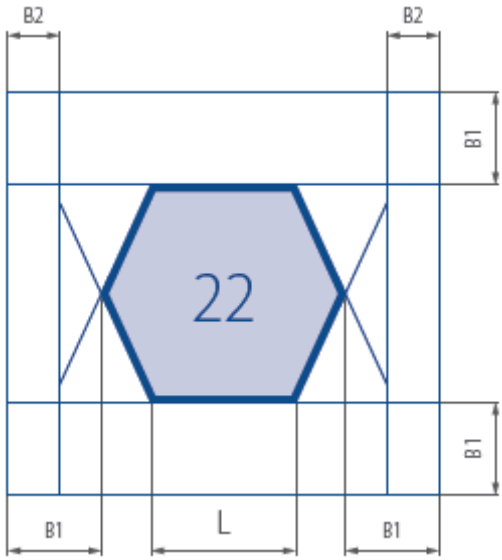


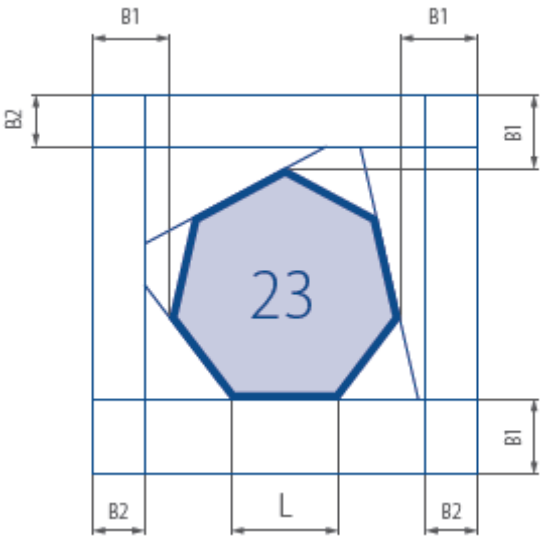
© Copyright by PRESS GLASS SA

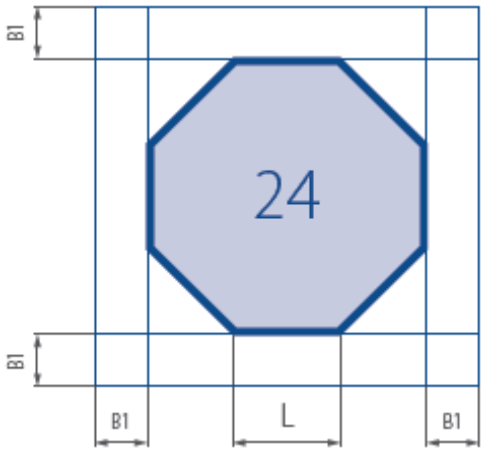




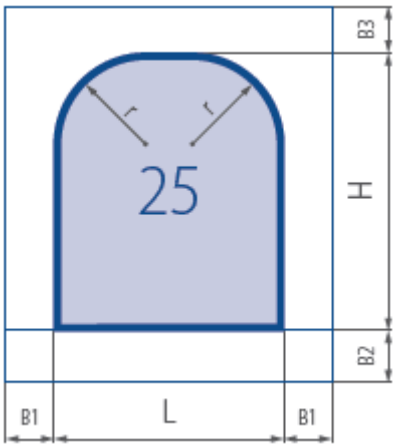


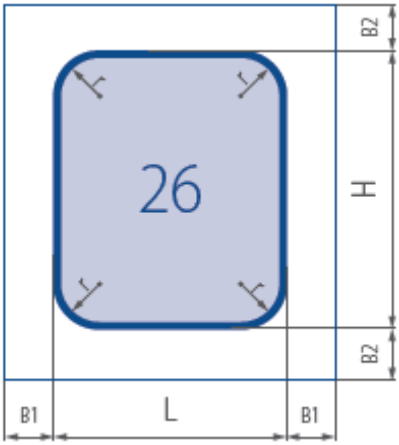


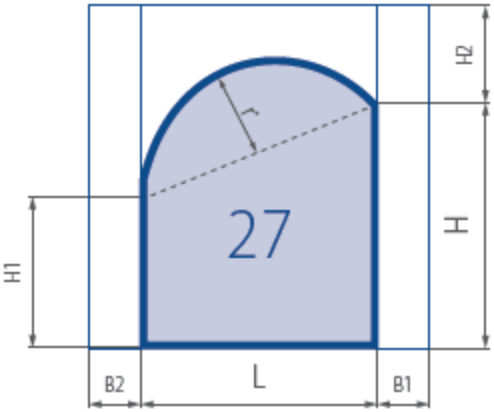




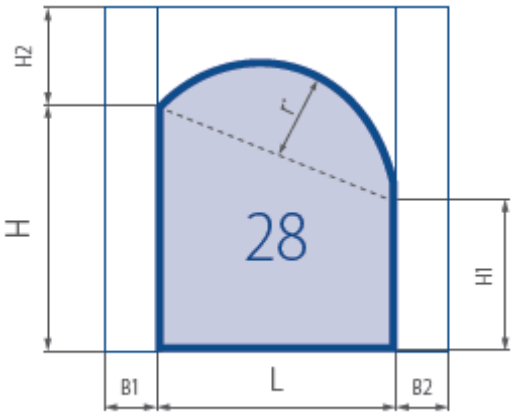
© Copyright by PRESS GLASS SA



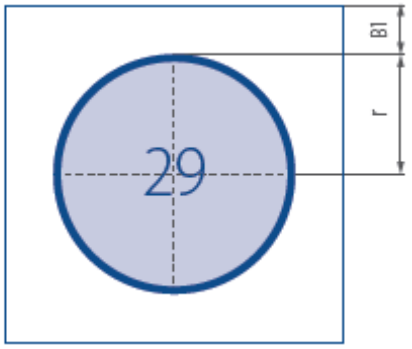


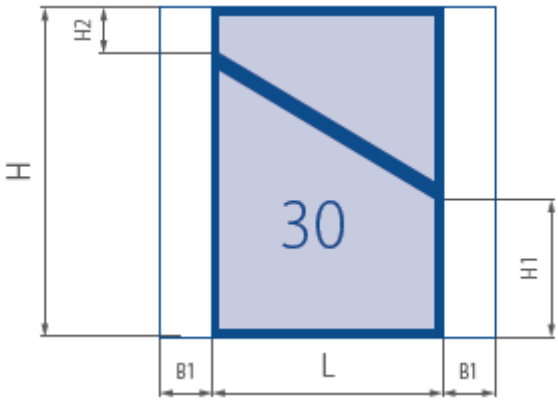


*) Wysokość łuku

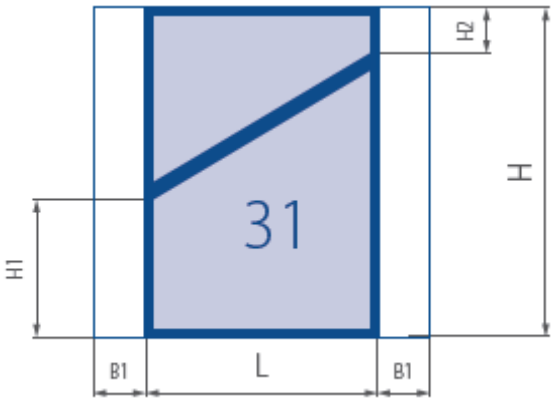


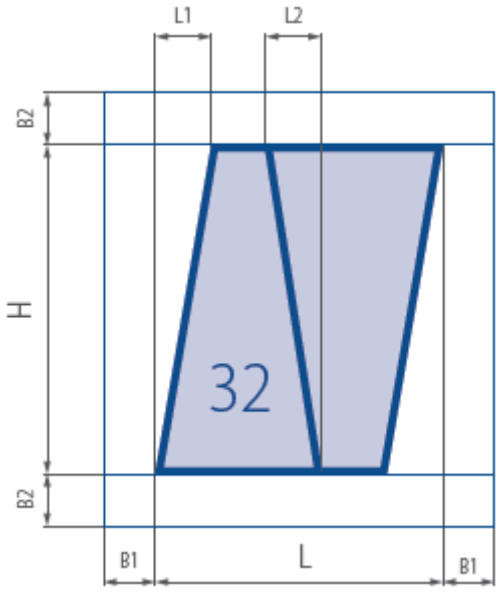
*) Wysokość łuku

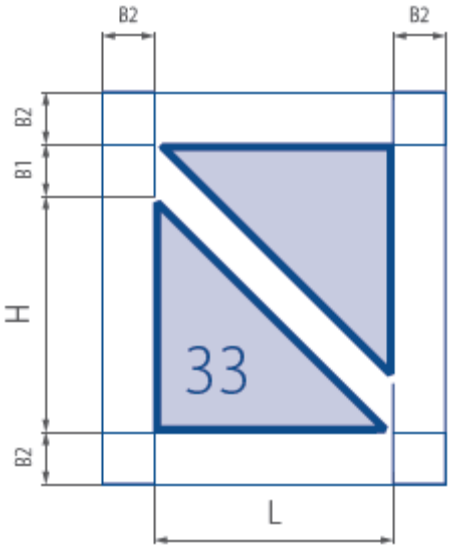


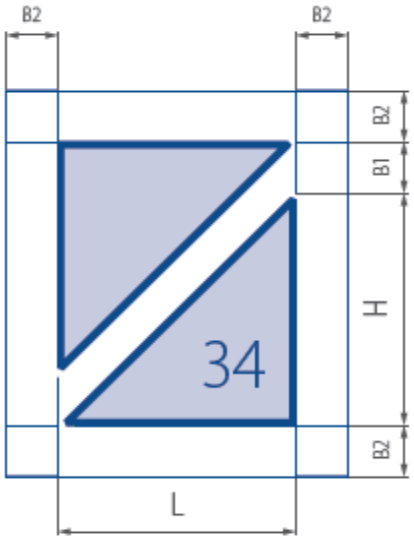


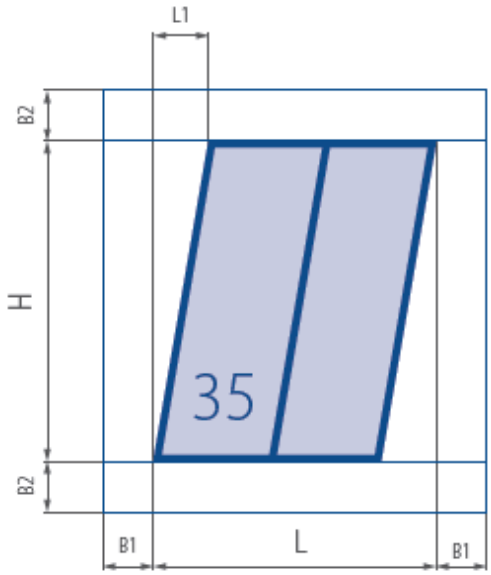
© Copyright by PRESS GLASS SA

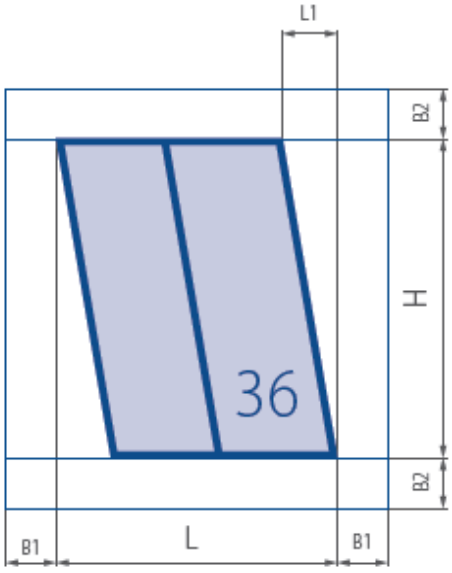




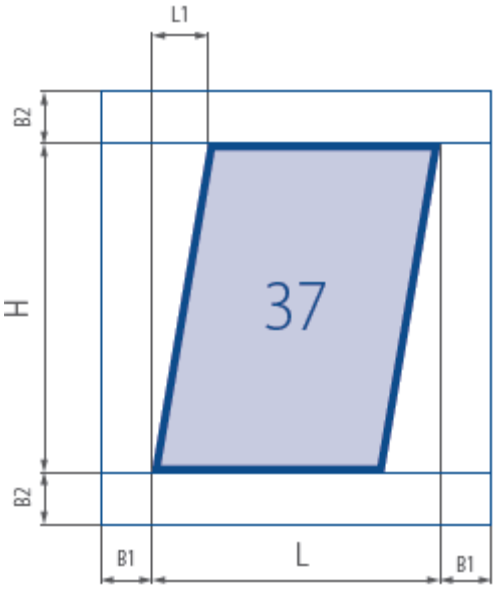


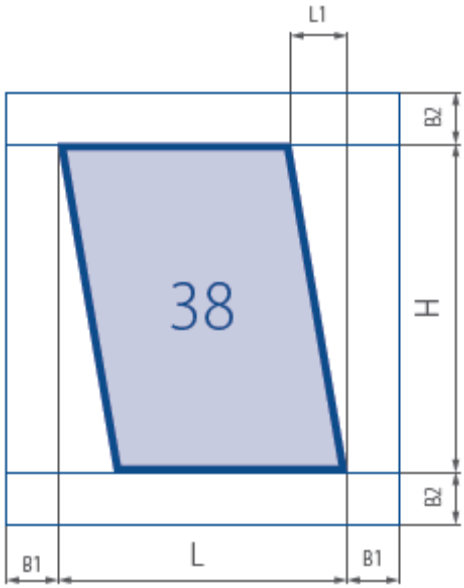


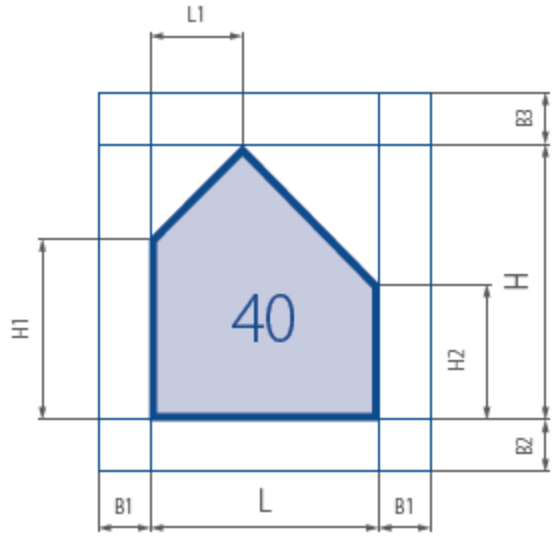


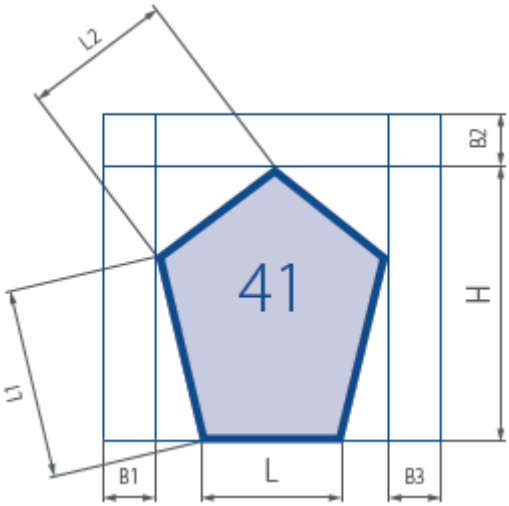


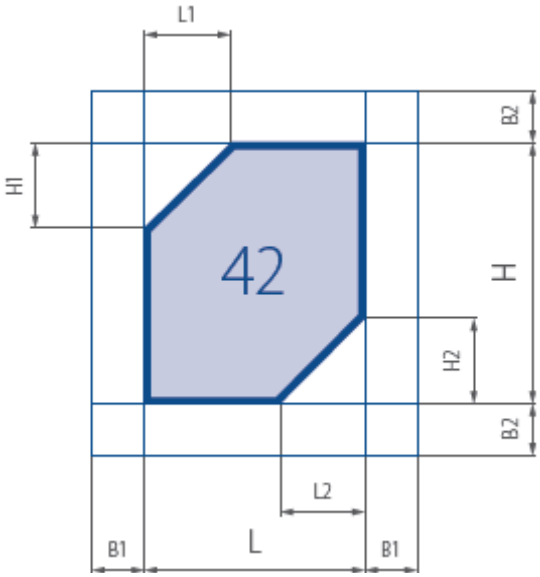
© Copyright by PRESS GLASS SA

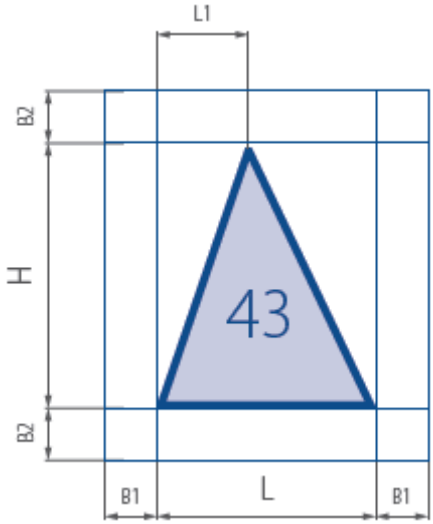




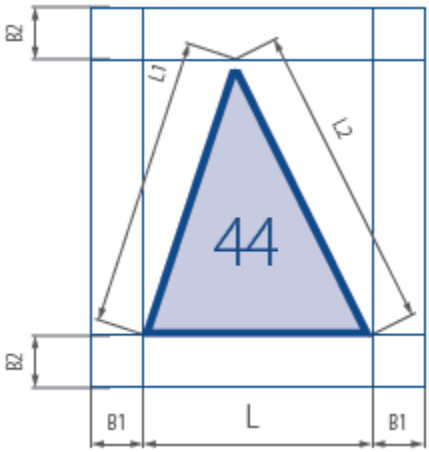


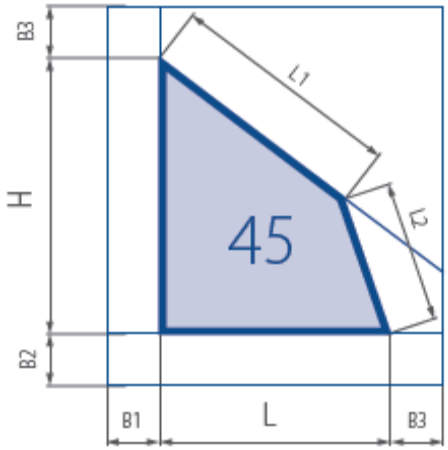


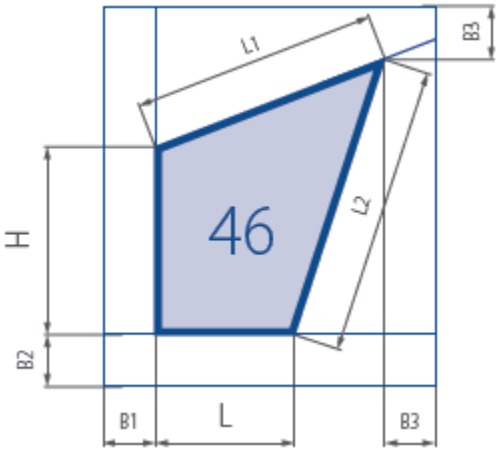


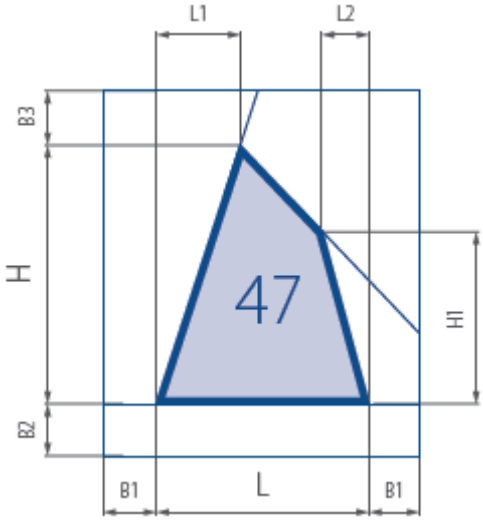


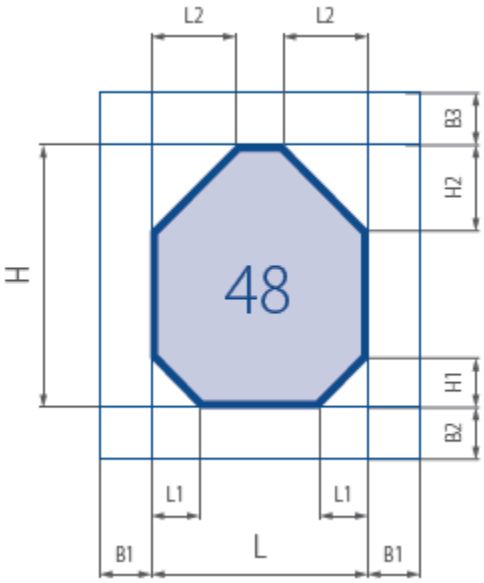
© Copyright by PRESS GLASS SA

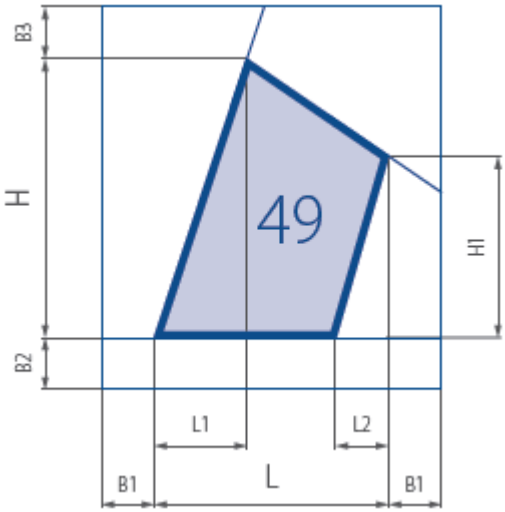




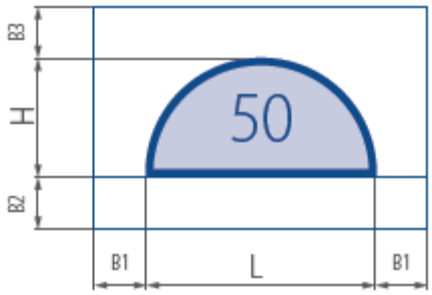


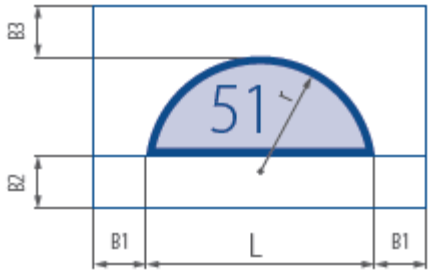


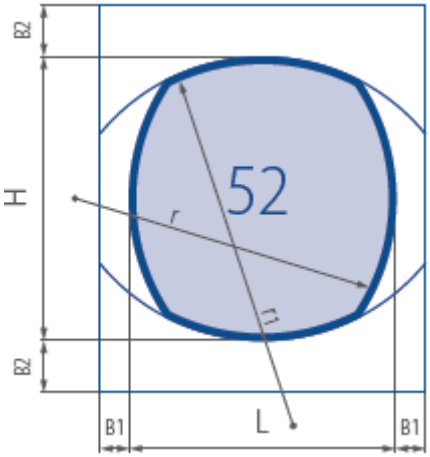


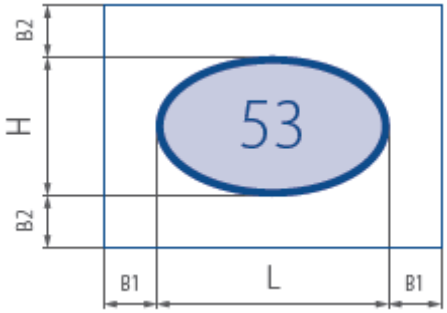


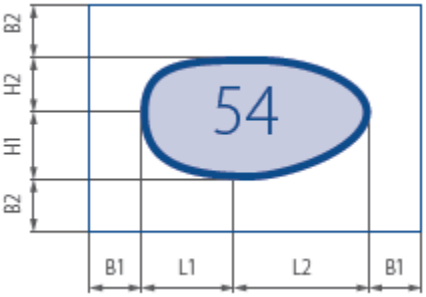
© Copyright by PRESS GLASS SA

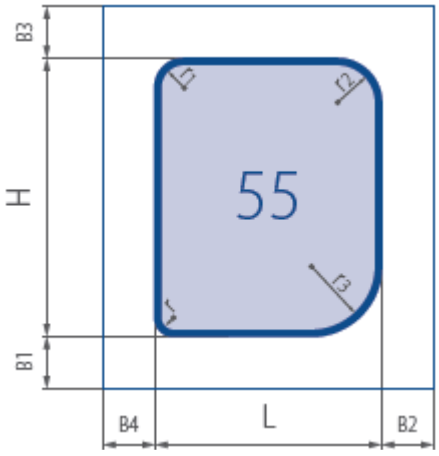




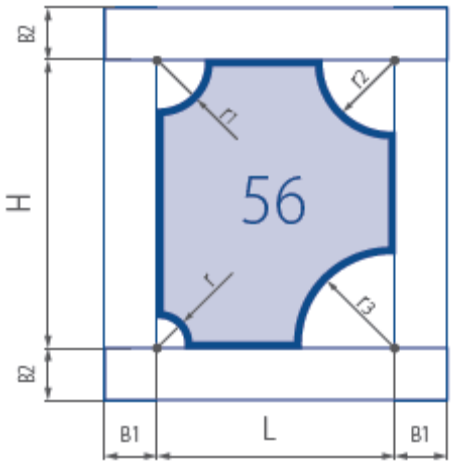


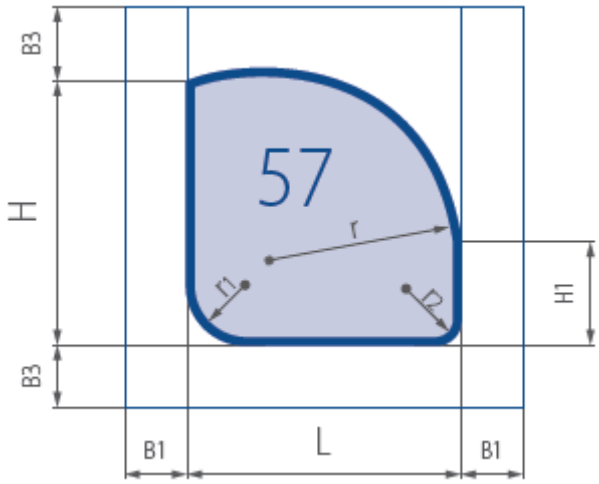


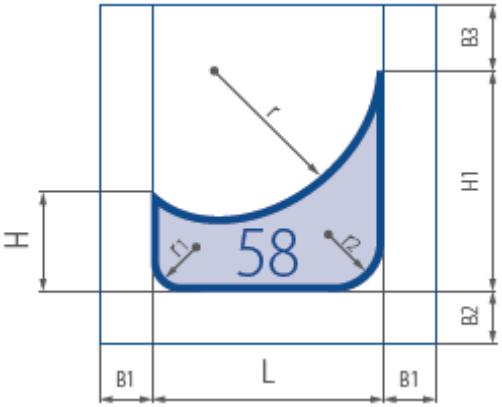


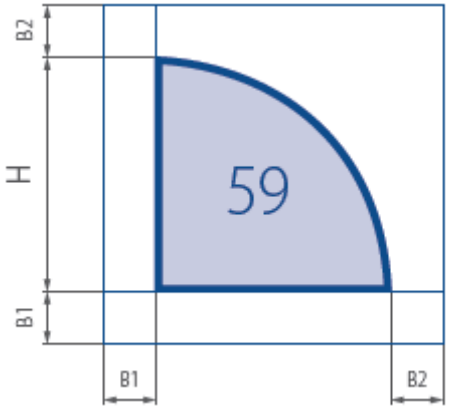


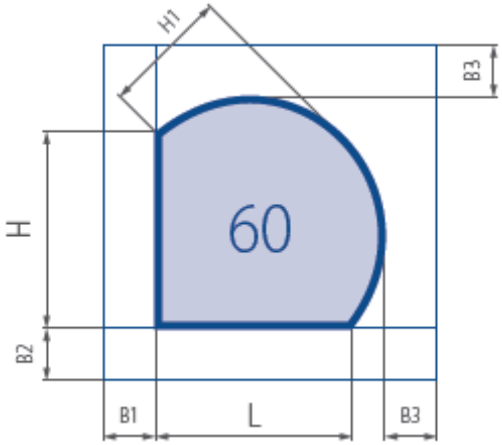
© Copyright by PRESS GLASS SA

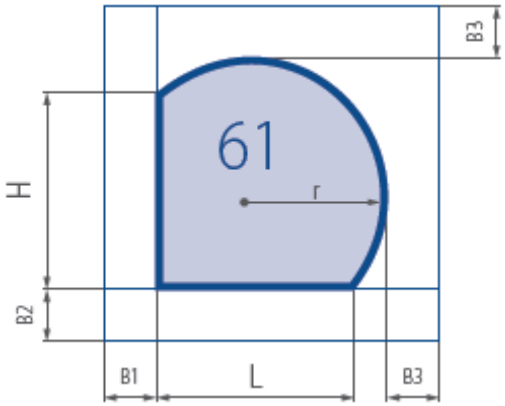




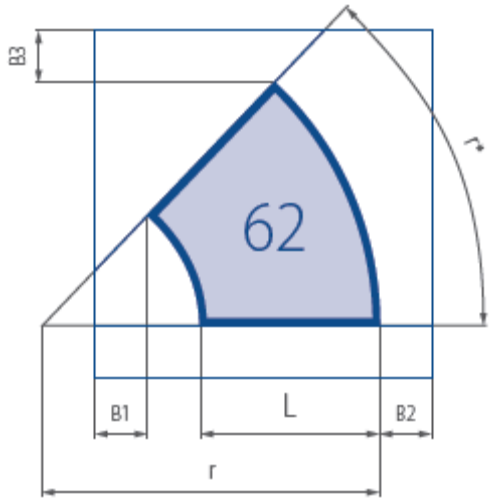








© Copyright by PRESS GLASS SA



 © Copyright by PRESS GLASS SA

CZĘŚĆ IV – BIBLIOGRAFIA

- PN–EN 1279 -1÷6 Szkło w budownictwie. Szyby zespolone izolacyjne
- PN–EN 12150 -1 Szkło w budownictwie. Termicznie hartowane bezpieczne szkło sodowo-wapniowo-krzemianowe
- PN-EN 14179 -1 Szkło w budownictwie. Termicznie wygrzewane hartowane bezpieczne szkło sodowo-wapniowo-krzemianowe
- PN-EN 572 -1÷9 Szkło w budownictwie. Podstawowe wyroby ze szkła sodowo-wapniowo-krzemianowego
- PN-EN 1096 -1 Szkło w budownictwie. Szkło powlekane
- PN-EN ISO 12543 -1÷6 Szkło w budownictwie. Szkło warstwowe i bezpieczne szkło warstwowe
- PN-EN 356 Szkło w budownictwie. Szyby ochronne. Badania i klasyfikacja odporności na ręczny atak
- PN-EN 12600 Szkło w budownictwie. Badanie wahadłem. Udarowa metoda badania i klasyfikacja szkła płaskiego
- PN-EN 357 Szkło w budownictwie -Ognioodporne elementy oszkleniowe z przezroczystych lub przejrzystych wyrobów szklanych -Klasyfikacja ognioodporności.
- PN-EN 1863-1 Szkło w budownictwie. Termicznie wzmocnione szkło sodowo-wapniowo-krzemianowe
- PN-EN 1288-3 Szkło w budownictwie. Określanie wytrzymałości szkła na zginanie.
- Technologia szkła - praca zbiorowa
- Glasschaeden – Ekkehard Wagner
- GlassTime Podręcznik o szkle, Guardian
- Poradnik Szklenia Izolacyjnego, Dow Corning
- Przewodnik po szkle, Saint Gobain Glass
- Glazing Guidelines Guideline for Visual Assessment of the Visible Quality of Enamelled and Screen-printed glass, Interpane
- Concept of nonlinear analysis and design of glass panels - Andrew K.W. So, Benny Lai, S.L. Chan

 © Copyright by PRESS GLASS SA

PRESSGLASS
LEADING IN EUROPE

PRESS GLASS SA
Nowa Wieś, ul. Kopalniana 9
42-262 Poczesna, Polska
tel. +48 34 327 50 69
www.pressglass.eu