

# WARUNKI TECHNICZNE

# 2

**SZKŁO BEZPIECZNE  
EMALIOWANE HARTOWANE**

## Spis treści

2. Szkło bezpieczne hartowane emaliowane.....	2
2.1 Charakterystyka.....	2
2.2 Możliwości techniczne wykonywania szkła emaliowanego hartowanego.....	2
2.3 Metody nanoszenia emalii ceramicznych.....	3
2.3.1 Emaliowanie walcem/rolką.....	3
2.3.2 Sitodruk.....	3
2.3.3 Ceramiczny druk cyfrowy.....	3
2.4 Ocena jakości szkła emaliowanego.....	4
2.4.1 Sposób oceny.....	4
2.4.2 Kryteria oceny szkła emaliowanego częściowo lub w całości (budowlanego).....	5
2.5 Ocena koloru emalii.....	6
2.5.1 Rodzaj szkła bazowego i wpływ barwy szkła.....	6
2.5.2 Oświetlenie ocenianego obiektu.....	6
2.5.3 Sposób obserwacji.....	6
2.5.6 Pozostałe wytyczne stosowania szkła emaliowanego.....	6

## Spis Tabel

Możliwości techniczne wykonywania szyb emaliowanych.....	2
Informacje ogólne.....	2
Emaliowanie walcem/rolką.....	3
Sitodruk.....	3
Ceramiczny druk cyfrowy.....	3
Warunki wykonania oceny.....	4
Kryteria oceny szkła emaliowanego częściowo lub w całości (budowlanego).....	5

Wykonał	Rewizja	Data
Marek Pawłowski-Tokarz	Dokument Oryginalny	09.03.2022
Marek Pawłowski-Tokarz	Rewizja: 1.0	24.04.2024
Marek Pawłowski-Tokarz	Rewizja 1.1	26.04.2024

## 2. Szkło bezpieczne hartowane emaliowane

### 2.1 Charakterystyka

Za szkło emaliowane uznaje się szkło typu float (sodowo-wapniowo-krzemianowe) wg. EN 572-2 lub niektóre szkła z powłokami funkcyjnymi wg PN-EN 1096 pokryte w całości lub częściowo warstwą lub warstwami emalii. Strona pokryta emalią ceramiczną powinna zawsze być zamontowana tak, aby nie była narażona na warunki atmosferyczne (w szybie zespolonej - pozycja 2 lub dalsze; w szybie laminowanej „do środka laminatu”). Wyjątkiem są specjalne zastosowania szyb emaliowanych, które muszą być wcześniej uzgodnione z producentem. Do oceny jakościowej budowlanego szkła emaliowanego przyjmuje się takie same kryteria jak przy ocenie szkła hartowanego lub termicznie wzmocnionego.

### 2.2 Możliwości techniczne wykonywania szkła emaliowanego hartowanego

Możliwości techniczne wykonywania szkła emaliowanego				
Metoda zdobienia	Walec	Rolka	Sitodruk	Ceramiczny druk cyfrowy
Grubość szkła [mm]	4 – 19*	4 – 19*	4 – 19*	4 – 19
Max. wymiar [mm]	2445 x 5100	2445 x 4000	1950 x 3600	3300 x 6000
Kształty	Katalog, Szablon, DWG, DXF	Katalog, Szablon, DWG, DXF**	Katalog, Szablon, DWG, DXF	Katalog, Szablon, DWG, DXF
Pełne pokrycie	Tak	Nie	Tak	Tak
Częściowe pokrycie	Nie	Tak	Tak	Tak
Wzory	Nie	Tak***	Tak	Tak
Gradienty	Nie	Nie	Nie	Tak
Wydruk fotorealistyczny	Nie	Nie	Nie	Tak
Kolor	RAL/NCS****	RAL/NCS****	RAL/NCS****	RAL/NCS**** Spot Color***** DMiX*****

\* 4-19 dla szkła float, dla szkła z powłokami funkcyjnymi należy skontaktować się z Vitroterm-Murów-S.A.

\*\* brak możliwości naniesienia emalii na krawędzie nie prostoliniowe i kąty wewnętrzne.

\*\*\* wzory dostępne w postaci ramek przy krawędziach szkła. Max. szerokość ramki 300 mm

\*\*\*\* dopasowanie do palet RAL/NCS, w przypadku druku cyfrowego, po ustaleniu z producentem możliwe uzyskanie dopasowania do dostępnych kolorów RAL/NCS w technologii CMiX

\*\*\*\*\* kolory jednorodne Spectrum R - White, Black, Blue, Orange, Red, Green

\*\*\*\*\* Paleta gotowych kolorów, uzyskiwana metodą cyfrowego mieszania na szkle. Uzyskane w ten sposób kolory z bardzo bliskiej odległości wykazują charakterystyczną ziarnistość.

Informacje ogólne	
<b>Szkło bezpieczne</b>	Emalie i tusze ceramiczne stosowane w przedsiębiorstwie Vitroterm-Murów S.A. podczas procesu hartowania wtapiają się w powierzchnię szkła tworząc trwałą powłokę. Ze względu na konieczność przeprowadzenia procesu hartowania, szkło emaliowane jest szkłem bezpiecznym.
<b>Pokrycie</b>	Stosowane metody zdobienia szkła umożliwiają naniesienie emalii w postaci pełnego pokrycia, ramek, wzorów geometrycznych, wydruków fotorealistycznych, itp.
<b>Kolory</b>	Kolor emalii można określić oceniając obrobioną termicznie tafłę szkła emaliowanego. Barwa własna oraz grubość użytego rodzaju szkła bazowego znacząco wpływa na ostateczną percepcję koloru emalii.
<b>Transmisja światła</b>	W zależności od procesu produkcyjnego i koloru emalii, szkło emaliowane charakteryzuje się większą lub mniejszą transmisją światła, a zatem nie jest nieprzezroczyste. Jasne kolory emalii odznaczają się większą transmisją światła niż kolory ciemne.
<b>Znakowanie</b>	Emaliowane szkło hartowane lub termicznie wzmocnione (jeżeli za mówienie tego nie specyfikuje) jest znakowane w sposób trwały zgodnie z normą PN-EN 12150, PN-EN 1863 lub PN-EN 14179, symbolem producenta oraz numerem stosownej normy.

## 2.3 Metody nanoszenia emalii ceramicznych

### 2.3.1 Emaliowanie walcem/rolką

Emaliowanie walcem/rolką	
Opis	Metoda polega na nanoszeniu warstwy emalii ceramicznej za pomocą walca/rolki, który na obwodzie posiada nacięte rowki rozpraszające emalię. Emaliowanie wałkiem/rolką, w porównaniu do pozostałych metod, pozwala na uzyskanie najgrubszych warstw emalii.
<b>Specyficzne cechy technologiczne</b>	
Powierzchnia emalii	Widoczna na powierzchni emalii charakterystyczna struktura będąca odbiciem walca/rolki. Możliwe zgrubienia emalii na krawędziach oraz na „łączeniach” ramek maskujących nanoszonych za pomocą rolki.
Krawędzie	Możliwe pokrycie emalią krawędzi szkła (w szczególności krawędzie poruszające się równoległe do kierunku emaliowania).
Cechy	Możliwy efekt rozgwieżdżonego nieba (przy podświetleniu).
Inne	Wszelkie elementy umieszczone pod emaliami o jasnych kolorach – mające z nim bezpośredni kontakt tj.: uszczelniacze, kleje, uchwyty, warstwy izolacyjne itp. w zależności od typu i koloru wydruku, mogą być widoczne przez szkło.
Uwagi	Zalecane jest określenie zastosowania szkła emaliowanego i wykonanie próbek.

### 2.3.2 Sitodruk

Sitodruk	
Opis	Metoda polega na nanoszeniu warstwy emalii ceramicznej, za pomocą przesuwającego się po sicie drukarskim rakla. Emalia przeciśnięta przez sito drukarskie tworzy warstwę na powierzchni szkła. Grubość naniesionej warstwy emalii ceramicznej jest cieńsza w porównaniu z metodą walca i zarazem grubsza od warstwy uzyskiwanej w metodzie ceramicznego druku cyfrowego.
<b>Specyficzne cechy technologiczne</b>	
Powierzchnia emalii	Na powierzchni emalii występuje charakterystyczna drobna struktura będąca odbiciem sita. Możliwe występowanie smug na powierzchni emalii. Możliwe wzdłużne oraz poprzeczne cienkie linie.
Krawędzie	Możliwe zabrudzenie emalią niepolerowanych krawędzi szkła oraz lokalne braki emalii przy krawędziach.
Cechy	Możliwy efekt rozgwieżdżonego nieba (przy podświetleniu).
Inne	Wszelkie elementy umieszczone pod naniesioną sitodrukiem emalią – mające z nim bezpośredni kontakt tj.: uszczelniacze, kleje, uchwyty, warstwy izolacyjne itp. w zależności od typu i koloru wydruku, mogą być widoczne przez szkło.
Uwagi	Zalecane jest określenie zastosowania szkła emaliowanego i wykonanie próbek.

### 2.3.3 Ceramiczny druk cyfrowy

Ceramiczny druk cyfrowy	
Opis	Metoda polega na nanoszeniu warstwy emalii ceramicznej przy użyciu sterowanego cyfrowo, bezpośredniego natrysku tuszu ceramicznego na szkło. Technologia charakteryzuje się możliwością wiernego oddania drobnych detali drukowanego obrazu/wzoru. Możliwe jest to m.in. dzięki uzyskiwaniu znacznie mniejszej grubości warstwy emalii ceramicznej niż ma to miejsce w metodzie nakładania metodą walca/rolki czy sitodruku.
<b>Specyficzne cechy technologiczne</b>	
Powierzchnia emalii	Możliwe widoczne linie zorientowane w kierunku druku (w zależności od typu i koloru nadruku) oraz "otwarte oczka". Możliwe wystąpienie ząbkowania krawędzi wydruku w kierunku prostopadłym do kierunku druku (w szczególności: wzory geometryczne, znaki alfanumeryczne). W obrębie krawędzi nadruku/szkła mogą występować miejscowe zgrubienia powłoki ceramicznej. Możliwe miejscowe rozmycia obrazu oraz cienie (w szczególności: wydruki fotorealistyczne, cała powierzchnie).
Powierzchnia szkła (niezadrukowana)	Możliwe występowanie zamglenia rozpylonym tuszem (w szczególności: krawędzie nadruku, niezadrukowane powierzchnie drobnych wzorów geometrycznych).
Krawędzie	Możliwe występowanie zabrudzeń i/lub zapyleń rozpylonym tuszem (w szczególności: niepolerowane krawędzie szkła).
Inne	Wszelkie elementy umieszczone pod cyfrowym nadrukiem ceramicznym – mające z nim bezpośredni kontakt tj.: uszczelniacze, kleje, uchwyty, warstwy izolacyjne itp. w zależności od typu i koloru wydruku, mogą być widoczne przez szkło.
Uwagi	Wskazane jest określenie zastosowania szyb emaliowanych i wykonanie próbek.

## 2.4 Ocena jakości szkła emaliowanego

Niniejsze wytyczne stosuje się do oceny jakościowej szkła pokrytego w całości lub częściowo powłoką emaliowaną, poddanego procesowi hartowania lub wzmacniania termicznego (pół-hart).

W celu zapewnienia odpowiedniej jakości i prawidłowej oceny wyrobu końcowego, konieczne jest określenie pomiędzy zamawiającym, a Vitroterm-Murów S.A. pełnego zakresu wymagań jakie ma spełniać wyrób, a w szczególności:

- a) zastosowanie: budowlane, inne;
- b) miejsce montażu: wewnątrz; na zewnątrz;
- c) rodzaj szklenia: pojedyncze, laminowane, zespolone;
- d) widoczność (widziane z jednej/obu stron, ścianka działowa, panel naścienny itp.);
- e) czy występuje bezpośrednie podświetlenie szyby;
- f) sposób montażu (klej, uszczelnienie, rotule, ramy, profile, itp.);
- g) obróbka krawędzi szkła (dla krawędzi widocznych zaleca się szlifowanie i polerowanie; w przypadku krawędzi szlifowanych mogą wystąpić zabrudzenia, zapylenia emalią/tuszem);
- h) określenie położenia tzw. „punktu bazowego” dla nanoszonej emalii (w szczelności dla: wzorów geometrycznych, napisów, ramek, itp.).\*

\* Jeżeli punkt bazowy nie zostanie określony przyjmuje się, że stanowi go krawędź szkła lub punkt „0” dla ceramicznego druku cyfrowego)

### 2.4.1 Sposób oceny

Do oceny jakościowej budowlanego szkła emaliowanego przyjmuje się takie same kryteria jak przy ocenie szkła hartowanego (wg PN-EN 12150-1) lub termicznie wzmocnionego (wg PN-EN 1863-1).

Ocena jakościowa szkła emaliowanego do innych zastosowań wymaga dodatkowych uzgodnień z producentem. Jeżeli w zamówieniu nie określono innego zastosowania szkła emaliowanego przyjmuje się kryteria oceny jak dla szkła budowlanego.

Warunki wykonania oceny	
Pozycja szkła obserwowanego	Pionowa
Obserwowana strona szkła	Nie pokryta emalią
Kierunek obserwacji	Prostopadły do obserwatora
Odległość obserwacji	3 metry
Tło do obserwacji	Ciemne, nieoświetlone
Przyrządy oceny	Gołe oko
Warunki oświetlenia	Naturalne rozproszone oświetlenie
Dodatkowe oświetlenie	Niedopuszczalne
Czas trwania badania	$\leq 30 \text{ s/m}^2$
Dopuszczalne wady	Na stronie emaliowanej, niewidoczne od strony szkła
Inne wytyczne	Dla szkła budowlanego poprawna ocena wymaga aby wady ujawnione z odległości mniejszej niż 3 m nie były zaznaczone do przeprowadzenia badania. Dla każdego badania należy odnotować wymiar oraz ilość punktów, cienkich zarysowań lub zadrapań, które powodują zakłócenia widzenia.

## 2.4.2 Kryteria oceny szkła emaliowanego częściowo lub w całości (budowlanego)

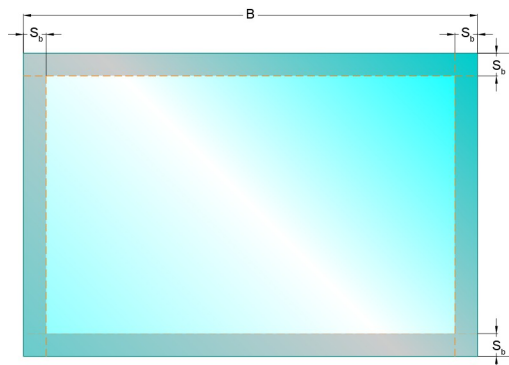
### Kryteria oceny szkła emaliowanego częściowo lub w całości (budowlanego)

Wyróżnia się podział powierzchni formatki emaliowanej na strefę brzegową – pas 15 mm oraz strefę główną – obejmującą pozostałą powierzchnie formatki.

#### Strefy oceny

Gdzie:  
B = szerokość formatki  
H = wysokość formatki

Strefa brzegowa:  
 $S_b = 15 \text{ mm}$



Rodzaj wady	Strefa główna		Strefa brzegowa	
Wady punktowe*	Wymiar [mm]	Tolerancja	Dopuszczalne bez ograniczeń	
	$0,5 < \phi \leq 1$	Dopuszczalne jeżeli mniej niż 3 szt. Na każdy obszar o $\phi 200 \text{ mm}$		
	$1 < \phi \leq 5$	Maksymalnie 3 sztuki na $\text{m}^2$ , w odstępie $\geq 100 \text{ mm}$		
	$\phi > 5$	Niedopuszczalne		
Wady liniowe	Długość [mm]	Pow. [ $\text{m}^2$ ]	Dopuszczalne bez ograniczeń	
	$\leq 75$	$\leq 3$		Suma długości [mm] $\leq 225$
	$> 75$	$> 3$		$75 / \text{m}^2$
	$> 75$	Niedopuszczalne		
Smugi plamy	Smugi	Dopuszczalne jeżeli nie są widoczne warunkach zgodnych ze sposobem oceny pkt. 2.4.1		
	Plamy	Wymiar [mm]	Tolerancja	
		$\phi \leq 17$	1 szt. / $\text{m}^2$	
Chmury**	Niedopuszczalne		Dopuszczalne bez ograniczeń	
Pozostałości wody	Niedopuszczalne		Dopuszczalne bez ograniczeń	
Struktury liniowe	Dopuszczalne bez ograniczeń		Dopuszczalne bez ograniczeń	
Pozostałości farby na krawędziach	Nie dotyczy		Dopuszczalne: dla szyb przeznaczonych do zespołów lub ram oraz dla szyb ze szlifem Niedopuszczalne: dla krawędzi widocznych (polerowanych)	

\*Braki emalii  $\leq 0,5 \text{ mm}$  (tzw. rozgwieżdżone niebo) nie są uznawane za wady.

Dopuszcza się dokonania korekty ubytków emalii, przed procesem obróbki cieplnej (hartowania lub wzmacniania termicznego) za pomocą emalii ceramicznej lub po procesie obróbki cieplnej za pomocą lakierów organicznych.

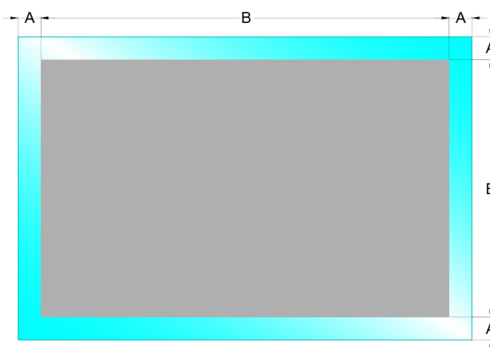
Lakiery organiczne nie mogą być stosowane do korekty ubytków emalii w obszarze uszczelnienia.

Naprawione wady nie mogą być widoczne z odległości 3 m.

\*\* - W przypadku bardzo szczegółowych wzorów (w szczególności rastry o średnicy  $< 5 \text{ mm}$ ) może wystąpić tzw. efekt Moiré.

### Tolerancje wymiarów i położenia emalii

	Wymiar formatki [mm]	Tolerancja
Położenie emalii [rys. wym A]	$\leq 2000$	$\pm 4,0$
	$\leq 3000$	$\pm 5,0$
	$> 3000$	$\pm 6,0$
	Wymiar nadruku [mm]	Tolerancja
Emaliowanie częściowe [rys. wym B]	$\leq 1000$	$\pm 3,0$
	$\leq 3000$	$\pm 4,0$
	$> 3000$	$\pm 5,0$
Niezadrukowany margines	Dopuszczalny do 3 mm dla metody Sitodruku oraz Druku cyfrowego	



## 2.5 Ocena koloru emalii

Percepcja koloru emalii nałożonej na powierzchnię szkła w wyrobie gotowym może wykazywać odchylenie od percepcji koloru emalii na dostarczonej próbce wzorcowej.

Kolory dopasowywane za pomocą ceramicznego druku cyfrowego wykazują różnice w stosunku do kolorów zawartych we wzornikach (np. RAL/NCS) oraz w stosunku do kolorów zawartych w obrazach cyfrowych. Niektóre kolory mogą być niemożliwe do dopasowania. Kolory symulujące jednolitą barwę wykonane w technologii DMiX, oglądane z bliskiej odległości wykazują charakterystyczną ziarnistość.

Zaleca się każdorazowe wykonanie próbki koloru/wydruku.

Główne czynniki, które mają wpływ na percepcję barwy nałożonej emalii przedstawione są poniżej.

### 2.5.1 Rodzaj szkła bazowego i wpływ barwy szkła

Standardowym szkłem bazowym jest szkło float, czyli powierzchnia płaska o wysokiej przepuszczalności światła, charakteryzująca się barwą własną, zależną od rodzaju, grubości oraz dostawcy szkła. Opcjonalnie może zostać użyte szkło ornamentowe lub szkło, na które zostały nałożone powłoki funkcyjne np. przeciwstoneczne, refleksyjne itp., które również charakteryzują się barwą własną.

Ostateczny kolor emalii uzyskuje się podczas procesu hartowania lub wzmacniania termicznego. W trakcie tego procesu emalia/tusz wtapia się trwale w strukturę szkła. Ze względu na niejednorodny rozkład temperatur w piecu hartowniczym, uzyskany kolor emalii może wykazywać odchylenia (globalne i/lub lokalne).

Dodatkową przyczyną różnicy w odcieniu koloru emalii może być rodzaj użytej technologii jej nakładania.

### 2.5.2 Oświetlenie ocenianego obiektu

Warunki oświetlenia w zależności od pory roku, pory dnia oraz panujących warunków pogodowych mają bardzo duży wpływ na ocenę koloru, użytych na obiekcie elementów emaliowanych. Oznacza to, że widmo światła, które poprzez różne czynniki (atmosferyczne, powierzchnia szkła) wpływa na kolor, w zakresie widma widzialnego (400 ÷ 700 nm) posiada zmienną intensywność. Już pierwsza powierzchnia szkła odbija część światła w zależności od kąta jego padania. W zależności od użytej emalii część kolorów w zakresie widma światła widzialnego będzie odbijana, część natomiast absorbowana. W związku z powyższym, w zależności od użytego źródła światła możemy otrzymać różną percepcję barwy ocenianej emalii.

### 2.5.3 Sposób obserwacji

Percepcja różnicy barw dla oka ludzkiego jest uzależniona od ocenianego koloru. Dla kolorów niebieskich percepcja oka na różnice odchylenia barwy jest dużo mniejsza niż dla kolorów zielonych.

Wpływ na percepcję koloru ma również kąt patrzenia na ocenianą powierzchnię szkła, a także w jakiej odległości od siebie znajdują się porównywane powierzchnie.

Z powyższych względów obiektywna ocena różnicy koloru nie jest możliwa.

W celu dokonania oceny końcowej koloru należy:

- dostarczyć do zamawiającego próbki szkła emaliowanego, jednego lub kilku kolorów;
- określić zakres tolerancji dla wybranego koloru posługując się systemem barw CIELAB;
- określić wielkości zamówienia (zaleca się jednorazowe zamówienie emalii na całe zamówienie, gdyż możliwe są różnice w odcieniu emalii z różnych partii produkcyjnych);
- wykonać próbkę szkła emaliowanego w skali 1:1 i o ile to możliwe wbudowanie jej w celu oceny wizualnej w miejscu docelowej eksploatacji;
- przy czym przyjmuje się, że oko ludzkie nie odróżni różnicy w barwie dwóch elementów jeżeli pomiar kolorymetrem o określonych stałych parametrach wynosi:  $\Delta L^* \leq 1,0$   $\Delta C^* \leq 0,6$   $\Delta H^* \leq 0,5$ .

Na tej podstawie następuje pisemna akceptacja dostarczonej do klienta próbki wraz z ustalonym zakresem tolerancji barwy emalii.

### 2.2.6 Pozostałe wytyczne stosowania szkła emaliowanego

- Użycie na emalii folii (laminacja) musi być wcześniej sprawdzone. Dotyczy to w szczególności pokrycia foliami octanowymi, gdyż grubość tych folii powoduje zmianę właściwości optycznych. Folie takie można wykorzystywać wyłącznie na pozycji 1 lub 4
- Kolory specjalne emalii np. metaliczne lub kombinacja wielu barw mogą być wykonane wyłącznie na specjalne zamówienie. Ich wykonanie i zastosowanie musi być w sposób szczególny uzgodnione z producentem
- Późniejsze przetwarzanie szkła emaliowanego mającego wpływ na zmianę jego właściwości fizykochemiczne jest niedopuszczalne
- Szkła emaliowane mogą być wykorzystane jako szkło pojedyncze lub laminowane (VSG), a także w izolacyjnych szybach zespolonych. W tych zastosowaniach podlegają odpowiednim normom dla tych produktów;

- e) Szkło emaliowane może zostać poddane testowi HST. Konieczność przeprowadzenia testu HST musi być podana w zamówieniu klienta
- f) Szkło emaliowane posiada niższą wytrzymałość statyczną niż szkło hartowane i termicznie wzmocnione nie pokryte emalią
- g) Wszystkie inne właściwości szkła pokrytego emalią podlegają następującym normom: PN EN 12150 dla szkła hartowanego, PN - EN1863 dla szkła termicznie wzmoczonego oraz PN – EN 14179 dla szkła z Heat Soak Test.