IZOLACJA I PROJEKTOWANIE Z SZYBAMI SANCO®

SANCO®
KSIĄŻKA O SZKLE

Zbiór najważniejszych informacji dotyczących szyb zespolonych i ich zastosowania w oknach oraz fasadach. Dane techniczne, funkcje i właściwości. Przykłady rozwiązań kolorystycznych wykorzystywanych w nowoczesnych projektach architektonicznych.

www.sanco.de

Wydanie 5 z roku 2014
Wydawca:
Glas Trösch GmbH - SANCO Beratung
86720 Nördlingen
© copyright 2014,
Glas Trösch GmbH - SANCO Beratung

Prawa autorskie w zakresie druku i mediów elektronicznych, dotyczą również skrótów i fragmentów tekstów. Dalsza publikacja bez wyraźnej zgody jest zabroniona. Dotyczy to również innych niż niemiecka wersji językowych.

Przedstawiane w poniższym opracowaniu dane techniczne odpowiadają aktualnemu stanowi w chwili ich wydruku i mogą być bez uprzedniej zapowiedzi zmienione. Wartości techniczne opierają się na danych podawanych przez dostawców lub zostały ustalone w ramach badań przeprowadzanych przez niezależny instytut badawczy każdorazowo zgodnie z aktualnymi normami. Podawane wartości funkcyjne dotyczą próbek przedstawionych do badań w przewidzianych dla tych badań wymiarach. Nie zostają objęte jakąkolwiek gwarancją podawane dane techniczne; w szczególności, jeśli badania są przeprowadzane w innych sytuacjach budowlanych lub jeśli pomiary sprawdzające następują na miejscu budowy. Podczas montażu koniecznie należy zapoznać się z aktualnie obowiązującymi wytycznymi SANCO dotyczącymi przeszkleń.
Dane techniczne obliczono za pomocą programu glaCE. Wartości współczynnika Ug ustalano zgodnie z normą PN EN 673 dla szyb zamontowanych pionowo.

SANCO jest chronionym znakiem towarowym. Stan na styczeń 2014.

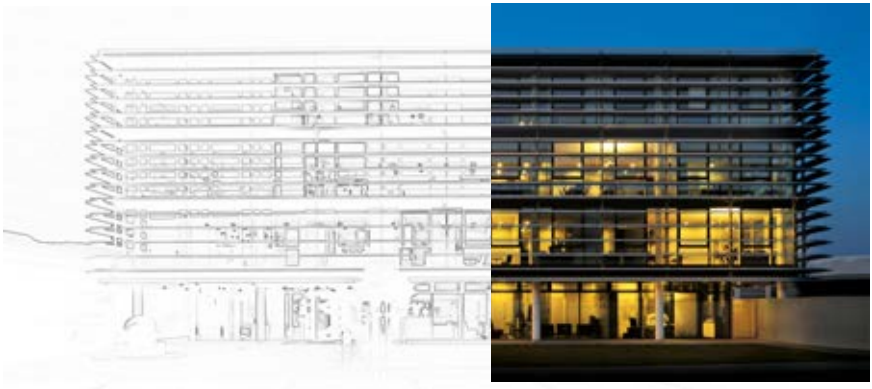
Jakiekolwiek roszczenia prawne nie mogą wywodzić się z zawartości niniejszej książki.
SANCO „Książkę o Szkle" można zamawiać poprzez Glas Trösch GmbH, SANCO Beratung lub bezpośrednio w najbliższym przedsiębiorstwie należącym do Grupy SANCO.

1. SANCO® – synonim marki, synonim przedsiębiorstw

Wzrastające zapotrzebowanie na różnorodne formy wykorzystania szkła są rezultatem dzisiejszych możliwości technologicznych. Obojętnie, czy dotyczy to sektora nowo powstających budynków i ich rozwiązań architektonicznych, czy budownictwa indywidualnego wysoka funkcjonalność nowoczesnych produktów ze szkła jest zachętą, aby w pełni wykorzystać możliwości jakie daje nam szkło. Decydującą rolę odgrywają obecnie znakomite właściwości ciepłochronne. Marka SANCO wraz ze swoją szeroką paletą produktów wychodzi naprzeciw wciąż rosnącym wymaganiom w zakresie budownictwa oraz surowym przepisom budowlanym.

SANCO oferuje szeroką paletę produktów dla kompleksowych rozwiązań budowlanych.

Obok najlepszych z możliwych do uzyskania właściwości ciepłochronnych, SANCO kładzie główny nacisk na szerokie możliwości kombinacji różnorakich funkcji. Efektywne wykorzystanie energii, ochrona przeciwsłoneczna, dźwiękochłonność, bezpieczeństwo oraz wyśmienita optyka łączą się aktywnie celem uzyskania najlepszej funkcjonalności. A to wszystko, ponieważ współczesne budynki wymagają specyficznych rozwiązań związanych z szeroko pojmowanymi sytuacjami budowlanymi.



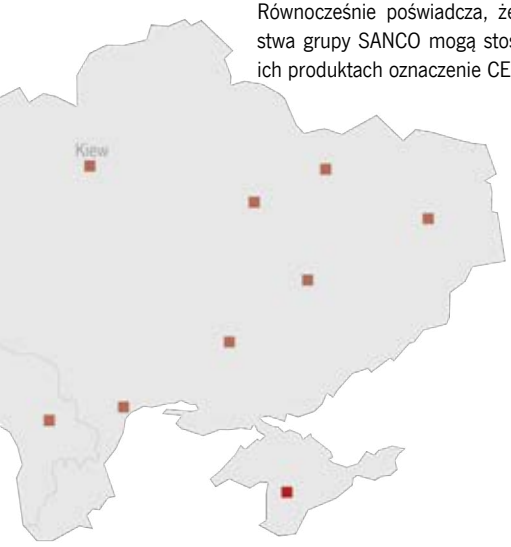
1.

Oslo
Helsinki
Kopenhagen
Amsterdam
Berlin
Warschau
Brüssel
Prag
Wien
Bratislava

Grupa SANCO: Więcej niż suma pojedynczych firm

Jakość która się sprawdza, to kluczowe słowa dla sukcesu marki i produktów SANCO. Wymóg dostarczania do wymagających klientów wszystkiego co najlepsze widoczny jest w konsekwentnym zarządzaniu jakością w grupie SANCO. Związane to jest nie tylko z własną, wewnętrzną kontrolą zakładową, ale również z kontrolą zewnętrzną uprawnionych do tego instytucji. Przedsiębiorstwa SANCO stawiają na paszporty produktu wystawiane przez Instytut IFT.

Dokument ten zawiera przegląd zbadanych systemów produkcji szyb zespolonych, sprawdzone reguły wymienności komponentów w szybach zespolonych zgodne z DIN EN 1279-1 oraz sprawdzone parametry szyb zespolonych wg DIN EN 1279-5. Równocześnie poświadcza, że przedsiębiorstwa grupy SANCO mogą stosować na swoich produktach oznaczenie CE.



Aktualną listę przedsiębiorstw należących do Grupy SANCO znajdą Państwo na www.sanco.de

1.

Przedsiębiorstwa grupy SANCO dysponują własnym, wieloletnim doświadczeniem. Doświadczenie to zostaje jeszcze dodatkowo wzmocnione poprzez licencję SANCO, udzielaną przez firmę Glas Trösch. Posiada ona ogromne doświadczenie w doradztwie, produkcji oraz stosowanych technologiach. W połączeniu z firmą Euroglas produkującą szkło float stanowi nieprzerwany łańcuch w zakresie Know-how począwszy od szkła bazowego, a kończąc na wymagających rozwiązaniach architektonicznych. Cztery huty szkła float dbają o obecność marki w całej Europie. Posiadają one również własne magnetrony umożliwiające pokrywanie szkła powłokami spełniającymi różnego rodzaju funkcje w zależności od aktualnych potrzeb.

Kompetencja – Doradztwo – Serwis

SANCO to nie tylko dostawca, to o wiele więcej niż tylko kompetentny partner dla swoich klientów i użytkowników produktów z marką SANCO. Oprócz szerokiego spektrum oferowanych produktów w ramach usług SANCO oferowany jest szeroki, zorientowany na praktyczne rozwiązania pakiet serwisowy oraz wsparcie od poziomu przetargu aż do gotowego obiektu. Średniej wielkości przedsiębiorstwa pozostające blisko swoich klientów stanową główną zasadę funkcjonowania w tej grupie. Przedsiębiorstwa grupy SANCO działają w swoim regionie oraz rozumieją jego specyficzne wymagania, dzięki czemu, szybciej i bliżej docierają do klientów. We współpracy z licencjodawcą, firmą Glas Trösch, przedsiębiorstwa należące do SANCO mogły w jeszcze szerszym zakresie rozwinąć swoje szczególne zdolności w zakresie przetwarzania szyb.

Wszelkiego rodzaju dane techniczne oraz informacje są wciąż aktualizowane. Dlatego książka ta nie jest dziełem skończonym. Badania i rozwój trwają dalej. Poprzez wprowadzanie coraz to nowych innowacyjnych rozwiązań produkty podlegają ciągłemu procesowi ulepszania. Również działania prawodawcze mają wpływ na zmiany w parametrach produktów. Dlatego książka ta jest aktualizowana co jakiś czas i wydawana na nowo.
Zawartość tej książki została opracowana zgodnie z najlepszą wiedzą, znajomością aktualnego prawa, wytycznych, norm i zarządzeń. Zastrzega się dokonywania jakichkolwiek zmian. Aktualne informacje można uzyskać pod adresem internetowym: www.sanco.de · www.isolierglas.de

Spis treści

1. SANCO – synonim marki, synonim przedsiębiorstw ..... 1.
2. Spis treści ..... 2.
3. Szkło jako materiał budowlany ..... 3.
4. Ochrona przed utratą ciepła ..... 4.
5. Ochrona przed hałasem ..... 5.
6. Ochrona przeciwsłoneczna ..... 6.
7. Bezpieczeństwo ..... 7.
8. Ochrona przeciwpożarowa ..... 8.
9. Przeszklenia dachowe ..... 9.
10. Szklenie strukturalne – Structural Glazing ..... 10.
11. Szkło w zastosowaniach konstrukcyjnych ..... 11.
12. Rozwiązania specjalne w szybach zespolonych ..... 12.
13. Szkło chroniące ptaki ..... 13.
14. LUXAR – szkło antyrefleksyjne ..... 14.
15. SANCO SILVERSTAR BioElectric ..... 15.
16. Techniczne wytyczne dotyczące szyb zespolonych ..... 16.

1. SANCO® – synonim marki, synonim przedsiębiorstw 3

2. Spis treści 9

3. Szkło jako materiał budowlany 23

3.1 Czym jest szkło? 23

3.2 Parametry szkła 23

3.3 Produkcja szkła float 23

3.4 Właściwości fizyczne szkła płaskiego 30

3.4.1 Definicje 31

3.4.2 Skład chemiczny 32

3.4.3 Właściwości fizyczne i mechaniczne 32

3.4.4 Stabilność właściwości fizycznych i chemicznych 33

3.4.5 Zabarwienie 33

3.4.6 Ogólne kryteria jakościowe i ich ocena 33

3.4.7 Właściwości mechaniczne 34

3.4.8 Szkło float przetwarzana się na 35

4. Ochrona przed utratą ciepła 37

4.1 Definicje 41

4.1.1 Współczynnik U (współczynnik przenikania ciepła) 41

4.1.2 Współczynnik g (całkowity współczynnik przenikalności energii) 42

4.1.3 Współczynnik LT (współczynnik przepuszczalności światła) ... 43

4.1.4 Współczynnik zacienienia b (shading coefficient) ... 45

4.1.5 Wskaźnik selektywności S ... 45

4.1.6 Indeks odtwarzania barw R_a ... 46

4.1.7 Emisyjność Ɛ ... 46

4.2 Sposób działania izolacyjnych szyb zespolonych SANCO ... 47

4.3 Linia magnetronowa – próżniowe nakładanie powłok ... 54

4.4 Współczynnik U dla okien i fasad ... 56

4.4.1 Współczynnik U dla szyb: U_g (jednostka: W/m²K) ... 56

4.4.2 Współczynnik U dla ram: U_f (jednostka: W/m²K) ... 57

4.4.3 Liniowy współczynnik przenikania ciepła: Ψ_g (jednostka: W/mK) ... 58

4.4.4 Współczynnik U dla okien i drzwi okiennych: U_w (jednostka: W/m²K) ... 61

4.4.5 Współczynnik U dla fasad: U_{cw} (jednostka: W/m²K) ... 63

4.4.6 Współczynnik temperaturowy *f* ... 66

4.5 Izolacyjne szyby zespolone marki SANCO ... 70

4.5.1 SANCO Plus EN2 / SANCO SILVERSTAR EN2plus ... 70

4.5.2 SANCO ESI – dwukomorowe Energooszczędne Szyby Izolacyjne ... 73

4.5.2.1 SANCO Plus TRIII E / SANCO SILVERSTAR TRIII E ... 74

4.6 SANCO ACS / ACSplus szyby zespolone z ciepłą ramką ... 77

4.7 SANCO VIP Panele termoizolacyjne z próżnią powietrzną ... 80

5. Ochrona przed hałasem ... 83

5.1 Źródła hałasu oraz jego odczuwanie ... 84

5.2 Krzywe pomiaru i ich znaczenie ... 85

5.2.1 Procedura przeprowadzania badań ... 85

5.2.2 Krzywa tłumienia oraz wartość ważona tłumienia ... 86

5.2.3 Widmowe wskaźniki adaptacyjne C i C_{tr} ... 87

5.3 Obowiązujące normy i zbiory przepisów ... 88

5.4 Definicje pojęć związanych z izolacją dźwiękową ... 89

5.5 Funkcje i budowa dźwiękochłonnych szyb zespolonych ... 94

5.6 Cechy dźwiękochłonnych szyb zespolonych ... 95

5.6.1 Szyba laminowana z folią SANCO Phon ... 96

5.7 Związki pomiędzy szybą zespoloną, oknem i fasadą ... 98

5.7.1 Okno dźwiękochłonne ... 99

5.8 Ochrona dźwiękochłonna w połączeniu z innymi funkcjami ... 101

5.8.1 Ochrona dźwiękochłonna i ciepłochronna ... 101

5.8.2 Ochrona dźwiękochłonna i bezpieczeństwo ... 102

5.8.3 Ochrona dźwiękochłonna i przeciwsłoneczna ... 103

5.9 Kombinacja szyb dźwiękochłonnych i ciepłochronnych ... 104

5.10 SANCO ESI Phon – dwukomorowa szyba zespolona – połączenie dźwiękochłonności i wysokiej izolacyjności ... 105

6. Ochrona przeciwsłoneczna 107

6.1 Słońce i szkło 108

6.1.1 Promieniowanie słoneczne 108

6.1.2 Efekt cieplarniany 111

6.2 Fizyczny sposób działania promieniowania słonecznego 112

6.2.1 Szkło i światło widzialne. Wartości fizyczne 113

6.2.2 Szkło i całkowita energia promieniowania słonecznego. Wartości fizyczne 114

6.2.3 Pozostałe parametry fizyczne opisujące promieniowanie i szkło 115

6.3 Technologie ochrony przeciwsłonecznej w szybach zespolonych 117

6.4 Proces powlekania szkła 118

6.4.1 Powlekanie próżniowe metodą magnetronową 119

6.4.2 Metoda pirolityczna powlekania szkła 120

6.5 Działanie powłoki w zależności od jej pozycji w szybie zespolonej 120

6.6 Przeciwsłoneczne szyby SANCO Sun T / SANCO SILVERSTAR SUNSTOP T oraz ich możliwe kombinacje 121

6.7 Ochrona przeciwsłoneczna w praktyce 125

6.7.1 Ochrona przeciwsłoneczna to nie to samo co ochrona przed oślepiającym słońcem 125

6.7.2 Ochrona przed nagrzewaniem się pomieszczeń w okresie letnim 125

6.7.3 Unikanie naprężeń w szybie zespolonej 126

6.7.4 Działania w zakresie optyki 126

6.7.5 Hartować czy nie hartować ? 126

6.7.6 Wykonywanie przeszkleń próbnych 127

6.8 Dopasowanie kolorystyczne pasów podokiennych na fasadach ze szkła SANCO Sun T / SANCO SILVERSTAR SUNSTOP T ... 127

6.8.1 Wentylowana fasada zimna ... 127

6.8.2 Ciepła fasada ... 128

6.8.3 Możliwości wykonania pasów podokiennych ze szkła SANCO Sun T / SANCO SILVERSTAR SUNSTOP T ... 128

6.9 SANCO CONTROL ... 129

6.9.1 Systemy umieszczone w przestrzeni międzyszybowej chroniące przed oślepianiem, światłem oraz zapewniające dyskrecję ... 129

6.9.2 Sterowanie przepływem światła ... 131

6.9.3 Możliwe systemy sterowania żaluzjami ... 133

6.9.4 Przegląd dostępnych funkcji ... 134

6.9.5 SANCO CONTROL w połączeniu z innymi funkcjami szyb zespolonych ... 136

7. Bezpieczeństwo ... 139

7.1 Szkło i bezpieczeństwo z SANCO Safe ... 139

7.2 Szkło zbrojone i polerowane szkło zbrojone ... 140

7.3 Szkło hartowane (ESG) SANCO DUR ... 140

7.3.1 Definicja szkła hartowanego ESG i jego właściwości ... 140

7.3.2 Obróbka po procesie hartowania ... 143

7.3.3 Zastosowanie ... 144

7.3.4 Parametry fizyczne (zgodnie z DIN 1249 część 10 i 12) ... 145

7.3.5 Obróbka szkła hartowanego ESG ... 146

7.4 Szkło częściowo hartowane (TVG) ... 146

7.5 Sitodruk na szkle i różnorodność jego zastosowań ... 149

7.5.1 SANCO PRINT na szkle hartowanym SANCO DUR ... 149

7.5.2 Wzory i elementy do produkcji szkła z sitodrukiem SANCO PRINT ... 152

7.5.3 Motywy dekoracyjne SANCO PRINT ... 153

7.5.4 Wytrawianie metodą sitodruku ... 154

7.6 Bezpieczne szkło laminowane (VSG) SANCO LAMEX ... 155

7.6.1 Definicja ... 155

7.6.2 Pasywne bezpieczeństwo szkła laminowanego VSG ... 157

7.6.2.1 Przeszklenia chroniące przed przebiciem i rozbiciem ... 159

7.6.2.2 Przeszklenia chroniące przed włamaniem ... 160

7.6.2.3 Przeszklenia chroniące przed ostrzałem z broni palnej ... 161

7.6.2.4 Przeszklenia chroniące przed falą detonacyjną ... 161

7.6.3 SANCO LAMEX – przeszklenia antywłamaniowe ... 162

7.6.4 Produkcja szkła laminowanego VSG ... 164

7.6.5 Przepuszczalność światła ... 165

7.6.6 Wytrzymałość materiału ... 165

7.6.7 Możliwości zastosowań szkła laminowanego SANCO LAMEX ... 165

7.6.8 Normy i wytyczne ... 167

7.6.8.1 Normy DIN i PN EN dla szkła bezpiecznego ... 167

7.6.9 Podział na klasy ... 168

7.6.10 Wyciąg z tabel z normy PN EN 1063 ... 170

7.7 Szkło z pętlą alarmową SANCO ALARM ... 172

7.7.1 Sposób działania szyby SANCO ALARM ... 172

7.7.2 Zalety szyby SANCO ALARM ... 173

7.8 LAMEX COLORPRINT ... 174

7.9 COLORPRINT HD ... 176

7.10 LAMEX COLORDESIGN / SANCO LAMEX COLOR ... 178

7.11 Zalecenia dotyczące zastosowania różnych rodzajów szkła ... 180

7.11.1 Przeszklenia pionowe bez ochrony przed wypadnięciem ... 180

7.11.2 Przeszklenia poziome ... 182

7.11.3 Przeszklenia zabezpieczające przed wypadnięciem ... 183

7.11.4 Przeszklenia w budynkach specjalnego zastosowania ... 184

7.11.5 Przeszklenia do wnętrz bez funkcji ochrony przed wypadnięciem ... 186

7.11.6 Szkła bezpieczne do zastosowań specjalnych ... 188

7.11.7 Szkło do zastosowań konstrukcyjnych ... 189

8. Ochrona przeciwpożarowa ... 191

8.1 Przepisy prawa budowlanego stosowane w ochronie przeciwpożarowej na terenie Niemiec ... 191

8.2 Klasyfikacja przeszkleń przeciwpożarowych, zamkniętych przestrzeni przeciwogniowych i dymoszczelnych z wycięciami przepuszczającymi światło – klasy odporności ogniowej ... 192

8.3 Aktualne normy dotyczące ochrony przeciwpożarowej ze szkła ... 194

8.3.1 Transparentne przeszklenia przeciwpożarowe – badanie zgodne z normą PN EN 1363 ... 195

8.4 Przeszklenia przeciwpożarowe ... 196

8.5 Zastosowania przeszkleń przeciwpożarowych ... 197

8.5.1 Przeszklenia przeciwpożarowe klasy ogniochronnej E (G) ... 198

8.5.2 Przeszklenia przeciwpożarowe klasy ogniochronnej EI (F) ... 200

8.5.3 Przeszklenia przeciwpożarowe klasy ogniochronnej EW ... 202

8.5.4 Otwierane przeszklenia przeciwpożarowe, przestrzenie zamykane dla zapewnienia ochrony przeciwpożarowej ... 202

8.5.5 Obszary zastosowań przeszkleń przeciwpożarowych w klasach odporności ogniowej E (G) oraz EI (F) ... 202

8.6 Szkła przeciwpożarowe w połączeniu z innymi funkcjami szyb zespolonych ... 203

8.7 Wskazówki dotyczące zastosowania przeszkleń przeciwpożarowych ... 203

9. Przeszklenia dachowe ... 205

9.1 Przeszklenia znajdujące się nad głową w ramach wytycznych TRLV / TRPV oraz dopuszczenia do jednostkowego stosowania w budownictwie ... 205

9.2 Definicja ... 205

9.2.1 Wykonanie zgodne z TRLV ... 206

9.2.2 Techniczne wytyczne dotyczące wymiarowania i stosowania przeszkleń mocowanych punktowo (TRPV) – wyciąg z przepisów ... 207

9.2.3 Zastosowania, które nie są zgodne z technicznymi wytycznymi TRLV / TRPV ... 210

9.3 Wskazówki dotyczące projektowania ... 211

9.4 Wysokość zabudowy ... 211

9.5 Szyba zespolona ... 211

9.5.1 Szyba zespolona ze stopniem ... 212

9.6 Wymiary szyb ... 212

9.7 Konstrukcja nośna / wykonanie wpustu pod szybę zespoloną ... 213
9.7.1 Podstawa krokwi ... 213
9.7.2 Konstrukcja ukośna z listwą maskującą ... 214
9.7.3 Konstrukcja ukośna bez listwy maskującej ... 215
9.7.4 Szyba zespolona z zakończeniem okapowym ... 216
9.8 Obciążenie wiatrem / obciążenie śniegiem ... 217
9.9 Kąt nachylenia ... 217
9.10 Przeszklenia dachowe i ochrona przeciwsłoneczna ... 217
9.11 Określanie grubości szkła ... 217
9.12 Metody obliczeń szkła narażonego na obciążenia powierzchniowe (wpływ wiatru, śniegu, ciężaru własnego oraz zmian ciśnienia) ... 218

10. Szklenie strukturalne – Structural Glazing ... 221
10.1 Podparcie mechaniczne ... 221
10.2 Odciążenie pustych przestrzeni ... 221
10.3 Jakość powierzchni profilu ... 223
10.4 Procedury przeprowadzania badań ... 223
10.5 Wymienność elementów ... 223
10.6 Wypełnienie gazem ... 223
10.7 Płaskość powierzchni szyby zewnętrznej ... 224
10.8 Przestrzeń międzyszybowa w szybie zespolonej ... 224
10.9 Ochrona przed utratą ciepła ... 224
10.10 Ochrona przeciwsłoneczna ... 225

10.11 Ochrona przed hałasem 225

10.12 Pasy podokienne w szkleniu strukturalnym 225

10.13 Silikon w szkleniu strukturalnym 225

10.14 Specyfika fasad strukturalnych 226

11. Szkło w zastosowaniach konstrukcyjnych 229

11.1 Systemy szklenia z mocowaniami punktowymi 229

11.2 Konstrukcje na fasady 230

11.2.1 SWISSWALL – system mocowań fasad szklanych 230

11.2.2 SWISSANCHOR – system mocowań punktowych szkła gładkich fasad zewnętrznych z ogólnym dopuszczeniem do stosowania w budownictwie 238

11.2.3 SWISSPOINT / SANCO POINT punktowe mocowanie przeszkleń 242

11.3. Konstrukcje ze szkła 245

11.3.1 SWISSROOF / SANCO ROOF kompletny system szklenia zadaszeń z ogólnym dopuszczeniem do stosowania w budownictwie 245

11.3.2 SWISSSTEP – Kompletny system schodów i podłóg ze szkła 249

11.3.3 LAMEX X-STRONG – bezpieczne szkło laminowane o zwiększonej wytrzymałości oraz ogólnym dopuszczeniem budowalnym 252

11.3.4 SWISSRAILING two sided – system balkonów francuskich ze szkła wraz z ogólnym dopuszczeniem budowalnym 255

12. Rozwiązania specjalne w szybach zespolonych 257

12.1 Szyby zespolone ze szprosami 257

12.1.1 Rodzaje montowanych szprosów 257

12.1.2 Uwagi techniczne dotyczące szprosów 260

12.1.3 Wpływ szprosów na właściwości termiczne szyby 261

12.2 Specjalne kombinacje szyb zespolonych ze szkłem lanym 262

12.3 Nietypowe szyby zespolone / szyby modelowe 263

12.4 Szyby wklejane we wręby ram okiennych – wymagania szczególne dla szyb zespolonych 265

13. Szkło chroniące ptaki 271

13.1 SILVERSTAR BIRDprotect OFFICE 272

13.2 SILVERSTAR BIRDprotect HOME 273

13.3 SILVERSTAR BIRDprotect STREET 273

14. LUXAR – szkło antyrefleksyjne 275

14.1 Zauważalne korzyści 276

14.2 Szyby zespolone SANCO z powłoką LUXAR 276

14.3 Dane techniczne 277

15. SANCO® SILVERSTAR® BioElectric 278

15.1 Sposób na przeciwdziałanie promieniowaniu wysokich częstotliwości 278

15.2 Dane techniczne SANCO SILVERSTAR BioElectric 279

16. Informacje techniczne dotyczące szyb zespolonych 281

3. Szkło jako materiał budowlany

3.1 Czym jest szkło?

Najważniejszymi surowcami używanymi w produkcji szkła float są:
- piasek kwarcowy
- wapień
- soda.

Wszystkie minerały występują w naturze w dużych ilościach oraz nie sprawiają żadnych problemów w procesie ich utylizacji. Co więcej, szkło jest dzisiaj paradnym przykładem udanego recyklingu. Od początku lat 60-ych szkło, które wykorzystywane jest w budownictwie, produkowane jest w technologii float. Float oznacza płynięcie lub unoszenie się na powierzchni i tym samym opisuje proces technologiczny. Produkt końcowy nazywany jest szkłem float i charakteryzuje się wysoką jakością oraz bardzo równą powierzchnią wolną od zniekształceń.

3.2 Parametry szkła

Szkło nie jest ani palne ani się nie zapala. Ma jednorodną, gładką powierzchnię i jest łatwe w utrzymaniu czystości, a zatem absolutnie higieniczne. Szkło ma bardzo wysoką odporność na działanie związków chemicznych, jest odporne na większość kwasów i zasad oraz jest nierozpuszczalne w wodzie i bardzo odporne na korozję. Szkło nie nasiąka wilgocią i jej nie oddaje. Nie może ono ani pęcznieć ani kurczyć się lub wypaczać. Jeśli raz zostanie mu nadany kształt, nie zmienia go już. Szkło jest odporne na działanie mrozu i temperatury otaczającego je powietrza. Szkło nie zmienia swojego zabarwienia, nie może zżółknąć lub zmatowieć. Szkło nie wchłania zapachu, ani go nie wydziela. Szkło jest nowoczesnym materiałem budowlanym o wielkich tradycjach i jeszcze większej przyszłości.

3.3 Proces produkcji szkła float

Na samym początku są surowce. 60 % piasku kwarcowego, 19 % sody, 15 % dolomitu (wapienia) oraz 6 % innych materiałów zostaje zgodnie z recepturą wymieszane. Następnie z dodatkiem ok. 20 % czystej stłuczki szklanej całość mieszanki zostaje doprowadzona na linię produkcyjną.

W specjalnej wannie szklarskiej mierzącego ok. 12 metrów szerokości i 60 metrów długości pieca szklarskiego znajduje się do 1.700 ton stopionej masy szklanej (w temp. 1.550 °C).

W obszarze pieca szklarskiego surowce zostają stopione. Dalej następuje klarowanie podczas którego ze stopionego szkła wydzielają się pęcherzyki gazu.

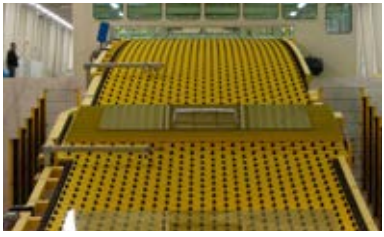
Następnie masa szklana wylewana jest do basenu float, w którym znajduje się płynna cyna. Ponieważ szkło ma niższą gęstość od cyny, zaczyna po niej płynąć. Dzięki temu powierzchnia powstającego szkła jest idealnie gładka i płaska.

Grubość i szerokość wstęgi szkła regulowana jest za pomocą specjalnych rolek. Aby uzyskać cieńsze szkło rolki rozciągają wstęgę na zewnątrz, dla grubszego szkła masa jest spęczniania do środka.

Wszystkie procesy produkcyjne zachodzące na linii są ciągle nadzorowane i rejestrowane przez system kamer i czujników.

Wstęga szkła w dalszym procesie jest kierowana do długiego na ponad 100 metrów tunelu chłodzącego. Temperatura szkła jest stopniowo obniżana z ok. 600 ˚C do 60 ˚C. Powolne i kontrolowane schładzanie eliminuje powstawanie wewnętrznych naprężeń w szkle.

Za pomocą specjalnych urządzeń wstęga przesuwającego się szkła jest badana pod kątem występowania nawet najmniejszych błędów.

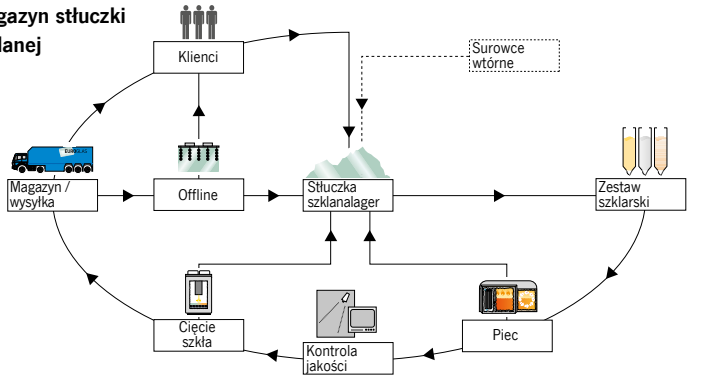


Następnie szkło jest cięte na wymiary standardowe i składowane. Na oddzielnej linii do cięcia szkło jest poddawane dalszej obróbce.

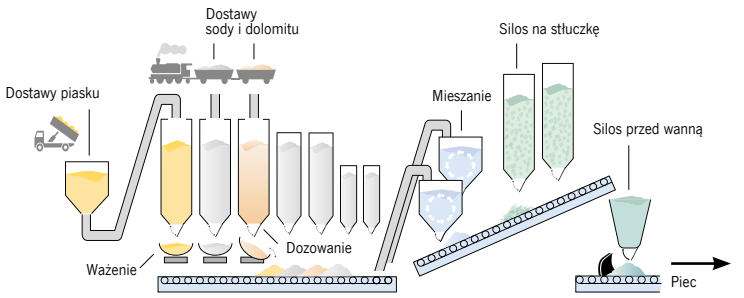
Produkcja szkła float

W nowoczesnym procesie produkcji szkła float powstaje długa, stała i nigdy nie przerywana wstęga szkła. Tylko najwyższej jakości precyzja całego długiego na ok. 400 metrów odcinka produkcyjnego może zagwarantować wyśmienitą jakość szkła float.

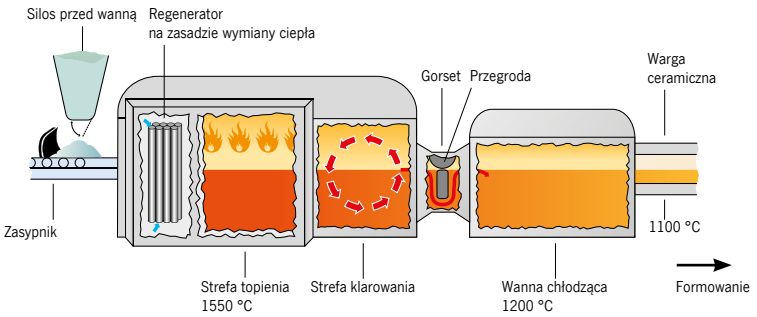
Magazyn stłuczki szklanej



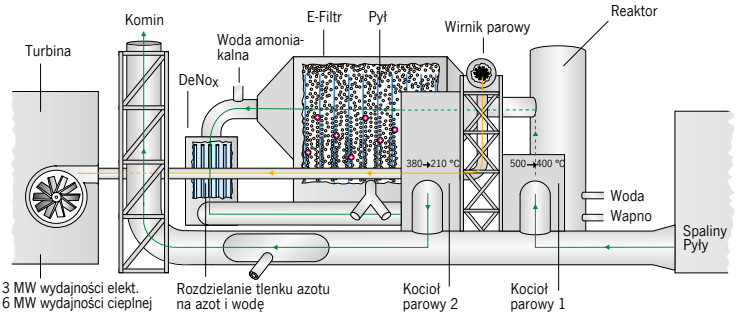
Zestaw szklarski



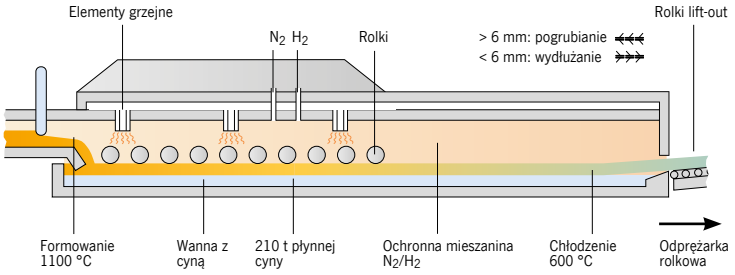
Piec



Odprowadzanie spalin oraz proces odzyskiwania ciepła

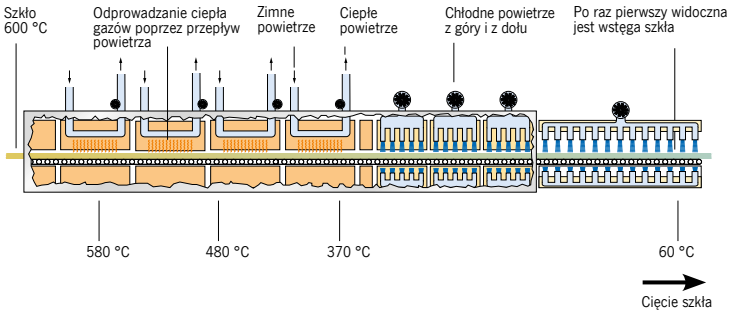


Formowanie

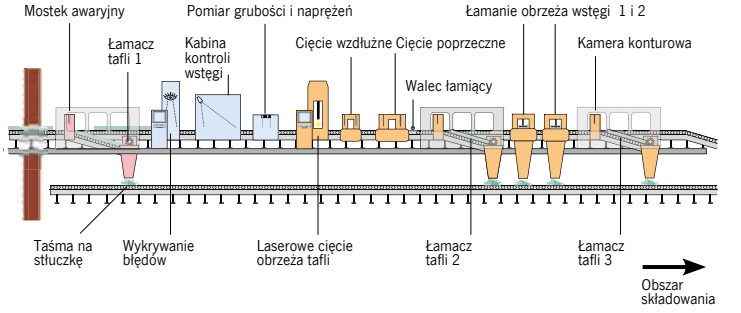


3.

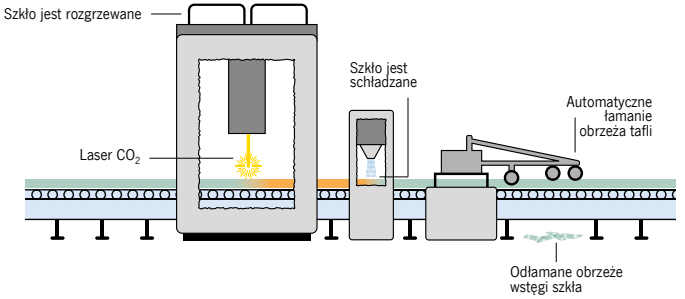
Odprężarka rolkowa



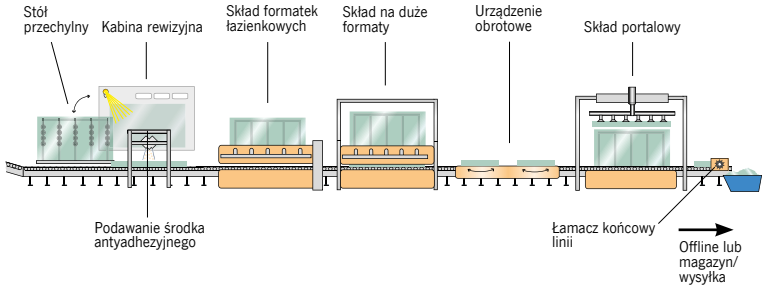
Cięcie szkła



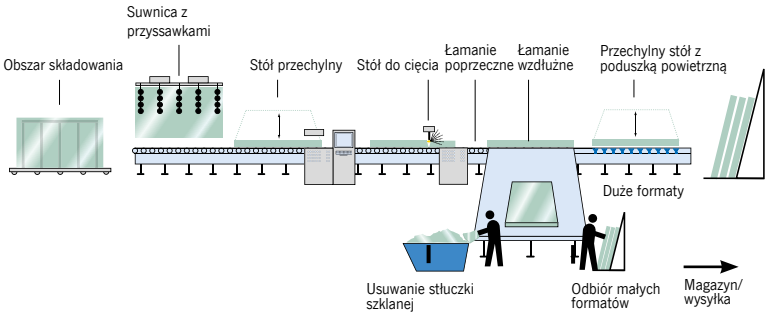
Laserowe cięcie obrzeża tafli



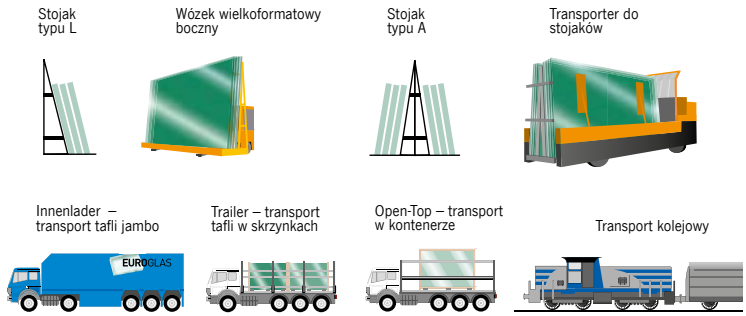
Obszar składowania



Offline



Magazyn/wysyłka



3.4 Właściwości fizyczne szkła płaskiego

Wyciąg z europejskiej normy PN EN 572-1

Przedmowa

Norma ta definiuje wyroby bazowe ze szkła sodowo-wapniowo-krzemianowego, dla której normy od PN EN 572-2 do PN EN 572-7 określają wymagania dotyczące wymiarów i jakości w stosunku do optycznych i/lub widocznych błędów. Definicja szkła float, ciągnionego szkła płaskiego, wzorzystego szkła walcowanego, polerowanego szkła zbrojonego, wzorzystego szkła zbrojonego i szkła profilowego zbrojonego i niezbrojonego zastąpiło obowiązujące wcześniej definicje szkła okiennego (teraz: płaskiego szkła ciągnionego), z normy DIN 1249-1, szkła lustrzanego (teraz: szkło float) z normy DIN 1249-3, szkła lanego (teraz: wzorzyste szkło walcowane i polerowane szkło zbrojone) z normy DIN 1249-4 i profilowego szkła budowlanego z normy DIN 1249-5.

Norma ta zastąpiła normę DIN 1249-10, przy czym w komentarzach do tej normy nie ma już wartości obliczeniowych dotyczących naprężeń zginających (30 N/mm2 dla szkła float, 50 N/mm^2 dla szkła hartowanego i 20 N/mm2 dla szkła ornamentowego, szkła ornamentowego zbrojonego i szkła zbrojonego polerowanego) stosowanych do obliczania grubości szkła według formuły bloku szkła Bach-a. W chwili obecnej znajduje się w opracowaniu norma europejska, która ma być wykorzystywana do obliczania grubości szkła i która powinna określić wyżej wymienione wartości obliczeniowe dla naprężeń zginających.

Zestaw norm

PN EN 572-2	Szkło w budownictwie – Podstawowe wyroby ze szkła sodowo-wapniowo-krzemianowego Część 2: Szkło float; polskie wydanie PN EN 572-2: 2005
PN EN 572-3	Szkło w budownictwie – Podstawowe wyroby ze szkła sodowo-wapniowo-krzemianowego Część 3: Szkło zbrojone polerowane; polskie wydanie PN EN 572-3: 2005
PN EN 572-4	Szkło w budownictwie – Podstawowe wyroby ze szkła sodowo-wapniowo-krzemianowego Część 4: Szkło płaskie ciągnione; polskie wydanie PN EN 572-4: 2005
PN EN 572-5	Szkło w budownictwie – Podstawowe wyroby ze szkła sodowo-wapniowo-krzemianowego Część 5: Wzorzyste szkło walcowane; polskie wydanie PN EN 572-5: 2005
PN EN 572-6	Szkło w budownictwie – Podstawowe wyroby ze szkła sodowo-wapniowo-krzemianowego Część 6: Wzorzyste szkło zbrojone; polskie wydanie PN EN 572-6: 2005
PN EN 572-7	Szkło w budownictwie – Podstawowe wyroby ze szkła sodowo-wapniowo-krzemianowego Część 7: Zbrojone i niezbrojone szkło profilowe; polskie wydanie PN EN 572-7: 2005

3.4.1 Definicje

Dla wykorzystania niniejszych norm europejskich obowiązują następujące definicje:

Szkło float
Szkło płaskie sodowo-wapienno-krzemianowe, przezroczyste, bezbarwne lub barwione w masie o równoległych i ogniowo wypolerowanych powierzchniach, otrzymywane metodą ciągłego wylewania na powierzchnię płynnego metalu.

Uwaga: w języku francuskim szkło płaskie nazywane jest „glace", a w angielskim „float glass".

Szkło płaskie ciągnione
Szkło płaskie sodowo-wapienno-krzemianowe, przezroczyste, bezbarwne lub barwione w masie, otrzymywane metodą ciągnienia, w początkowej fazie pionowo, o określonej grubości o dwustronnie ogniowo wypolerowanych powierzchniach.

Szkło ornamentowe
Szkło płaskie sodowo-wapienno-krzemianowe, przezroczyste, bezbarwne lub barwione wmasie, otrzymywane metodą ciągłego wylewania i walcowania.

Zbrojone szkło ornamentowe
Szkło płaskie sodowo-wapienno-krzemianowe, przezroczyste, bezbarwne lub barwione w masie, otrzymywane metodą ciągłego wylewania i walcowania, w które w trakcie procesu produkcyjnego wtapiana jest stalowa siatka zgrzewana we wszystkich krzyżujących się punktach. Powierzchnie mogą być wzorzyste lub gładkie.
Uwaga: W języku niemieckim szkło zbrojone z powierzchniami gładkimi określa się krótko: 'Drahtglas'.

Polerowane szkło zbrojone
Szkło płaskie sodowo-wapienno-krzemianowe, przezroczyste, bezbarwne o równoległych i wypolerowanych powierzchniach, otrzymywanych metodą szlifowania i polerowania szkła zbrojonego.

Zbrojone lub niezbrojone szkło profilowe
Szkło sodowo-wapienno-krzemianowe, przezroczyste, bezbarwne lub barwione w masie, zbrojone lub niezbrojone, otrzymywane metodą ciągłego wylewania oraz walcowania a nastepnie formowane w kształcie litery U podczas procesu produkcyjnego.

3.4.2 Skład chemiczny

Podstawowe wyroby szklane objęte niniejszą normą produkowane są ze szkła sodowo-wapienno-krzemianowego. Zawartość głównych składników (w % do całej masy), którego dotyczy ta norma jest następująca:

Dwutlenek krzemu (SiO_2)	od 69 do 74 %
Tlenek wapnia (CaO)	od 5 do 12 %
Tlenek sodu (Na_2O)	od 12 do 16 %
Tlenek magnezu (MgO)	od 0 do 6 %
Tlenek glinu (Al_2O_3)	od 0 do 3 %

Poza wymienionymi składnikami głównymi, w szkle mogą być obecne również niewielkie ilości innych komponentów.

3.4.3 Właściwości fizyczne i mechaniczne

Charakterystyka ogólna

Standardowe wartości liczbowe dotyczące właściwości fizycznych i mechanicznych szkła stosowanego do produkcji podstawowych wyrobów szklanych podano w tablicy poniżej. Dane te dla normalnie schłodzonego, nieodprężanego dalej szkła nie są wartościami dokładnymi, które szkło musi koniecznie spełnić. Są one jednak ogólnie uznanymi wartościami służącymi do obliczeń i w stosunku do których nie wymagana jest bardzo wysoka dokładność.

Własności techniczne szkła float

Właściwość	Symbol	Wartość liczbowa i jednostka
Gęstość (przy 18 °C)	ϱ	2500 kg/m^3
Twardość		6 jednostek (wg skali Mohs'a)
Moduł Yunga (moduł sprężystości podłużnej)	E	$7 \cdot 10^{10}$ Pa
Liczba Poissona	ν	0,2
Ciepło właściwe	c	$0{,}72 \cdot 10^{-3}$ (J/kg · K)
Średni współczynnik liniowej rozszerzalności cieplnej między 20 °C i 300 °C	α	$9 \cdot 10^{-6}K^{-1}$
Przewodność cieplna	λ	1 W/(m · K)
Średni współczynnik załamania promieniowania w zakresie widma widzialnego (380 do 780 nm)	n	1,5

Współczynnik rozszerzalności liniowej

Materiał	Rozszerzalność liniowa
Szkło sodowo-wapniowo-krzemianowe	$9{,}0 \cdot 10^{-6}/K$
Szkło borokrzemianowe	$3 – 4 \cdot 10^{-6}/K$
Szkło kwarcowe	$0{,}5 \cdot 10^{-6}/K$
Ceramika szklana	$0{,}0 \cdot 10^{-6}/K$
Aluminium	$24 \cdot 10^{-6}/K$
Stal	$12 \cdot 10^{-6}/K$
Beton	$10 – 12 \cdot 10^{-6}K^{-1}$

3.4.4 Stabilność właściwości fizycznych i chemicznych

Właściwości fizyczne i chemiczne podstawowych wyrobów szklanych mogą być traktowane jako niezmienne w czasie.
a) Szkło jest niewrażliwe na oddziaływanie fotochemiczne, a właściwości spektralne (przepuszczalność światła i energii słonecznej) podstawowych wyrobów szklanych nie ulegają zmianie w wyniku bezpośredniego lub pośredniego działania promieniowania słonecznego.
b) Powierzchnia szkła stosowanego w budownictwie jest w zasadzie niewrażliwa nawpływy środowiska naturalnego.

3.4.5 Zabarwienie

Szkło barwione w masie powstaje przez dodanie odpowiednich składników.

3.4.6 Ogólne kryteria jakościowe i ich ocena

Wygląd

Niniejsze kryteria dotyczą wyglądu wyrobu. Jakość optyczna może się zmniejszać na skutek występowania wad punktowych (pęcherzyki, kamyki, itp.), wad liniowych występujących na pewnej długości (plamy powodowane tarciem, rysy, podłużne linie, osady, odciski, itp.) oraz wad we wzorze lub wad w siatce zbrojeniowej.

Wady punktowe oceniane są w zależności od ich ilości i wielkości. Wady liniowe lub wady występujące na pewnej długości ocenia się wzrokowo. Wady we wzorze oraz wady w siatce zbrojeniowej ocenia się dokonując pomiaru zniekształcenia.

Jakość optyczna

Kryterium to dotyczy rozpoznawania obserwowanych przedmiotów przez szkło i stosowane jest jedynie w odniesieniu do wyrobów ze szkła przezroczystego. Najważniejszymi wadami, które mogą wpłynąć na jakość optyczną są zniekształcenia powierzchni oraz brak odpowiedniej jednorodności masy szklanej. Jakość optyczną należy oceniać stosując wzrokową metodę obserwacji.

3.4.7 Właściwości mechaniczne

Odporność na zginanie

Jako odporność na zginanie definiuje się takie minimalne naprężenie zginające, które przy zachowaniu poziomu zaufania wynoszącego 0,95 doprowadzi do prawdopodobnego pęknięcia w 5 % (patrz DIN 13 303, część 1 i część 2 lub DIN 53 804, część 1)

Porównanie wytrzymałości niektórych materiałów (wartości przybliżone)

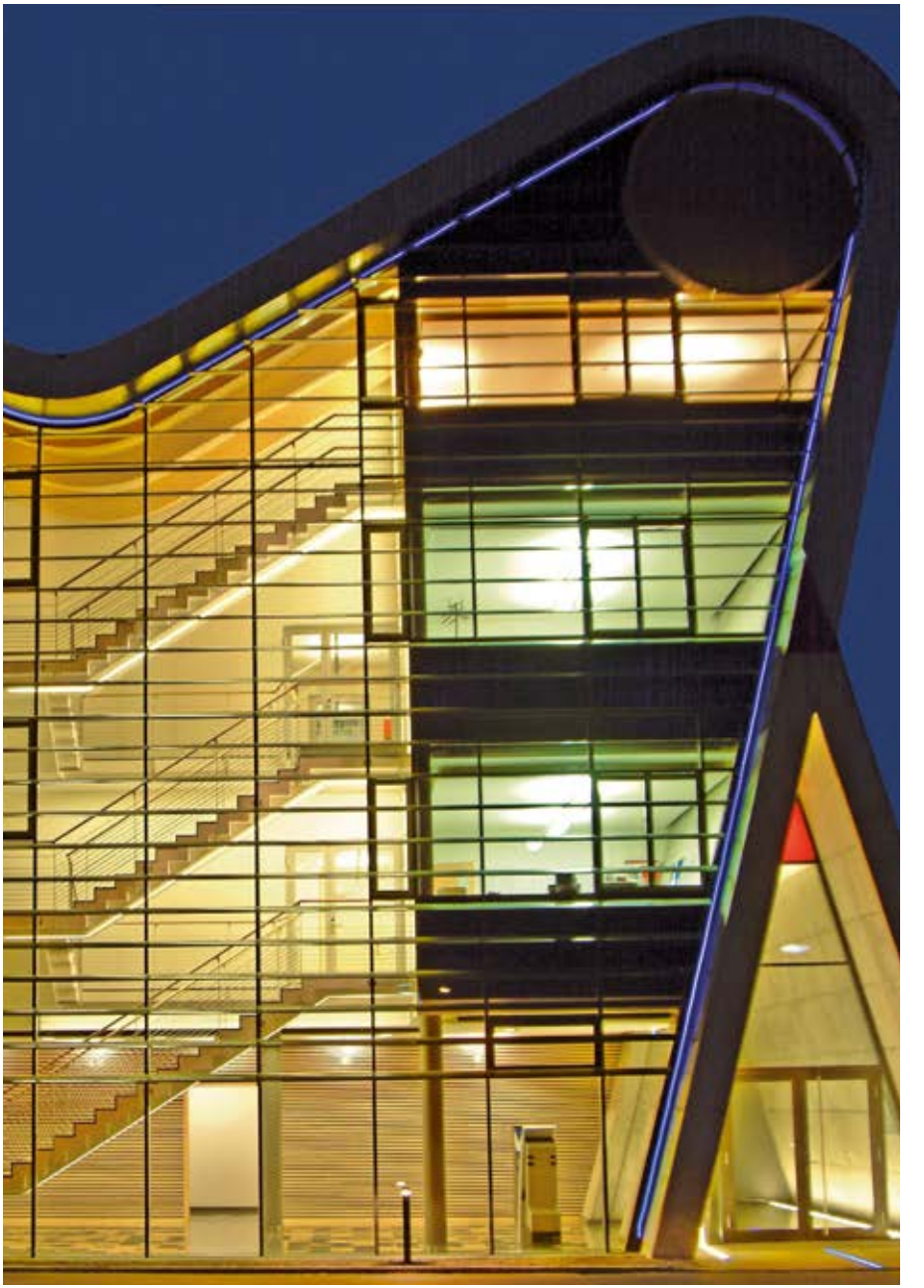
Materiał	Wytrzymałość na naprężenia zginające	Wytrzymałość na ściskanie
Szkło float/lustra	12 – 20 N/mm^2	400 N/mm^2
Szkło hartowane float	50 N/mm^2	400 N/mm^2
Aluminium	70 N/mm^2	70 N/mm^2
Stal konstrukcyjna	180 N/mm^2	180 N/mm^2
Dąb	50 N/mm^2	30 N/mm^2
Buk	35 N/mm^2	25 N/mm^2

3.4.8 Szkło float przetwarzana się na:

- Szyby zespolone dla budownictwa
- Szyby o wysokim stopniu ciepłochronności dla domów pasywnych
- Szyby zespolone dźwiękochłonne
- Szyby zespolone przeciwsłoneczne
- Szkło bezpieczne
- Szkło laminowane (VSG)
- Szkło hartowane (ESG)
- Szkło przeciwpożarowe
- Szkło emaliowane i z nadrukiem
- Jako szkło wielofunkcyjne do wielu zastosowań
- Szkło do konstrukcji w budownictwie, fasadach i oknach

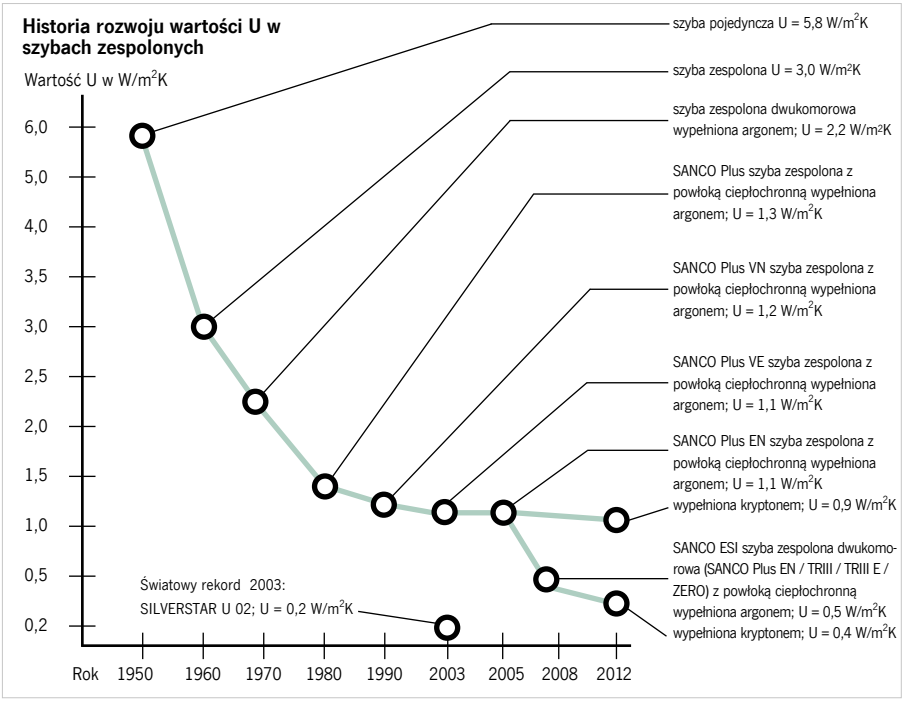
Szkło float jest materiałem bazowym w:

- Wyposażaniu punktów handlowych w lady sklepowe
- Wyposażaniu łazienek
- Wyposażaniu muzeów i punktów prezentacji
- Wyposażaniu wnętrz biurowych i medycznych
- Produkcji ścianek działowych w pomieszczeniach
- Produkcji mebli
- Produkcji luster
- Produkcji szkieł pryzmatycznych



4. Ochrona przed utratą ciepła

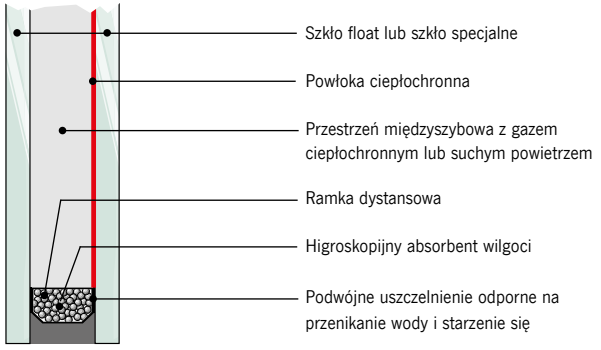
Z rozmachem przeszklone pomieszczenia odpowiadają w pełni dzisiejszym wyobrażeniom na temat komfortu. W czasach, w których świadomie obchodzimy się z naturą i środowiskiem naturalnym, czysto estetyczne doznania już nam jednak nie wystarczają. W kwestii zapewnienia ochrony przed utratą ciepła od szyb zespolonych obecnie instalowanych w budynkach wymaga się coraz lepszych parametrów. Na początku lat 80-tych okno, a co za tym idzie, i przeszklenie były traktowane jak „dziura energetyczna". W międzyczasie jednak starania w kierunku polepszenia parametrów ciepłochronnych w szybach zespolonych przyniosły ewidentne rezultaty. Wartość U dla szyby zespolonej równa 1,1 W/m²K jest standardem w dzisiejszej technologii. Niemniej w coraz większym stopniu zyskują na znaczeniu szyby zespolone dwukomorowe o współczynnikach przenikania ciepła szyby U wynoszących od 0,7 do nawet 0,5 W/m²K. Tym samym przeszklenia stają się wysoce ciepłochronnym elementem budowlanym, który można już spokojnie porównać do możliwości izolacyjnych murów.
Otwiera to zupełnie nowe perspektywy rozwoju. Poprzez zrównanie temperatury wewnętrznej powierzchni przeszklenia z innymi elementami budowlanymi, możemy zapomnieć o nieprzyjemnym zjawisku tzw. „ciągnięcia zimna" w pobliżu okien. Dzięki wysokim własnościom izolacyjnym szyb możliwa jest realizacja nowoczesnych koncepcji budynków pasywnych, zeroenergetycznych a nawet plus energetycznych.



Szyba zespolona

Nowoczesna szyba izolacyjna, zwana potocznie szybą zespoloną, składa się z następujących podstawowych elementów: dwóch lub więcej szyb float lub szyb funkcyjnych. Na szybę znajdującą się od strony pomieszczenia wewnątrz przestrzeni międzyszybowej nanoszona jest bardzo cieniutka, niewidoczna powłoka ciepłochronna Ramka dystansowa znajdująca się pomiędzy szybami zawiera higroskopijny absorbent wilgoci, a przestrzeń międzyszybowa wypełniona jest specjalnym gazem ciepłochronnym lub suchym powietrzem.

Budowa szyby zespolonej



Rozwój szyb zespolonych

Znane nam dzisiaj nowoczesne szyby izolacyjne przeszły długą historię rozwoju. Po opatentowaniu w USA w roku 1865 pierwszej szyby izolacyjnej, ich produkcja na skalę przemysłową ruszyła w pierwszej połowie XX wieku. Na początku obie szyby były łączone ze sobą metodą lutowania przy zastosowaniu ołowianego spoiwa lub bezpośrednio spawane ze sobą na brzegach. Wkrótce jednak, w końcówce lat sześćdziesiątych, zaczęto szeroko stosować łączenie szyb na krawędziach za pomocą spoiw organicznych. Początkowo stosowano tylko jednostopniowe uszczelnienie krawędzi ponad ramką dystansową.

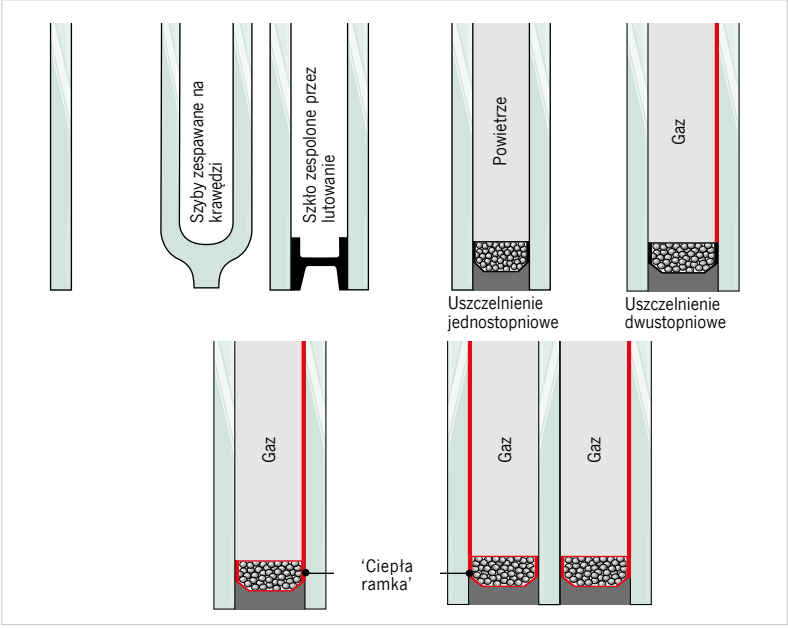
Wraz z nadejściem szyb wypełnianych gazem wprowadzono dodatkowe, pierwotne uszczelnienie (butyl) na brzegu ramki przyklejanej następnie do szkła. Było to z jednej strony konieczne do lepszego uszczelnienia szyby zespolonej i przedłużenia jej żywotności, z drugiej zaś strony wpływało pozytywnie na efektywność procesu produkcyjnego, gdzie butyl stanowi materiał pomocniczy podczas montażu ramki do szyby. Obecnie dwustopniowe uszczelnienie szyby izolacyjnej jest przyjętym standardem technologicznym. W Polsce potocznie szyba izolacyjna jest nazywana szybą zespoloną.

Perforowana ramka dystansowa wypełniana jest absorbentem wilgoci o dużej skuteczności. Brzeg ramki pokrywany jest trwale plastycznym materiałem uszczelniającym (na bazie poliizobutylenu, butylu) na całej swojej długości. Stanowi on barierę uszczelniającą, która zapobiega przenikaniu pary wodnej do wnętrza przestrzeni międzyszybowej. Butyl odznacza się bardzo małym stopniem dyfuzji pary wodnej. Dodatkowo po wykonaniu tego pierwszego stopnia uszczelnienia cała wolna przestrzeń znajdująca się ponad ramką dystansową aż do krawędzi szyb wypełniana jest trwale elastyczną masą uszczelniającą.

Stosuje się następujące materiały uszczelniające:

- Polisulfid, (tiokol)
- Poliuretan
- Silikon (stosowany w odkrytej strefie brzegowej szyby, w szkleniu strukturalnym oraz w przeszkleniach dachowych).

Jakość uszczelnienia części brzegowej określa długość życia produktu jakim jest szyba zespolona. Dzięki rozpoczęciu ich masowej produkcji możliwe było wyparcie zwykłych, pojedynczych szyb z ogrzewanych budynków. Szyby zespolone mają więc swój istotny wkład w pozytywnym wpływie na ochronę naszego środowiska naturalnego. Nie jest to jednak koniec możliwości izolacyjnych szyb zespolonych. W dalszym ciągu z pewnością będziemy obserwować rozwój technologii w tym zakresie.



Pojedyncze szkło o bardzo złym współczynniku przenikania ciepła (Ug = 6 W/m²K) można było w początkowej fazie rozwoju technologii zastąpić przez szybę zespoloną dwuszybową wypełnioną suchym powietrzem o współczynniku wynoszącym ok. 3 W/m²K. Wartość ta z uwagi na obecne wymagania dotyczące oszczędzania energii oraz komfortu związanego z przebywaniem w pomieszczeniu od dawna nie jest już wystarczająca. W roku 1995 wprowadzono w Niemczech pierwsze „Rozporządzenie o oszczędzaniu energii", które wymusiło gwałtowne przejście na montaż szyb zespolonych z powłokami ciepłochronnymi oraz wypełnieniem przestrzeni międzyszybowej gazami szlachetnymi. Szyby te miały już współczynnik przenikania ciepła Ug na poziomie minimum 1,4 W/m²K, a nawet lepszy. Obecnie dzięki zastosowaniu nowoczesnych powłok ciepłochronnych oraz wypełnieniu gazami szlachetnymi możliwe jest osiągnięcie współczynnika Ug dla szyby jednokomorowej wynoszącego nawet 0,9 W/m²K. Niemniej teraz najbardziej rozpowszechnione są szyby zespolone o współczynnikach Ug od 1,1 do 1,0 W/m²K wypełnione argonem.

Z drugiej jednak strony wprowadzane wciąż coraz bardziej wyśrubowane przepisy budowlane dotyczące zwiększonej izolacyjności cieplnej budynków mające zagwarantować jeszcze większe oszczędności na energii, a dzięki temu wpływać na ochronę naszego klimatu, przyspieszają dalszy rozwój technologii związanych z szybami zespolonymi. Coraz bardziej popularne domy pasywne wymagają współczynnika przenikalności cieplnej okien Uw na poziomie 0,8 W/m²K, a nawet lepszego. Osiągnięcie takich wartości dla całych okien nie jest możliwe bez zastosowania szyb zespolonych dwukomorowych o współczynnikach Ug od minimum 0,8 aż do nawet 0,4 W/m²K. Daje się więc zaobserwować wciąż rosnący z dnia na dzień udział szyb dwukomorowych w rynku. Trend ten na pewno będzie się pogłębiał, zwłaszcza, że najnowsze „Rozporządzenie w sprawie oszczędzania energii" (niem. EnEV) wymaga, aby krok po kroku, do roku 2020 budynki „zeroenergetyczne" stały się standardem w budownictwie. W tym kontekście projekty architektoniczne z ogromnymi przeszkleniami na fasadach budynków, będzie można realizować tylko przy zastosowaniu szyb zespolonych o bardzo wysokiej izolacyjności.

Równolegle dzięki zastosowaniu nowych materiałów do produkcji ramek dystansowych udało się drastycznie zredukować powstawanie niekorzystnych mostków termicznych w części brzegowej szyby zespolonej. Tradycyjne ramki są produkowane z aluminium albo ze stali, które to niestety są materiałami mocno przewodzącymi ciepło. W ostatnich latach coraz większe znaczenie w technologii produkcji zyskują ramki z materiałów o znacznie lepszych właściwościach izolacyjnych, takich jak ramki ze stali szlachetnej, z tworzy sztucznych o bardzo wysokiej izolacyjności cieplnej dodatkowo wzmocnionych folią ze stali nierdzewnej stanowiącej barierę przeciw-dyfuzyjną, jak również ramki wykonane z pianki polimerowej zawierającej sito molekularne, dzięki czemu ramka ta nie posiada żadnych elementów metalowych.

Szyby zespolone SANCO mają dzisiaj w stosunku do szyb jeszcze niedawno produkowanych znacząco lepsze parametry przenikalności cieplnej. Dzięki temu możliwe jest nie tylko spełnienie wytycznych najnowszych przepisów budowlanych, lecz również wyjście naprzeciw najbardziej nawet przyszłościowym projektom architektonicznym.

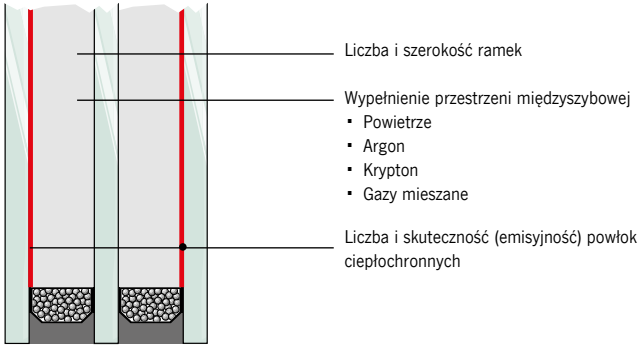
4.1 Definicje

4.1.1 Współczynnik U (współczynnik przenikania ciepła)

Współczynnik przenikania ciepła podaje, jaka ilość ciepła przenika w jednostce czasu (1h) przez przegrodę budowlaną o powierzchni 1 m^2 przy różnicy temperatur pomiędzy zewnętrzną i wewnętrzną strefą graniczną wynoszącą 1 K. Im mniejsza wartość współczynnika U, tym większe własności izolacyjne. Jednostką miary jest W/m^2K.

Na wartość współczynnika Ug szyby zespolonej wpływ mają głównie rodzaje zastosowanych powłok ciepłochronnych, szerokość ramki dystansowej, liczba komór międzyszybowych oraz rodzaj gazu wypełniającego przestrzeń międzyszybową.

Czynniki wpływające na wartość U_g szyby zespolonej



Wartość U w zależności od szerokości ramek i wypełnienia gazem wynoszącym 90 %, obliczenie wykonane zgodnie z normą PN EN 673, na przykładzie szyby zespolonej SANCO Plus EN2 (ε = 0,03)

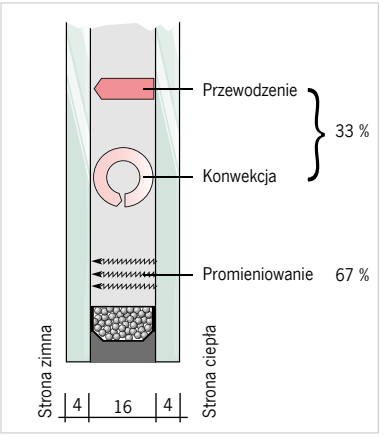
Wartość U_g	Szerokości ramek dla szyby zespolonej SANCO Plus EN2 1-komorowej			Wartość U_g	Szerokości ramek dla szyby zespolonej SANCO Plus EN2 2-komorowej	
	Powietrze	Argon	Krypton		Argon	Krypton
1,4 W/m^2K	16 mm			0,8 W/m^2K	2 x 10 mm	
1,3 W/m^2K		12 mm		0,7 W/m^2K	2 x 12 mm	
1,2 W/m^2K		14 mm		0,6 W/m^2K	2 x 14 mm	
1,1 W/m^2K		16 mm		0,6 W/m^2K	2 x 16 mm	
1,0 W/m^2K			10 mm	0,5 W/m^2K	2 x 18 mm	2 x 12 mm

Straty ciepła przez szyby

W ogrzewanych budynkach następuje ucieczka wartościowej energii grzewczej poprzez wszystkie ściany zewnętrzne. Tam gdzie zamontowane są szyby zespolone w pierwszym etapie powietrze znajdujące się w pomieszczeniu oddaje ciepło wewnętrznej szybie równocześnie ją ogrzewając. Dalej głównie dzięki długofalowemu promieniowaniu podczerwonemu ciepło z szyby znajdującej się od strony pomieszczenia jest przekazywane w stronę szyby zewnętrznej.

Do tego dochodzi jeszcze przewodzenie ciepła poprzez molekuły gazu w przestrzeni międzyszybowej oraz zjawisko konwekcji (unoszenia). Te trzy zjawiska wspólnie prowadzą do ogrzewania się szyby zewnętrznej. Ta zaś przekazuje swoją energię również poprzez promieniowanie, przewodzenie i konwekcję do powietrza na zewnątrz. Straty ciepła spowodowane takim nieprzerwanym procesem przepływu energii na zewnątrz muszą być oczywiście w ogrzewanym pomieszczeniu na bieżąco uzupełnianie.

Przepływ energii w szybie zespolonej bez powłoki ciepłochronnej



W przypadku zwykłej szyby zespolonej bez powłoki ciepłochronnej oraz nie wypełnionej gazem szlachetnym starty ciepła następują w ilości ok. 1/3 poprzez przewodzenie i konwekcję oraz ok. 2/3 poprzez promieniowanie.

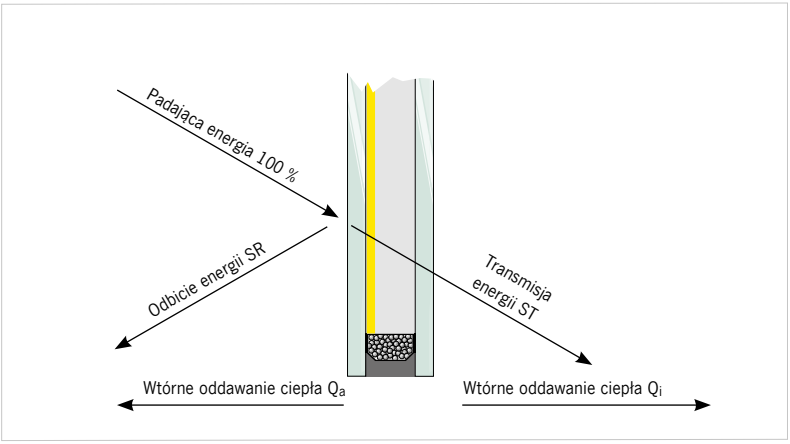
Nowoczesne izolacyjne szyby zespolone dzięki zastosowaniu powłok ciepłochronnych są w stanie ograniczyć straty ciepła poprzez promieniowanie (podczerwień) do minimum. Dodatkowo gazy szlachetne o wysokiej gęstości źle przenoszące ciepło oraz optymalnie dobrany odstęp między szybami redukują zjawiska przewodzenia i konwekcji.

4.1.2 Współczynnik g (całkowity współczynnik przenikalności energii)

Wartość g podaje, jaka część energii promieniowania słonecznego padającego na szybę przenika do wnętrza pomieszczenia. Wartość ta składa się z dwóch elementów: bezpośredniego promieniowania pierwotnego oraz wtórnego oddawania ciepła.

Wtórne oddawanie ciepła powstaje na skutek rozgrzewania się szkła pod wpływem promieniowania słonecznego a następnie oddawania ciepła przez szkło zarówno do wewnątrz jak i na zewnątrz pomieszczenia. Wartość g określa się zgodnie z normą PN EN 410 i podaje w %.

Całkowity współczynnik przenikalności energii (współczynnik g = ST + Q_i)



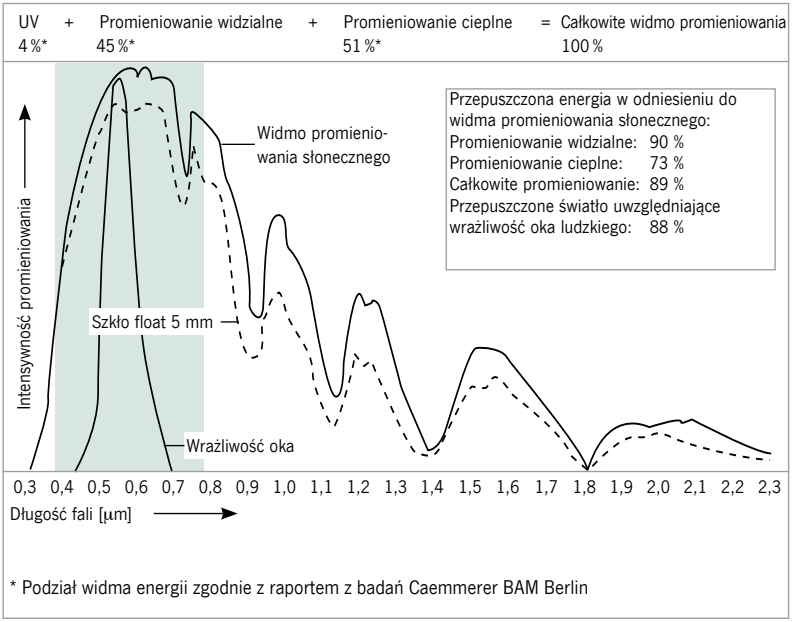
4.1.3 Współczynnik LT (współczynnik przepuszczalności światła)

Współczynnik przepuszczalności światła dla danego przeszklenia określa procentowy udział promieniowania słonecznego w zakresie pasma widzialnego (380 – 780 nm), które przepuszczane jest z zewnątrz do wnętrza pomieszczenia. Naturalne światło dzienne jest nie tylko przyjemniejsze dla ludzkiego oka w porównaniu do światła sztucznego, ale również wywiera istotny wpływ na przemianę materii i gospodarkę hormonalną naszego organizmu. Nie da się zatem w żaden sposób pominąć jego stymulującego wpływu na nasze życie. Światło dzienne zastępuje światło sztuczne i pomaga przez to oszczędzać energię. Ponieważ szkło jest zasadniczo wykorzystywane jako transparentny materiał budowlany, należy zwrócić uwagę na szczególne znaczenie parametru określającego przepuszczalność światła. Współczynnik przepuszczalności światła podaje w procentach ilość światła widzialnego, które dociera z zewnątrz do wnętrza pomieszczenia poprzez przeszklenie. Wartość LT zależna jest od grubości szkła, składu surowców w masie szklanej oraz zastosowanego systemu powłok. Może ona zatem w wąskich granicach wykazywać pewne odchylenia. Przepuszczalność światła danego przeszklenia powinna być dobierana w zależności od rodzaju obiektu i otoczenia tak, aby mogła być zgodna z normą DIN ISO 5034 oraz przepisami kodeksu pracy. Alternatywą dla zwiększenia przepuszczalności światła może być zwiększenie powierzchni przeszklenia.

Przepuszczalność światła różnego rodzaju przeszkleń

	Współczynnik U_g	Wartość LT
Szkło pojedyncze float 4 mm	5,8 W/m^{2}K	85 %
Szyba zespolona jednokomorowa 2 x 4 mm	3,0 W/m^{2}K	82 %
Szyba zespolona SANCO Plus EN2 2 x 4 mm	1,1 W/m^{2}K	80 %

Przepuszczalność szkła float o grubości 5 mm w odniesieniu do podziału stopnia intensywności widma promieniowania słonecznego



* Podział widma energii zgodnie z raportem z badań Caemmerer BAM Berlin

4.1.4 Współczynnik zacienienia b (shading coefficient)

Współczynnik zacienienia b jest średnią wartością przepuszczalności energii słonecznej odnoszącą się do całkowitego współczynnika przenikalności energii (g) normalnej jednokomorowej szyby zespolonej bez powłok funkcyjnych. Współczynnik ten pełni istotną rolę przy obliczaniu zapotrzebowania na energię chłodzenia budynku.

$$\text{Współczynnik b} = \frac{\text{współczynnik g}}{0{,}8}$$

4.1.5 Wskaźnik selektywności S

Wskaźnik selektywności S oznacza stosunek przepuszczalności światła (LT) do całkowitego współczynnika przenikalności energii (g).

$$S = \frac{LT}{\text{współczynnik g}}$$

Wartość tego współczynnika opisuje szkło przeciwsłoneczne z punktu widzenia wymaganej jak największej przepuszczalności światła przy równoczesnym uzyskaniu jak najniższej wartości całkowitego współczynnika przenikalności energii.
Im wyższa selektywność, tym korzystniejsza zależność.

Wartości przykładowych wskaźników selektywności

Przykłady	**Współczynnik przepuszczalności światła**	**Całkowity współczynnik przenikalności energii wg DIN EN 410**	**Wskaźnik selektywności**
	LT % (± 2)	**Wartość g % (± 2)**	**S**
SANCO Plus EN2 2-kom.	74	53	1,4
SANCO Plus ZERO 2-kom.	57	35	1,6
SANCO Sun COMBI 70/40 1-kom.	72	42	1,7
SANCO Sun COMBI 51/26 1-kom.	51	27	1,9
SANCO Sun COMBI 60/27 1-kom.	60	27	2,2

4.1.6 Indeks odtwarzania barw R_a

Obok innych parametrów technicznych i fizycznych dotyczących szyb zespolonych z powłokami ciepłochronnymi, wartość współczynnika oddawania barw odgrywa w zasadzie drugorzędną rolę. Za pomocą tego współczynnika porównywane są zmiany w zabarwieniu przedmiotów, które znajdują się za szybą testową. Do przeprowadzenia tego typu badania stosowane jest znormalizowane źródło światła.
W tym miejscu należałoby jednak zwrócić uwagę na to, że o wiele ważniejszym elementem niż jakiekolwiek badanie jest tutaj naturalna wrażliwość oka ludzkiego. Za szybą z powłoką ciepłochronną kolor czerwony musi pozostać czerwonym, a zielony zielonym, choć sformułowanie to jest bardzo ogólne, należy sobie uzmysłowić, że oko ludzkie potrafi odróżnić ponad 2 miliony odcieni różnych kolorów.

Współczynnik oddawania barw R_a określa parametr oddawania barw przez dane przeszklenie.

Skala dla R_a sięga do wartości 100. Optymalną wartością R_a osiąganą przez przeszklenie jest wartość równa 99.

4.1.7 Emisyjność ε

Powlekane srebrem szkło ciepłochronne w języku branżowym nazywane jest szkłem „Low-E". (Low-Emissivity= niska emisyjność= niewielkie promieniowanie ciepła). Emisyjność to stosunek zdolności emisyjnej promieniowania danego ciała do zdolności emisyjnej tak zwanego „ciała doskonale czarnego". Im niższa emisyjność, tym słabsze przekazywanie ciepła poprzez promieniowanie. Zdolność emisyjna ciała doskonale czarnego wynosi 100 %. Standardowe szkła ciepłochronne z powłoką nakładaną metodą magnetronową wykazują emisyjność równą 3 %.

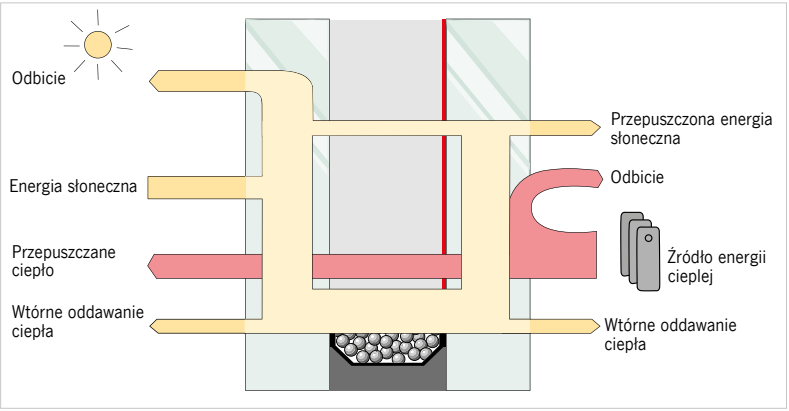
Emisyjność szkła i innych materiałów w temperaturze pokojowej

Szkło płaskie float	86 %
Mur	94 %
Cegła	88 %
Woda i lód	96 %
Szyby ciepłochronne SANCO z powłokami ze srebra	3 %
Kombinacje szkła przeciwsłonecznego SANCO Sun COMBI	2 – 9 %
Aluminium	4 %
Miedź	3 %

4.2 Sposób działania izolacyjnych szyb zespolonych SANCO

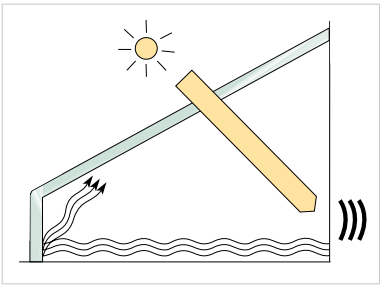
Oszczędzanie energii dzięki zastosowaniu szkła High-Tech

Za pomocą bardzo kosztownej technologii nakładania powłok na powierzchnię szyb metodą magnetronową w próżni technicznej, napyla się bardzo cienki system powłok, który charakteryzuje się tym, że promieniowanie o krótkiej długości fali (promieniowanie słoneczne) przepuszczane jest prawie bez przeszkód, natomiast promieniowanie długofalowe, np. ciepło ogrzewające pomieszczenia lub ciepło oddawane przez nasze ciała, jest skutecznie odbijane. Szyba staje się więc barierą dla promieniowania cieplnego energii grzewczej. Ciepło zostaje zatrzymane wewnątrz pomieszczenia, co w efekcie powoduje bardzo duże ograniczenie strat energii. Ochronę tę można jeszcze bardziej zoptymalizować wypełniając dodatkowo przestrzeń międzyszybową w szybach zespolonych SANCO gazem szlachetnym. Tłumienie przepływu ciepła szyby zespolonej SANCO w stosunku do zwykłej szyby zespolonej zwiększa się w ten sposób ponad dwukrotnie.



Zysk energetyczny z promieniowania słonecznego

Krótkofalowe promieniowanie słoneczne (300 – 3000 nm) praktycznie bez ograniczeń przenika przez przeszklenia. Padając na ściany, podłogi i wyposażenie pomieszczeń powoduje ich nagrzewanie się. Nowe emitowane przez te powierzchnie promieniowanie nie jest już krótkofalowe, lecz staje się długofalowym promieniowaniem podczerwonym (ca. 7000 nm). Promieniowanie długofalowe (promieniowanie cieplne) pada między innymi na powłokę ciepłochronną szyby zespolonej i zostaje od niego odbite ponownie do wnętrza pomieszczenia. (zjawisko efektu cieplanianego).



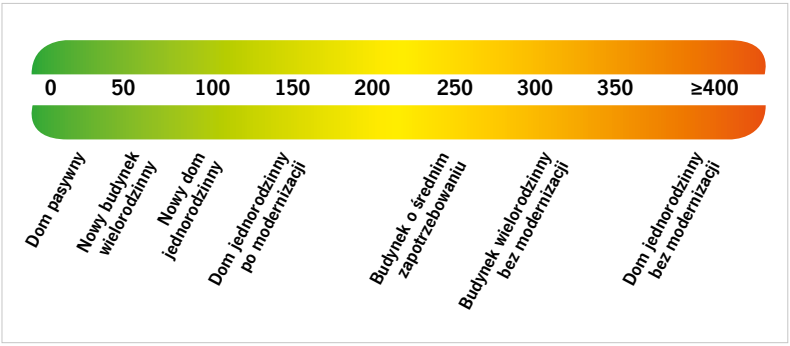
Budownictwo efektywne energetycznie

Z powodu opisywanych już wcześniej pozytywnych efektów związanych z oszczędzaniem energii szyby zespolone o bardzo dobrych właściwościach izolacyjnych stają się istotnym elementem tak zwanego budownictwa efektywnego energetycznie.

Ograniczenie zużycia energii jest w tej chwili wyzwaniem dla całej światowej gospodarki, którego efektem powinno stać się osłabienie negatywnych zmian zachodzących w klimacie. Obok wszystkich innych działań z tym związanych istotnym elementem staje się maksymalne zredukowanie zbyt wysokiego zużycia energii związanej z ogrzewaniem pomieszczeń, klimatyzacją, zużyciem ciepłej wody, prądu czy oświetlenia we wszelkiego rodzaju budynkach. Samo oszczędzanie energii jednak nie wystarczy. Z jednej strony należy dążyć we wszystkich możliwych obszarach do jej coraz bardziej efektywnego wykorzystania. Z drugiej strony trzeba wciąż zwiększać udział tak zwanych odnawialnych źródeł energii. Dlatego dostępne w budownictwie możliwości techniczne materiałów takich jak okna czy fasady budynków z szybami dwukomorowymi o bardzo wysokiej izolacyjności należy w maksymalnym stopniu wykorzystywać w projektach budowlanych. Równocześnie w dalszym stopniu powinno rozwijać się działania mające na celu dalsze ulepszanie wszelkiego rodzaju parametrów mających wpływ na oszczędzanie energii. Tylko w ten sposób osiągniemy cele związane z ideami ochrony światowego klimatu.

W dniu 8.7.2010 w UE wprowadzona została nowa, jeszcze bardziej zaostrzona wersja obowiązujących od roku 2002 wytycznych dotyczących efektywnego wykorzystywania energii w budynkach. Przepisy te określają kierunek związany z dalszą minimalizacją zużycia energii oraz zwiększeniem efektywności energetycznej. W przeciągu maksymalnie dwóch lat wszystkie kraje członkowskie UE powinny wprowadzić te przepisy u siebie. Na przykład w Niemczech przepisy te są aktualizowane w kolejnych latach w oparciu o tzw. Rozporządzenie Dotyczące Oszczędności Energii w Budynkach (EnEV 2002/2004/2007/2009/…). Zgodnie z EnEV nowe budynki muszą spełniać wymogi dotyczące maksymalnego zapotrzebowania na

Porównanie zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną różnych obiektów w kWh/m²rok



© EnEV 2009, Źródło: Bine Informationsdienst basisEnergie14 (2009)

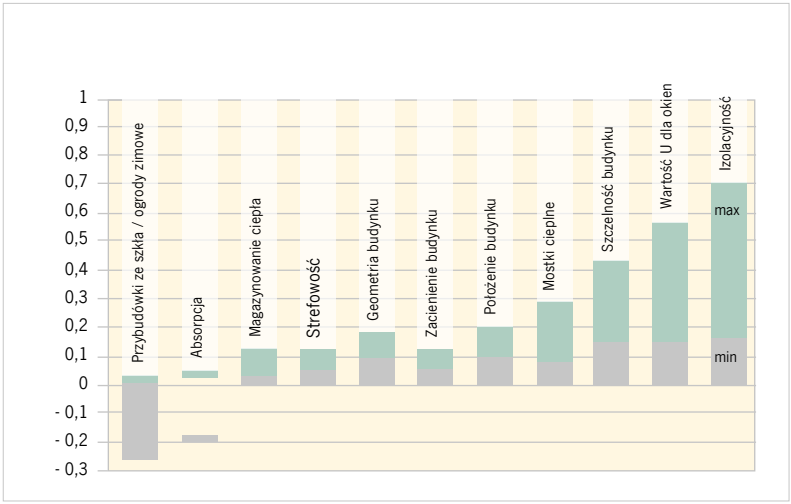
nieodnawialną energię pierwotną, zaś w budynkach poddawanych renowacji można zastosować elementy budowalne o ściśle określonych parametrach granicznych, jak np. minimalna wartość współczynnika Uw dla okien.

Najnowsze wytyczne UE wymagają aby do roku 2021 standardem dla nowopowstających budynków stało się praktycznie zerowe zapotrzebowanie na energię, zaś pozostała część potrzebnej energii powinna być w maksymalnym stopniu pokryta wyłącznie przez odnawialne źródła energii. Dla budynków urzędowych zasada ta ma obowiązywać już od roku 2019. Dla budynków poddawanych renowacji wszystkie kraje członkowskie UE muszą określić minimalne wymagania dotyczące zużycia energii. Oprócz tego zgodnie z wytycznymi UE istotnie zostaną zaostrzone parametry związane z wydawanymi świadectwami energetycznymi budynków.
Przykładowo rząd niemiecki już w tej chwili określił cele związane z wprowadzaniem kolejnych poziomów Rozporządzenia Dotyczącego Oszczędności Energii (niem. EnEV) do roku 2020. Od domów o niskim zapotrzebowaniu na energię, poprzez domy pasywne czy tzw. domy zeroenergetyczne, aż do nawet budynków dodatnio energetycznych. Przewiduje się, że już w latach 2014 i 2015 w odniesieniu do zapotrzebowania na nieodnawialne pierwotne źródła energii, należy uwzględnić zaostrzone o 12,5-procenta wymagania dotyczące nowo powstających budynków.

Dla okien od momentu wprowadzenia rozporządzenia EnEV w roku 2009 wymaga się współczynnika Uw w wysokości 1,3 W/m^{2}K. Od roku 2015 wymagania co do tej wartości zostały istotnie zaostrzone do poziomu ok. 0,8 W/m^{2}K – czyli wartości, która jeszcze niedawno była obowiązująca dla domów pasywnych.

Optymalizacja zdolności izolacyjnych szyb zespolonych i okien należy w tej chwili do najbardziej skutecznych działań związanych z budownictwem efektywnym energetycznie.

Skuteczność optymalizacji zużycia energii dla poszczególnych aspektów projektowych



© B. Schulze Darup, Źródło: Bine Informationsdienst basisEnergie14 (2009)

Świadectwo charakterystyki energetycznej

Od wprowadzenia w 2009 roku rozporządzenia dotyczącego efektywnego wykorzystywania energii w budynkach w krajach UE, w tym też oczywiście w Polsce, wszystkie nowe budynki oraz inne poddawane zmianom lub renowacji muszą mieć wystawione świadectwo charakterystyki energetycznej. Dla powstających budynków podstawą dla świadectwa energetycznego może być wyliczone zapotrzebowanie na energię albo zmierzone zużycie energii. Niemniej należy zwrócić tutaj uwagę na różne podejście do tej reguły.

Kupujący lub wynajmujący nieruchomości muszą otrzymać do wglądu świadectwo energetyczne niezwłocznie kiedy tylko tego zażądają. W przypadku budynków użyteczności publicznej o powierzchni netto powyżej 1000 m^2 jest wprowadzony nawet obowiązek wywieszenia świadectwa energetycznego budynku w widocznym dla wszystkich miejscu. Dla budynków podlegających gwarancji świadectwo energetyczne powinno zawierać dodatkowe wskazówki dotyczące modernizacji związanej z dalszą poprawą efektywności energetycznej.

Przykładowe świadectwo charakterystyki energetycznej.

Świadectwo charakterystyki energetycznej, źródło: dena/BMVBS

W Polsce osoba starająca się o uprawnienia do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej musi mieć ukończone studia magisterskie (o dowolnym kierunku) lub studia inżynierskie na kierunkach: architektura, budownictwo, inżynieria środowiska, energetyka lub pokrewnych.

Świadectwo charakterystyki energetycznej jest ważne 10 lat pod warunkiem nie przeprowadzenia w tym czasie robót budowlanych, w wyniku których zmianie uległaby charakterystyka energetyczna budynku.

Rodzaje świadectw energetycznych oraz ich przeznaczenie

Rodzaj	Dane w kWh/(m²rok)	Opis
Świadectwo zapotrzebowania na energię	Zapotrzebowanie na energię pierwotną 'Całkowita efektywność energetyczna'	Obok wyliczenia końcowego zapotrzebowania na energię uwzględnia się cały łańcuch stosowanych nośników energii (olej opałowy, prąd, źródła odnawialne, itp.)
	Zapotrzebowanie na energię końcową	Uwzględniając standardowe warunki klimatyczne oraz standardowe zużycie wylicza się roczne zapotrzebowanie energii na ogrzewanie, ciepłą wodę, oświetlenie i klimatyzację.
Świadectwo wielkości zużycia energii	Wskaźnik zużycia energii	Dotyczy budynków mieszkalnych. Wielkość zużycia energii ustala się dla całego budynku na podstawie faktycznych kosztów ogrzewania i ciepłej wody (z ostatnich 3 lat) i przelicza z uwzględnieniem średnich czynników klimatycznych dla danego regionu.
	Wskaźnik energii cieplnej oraz wskaźnik zużycia prądu	Dotyczy budynków będących już w użytkowaniu. Dane bazujące na faktycznym zużyciu, zaokrąglone do średnich warunków klimatycznych panujących na danym obszarze.

Zarówno w przypadku świadectw wyliczających zapotrzebowanie na energię jak i określających faktyczne zużycie energii nie jest możliwe wnioskowanie co do zużycia energii oczekiwanego w przyszłości. Świadectwo zapotrzebowania jest oparte na uśrednionych wartościach dotyczących klimatu oraz zużycia energii. Dlatego faktyczne zużycie energii związane z indywidualnymi preferencjami oraz nieprzewidywalną pogodą może odbiegać od wartości wyliczonych. Podobnie będzie w przypadku świadectw wyliczających wielkość zużycia energii. Dlatego aby istniała możliwość porównania wielkości wyjściowych podawanych w świadectwach z innymi budynkami przedstawia się graficzne wskaźniki rocznego zużycia energii.

Wydana w roku 2010 nowelizacja europejskich przepisów dotyczących budynków dodatkowo zaostrzyła wytyczne dotyczące świadectw energetycznych. W kolejnym rozporządzeniu EnEV należy się spodziewać następujących zmian: świadectwo charakterystyki energetycznej będzie w przyszłości podczas sprzedaży lub wynajmowania nieruchomości przedstawiane obowiązkowo do wglądu. Wskaźniki zużycia energii będą musiały być przedstawiane w komercyjnych ogłoszeniach związanych ze sprzedażą nieruchomości. Obowiązek wywieszania od roku 2015 informacji o zużyciu energii w budynkach użyteczności publicznej o powierzchni już od 250 m². W przypadku modernizacji starych budynków trzeba będzie podawać możliwe do przeprowadzenia działania mające na celu wyraźne obniżenie kosztów zużycia energii. Dodatkowo państwa członkowskie UE muszą wprowadzić niezależny system umożliwiający losową kontrolę jakości już wystawionych świadectw energetycznych.

Odczuwanie komfortu cieplnego z izolacyjną szybą zespoloną SANCO

Szyby zespolone SANCO Plus EN2 z powłoką ciepłochronną znacznie zwiększają odczuwanie komfortu cieplnego w pomieszczeniach przede wszystkim w pobliżu okien. Odczucie to nabiera też szczególnego znaczenia w ogrodach zimowych. Temperatura powierzchni szyby od strony pomieszczenia osiąga taką wartość, którą w dużym stopniu porównać można z temperaturą otoczenia. Zimne strumienie powietrza, które odczuwane były jako tzw. efekt „ciągnięcia" od szyby, praktycznie nie występują, co znacznie zwiększa komfort przebywania w takim pomieszczeniu. W dużym stopniu zmniejsza się również ryzyko wystąpienia zjawiska wyroszenia pary wodnej na powierzchni szkła.

Różnica temperatur pomiędzy temperaturą pomieszczenia a temperaturą powierzchni szyby od strony pomieszczenia oznacza:

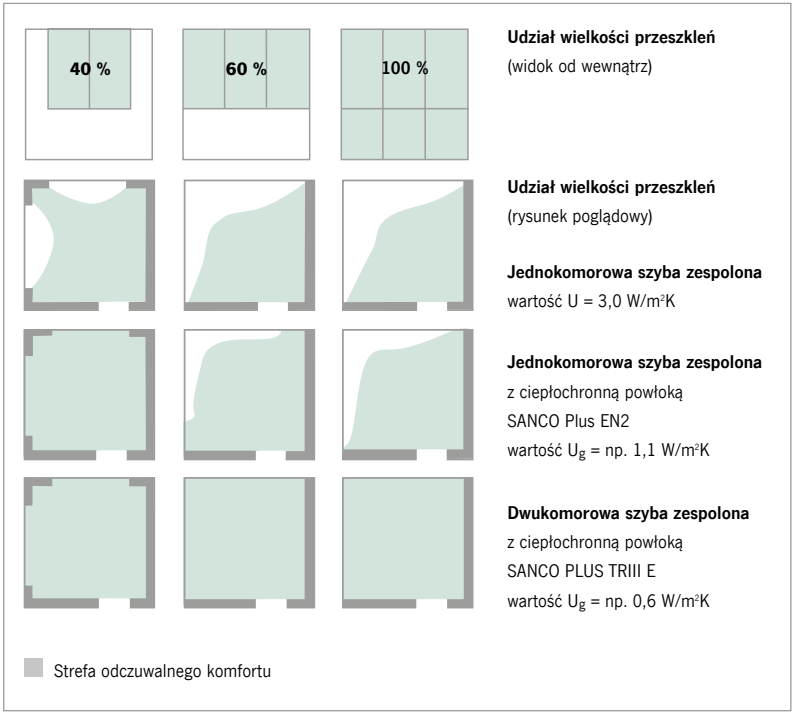
od 0 do 5 °C	▪ Najwyższy komfort przebywania w pomieszczeniu, również w pobliżu okna ▪ Nieodczuwalne nieprzyjemne zjawisko „ciągnięcia zimnego powietrza" w pobliżu okna ▪ Skraplanie się wody i powstawanie oblodzenia na szybie od strony pomieszczenia możliwe jest tylko w wyjątkowych przypadkach ▪ Niskie zapotrzebowanie na dodatkową energię uzupełniającą (oszczędność energii)
od 5 do 10 °C	▪ Średni do dobrego komfort przebywania w pomieszczeniu ▪ Możliwe odczuwanie zjawiska „ciągnięcia zimnego powietrza" w bezpośredniej bliskości okna ▪ Skraplanie pary wodnej i powstawanie oblodzenia na szybie od strony pomieszczenia możliwe jest tylko przy temperaturach, które są znacznie znajdują się poniżej punktu zamarzania ▪ Średnie zapotrzebowanie na dodatkową energię uzupełniającą
powyżej 10 ˚C	▪ Zmniejszony komfort przebywania w pomieszczeniu ▪ Odczuwanie zjawiska „ciągnięcia zimnego powietrza" ▪ Skraplanie pary wodnej i powstawanie oblodzenia na szybie od strony pomieszczenia jest możliwe już przy temperaturach, które są lekko poniżej punktu zamarzania ▪ Duże zapotrzebowanie na dodatkową energię uzupełniającą

Istotnym elementem z punktu widzenia komfortu w danym pomieszczeniu jest różnica temperatur pomiędzy temperaturą powietrza w pomieszczeniu i temperaturą powierzchni graniczących z nią ścian. Im większa jest ta różnica, tym większy jest dyskomfort mieszkających tam osób. Zatem w przypadku okna bardzo ważną rolę odgrywa temperatura powierzchni szyby od strony pomieszczenia.

Temperatura powierzchni szyby przy temperaturze pomieszczenia wynoszącej 20 °C

Temperatura powietrza na zewnątrz budynku	**0 °C**	**- 5 °C**	**- 11 °C**	**- 14 °C**
Szkło pojedyncze, U = 5,8 W/m²K	+ 6 °C	+ 2 °C	- 2 °C	- 4 °C
Jednokomorowa szyba zespolona, U = 3,0 W/m²K	+ 12 °C	+ 11 °C	+ 8 °C	+ 7 °C
SANCO Plus EN2, U = 1,1 W/m²K	+ 17 °C	+ 16 °C	+ 15 °C	+ 15 °C
SANCO Plus EN2 dwukomorowa, U = 0,7 W/m²K	+ 18 °C	+ 18 °C	+ 17 °C	+ 17 °C

Odczucie komfortu cieplnego a wykorzystanie powierzchni mieszkalnej

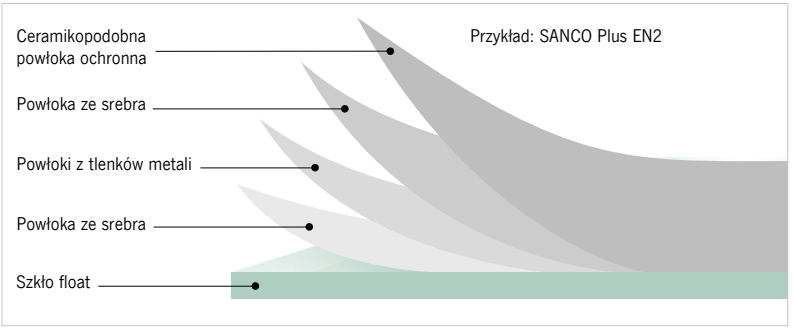


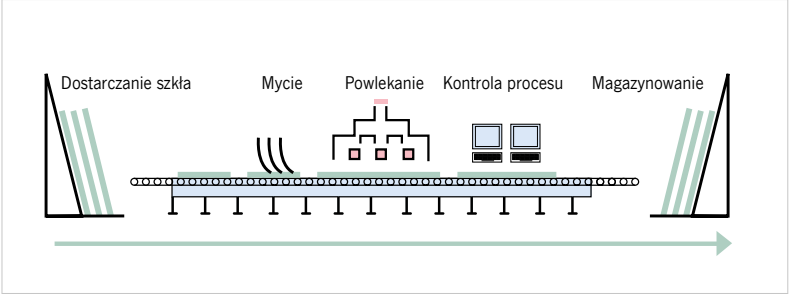
4.3. Linia magnetronowa – próżniowe nakładanie powłok

Szyby zespolone z powłokami przepuszczającymi światło i odbijającymi ciepło produkowane są już od wielu lat.

Na całym świecie uznanie zdobyła przede wszystkim technologia powlekania próżniowego metodą magnetronową.

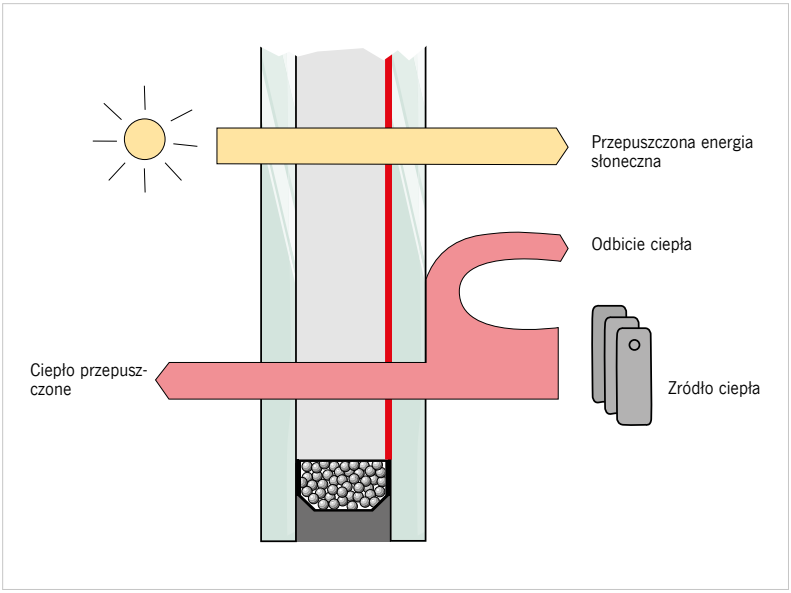
Wszystkie powłoki SANCO produkowane są właśnie tą metodą i składają się z kilku bardzo cieniutkich powłok zbudowanych na bazie metali ciężkich lub tlenków metali o grubościach od 1/100 do 1/10 mikrometra, które nanoszone (napylane) są w próżni w oparciu o charakterystyczne własności technologii elektromagnetycznej. Cały proces nadzorowany jest w sposób ciągły przez sterowany komputerowo spektrofotometr jednowiązkowy. Każda pojedyncza powłoka jest na bieżąco poddawana pomiarowi określającemu jej parametry optyczne i porównywana ze swoją krzywą odniesienia. Powłoki SANCO można w każdej chwili ponownie odtworzyć w procesie produkcji.





Efektem wysokiej „neutralności kolorystycznej" pod względem odbicia i przepuszczalności energii, jest to, że właściwie nie można odróżnić zwykłego szkła float od szyb powlekanych powłokami SANCO.
Normalne szkło float posiada zdolność przepuszczania światła słonecznego i światła dziennego w określonym zakresie długości fali. W wyniku zastosowania różnego rodzaju powłok własności takiego szkła są tak zmieniane, że otrzymujemy z tego szkło ciepłochronne, szkło przeciwsłoneczne lub ich kombinacje. W grupie szyb ciepłochronnych SANCO Plus słoneczne promieniowanie krótkofalowe przepuszczane jest do wnętrza pomieszczenia, zaś długofalowe promieniowanie podczerwone (energia ogrzewania lub promieniowanie cieplne wydzielane przez nasze ciała) odbijane jest od szyby zespolonej SANCO Plus z powłoką ciepłochronną z powrotem do wnętrza pomieszczenia.

Zasada działania izolacyjnej szyby zespolonej SANCO



4.4. Współczynnik U dla okien i fasad

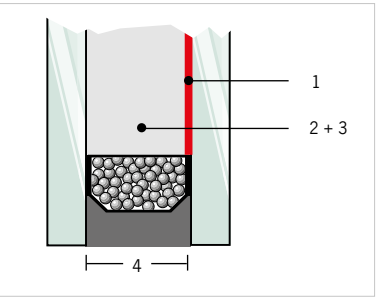
W normach europejskich wszystkie wielkości są opisywane z wykorzystaniem skrótów bazujących na słownictwie angielskim. W związku z tym współczynniki przenikania ciepła są opisywane w następujący sposób:
U_g = szkła – ang. glazing
U_f = ramy – ang. frame
U_w = okna – ang. window
U_{cw} = fasady – ang. curtain walling

Na wynikowy współczynnik przenikania ciepła dla okien i fasad wpływają poszczególne współczynniki przenikania ciepła dla szyby zespolonej (U_g), powierzchni ram (U_f) jak również liniowe mostki ciepła, które powstają na granicy szyby i ramy, tzw. linowy współczynnik przenikania ciepła (Psi).

4.4.1 Współczynnik U dla szyb: U_g (jednostka: W/m²K)

Zasadniczo współczynnik Ug jako wartość nominalną dla szyby można wyliczyć zgodnie z normą PN EN 673 względnie zmierzyć zgodnie z PN EN 674 lub PN EN 675. Dla szyb zespolonych wypełnionych gazem wartość współczynnika Ug określa producent zgodnie z ustalonym w opisie typu stopniem wypełnienia gazem. Dokładny opis metody można zaczerpnąć z normy PN EN 1279-5. Współczynnik Ug przyjmuje się z dokładnością do jednego miejsca po przecinku, również do dalszych obliczeń.

Dla obliczeń współczynników przenikania ciepła potrzebne są następujące wielkości wyjściowe:
1) emisyjność powierzchni szkła od strony przestrzeni międzyszybowej
2) rodzaj gazu w przestrzeni międzyszybowej
3) stopień wypełnienia gazem przestrzeni międzyszybowej
4) szerokość przestrzeni międzyszybowej



Dla typowych jednokomorowych ciepłochronnych szyb zespolonych (powłoka o emisyjności wynoszącej 3 %, wypełnienie przestrzeni międzyszybowej argonem o wartości nominalnej równej 90 %) wynika, że wartość U_g przy tej metodzie obliczeniowej wynosi 1,1 W/m²K.

Emisyjność

Decydującą rolę przy obliczaniu wartości Ug pełni emisyjność. Emisyjność oznacza zdolność wypromieniowania ciepła z powierzchni danego obiektu w stosunku do dokładnie zdefiniowanego tak zwanego „ciała czarnego".

Im niższa wartość emisyjności, tym lepsza ochrona przed utratą ciepła. Emisyjność ustalana jest przez pomiar u producenta powłoki i potwierdzana certyfikatem przez wewnętrzną kontrolę jakości oraz zewnętrzną jednostkę certyfikującą.

Tabele wartości U_g zgodnie z normą PN EN 673

Zgodnie z nową metodą obliczeniow sporządzono tabele, w których podawane są wartości U_g w zależności od stopnia emisyjności danej szyby, co powoduje, że nie musimy dokonywać już obliczeń w pojedynczych przypadkach.

Tabele te sporządzone zostały w oparciu o nominalne wypełnienie gazem przestrzeni międzyszybowej wynoszącej 90 %. Wartości takie uzyskiwane są w praktyce w trakcie realizacji tradycyjnego procesu produkcyjnego.

4.4.2 Współczynnik U dla ram: U_f (jednostka: W/m²K)

Istnieją trzy możliwości określenia współczynnika przenikania ciepła ramy U_f :

- Gotowe tabele z wartościami i wykresami współczynnika U_f dla ram z drewna, tworzyw sztucznych i aluminium w normie PN EN ISO 10077-1 znajdujące się w załączniku D. Na podstawie opisu budowy i materiału danego profila można określić wartość współczynnika U_f. Ponieważ jednak ta metoda bazuje na gotowych wynikach, uzyskuje się raczej niekorzystne wartości.
- Obliczenie wartości U_f zgodnie z PN EN 10077-2 za pomocą odpowiedniego oprogramowania komputerowego. Przewodnictwo cieplne stosowanych materiałów jest ustalone w normie i może być zmieniane tylko na podstawie odpowiedniego świadectwa zgodnego z ISO 10456.
- Pomiar zgodnie z normą PN EN 12412-2. W tym przypadku pomiar wartości U_f odbywa się w stosunku do rzeczywistego profila i prowadzi z reguły do najlepszych rezultatów. Jest stosowane także jako postępowanie referencyjne.

Zasadniczo wartość U_f podawana jest z dokładnością do jednego miejsca po przecinku i z taką dokładnością jest przyjmowana do dalszych obliczeń.
Wartość pomiarowa dla ram ($U_{f,BW}$) według DIN 4108-4 odpowiada wartości nominalnej zgodnej z wcześniej wymienionymi normami europejskimi.

4.4.3 Liniowy współczynnik przenikania ciepła: Ψ_g (jednostka: W/mK)

Część brzegowa szyby zespolonej

Jedną z najważniejszych nowelizacji wprowadzonego w roku 2002 w Niemczech Rozporządzenia Dotyczącego Oszczędności Energii (niem. EnEV) było obok – wprowadzenia normy europejskiej ustalającej sposoby obliczania współczynników cieplnych – na nowo uregulowanie kwestii związanych z mostkami termicznymi. Podczas gdy jeszcze stare przepisy zasadniczo ignorowały kwestie mostków termicznych, w nowych przepisach uwzględniano już straty ciepła nie tylko przez powierzchnie, ale również poprzez tzw. mostki cieplne zwane też termicznymi. Powstające budynki muszą być projektowane przy użyciu materiałów umożliwiających w maksymalnym stopniu ograniczenie strat ciepła poprzez mostki cieplne.

Czym jest mostek termiczny?

Mostkami termicznymi nazywa się słabe punkty zewnętrznego płaszcza budynku. Prowadzą one do powstawania zwiększonych strat ciepła i/lub do zmniejszania się wartości temperatury powierzchni od strony pomieszczenia, co w dalszej konsekwencji prowadzi do wyroszenia się pary wodnej oraz tworzenia się pleśni. Typowymi przykładami liniowych mostków są łączenia balkonów z płytą stropową lub wieńcem. W miejscu przecięcia przez płytę balkonową ściany zewnętrznej, a w szczególności warstwy izolacji cieplnej powstaje liniowy mostek cieplny. Podobny mostek powstaje również na styku szyby zespolonej i ramy okna. Zjawisko mostka termicznego zostało opisane w podstawowych wymaganiach normy PN EN 10211-1 za pomocą nowych wartości znamionowych:

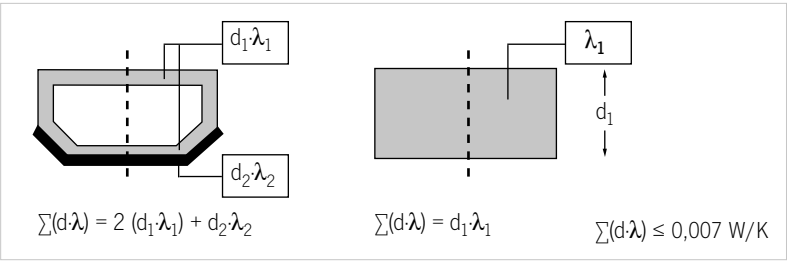
- Straty ciepła spowodowane przez liniowy współczynnik przenikalności cieplnej Ψ (wartość psi, jednostka W/mK)
- Niebezpieczeństwo wyroszenia się pary wodnej za pomocą bezwymiarowego współczynnika temperaturowego f

Mostki termiczne można ustalać zgodnie z gotowym katalogiem liniowych mostków cieplnych. Ich wartości można też szczegółowo obliczyć. Mostki termiczne powstające w części brzegowej szyby są uwzględniane w obliczeniach na końcową wartość U okien oraz fasad. Przy projektowaniu budynku nie można ich rozpatrywać osobno.

Liniowy współczynnik przenikania ciepła: Ψg (jednostka: W/mK)

Liniowy współczynnik przenikania ciepła Ψ_g uwzględnia zwiększone przenikanie ciepła na styku między częścią brzegową szyby zespolonej a obszarem wpustowym ramy okna. Zależy on od wybranego systemu uszczelnienia części brzegowej szyby zespolonej, użytych materiałów oraz od poziomu izolacyjności zastosowanej ramy okna. Podczas obliczeń współczynnika U dla okna (Uw) można przyjąć wartości linowego współczynnika przenikania ciepła Ψg dla okien z tabel znajdujących się w normie DIN EN ISO 10077-1 (tzw. metoda uproszczona). Możliwe jest również obliczenie współczynnika zgodnie z częścią 2 normy dla określonych kombinacji szkła i ramy metodą elementów skończonych. W metodzie tabelarycznej rozróżnia się pomiędzy 'typowymi ramkami z aluminium i stali' oraz 'ramkami o polepszonych parametrach cieplnych' (= ciepłe ramki). W tym miejscu nie dokonuje się dalszego rozróżnienia w obszarze systemów ciepłych ramek. Norma wyjaśnia za pomocą uproszczonej definicji czym jest ramka dystansowa o polepszonych parametrach cieplnych:

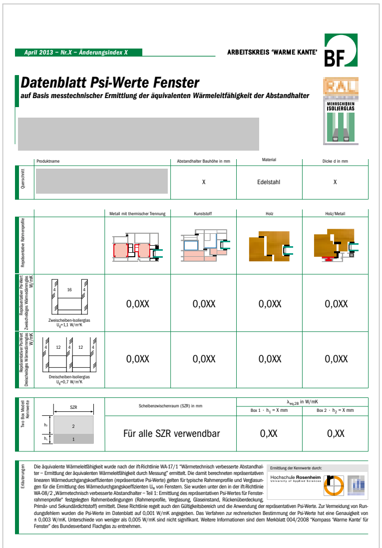
Definicja ramki dystansowej o polepszonych parametrach cieplnych zgodnie z DIN EN ISO 10077-1



Dla uproszenia definicji rozpatruje się jedynie samą ramkę dystansową bez uwzględniania całej części brzegowej szyby zespolonej tj. bez materiałów uszczelniających oraz sita molekularnego. W zamontowanej w oknie szybie zespolonej ciepło przepływa od wewnętrznej do zewnętrznej szyby, a więc w poprzek ramki dystansowej. Inaczej mówiąc poprzez ścianki profila, które łączą część wewnętrzną z zewnętrzną. Pionowo usytuowane w stosunku do głównego kierunku przepływającego ciepła ścianki o grubości d są przemnażane i sumowane z odpowiednim współczynnikiem przewodzenia ciepła przez materiał λ. Rysunek przedstawia sposób obliczania. Jeśli wynik jest mniejszy lub przynajmniej równy 0,007 W/K, można wtedy określić daną ramkę dystansową jako ramkę o polepszonych właściwościach cieplnych, krótko zwaną „ciepłą ramką".

4.

Komisja do spraw „Ciepłej ramki” zrzeszona przy Federalnym Związku Szkła Płaskiego (niem. BF-Bundesverband Flachglas) opracowała tabelę z kartami technicznym ‘Wartość Psi dla okien’ będącą podstawą do stosowania w uproszczonej metodzie obliczeniowej dla okien, dającej trzecią możliwość do uwzględniania wartości Psi ramek w obliczeniach. Dodatkowo w czerwcu 2012 opracowanie normy DIN EN ISO 10077-2 uznaje tę metodę jako normatywną. Metoda ta jest dopuszczana w ramach określonych warunków brzegowych do przedstawiania reprezentatywnych wartości Psi okien dla systemów ramek dystansowych rożnych producentów. BF oddaje do dyspozycji zestawione wartości w postaci tabel. Obszar zastosowania został określony przez wytyczne ift WA/08-2 „Ramki dystansowe o polepszonych właściwościach cieplnych, Część 1: Określenie reprezentatywnych wartości Psi dla okien”.



April 2013 – Nr.X – Änderungsindex X

ARBEITSKREIS ‘WARME KANTE’

Datenblatt Psi-Werte Fenster

auf Basis messtechnischer Ermittlung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit der Abstandhalter

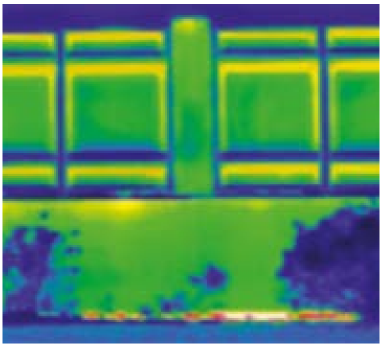
	Produktname	Abstandhalter Bauhöhe in mm	Material	Dicke d in mm
Querschnitt		X	Edelstahl	X

		Metall mit thermischer Trennung	Kunststoff	Holz	Holz/Metall
Repräsentative Rahmenprofile					
Repräsentativer Psi-Wert Zweischeibiges Wärmedämmglas W/mK	4 16 4 Zweischeiben-Isolierglas U_g=1,1 W/m²K	0,0XX	0,0XX	0,0XX	0,0XX
Repräsentativer Psi-Wert Dreischeibiges Wärmedämmglas W/mK	4 12 4 12 4 Dreischeiben-Isolierglas U_g=0,7 W/m²K	0,0XX	0,0XX	0,0XX	0,0XX

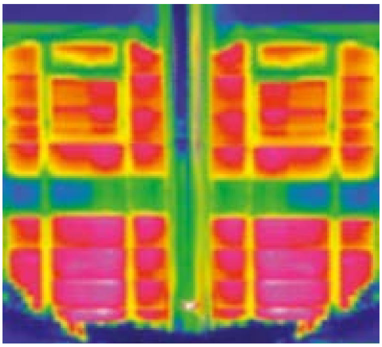
Two Box Modell Kennwerte		Scheibenzwischenraum (SZR) in mm	$\lambda_{eq,2B}$ in W/mK	
			Box 1 · h_1 = X mm	Box 2 · h_2 = X mm
	SZR, h_2 2, h_1 1	Für alle SZR verwendbar	0,XX	0,XX

Erläuterungen: Die äquivalente Wärmeleitfähigkeit wurde nach der ift-Richtlinie WA-17/1 “Wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter – Ermittlung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit durch Messung” ermittelt. Die damit berechneten repräsentativen linearen Wärmedurchgangskoeffizienten (repräsentative Psi-Werte) gelten für typische Rahmenprofile und Verglasungen für die Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_W von Fenstern. Sie wurden unter den in der ift-Richtlinie WA-08/2 „Wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter – Teil 1: Ermittlung des repräsentativen Psi-Wertes für Fensterrahmenprofile“ festgelegten Rahmenbedingungen (Rahmenprofile, Verglasung, Glaseinstand, Rückenüberdeckung, Primär- und Sekundärdichtstoff) ermittelt. Diese Richtlinie regelt auch den Gültigkeitsbereich und die Anwendung der repräsentativen Psi-Werte. Zur Vermeidung von Rundungsfehlern wurden die Psi-Werte im Datenblatt auf 0,001 W/mK angegeben. Das Verfahren zur rechnerischen Bestimmung der Psi-Werte hat eine Genauigkeit von ± 0,003 W/mK. Unterschiede von weniger als 0,005 W/mK sind nicht signifikant. Weitere Informationen sind dem Merkblatt 004/2008 “Kompass ‘Warme Kante’ für Fenster” des Bundesverband Flachglas zu entnehmen.

Ermittlung der Kennwerte durch: Hochschule Rosenheim University of Applied Sciences



Przeszklenia o bardzo dobrych właściwościach izolacyjnych wraz z konstrukcją ramy oraz częścią brzegową. Widoczna jest skuteczna izolacja, aż po samą część brzegową okna.



Stare okna, montowane przed rokiem 1990, izolują tak słabo, że praktycznie część brzegowa nie jest widoczna.

Następstwa dla okien

Ochrona przed utratą ciepła w oknach i na fasadach budynków uległa w ostatnich latach znacznej poprawie. Powłoki ciepłochronne oraz wypełnienia gazami szlachetnymi w szybie zespolonej przyczyniły się do znaczącego skoku technologicznego. Również konstrukcje profili zostały w znacznym stopniu poprawione pod względem termicznym. Siłą rzeczy rozwój ten spowodował, że o wiele większego znaczenia nabrały zagadnienia związane z montażem szyb we wpuście profilu oraz z uszczelnieniem części brzegowej szyby zespolonej.

Uwzględnienie mostka termicznego na granicy między szkłem a profilem za pomocą wartości Ψ wpływa na zwiększenie obliczanego współczynnika przenikania ciepła dla całego okna. Efekt ten jest jednak widoczny dopiero w oknach, w których wykorzystano dobrze izolowaną konstrukcję profilu i szkło ciepłochronne.

Dzięki zastosowaniu ramek dystansowych SANCO ACS uzyskuje się dzisiaj systemy uszczelnienia części brzegowych o znacznie lepszych parametrach cieplnych. Zmniejszają one w znacznym stopniu straty ciepła występujące na styku szkła i profilu okna powodując dodatkowo podniesienie temperatury powierzchni szkła od strony pomieszczenia.

4.4.4 Współczynnik U dla okien i drzwi okiennych: Uw (jednostka: W/m²K)

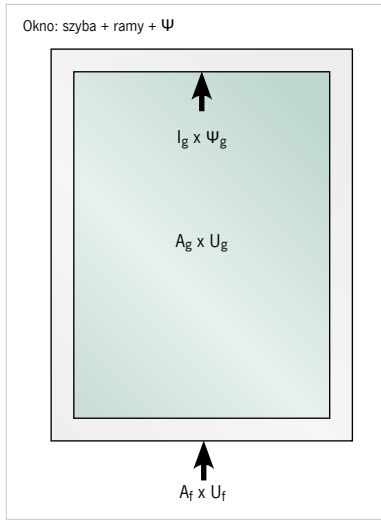
Od dnia 01.02.2010 okna oraz drzwi okienne wykonane zgodnie z normą PN EN 14351-1 muszą być oznakowane znakiem CE. W tym przypadku podaje się również obok innych parametrów okna współczynnik przenikania ciepła Uw. Norma PN EN 14351-1 ustala możliwe działania celem określenia wartości Uw. Z poszczególnych wartości U dla ramy, szkła oraz liniowego współczynnika przenikania ciepła w obszarze szkło-rama ustala się zgodnie z PN EN ISO 10077-1 wartość nominalną Uw dla okna o wymiarze standardowym 1,23 x 1,48 m. Alternatywnie można również wartość Uw zmierzyć zgodnie z normą PN EN ISO 12567.

Dla wartości ustalanych zgodnie z PN EN ISO 10077-1 stosuje się jako wielkości wyjściowe współczynnik Uf zaokrąglony do dwóch miejsc po przecinku, wartość Ug do jednego miejsca po przecinku oraz współczynnik Ψ_g zaokrąglony do dwóch miejsc po przecinku.

Współczynnik przenikania ciepła U_w okna zależny od:

- Wymiarów okna oraz stosunku powierzchni ramy do szkła w oknie
- Współczynnika przenikania ciepła U_g
- Współczynnika przenikania ciepła U_f ramy
- Liniowego współczynnika przenikania ciepła Ψ_g w obszarze styku szyby i ramy.

Wartość nominalną współczynnika przenikania ciepła dla okna i drzwi (U_W) podaje się z reguły dla standardowych wymiarów 1,23 x 1,48 m. Wartości podawane w tabelach bazują na tych wymiarach. Udział ramy w oknie wynoszący 30 % oznacza w tym przypadku szerokość widoczną ramy 110 mm.



W taki sposób dokonujemy obliczeń współczynnika przenikania ciepła dla całego okna zgodnie z normą PN EN ISO 10077:

$$U_W = \frac{A_g \times U_g + A_f \times U_f + L_g \times \Psi}{A_f + A_g}$$

U_W = Współczynnik przenikania ciepła okna
A_f = Powierzchnia ramy
U_f = Współczynnik przenikania ciepła ramy
A_g = Powierzchnia przeszklenia
U_g = Współczynnik przenikania ciepła przeszklenia
L_g = Obwód przeszklenia
Ψ_g = Liniowy współczynnik przenikania ciepła przeszklenia

Wpływ szprosów na wartość U_W

W przeszłości wpływ szprosów na wartości współczynników przenikania ciepła był często pomijany.
Od 1.12.2010 zgodnie z uzupełnieniem do normy produktowej 'Drzwi i okna' DIN EN 14351-1:2010-08 w przypadku stosowania szprosów należy uwzględnić następujące dodatki do współczynnika U_W:

Rodzaje szprosów	**ΔU_W**
Szprosy naklejone na szybę zespoloną	+ 0,0 W/m^{2}K
Pojedynczy szpros krzyżowy w szybie	+ 0,1 W/m^{2}K
Wielokrotne szprosy krzyżowe w szybie	+ 0,2 W/m^{2}K
Szprosy konstrukcyjne (prawdziwe)	+ 0,4 W/m^{2}K

Współczynnik U_W okien i drzwi okiennych w zależności od wartości U_g szyby oraz U_f ramy

Poniższa tabela pokazuje w odniesieniu do standardowych wymiarów okna (1,23 x 1,48 m) obliczone wartości Uw zgodnie z normą PN EN ISO 10077-1:2006-12 dla szyb ciepłochronnych z termicznie poprawioną częścią brzegową oraz wartościami U_f ze stopniowaniem co jedną dziesiątą. Obliczone wartości mogą być zastosowane jako potwierdzenie wartości U_W.

Wyliczone wartości Uw zgodnie z PN EN ISO 10077-1:2006-12 z 30% udziałem ramy w całkowitej powierzchni okna, z termicznie poprawioną częścią brzegową oraz współczynnikiem Ψg według warunków zawartych w załączniku F

U_g W/m²K	U_f W/m²K												
	0,8	**0,9**	**1,0**	**1,1**	**1,2**	**1,3**	**1,4**	**1,5**	**1,6**	**1,7**	**1,8**	**1,9**	**2,0**
1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7
1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7
1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6
1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5
1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4
0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4
0,8	0,95	0,98	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3
0,7	0,88	0,91	0,94	0,97	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2
0,6	0,81	0,84	0,87	0,90	0,93	0,96	0,99	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2
0,5	0,74	0,77	0,8	0,83	0,86	0,89	0,92	0,95	0,98	1,0	1,0	1,1	1,1

4.4.5 Współczynnik U dla fasad: U_{cw} (jednostka: W/m²K)

Podobnie jak okna także fasady bazując na normie wyrobu – „Ściany osłonowe" PN-EN 13830:2015-06 – muszą posiadać znak CE. Oznakowanie CE musi zawierać wraz z innymi właściwościami określonymi normą także współczynnik przenikania ciepła fasady Ucw. Do różnych typów fasad osłonowych z zastosowaniem przeszkleń zaliczmy m.in. wypełnienie fasad słupowo-ryglowych, przeszklenia w systemach strukturalnych, mocowanych punktowo oraz w fasadach membranowych.

Tym czym dla określenia współczynnika U_W dla okien jest norma DIN EN 10077, tym dla fasad jest norma PN-EN ISO 12631:2013-03 – „Cieplne właściwości użytkowe ścian osłonowych – Obliczanie współczynnika przenikania ciepła".

Norma ta określa jak należy obliczyć wartość współczynnika przenikania ciepła fasady z przeszkleniami lub/oraz nieprzejrzystych paneli szklanych (spandreli), które są zamontowane w danej konstrukcji fasady budynku.

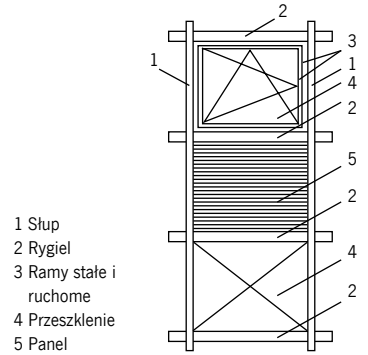
Kwestia obliczeń związanych ze współczynnikiem U oraz wartościami Ψ dla fasady jest ze względu na mnogość uwzględnianych czynników dość złożona:

f Rama – frame
g Przeszklenie – glazing
f,g Styk ramy i przeszklenia
m Słup fasadowy – mullion
m,f Styk słupa i ramy
m,g Styk słupa i przeszklenia
p Nieprzejrzysty panel – panel
t Rygiel fasadowy
t,f Styk rygla i ramy
t,g Styk rygla i przeszklenia
w Okno – window
cw Ściana osłonowa, fasada – curtain wall

Norma podaje dwie metody zbiorczej oceny współczynnika przenikania ciepła ściany osłonowej, fasady U_{cw}:

a) zbiorcza metoda oceny oparta na obliczeniach komputerowych przenoszenia ciepła przez kompletną konstrukcję.

b) składnikowa metoda oceny, w której reprezentatywny element fasady dzielony jest na pola powierzchni o rożnych właściwościach cieplnych.



W metodzie a) całkowita wartość współczynnika przenikania ciepła fasady jest obliczana jako ważona powierzchniowo średnia wartości współczynnika elementów wypełniających oraz połączeń cieplnych. Istnieją dwie odmiany zbiorczej metody oceny, różniące się sposobem modelowania połączeń między elementami: zbiorcza metoda oceny z powierzchnią łączącą z indeksem TJ lub zbiorcza metoda oceny ze złączem liniowym ΨTJ.

W składnikowej metodzie oceny b) reprezentatywny element fasady dzielony jest na pola powierzchni o rożnych właściwościach cieplnych. Całkowity współczynnik przenikania ciepła fasady jest średnią współczynników ważoną po powierzchni poszczególnych elementów, z dodatkowymi składnikami korekcyjnymi, uwzględniającymi oddziaływanie cieplne między elementami.

Składnikowa metoda oceny bazuje na następującym wzorze wyznaczającym współczynnik przenikania ciepła ściany osłonowej U_{cw}

$$U_{cw} = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_p U_p + \sum A_f U_f + \sum A_m U_m + \sum A_t U_t + \sum l_{f,g}\Psi_{f,g} + \sum l_{m,g}\Psi_{m,g} + \sum l_{t,g}\Psi_{t,g} + \sum l_p \Psi p + \sum l_{m,f}\Psi_{m,f} + \sum l_{t,f}\Psi_{t,f}}{A_{cw}}$$

W którym:

U_g / U_p	współczynniki przenikania ciepła szyby oraz panelu
U_t / U_m / U_t	współczynniki przenikania ciepła ramy, słupa i rygla fasadowego
$\Psi_{f,g}$ / $\Psi_{m,g}$ / $\Psi_{t,g}$ / Ψ_p	liniowe współczynniki przenikania ciepła charakteryzujące liniowe mostki cieplne na styku szyby lub panelu ze słupem fasadowym, ryglem fasadowym lub z ramą okienną
$\Psi_{m,f}$ / $\Psi_{t,f}$	liniowe współczynniki przenikania ciepła charakteryzujące liniowe mostki cieplne na styku słupa fasadowego lub rygla fasadowego z ramą okienną

Suma pól powierzchni poszczególnych składowych A_{cw}:

$A_{cw} = A_g + A_p + A_f + A_m + A_t$

Gdzie pola powierzchni poszczególnych składowych to:

- A_{cw} pole powierzchni ściany osłonowej, fasady
- A_g pole powierzchni przeszklenia
- A_p pole powierzchni panelu (części nieprzezroczystej)
- A_f pole powierzchni ramy razem ze skrzydłem okiennym
- A_m pole powierzchni słupa fasadowego
- A_t pole powierzchni rygla fasadowego

Podobnie jak dla okien współczynnik U_g można określić na podstawie norm DIN EN 673, 674 i 675. Wartość Up nieprzezroczystych paneli określa się za pomocą normy prEN ISO 6946. Wartość Uf można wyznaczyć np. zgodnie z normą DIN EN ISO 10077-1 lub-2.

Stosując składnikową metodę oceny, można wykorzystać wartości liniowych współczynników przenikania ciepła z tablic zamieszczonych w informacyjnym Załączniku B do normy lub wyliczyć szczegółowo zgodnie z normą DIN EN ISO 10077-2.

Zestawienie pochodzenia danych wyjściowych do obliczeń współczynnika U_{cw}

Współczynniki przenikania ciepła	Pochodzenie
U_g	DIN EN 673, EN 674, EN 675
U_f	EN 12412-2, DIN EN ISO 10077-1, DIN EN ISO 10077-2
U_m / U_t	EN 12412-2, DIN EN ISO 10077-2 (oraz załącznik C)
Ψ_g i Ψ_p i $\Psi_{m,f}$ / $\Psi_{t,f}$	Załącznik B, DIN EN ISO 10077-2
U_p	prEN ISO 6946

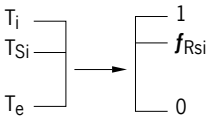
W załączniku B znajdują się tabele podające współczynnik Ψ dla przeszkleń zamontowanych w fasadach słupowo-ryglowych ($\Psi_{m,g}$ i $\Psi_{t,g}$) oraz ramach $\Psi_{f,g}$ z uwzględnieniem standardowych ramek z aluminium i stali oraz ramek o polepszonych parametrach cieplnych. W dalszej części tabel podane są Ψp dla paneli nieprzeziernych jak również Ψ dla liniowych mostków cieplnych ($\Psi_{m,f}$ i $\Psi_{t,f}$) na styku słupa fasadowego lub rygla fasadowego z ramą okienną. Alternatywnie do obu przedstawionych metod możliwe jest także badanie zgodne z PN -EN ISO 12567-1:2010 – Określanie współczynnika przenikania ciepła metodą skrzynki grzejnej – Część 1: Kompletne okna i drzwi.

4.4.6 Współczynnik temperaturowy *f*

Pomiędzy ciepłym powietrzem w ogrzewanym budynku a zimnym powietrzem na zewnątrz zawsze będzie występował spadek temperatury. Przy tym temperatura powierzchni po stronie zewnętrznej np. szyby będzie wyższa niż temperatura powietrza na zewnątrz. I odwrotnie temperatura powierzchni w pomieszczeniu będzie niższa niż temperatura znajdującego się tutaj powietrza. Dobrze izolujący element budowalny będzie miał wysoką, bliską temperaturze powietrza w pomieszczeniu, temperaturę swojej powierzchni. Źle izolujący materiał będzie bardzo szybko w wyniku strat ciepła obniżał swoją temperaturę powierzchni. Pominąwszy fakt, że uciekające ciepło trzeba ciągle uzupełniać, co jest oczywiście związane ze wzrostem kosztów, źle izolujący materiał budowalny ma swoje wady związane z komfortem i higieną: przebywając w pobliżu takiej powierzchni będziemy odczuwać nieprzyjemne odczucie zimna. Oprócz tego na zimnych powierzchniach powstaje większe ryzyko wystąpienia zjawiska kondensacji pary wodnej. W dłuższej perspektywie w takich zawilgoconych miejscach pojawi się pleśń. Pleśń zaczyna rosnąć na powierzchniach przy względnej wilgotności powietrza wynoszącej 80 %.

Zgodnie z normą DIN EN 10077-2 można wyznaczyć w przekroju okna przebieg temperatur. Na ramach oraz na krawędzi szyby można odczytać temperatury powierzchni, które znajdują się poniżej przyjętych wartości obliczeniowych (pomieszczenie 20 °C, na zewnątrz 0 °C). W przypadku okien najniższe temperatury powierzchni od strony pomieszczenia TSi,min odczytuje się z reguły w pobliżu mostków cieplnych występujących na krawędzi szyby.
W praktyce najniższe wartości temperatur nie są zależne tylko od samej lepszej lub gorszej izolacyjności elementu budowlanego, lecz także od warunków temperaturowych panujących w otoczeniu. Im zimniej jest na zewnątrz, tym bardziej spada temperatura na powierzchniach znajdujących się od strony pomieszczeń. Aby nie trzeba było za każdym razem przeliczać każdego przypadku z osobna, wprowadzono bezwymiarowy współczynnik temperaturowy.

Współczynnik temperaturowy jest parametrem służącym do oceny niebezpieczeństwa tworzenia się pleśni na powierzchni przegród budowlanych. Współczynnik temperaturowy to różnica pomiędzy temperaturą powierzchni i temperaturą powietrza na zewnątrz podzielona przez różnicę temperatury powietrza wewnętrznego i zewnętrznego. Jeśli zgodnie z DIN EN 10077-2 przy T_i = 20 °C i T_e = 0 °C ustalono najniższą temperaturę powierzchni wynoszącą 14 °C, to dla tego przypadku współczynnik temperaturowy wynosi 0,7 tzn. z całkowitej różnicy pomiędzy temperaturą wewnątrz i na zewnątrz na powierzchniach w pomieszczeniach brakuje jeszcze 70 % do osiągnięcia temperatury zewnętrznej.
Z tak raz ustalonym współczynnikiem *f* dla danego elementu budowlanego można wyliczyć najniższą temperaturę powierzchni dla każdej innej temperatury pomieszczenia i temperatury na zewnątrz.



$$\ddot{}_{Rsi} = \frac{T_{Si,min} - T_e}{T_i - T_e}$$

$$T_{Si,min} = T_e + \ddot{}_{Rsi} (T_i - T_e)$$

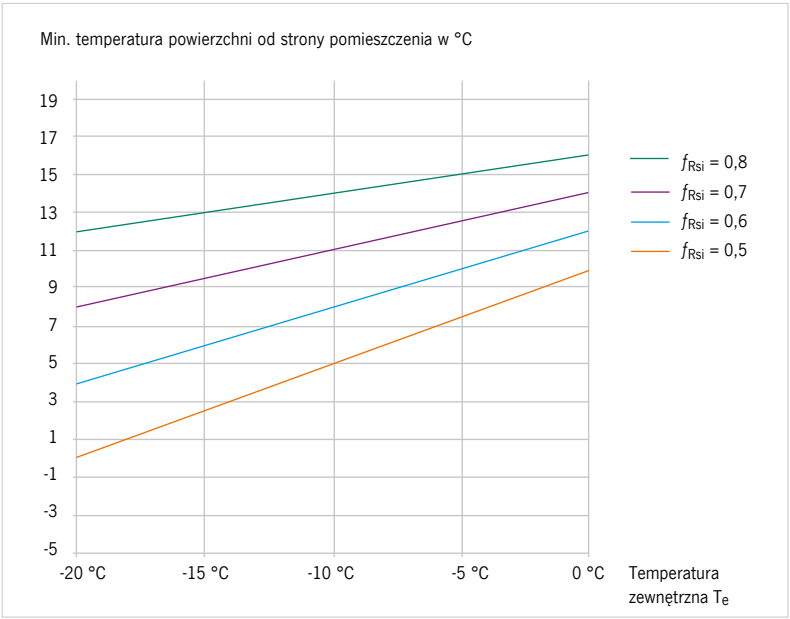
$\ddot{}_{Rsi}$	Współczynnik temperaturowy
T_i	Temperatura w pomieszczeniu – internal
T_e	Temperatura na zewnątrz – external
$T_{Si,min}$	Minimalna temperatura powierzchni wewnątrz – surface internal

Jeśli temperatura na zewnątrz będzie niższa, to spadnie temperatura powierzchni, tak aby zachować stały stosunek wartości. Przykład: temperatura w pomieszczeniu T_i = 20 °C zaś na zewnątrz T_e = -10 °C co daje różnicę T_i – T_e = 30 °C. Mnożąc ją przez współczynnik *f* wynoszący 0,7 wzgl. 70 % => 0,7 (20 – (-10)) uzyskujemy 21 °C jako pozostałą różnicę temperatury pomiędzy powierzchnią elementu budowlanego a temperaturą zewnętrzną. Z tego wynika wartość temperatury powierzchni $T_{Si,min}$ = -10 °C + 21 °C = 11 °C.

W dalszych krokach można za pomocą współczynnika *f* ocenić ryzyko wystąpienia kondensatu pary wodnej. Jeśli temperatura powierzchni spadnie poniżej temperatury punku rosy (T_{DP}) otaczającego powietrza, powstanie wtedy kondensat pary wodnej. Zjawisko to często można zauważyć podczas bardzo niskich temperatur wzdłuż krawędzi okien od strony pomieszczenia. Zwłaszcza jeśli zastosowana w oknie szyba zespolona posiada tradycyjną ramkę aluminiową.
Dla normalnych warunków klimatycznych tj. w temperaturze 20 °C i względnej wilgotności powietrza w pomieszczeniu wynoszącej 50 %, temperatura punktu rosy wynosi 9,3 °C. Jeśli w pomieszczeniu są powierzchnie cieplejsze, nie wystąpi na nich kondensat. Jednakże trzeba pamiętać, że pleśń w pomieszczeniu nie pojawia się gdy następuje powstawanie samego kondensatu, lecz już przy względnej wilgotności powietrza wynoszącej ok. 80 %, co osiąga się już na powierzchniach mających temperaturę 12,5 °C. Zgodnie z normą DIN 4108-2 współczynnik temperaturowy *f* nie może być niższy niż 0,7. Przy temperaturze zewnętrznej -5 °C współczynnik f na poziomie 0,7 oznacza, że najniższa temperatura powierzchni wewnątrz Tsi,min może wynieść dokładnie 12,5 °C. Jeśli temperatura nie spadnie poniżej tej wartości to na powierzchni nie wystąpi pleśń.

Co prawda zgodnie z normą DIN 13788 przewidziane są wyjątki od tej reguły dla okien i konstrukcji słupowo-ryglowych: dopuszczalne jest chwilowe wystąpienie niewielkich ilości kondensatu pary wodnej, pod warunkiem że, powierzchnie nie będą absorbować wody oraz zostaną wprowadzone środki zaradcze zapobiegające kontaktowi wody z materiałami szczególnie wrażliwymi na wilgoć.

Minimalna temperatura powierzchni wewnątrz pomieszczenia w zależności od współczynnika *f* i temperatury zewnętrznej T_i = 20 °C

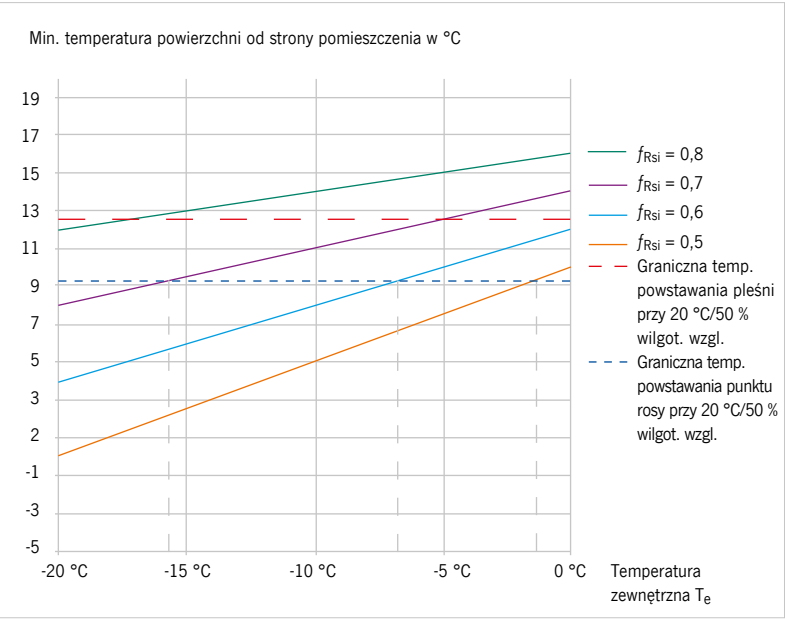


Montując w oknach dwukomorowe szyby zespolone z ciepłymi ramkami w większości przypadków uzyskamy wymagany współczynnik temperaturowy 0,7 a nawet uzyskamy większy.

Formułując równanie można obliczyć najniższą temperaturę zewnętrzną, przy której w warunkach normalnych tj. 20 °C i 50 % wilgotności, na powierzchni z zadanym współczynnikiem f nie wystąpi kondensat, tzn. osiąga się temperaturę punktu rosy TDP = 9,3 °C (wzgl. 12,5 °C dla krytycznej temperatury przy której zaczyna powstawać pleśń)

$$T_{e,gr.} = \frac{T_{DP} - T_i \cdot f_{Rsi}}{(1 - f_{Rsi})}$$

Pomiar granicznej temperatury zewnętrznej Te, gr. , poniżej której w warunkach normalnych (20 °C i 50 % wilgotności) może wystąpić kondensat.



	$T_{e,gr.}$ dla pleśni 12,5 °C	**$T_{e,gr.}$ dla punktu rosy 9,3 °C**
$f_{(Rsi)}$ = 0,8	-17,5 °C	-33,5 °C
$f_{(Rsi)}$ = 0,7	-5,0 °C	-15,7 °C
$f_{(Rsi)}$ = 0,6	1,3 °C	-6,8 °C
$f_{(Rsi)}$ = 0,5	5,0 °C	-1,4 °C

Dla innych warunków granicznych należy najpierw określić temperaturę punktu rosy na podstawie dostępnych danych dotyczących wilgotności i temperatury w pomieszczeniu. Za pomocą współczynnika temperaturowego *f* zostanie obliczona minimalna temperatura powierzchni Tsi,min dla zadanych warunków granicznych. Z porównania temperatury punktu rosy T_{DP} z temperaturą $T_{Si,min}$ można wnioskować, czy miejsce gdzie wystąpi najniższa temperatura powierzchni na oknie przy określonej temperaturze zewnętrznej będzie wolne, lub nie, od skroplonej z kondensatu wody.

4.5. Izolacyjne szyby zespolone marki SANCO

4.5.1 SANCO Plus EN2 / SANCO SILVERSTAR EN2plus

Szyba zespolona SANCO Plus EN2 o bardzo neutralnym odcieniu kolorystycznym odgrywa ważną rolę w zapobieganiu marnotrawienia paliw kopalnianych. Niska wartość Ug wynosząca 1,1 W/m^{2}K w sposób trwały wpływa na obniżenie strat ciepła w oknie spełniając jednocześnie wysokie wymagania, jakie zawarto w przepisach dotyczących oszczędności energii. SANCO Plus EN2 wykorzystuje wysoką wartość przepuszczalności energii g, co powoduje, że energia słoneczna staje się dodatkowym źródłem energii. Fakt ten uwidacznia się wyraźnie w zmniejszonych kosztach ogrzewania i większym komforcie przebywania w danym pomieszczeniu na skutek wyższej temperatury powierzchni szkła w oknie. Poza tymi zaletami wychodzi to również na korzyść naszemu środowisku naturalnemu, gdzie znacznie ograniczona zostaje emisja CO_2.

Ekstremalnie wręcz dobra neutralność kolorystyczna SANCO Plus EN2 daje projektantom i inwestorom duże pole manewru w estetycznym kształtowaniu przeszkleń w nowoczesnej architekturze budynków. Dotychczas stosowane powłoki ciepłochronne powodowały, że szkło mające swoje własne zabarwienie prowadziło do zmian w kolorystyce przy przezieraniu i obserwacji z zewnątrz. Nowa powłoka SANCO Plus EN2 jest bezbarwna i zapewnia niezniekształcony obraz przy zachowaniu naturalnych i błyszczących kolorów. Kombinacja z innymi szybami funkcyjnymi SANCO stanowi techniczne uzupełnienie możliwości SANCO Plus EN2. Jest to szkło, które idealnie nadaje się do nowobudowanych obiektów oraz budynków poddawanych renowacji.

Ochrona przed utratą ciepła z SANCO Plus EN2 / SANCO SILVERSTAR EN2plus

Typ szkła	Budowa zespolenia	Wartość U_g według PN EN 673	Współczynnik przenikania światła	Całkowity współczynnik przenikalności energii według DIN EN 410	Odbicie światła na zewnątrz
	mm	W/m²K	LT % (±2)	Wartość g w % (±2)	LR w % (±2)
SANCO Plus EN2	4 - 16L - 4	1,4	82	64	12
SANCO Plus EN2	4 - 12AR - 4	1,3	82	64	12
SANCO Plus EN2	4 - 14AR - 4	1,2	82	64	12
SANCO Plus EN2	4 - 16AR - 4	1,1	82	64	12
SANCO Plus EN2	4 - 12AR/KR - 4	1,1	82	64	12
SANCO Plus EN2	4 - 10KR - 4	1,0	82	64	12

Ochrona przed utratą ciepła z SANCO Plus EN2 / SANCO SILVERSTAR EN2plus zespolenie dwukomorowe

Typ szkła	Budowa zespolenia	Wartość U_g według PN EN 673	Współczynnik przenikania światła	Całkowity współczynnik przenikalności energii według DIN EN 410	Odbicie światła na zewnątrz
	mm	W/m²K	LT % (±2)	Wartość g w % (±2)	LR w % (±2)
SANCO Plus EN2	4 - 10AR - 4 - 10AR - 4	0,8	74	53	14
SANCO Plus EN2	4 - 12AR - 4 - 12AR - 4	0,7	74	53	14
SANCO Plus EN2	4 - 16AR - 4 - 16AR - 4	0,6	74	53	14
SANCO Plus EN2	4 - 14AR/KR - 4 - 14AR/KR - 4	0,5	74	53	14

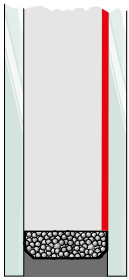
P = Powietrze, AR = Argon, KR = Krypton
SANCO Plus EN2 powłoka w zespoleniu jednokomorowym na poz.3, w dwukomorowym na poz. 2 i 5

Emisyjność szyb SANCO Plus EN2 / SANCO SILVERSTAR EN2plus

SANCO Plus EN2 jest ciepłochronną szybą zespoloną ze specjalną powłoką zabezpieczającą przed utratą ciepła, której emisyjność wynosi 3 %.

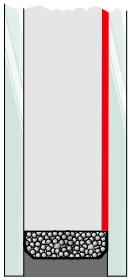
Przykładowe wartości U_g obliczone zgodnie z normą PN EN 673 z przestrzenią międzyszybową wypełnioną gazem na poziomie 90 %

Wypełnienie powietrzem



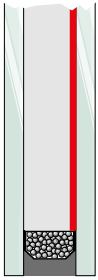
1,4 W/m²K
ramka 16 mm

Wypełnienie argonem



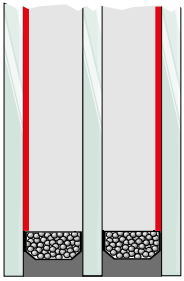
1,1 W/m²K
ramka 16 mm

Wypełnienie kryptonem



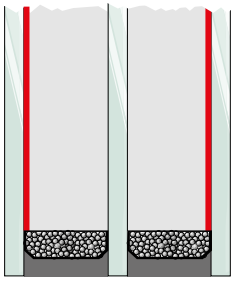
1,0 W/m²K
ramka 10 mm

Wypełnienie argonem



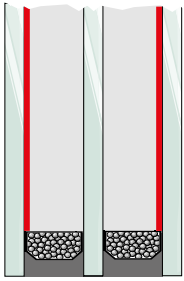
0,7 W/m²K
2 x ramka 12 mm

Wypełnienie argonem



0,6 W/m²K
2 x ramka 16 mm

Wypełnienie argonem i kryptonem



0,5 W/m²K
2 x ramka 14 mm

4.5.2 SANCO ESI – dwukomorowe Energooszczędne Szyby Izolacyjne

Zespolenia high-tech przyszłości dostępne już teraz

W przeciwieństwie do zespoleń jednokomorowych, zespolenia dwukomorowe oferują jeszcze lepsze parametry izolacyjne a dzięki temu jeszcze większy potencjał do oszczędzania energii a tym samym pieniędzy.

Szyby zespolone dwukomorowe pociągają za sobą średnio o 50 procent zwiększony ciężar. Z powodu większych grubości szyb wymagane są częściowo zwiększone przekroje profili oraz wzmocnione okucia okienne.

Na tle nowych przepisów dotyczących oszczędzania energii zespolenia dwukomorowe stają się w zależności od geometrii i planowanej eksploatacji budynku niezbędnym jego elementem.

Dwukomorowe jest lepsze: SANCO ESI – Energooszczędne Szyby Izolacyjne marki SANCO

Typ szkła	Budowa zespolenia	Wartość U_g według PN EN 673	Współczynnik przenikania światła według PN EN 410	Całkowity współczynnik przenikalności energii według DIN EN 410	Odbicie światła na zewnątrz
	mm	W/m^{2}K	LT % (±2)	Wartość g w % (±2)	LR w % (±2)
SANCO Plus ZERO	4 - 12AR - 4 - 12AR - 4	0,7	57	35	29
SANCO Plus ZERO	4 - 16AR - 4 - 16AR - 4	0,5	57	35	29
SANCO Plus ZERO	4 - 12KR - 4 - 12KR - 4	0,4	57	35	29
SANCO Plus EN2	4 - 12AR - 4 - 12AR - 4	0,7	74	53	14
SANCO Plus EN2	4 - 16KR - 4 - 16KR - 4	0,6	74	53	14
SANCO Plus EN2	4 - 12KR - 4 - 12KR - 4	0,5	74	53	14
SANCO Plus TRIII	4 - 12AR - 4 - 12AR - 4	0,7	71	51	17
SANCO Plus TRIII	4 - 12KR - 4 - 12KR - 4	0,5	71	51	17
SANCO Plus TRIII E	4 - 12AR - 4 - 12AR - 4	0,8	73	62	18
SANCO Plus TRIII E	4 - 12KR - 4 - 12KR - 4	0,6	73	62	18

AR = Argon, KR = Krypton
Powłoki na pozycjach 2 i 5

4.5.2.1 SANCO Plus TRIII E / SANCO SILVERSTAR TRIII E

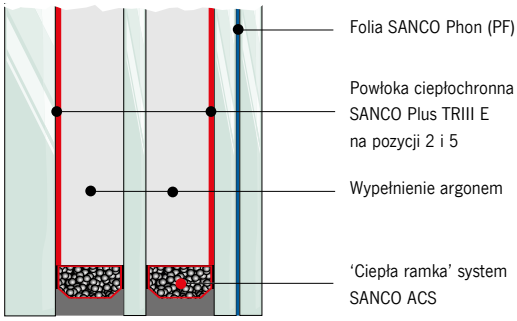
Wielofunkcyjna szyba zespolona przeznaczona dla domów pasywnych
2-komorowa ochrona cieplna łącząca bezpieczeństwo, ochronę przed oślepianiem, ochronę przeciwsłoneczną

Szyba zespolona dwukomorowa:
- oszczędzająca energię
- zapewniająca komfort
- przyjazna dla klimatu

SANCO Plus TRIII E to dwukomorowa szyba zespolona najnowszej technologii, która już teraz jest odpowiedzią na wzrastające wymagania dotyczące izolacyjności termicznej. Powłoki SANCO Plus TRIII E oraz system ciepłej ramki SANCO ACS są podstawowymi elementami wpisującymi się we wzrastające wymagania dotyczące dwukomorowych szyb zespolonych. Typowe zastosowania tych zespoleń to najnowsze budownictwo i renowacje starych budynków, jak również domy pasywne i architektura przyjazna środowisku. Ich pełnym uzupełnieniem jest możliwość różnorodnej kombinacji z funkcjami dźwiękochłonności, ochroną przed zbytnim nasłonecznieniem czy zwiększonym bezpieczeństwem.

SANCO Plus TRIII E z SANCO Safe AV

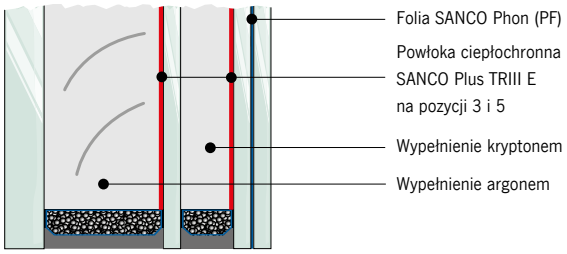
Dodatkowo sprawdzone bezpieczeństwo.
Szkło jako wielofunkcyjny element fasad oferuje obecnie bardzo wiele możliwości dla domów projektowanych jako samo-wystarczalne w energię lub o bardzo niskim jej zużyciu. Poprzez kombinację z SANCO Safe AV można połączyć aspekty związane z bezpieczeństwem z innowacyjnymi rozwiązaniami dotyczącymi szyb zabezpieczającym przed wypadnięciem oraz przeznaczonych na dachy. Wysokiej klasy szkło bezpieczne zabezpiecza nas przed ryzykiem zranienia oferując aktywną i pasywną ochronę. W ten sposób możliwe jest wykonie projektów zgodnie z wytycznymi dla przeszkleń zabezpieczających przed wypadnięciem, według kategorii A i C2.



Budowa zespolenia	Wartość U_g według PN EN 673	Współczynnik przenikania światła według PN EN 410	Całkowity współczynnik przenikalności energii według PN EN 410	Dźwiękochłonność
mm	W/m²K	LT % (±2)	Wartość g % (±2)	R_w w db
8 ESG - 12AR - 4 ESG - 12AR - 4 - 0,76 PF - 4	0,8	71	56	42

SANCO Plus TRIII E z SANCO CONTROL E*

Dodatkowa efektywna ochrona słoneczna. Przeszklenia zajmujące całą ścianę pomieszczenia skierowane na południową stronę są typową cechą domów pasywnych. To co jest istotne dla zysku energetycznego budynku może jednak podczas gorących, słonecznych dni prowadzić do zbytniego nagrzewania się pomieszczeń. W tym kontekście istotnym dodatkiem do koncepcji inteligentnych fasad szklanych stają się systemy przeciwsłoneczne z żaluzjami. Odpowiednio regulowane lamele systemu żaluzji mogą dopasować się do każdej sytuacji, aby w ten sposób aktywnie sterować przepływem światła do pomieszczeń. Dzięki systemowi SANCO CONTROL możemy istotnie redukować przepływ energii słonecznej lub dodatkowo aktywnie ogrzewać pomieszczenia.



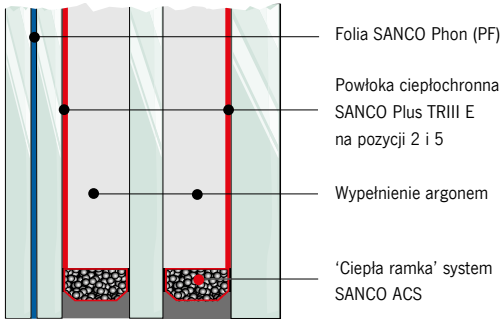
Budowa zespolenia	Wartość U_g według PN EN 673	Współczynnik przenikania światła według PN EN 410	Całkowity współczynnik przenikalności energii według PN EN 410	Dźwiękochłonność
mm	**W/m²K**	**LT % (±2)**	**Wartość g % (±2)**	**R_w w db**
6 - 27AR - 4 ESG - 12KR - 8 VSG	0,6	71	60	ca. 46

*SANCO CONTROL E dostępny tylko w połączeniu z systemem ciepłej ramki SANCO ACS

SANCO Plus TRIII E z folią SANCO Phon

Optymalna ochrona przed hałasem.
Hałas jest już stałym towarzyszem naszych czasów. Ludzki organizm reaguje na ciągłe obciążenie hałasem w naszym otoczeniu fizycznym i psychicznym stresem. Aby ograniczyć wpływ hałasu i zminimalizować go w maksymalnym stopniu, możemy zastosować takie rozwiązania, które dopasują się do każdej sytuacji.

SANCO Phon dzięki znakomitym właściwościom dźwiękochłonnym oraz innowacyjnym rozwiązaniom, wpływa aktywnie na poprawę jakości przebywania w pomieszczeniach, zarówno w pracy jaki i w domu. Zastosowanie szyb chroniących przed hałasem oferuje także równoczesne korzyści wynikające z zastosowania bezpiecznych szyb laminowanych.



Budowa zespolenia	Wartość U_g według PN EN 673	Współczynnik przenikania światła według PN EN 4100	Całkowity współczynnik przenikalności energii według PN EN 410	Dźwiękochłonność
mm	**W/m²K**	**LT % (±2)**	**g-Wert % (±2)**	**R_w in db**
5 - 0,5 PF - 5 - 12AR - 6 - 12AR - 10	0,8	69	53	46

4.6. SANCO ACS / ACSplus szyby zespolone z ciepłą ramką

Znaczne polepszenie parametrów w części brzegowej szyby zespolonej

Ramka dystansowa z aluminium oraz odpowiednie uszczelnienie części brzegowej szyby zespolonej wykorzystywane standardowo w systemie szyb zespolonych SANCO stanowi wypróbowany i skuteczny system uszczelnienia szyby zespolonej. Zastosowanie tej metody w połączeniu z ciepłochronną szybą zespoloną SANCO pozwala bez problemu sprostać wymaganiom określonym w przepisach dotyczących oszczędności energii w budownictwie (np. niem. EnEV). Zdecydowane polepszenie parametrów w części brzegowej uzyskuje się jednak poprzez wykorzystanie SANCO ACS (Anti Condensation System), czyli szyb zespolonych z ciepłą ramką.
Uszczelnienie typu – z ang. warmedge' – ogranicza tworzenie się mostków termicznych w porównaniu do konwencjonalnej ramki dystansowej z aluminium bez potrzeby dokonywania jakichkolwiek zmian w budowie profili okiennych. Oprócz oszczędności na kosztach ogrzewania, SANCO ACS odznacza się zmniejszeniem prawie o 80 % podatności szkła na powstawanie kondensatu pary wodnej w części brzegowej szyby zespolonej. Szybę taką można zamontować w każdym rodzaju okna: obojętnie czy jest to konstrukcja drewniana, z tworzywa sztucznego czy metalu. Możliwe jest tworzenie kombinacji szkła celem zwiększenia ochrony przeciwsłonecznej, ochrony przed hałasem czy podwyższenia klasy bezpieczeństwa. Obszar zastosowań jest bardzo szeroki. Sięga on od budownictwa mieszkaniowego poprzez budownictwo przemysłowe, aż po wszelkiego rodzaju budynki użyteczności publicznej.

Zadania części brzegowej szyby zespolonej

- Długotrwałe uszczelnienie zabezpieczające przed przenikaniem wilgoci do wnętrza szyby
- Długotrwałe zabezpieczenie przed ucieczką gazu z przestrzeni międzyszybowej
- Zapewnienie utrzymania stałej odległości między szybami
- Zapewnienie wzajemnej kompatybilności zastosowanych materiałów uszczelniających
- Niedopuszczenie do powstawania reakcji chemicznych w długim okresie czasu
- Pewne i trwałe zamocowanie szprosów w przestrzeni międzyszybowej

Ponieważ część brzegowa szyby zespolonej zamontowanej w oknie lub fasadzie jest bardzo dobrze widoczna, dlatego powinna także długo ładnie się prezentować.

Korzyści w kosztach ogrzewania, higiena i estetyka

Dzięki skutecznym powłokom ciepłochronnym współczesne szyby zespolone odznaczają się bardzo dobrymi parametrami izolacyjnymi. Na zdolność ochrony przed utratą ciepła w części brzegowej wpływ ma jednak nie tylko powłoka, lecz w głównym stopniu budowa tak zwanego systemu uszczelnienia części brzegowej szyby. Oznacza to, że w części brzegowej ochrona przed utratą ciepła może być mniej skuteczna oraz, że w tej części szyby

występuje niższa temperatura po wewnętrznej stronie przeszklenia. W pomieszczeniach o wysokiej wilgotności powietrza dochodzić może przejściowo przy niskich temperaturach zewnętrznych, przede wszystkim w zimie, do wyroszenia się pary wodnej w części brzegowej szyby. Jest to problem związany z utrzymaniem higieny jak i właściwej estetyki. Konwencjonalne szyby zespolone wyposażone są w ramkę dystansową – profil utrzymujący odległość między dwoma szybami – wykonaną z aluminium. Aluminium jest jednak metalem, który dobrze przewodzi ciepło. Jest to jeden z powodów obniżonej izolacyjności w części brzegowej szyby zespolonej. ACS jest określeniem technologicznym i oznacza z angielskiego „Anti Condensation System". Opisując nowy system uszczelnienia zewnętrznego można powiedzieć inaczej, że jest to minimalizowanie zjawiska wyroszenia pary wodnej w części brzegowej szyby zespolonej. I właśnie w wyniku zastosowania takiego systemu osiąga się znaczącą poprawę higieny i estetyki. SANCO ACS optymalizuje jak gdyby stopień ochrony ciepłochronnej w części brzegowej okna i przyczynia się tym samym do oszczędzania cennej energii stosowanej do ogrzewania. Montaż szyb zespolonych SANCO z systemem ciepłych ramek ACS przynosi tylko korzyści i może być polecany do każdego rodzaju okien.

Różnorodność systemów ciepłej ramki SANCO ACS

Pod pojęciem SANCO ACS są oferowane różne rodzaje ramek dystansowych o polepszonych właściwościach izolacyjnych.

Rodzaj technologii	Systemy ciepłych ramek
Pusta w środku ramka w całości wykonana z metalu	■ Ramki dystansowe ze stali szlachetnej o różnych przekrojach i grubościach ścianek
Pusta w środku ramka wykonana z tworzywa sztucznego pokryta metalową folią	■ Chromatech Ultra ■ TGI-Spacer ■ Thermix TX.N
Systemy aplikowane bezpośrednio na szkło	■ Super Spacer TriSeal ■ Ködispace

System ciepłych ramek SANCO ACS jest dostępny w różnych szerokościach do wszystkich możliwych rodzajów szyb zespolonych. Wiele rodzajów ramek jest dostępnych także w wersjach kolorystycznych. Oferowane są także szprosy pasujące do tego rodzaju ramek, które oczywiście także mają polepszone właściwości izolacyjne. Wszystkie systemy są regularnie sprawdzane pod kątem zachowania ich funkcjonalności.

Liniowy współczynnik przenikania ciepła Ψ_g

Wpływ na liniowy współczynnik przenikania ciepła Ψ_g mają przede wszystkim właściwości izolacyjne, z których wykonane są ramki dystansowe. Ważna jest także geometria ramek (grubości ścianek profilu ramki, wysokość oraz kształt ramki).

Na podstawie współczynnika Psi można ocenić możliwości izolacyjne danego systemu ciepłej ramki i dzięki temu porównać z ramkami innych producentów. Generalnie można stwierdzić, że wartości uzyskiwane przez różnych producentów ciepłych ramek wahają się w podobnym rządzie wielkości. Tak naprawdę najbardziej istotna jest różnica pomiędzy „zimną" a „ciepłą ramką". Dla okien drewnianych i z profilu PVC wynosi ona średnio 0,04 W/mK oraz od 0,05 do 0,06 W/mK dla okien z profili metalowych. Daje to poprawę wartości współczynnika Uw dla całego okna na poziomie od 0,1 do 0,2 W/m²K.

Obowiązuje następująca zasada ogólna:

Różnica w wartości Psi $\Delta\Psi_g$	**Poprawa wartości U_w okna**
0,04 W/mK	0,1 W/m²K
0,004 W/mK	0,01 W/m²K

Uwaga: niedokładność obliczeń przy ustalaniu współczynnika Ψ_g wynosi ±3 tysięczne co w sumie daje niedokładność wynosząca do 0,006 W/mK.

Reprezentatywne wielkości Ψ_g systemu ciepłych ramek SANCO ACS dla okien

Specjalna komisja do spraw „Systemów ciepłych ramek" zrzeszona przy Niemieckim Związku Szkła Płaskiego (niem. BF-Bundesverband Flachglas) opracowała tabelę z danymi „Wartość Psi dla okien" będącą podstawą do stosowania w uproszczonej metodzie obliczeniowej dla okien. Dla wybranych najczęściej stosowanych obecnie, reprezentatywnych profili okiennych, obliczono reprezentatywne wartości-Ψ_g stosowanych w systemie SANCO ACS ramek w szybach zespolonych jedno- i dwukomorowych. Dla każdego typu ramek podanych jest w sumie osiem reprezentatywnych wartości-Ψ_g: dla okna z profilem aluminiowym izolowanym termicznie, okna z PVC, drewnianego i drewniano-aluminiowego.

4.7. SANCO VIP panele termoizolacyjne z próżnią powietrzną

Cienkie panele termoizolacyjne dla fasad w szybach zespolonych.

SANCO VIP panele termoizolacyjne są idealnym rozwiązaniem dla fasad wymagających najwyższych parametrów związanych z utratą ciepła. Ich zaletą jest możliwość montowania paneli tak jak szyby zespolone w tradycyjnych systemach profili fasadowych. Maksymalne wartości ciepłochronności uzyskuje się w tych elementach dzięki zupełnie nowej technologii. Specjalny mikroporowaty materiał izolacyjny zostaje zamknięty w przestrzeni ograniczonej szczelną folią, z którego odpompowano powietrze tworząc próżnię gazową (vacuum). Materiał ten posiada niezmiernie niską przenikalność cieplną dlatego panel uzyskuje tak wysoką ciepłochronność.

Panel izolacyjny o grubości zaledwie 30 mm z systemem SANCO VIP (ramka 18mm) uzyskuje współczynnik U równy 0,3 W/m^{2}K. Przy nieznacznie grubszych panelach można uzyskać jeszcze lepsze wartości. Dlatego tymi parametrami panele SANCO VIP znajdują się w obszarze zastosowań przeznaczonych dla znacznie grubszych tradycyjnych mineralnych materiałów budowlanych.

Poprzez ogromną liczbę farb do szkła lub powierzchni aluminiowych uzyskujemy ogromne możliwości w kształtowaniu fasad. Mogą być one dodatkowo uzupełniane przez wielofunkcyjne szyby zespolone jak dodatkowa ochrona przed hałasem czy zwiększone bezpieczeństwo.

Lepsza izolacyjność
Dzięki zastosowaniu tego systemu w fasadach z dużą ilością elementów nieprzeziernych skutecznie zostają spełnione przepisy dotyczące oszczędzania energii.

Lepsza dźwiękochłonność
Możliwe są konstrukcje specjalne przewidziane dla lepszej ochrony przed hałasem.

Ogromne możliwości kolorystyczne
Dla firm budowlanych i architektów powstają nieograniczone wręcz mo liwości kształtowania barw i odcieni.

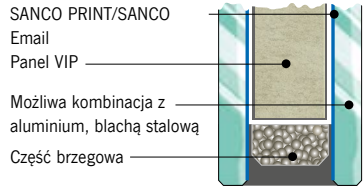
Planowanie, produkcja, montaż
Panele mogą być montowane w takich samych grubościach jakie przyjęte są dla szyb zespolonych.

Idealny punkt wyjścia dla elementów nieprzeziernych

Istotę systemu SANCO VIP stanowi innowacyjny mikroporowaty materiał izolacyjny. Znajduje się on w specjalnej folii ochronnej. Przestrzeń pozostająca pomiędzy materiałem a folią zostaje odpowietrzona do wartości próżni pomiędzy 0,001 a 1,5 mbar (0,001 a 1 Tr) a następnie szczelnie zamknięta.

Ochrona ciepłochronna fasad w szerokościach szyb zespolonych

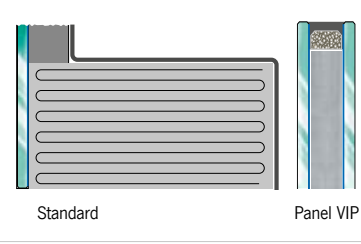
Materiał stanowiący istotę panelu jest niepalny i spełnia klasę ochrony przeciwpożarowej A1. Normalnie są produkowane panele prostokątne. Inne formaty na zapytanie. Wielkość paneli oraz wartości U są uzależnione od ich grubości.

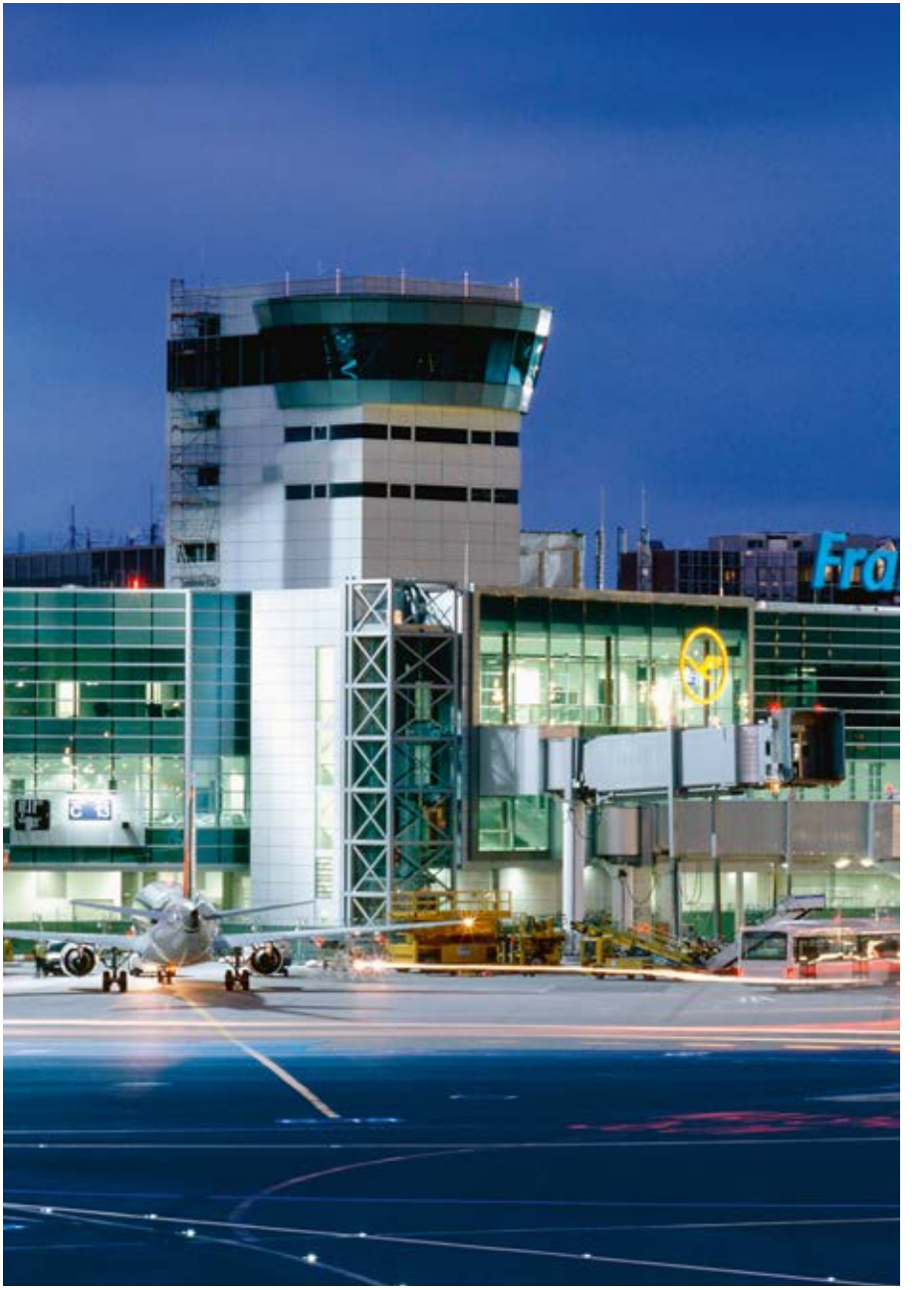


Ogromne możliwości wyboru kolorystyki dzięki SANCO PRINT i SANCO Email

Dzięki nieograniczonym ilością wyboru kolorów uzyskujemy ogromne możliwości kształtowania powierzchni fasad. Dostępne kolory farb do szkła: standardowe kolory producenta, RAL, RAL-Design, NCS oraz powłoki o wysokim współczynniku odbicia dopasowane do przeciwsłonecznych szyb zespolonych.

Porównywalne wartości izolacyjności jak dla standardowego mineralnego materiału izolacyjnego.





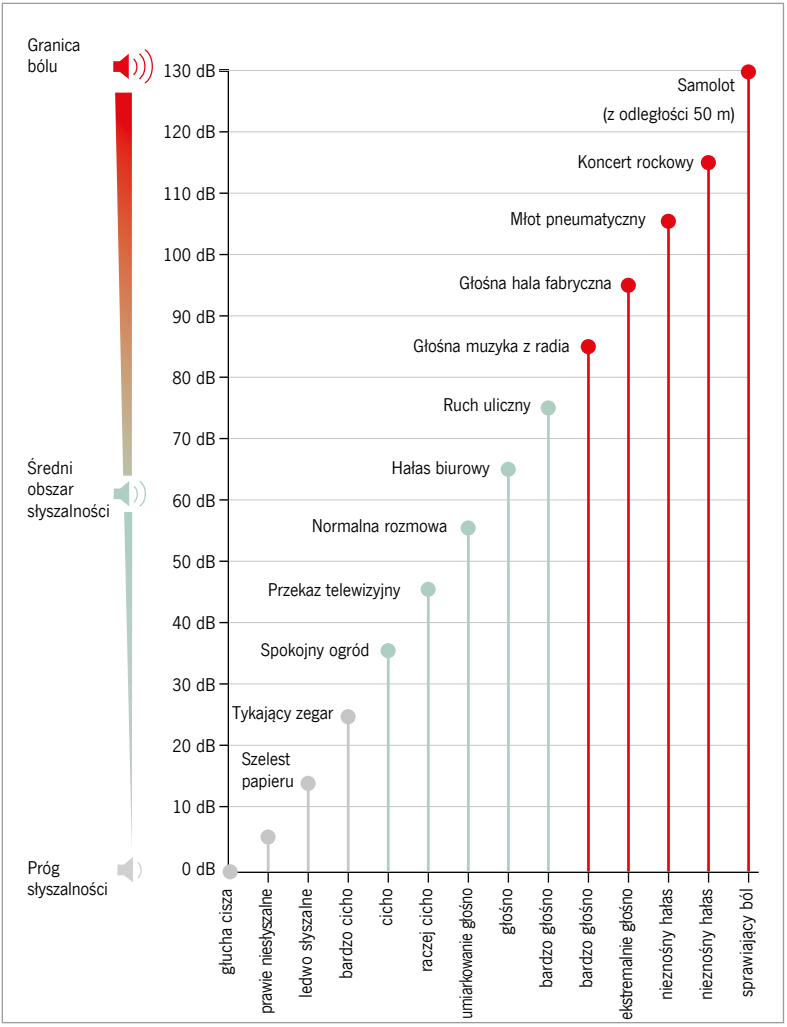
5. Ochrona przed hałasem

Środowisko naturalne, w którym przebywamy jest coraz głośniejsze. Publiczny ruch kołowy oraz prywatny przybiera stale na sile. Nikt nie może się już skutecznie ukryć się przed hałasem. Nawet cicho położone zakątki mogą z dnia na dzień stać się miejscami narażonymi na silny hałas.

Ale czym jest hałas? Hałas definiuje się jako każdy rodzaj dźwięku, który jest odczuwany jako zakłócający spokój, uciążliwy bądź powodujący ból. Otaczające nas dźwięki, odgłosy i szmery składają się z ogromnej liczby tonów o różnej częstotliwości i intensywności. Przy określaniu intensywności hałasu bierze się pod uwagę specyficzne właściwości ludzkiego ucha. W tym znaczeniu jaśniejsze, klarowne tony będą subiektywnie odczuwane jako głośniejsze niż tony ciemniejsze, pomieszane z innymi. Najgłośniejszy ton, który człowiek może słuchać bez odczucia bólu, ma intensywność dźwięku o dziesięć bilionów razy większą od najcichszego tonu. Słuch posiada taką zdolność odczuwania, w której dziesięciokrotne zwiększenie natężenia źródeł dźwięku jest odczuwane jako podwojenie hałasu. Do odwzorowywania odczuwania natężenia dźwięku przez ludzkie ucho wybrano skalę logarytmiczną. Jednostką miary jest decybel (dB). Według definicji jako próg słyszalności przyjęto 0 dB, dziesięciokrotnie większemu natężeniu dźwięku przypisujemy 10 dB, stukrotnie większemu 20 dB itd., aż do progu bólu który wynosi około 130 dB.

5.1 Źródła hałasu oraz jego odczuwanie

Na poniższej grafice przedstawiono niektóre z typowych rodzajów hałasu z podaniem ich ciśnienia akustycznego, natężenia dźwięku oraz ich subiektywnego odczuwania.

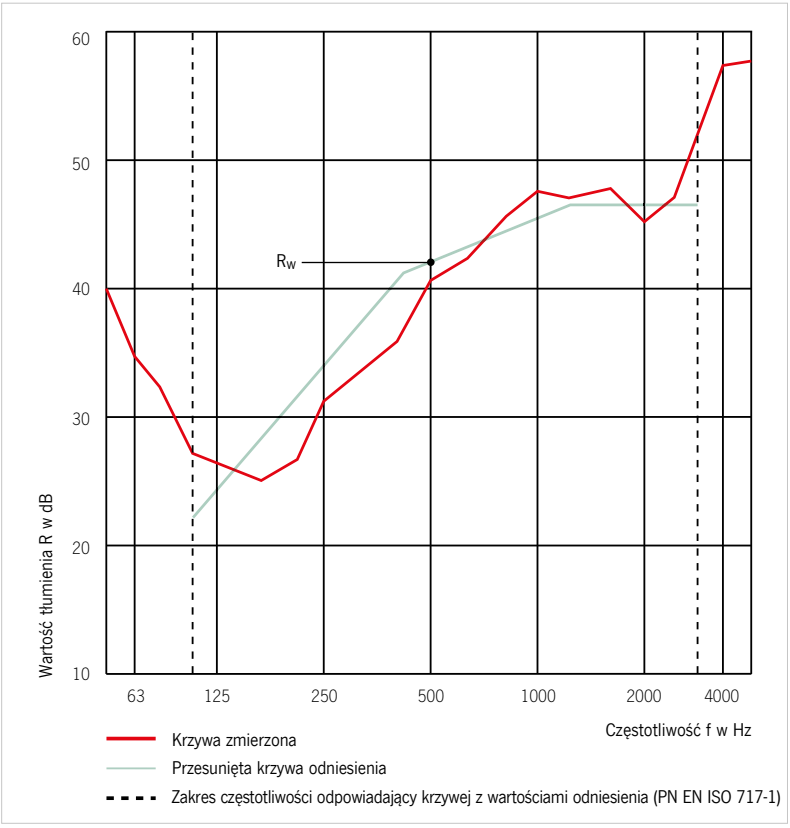


5.2 Krzywe pomiaru i ich znaczenie

5.2.1 Procedura przeprowadzania badań

Sposób badania szyb dźwiękochłonnych został dokładnie unormowany. Dokonuje się pomiaru poszczególnych częstotliwości w zakresie od 50 – 5.000 herców w odstępach tercjowych. Otrzymane wartości nanosi się na wykres koordynat a następnie łączy się razem.

Na tak powstałą krzywą nanosi się krzywą odniesienia stworzoną według ściśle określonych reguł.
Wartość, którą wykazuje przesunięta krzywa odniesienia przy 500 hercach, odpowiada ważonej wartości tłumienia dźwięku R_W.



Pomieszczenia badawcze i urządzenia pomiarowe mogą się od siebie różnić w zależności od instytutu badawczego.
Dlatego możliwe są różnice w uzyskiwanych wynikach. Miarodajnym źródłem przez inwestorów, architektów i urzędy są nadal świadectwa badań wydawane przez instytuty upoważnione do wykonywania badań na rynkach krajowych (np. w Niemczech jest to ift Rosenheim, w Polsce ITB).

5.2.2 Krzywe tłumienia oraz wartość ważona tłumienia

Przez ważoną wartość tłumienia R_W rozumiemy pewien rodzaj uśrednionej wartości wynikającej z pomiarów przy różnych częstotliwościach. Nie oznacza to w żadnym wypadku, że różne wartości pomiarowe zostały do siebie dodane i podzielone przez ich liczbę. Procedura szacowania o wiele bardziej odnosi się do właściwości naszego słuchu, który jest mniej czuły na źródła dźwięku o niskich częstotliwościach (100 do ok. 400 Hz), a bardziej na źródła, które mają wyższe częstotliwości.
Tylko z samej ważonej wartości tłumienia dźwięku nie da się wywnioskować jak będzie się kształtować tłumienie przy poszczególnych częstotliwościach. W zależności od sytuacji udział niskich częstotliwości może być wysoki (skrzyżowanie ulic z dojeżdżającymi do niego samochodami ciężarowymi). W takich wypadkach należy uwzględnić obok ważonej wartości tłumienia, tłumienie w odpowiednich zakresach częstotliwości.
W tego typu trudnych sytuacjach krzywa tłumienia, która dołączana jest do każdego świadectwa badań, może się okazać bardzo dobrą wskazówką.
Dźwiękochłonne szyby zespolone o tej samej ważonej wartości tłumienia mogą wykazywać znaczne różnice przy pojedynczych częstotliwościach.

5.2.3 Widmowe wskaźniki adaptacyjne C i C_{tr}

Przy określaniu ważonej wartości R_w w dB nie uwzględnia się w specjalny sposób akustycznego oddziaływania specyficznych źródeł dźwięku takich jak hałas uliczny, spowodowany przez samoloty czy też hałas występujący w mieszkaniach. Wartości dopasowujące C i C_{tr} uwiarygodniają ważone wartości tłumienia poprzez korektę wartości powodujących hałas, które są charakterystyczne dla pewnych standardowych uwarunkowań. Wartość C dostarcza nam dodatkowych informacji odnoszących się do właściwości przeszklenia narażonego na występowanie hałasu o małym udziale niskich częstotliwości takich jak np. hałas w mieszkaniu, powodowany przez pociągi, hałas w szkołach, na placach zabaw w przedszkolach, itp.

Wartość C_{tr} należy stosować przy ocenie zakłóceń z dużym udziałem niskich częstotliwości takich jak np. hałas uliczny o dużym natężeniu ruchu samochodów ciężarowych, hałas powodowany przez samoloty lub hałas w dyskotekach.
Wartości liczbowe C i C_{tr} mieszczą się w zakresie od 0 do – 10 dB. Im mniejsza jest negatywna wartość C i C_{tr}, tym korzystniejszy jest przebieg tłumienia częstotliwości w elemencie budowlanym, który poddano badaniu. Sposób zapisu wygląda następująco:

R_w (C; C_{tr}) dB

Przykład

Przeszklenie wykazuje następujące wartości:
$R_w = 40$ (-1; -5) dB

Wartość tłumienia w stosunku do hałasu w pomieszczeniach mieszkalnych:
$R_w = 40 - 1 = 39$ dB

Wartość tłumienia w stosunku do hałasu powodowanego przez samoloty:
$R_w = 40 - 5 = 35$ dB

5.3 Obowiązujące normy i zbiory przepisów

Wyciąg z instrukcji o charakterystycznych wielkościach tłumienia dźwięków przenoszonych drogą powietrzną dokumentujących przydatność elementów budowlanych.
(źródło: Federalny Związek Rzemiosła Cechu Szklarzy, HADAMAR, Instytut Cechu Szklarzy do spraw techniki szklenia i budowy okien, HADAMAR). Norma DIN 4109 „Ochrona dźwiękochłonna w budownictwie wielokondygnacyjnym" Wydanie: listopad 1989.

$R_{w,P}$ Ważona wartość tłumienia w oparciu o badanie przydatności typu I na stanowisku badawczym zgodnie z normą DIN 52 210 (= badanie laboratoryjne)

$R_{w,B}$ Ważona wartość tłumienia w oparciu o badanie przydatności typu III na terenie budowy (= badanie na placu budowy)

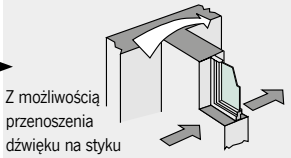
Przy określaniu ważonej wartości tłumienia $R^{w,B}$ nie wlicza się do niej wielkości dopasowujących.

$R_{w,R}$ Obliczeniowa ważona wartość tłumienia elementu budowlanego. Ważona wartość tłumienia $R_{w,P}$ musi kształtować się w przypadku wartości dopasowujących przynajmniej
* 5 dB przy drzwiach, *)
* 2 dB przy oknach
powyżej wymaganych wartości.
$R_{w,R} = R_{w,P}$ -5 dB (drzwi)
$R_{w,R} = R_{w,P}$ -2 dB (okna)
$R_{w,R} = R_{w,P}$ (szyba zespolona)

* Przykładowo drzwi wewnętrzne, drzwi wejściowe do domu – nie dotyczy drzwi okiennych.

R' ... Ważona wartość tłumienia z możliwością przenoszenia dźwięku na styku materiałów budowlanych

R... Ważona wartość tłumienia z możliwością przenoszenia dźwięku na styku materiałów budowlanych



R' w,Res. Ważona wartość tłumienia z możliwością przenoszenia dźwięku na styku materiałów budowlanych

Badanie całej ściany działowej, w którą wbudowane są okno, drzwi, rolety zewnętrzne i inne elementy budowlane.

(źródło, rysunki: ift Rosenheim)

5.4 Definicje pojęć związanych z izolacją dźwiękową

Dźwięk
Pod pojęciem dźwięku w dB (decybele jako intensywność dźwięku) rozumiemy mechaniczne drgania i fale wytwarzane przez elastyczne medium, w szczególności w zakresie częstotliwości słyszalnych ludzkim uchem o liczbie drgań od 16 do 20.000 Hz. Drgania te roznoszą się w powietrzu (dźwięk powietrzny) jak również w ciałach stałych np. w murze. Dalej rozróżniane są infradźwięki o częstotliwości poniżej 16 Hz oraz ultradźwięki o częstotliwości powyżej 16.000 Hz. Dźwięki te nie są słyszalne przez człowieka.

Częstotliwość
Częstotliwość (f) podaje ilość drgań na sekundę; jednostką tej liczby drgań jest „Hertz" (Hz). 1 Hz = 1 drganie na sekundę. Wysokie tony mają przy tym wysoką częstotliwość (duża ilość drgań), zaś niskie tony odpowiednio mniejszą ilość drgań. W budownictwie uwzględnia się zakres częstotliwości od 100 Hz do 5.000 Hz.

Szum
Jest to pojęcie ogólne oznaczające odczuwanie dźwięków, które są w swoim zakresie widmowym zrównoważone. Nie składają się wyłącznie z określonych tonów i dźwięków, a są ich mieszaniną. Szum jest zależny od swojego przebiegu czasowego, tonacji wzgl. spektrum, działań niepożądanych oraz pochodzenia.

Hałas
Jako hałas określamy wszystkie szumy, które w zależności od swojej siły i struktury dźwięku mają negatywny, obciążający względnie przeszkadzający wpływ na ludzki słuch oraz otaczające środowisko.

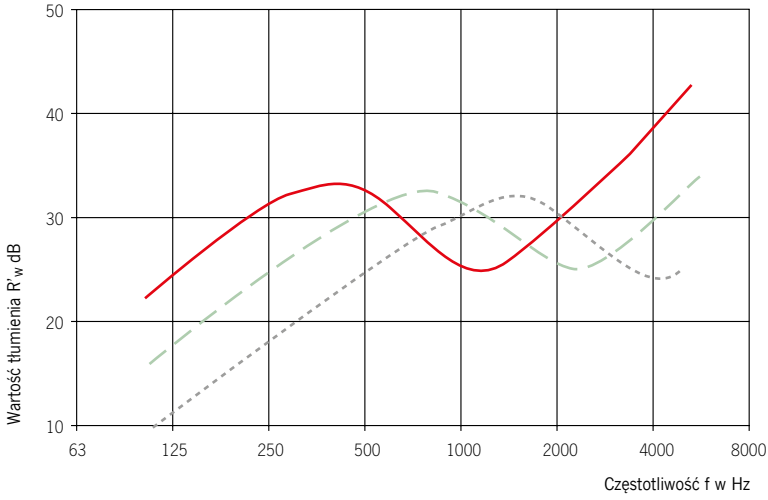
Mostek dźwiękowy
Sztywne połączenia pomiędzy powłokami konstrukcji wielowarstwowych. Takie połączenia powodują zwiększone możliwości przenoszenia dźwięków w materiałach.

Poziom ciśnienia akustycznego

Poziom ciśnienia akustycznego (L) podawany jest w dB i jest wielkością podającą wielkość energii zawartą w dźwięku przenoszonym przez powietrze. Ponieważ słuch ludzki reaguje na bodźce w sposób logarytmiczny ciśnienie jest wyrażane w skali logarytmicznej, jako logarytm L = 20 lg (p/p0) stosunku ciśnienia zmierzonego p do ciśnienia odniesienia p0, które oznacza najmniejsze ciśnienie akustyczne wywołujące u człowieka wrażenie słuchowe i wynosi 2 x 10^{-5} N/m^2.

Załamanie koincydencyjne

Charakterystyczną cechą jednowarstwowych elementów oddzielających jest wyraźne zmniejszenie się tłumienia przy określonych częstotliwościach. Fenomen ten nazywany jest załamaniem koincydencyjnym. Miejsce (częstotliwość) wystąpienia załamania koincydencyjnego jest uzależnione od masy badanego przedmiotu na jednostkę powierzchni (kg/m^2) jak i od wytrzymałości na zginanie.



Krzywa tłumienia dźwięku przez różne grubości szkła (według EMPA, Lauber)

- Grubość szkła 3 mm: R'_w = 26 dB
- Grubość szkła 6 mm: R'_w = 29 dB
- Grubość szkła 12 mm: R'_w = 31 dB

Głośność
Głośność podaje nam jak intensywnie jest odczuwalny określony dźwięk przez ludzkie ucho.

Głośność jest jednostką zależną od ciśnienia dźwięku oraz częstotliwości.

Ochrona przed hałasem
Jako ochronę przed hałasem określa się w szczególności ochronę przed hałasem ulicznym, lotniczym, szynowym jak również wytwarzanym przez przemysł oraz sąsiadów itp. Rozróżniamy aktywną i pasywną ochronę przed hałasem. Aktywna ochrona dotyczy wszelkich działań polegających na zmniejszeniu emisji hałasu u jego źródła jak np.: poprzez izolację drgań urządzeń, montaż ekranów przeciwdźwiękowych, zakazy lotów itp. Pasywna ochrona dotyczy działań na miejscu szkodliwego oddziaływania dźwięku, w szczególności poprzez zastosowanie szyb dźwiękochłonnych.

Różnica poziomu ciśnienia akustycznego
Różnica pomiędzy poziomem ciśnienia akustycznego L1 w pomieszczeniu nadawczym a poziomem ciśnienia akustycznego L2 w pomieszczeniu odbiorczym (względnie powierzchni zwróconej w kierunku źródła dźwięku i powierzchni odwróconej w stosunku do kierunku źródła dźwięku danego elementu budowlanego).
D = L1 - L2 w dB.

Ochrona dźwiękochłonna
Dzięki ochronie dźwiękochłonnej redukuje się rozchodzenie dźwięków w powietrzu oraz w innych materiałach. Stosuje się przy tym materiały budowlane absorbujące i/lub odbijające dźwięki, jak okna dźwiękochłonne czy ściany budowlane, jak również wełnę mineralną i tym podobne materiały, aby osiągnąć określony efekt ochrony przed hałasem.

Oktawa
Dwie częstotliwości f1 i f2 o liczbie cykli w stosunku 1:2.

Tercja
Dwie częstotliwości f1 i f2 występujące w stosunku: $1 : \sqrt[3]{2}$.
Jedna tercja odpowiada ⅓ oktawy.

Dźwięk uderzeniowy
Dźwięk powstający na skutek zderzenia lub innego rodzaju działania na ścianę lub sufit, który częściowo wypromieniowywany jest jako fala dźwiękowa rozchodząca się drogą powietrzną.

Wielkości charakterystyczne

Średni wskaźnik tłumienia R_W
Wskaźnik R_W na podstawie normy (z uwzględnieniem ludzkich zdolności słuchowych) jest jednostką określającą izolacyjność akustyczną materiałów budowlanych. Inaczej zdolność dotłumienia dźwięków. Jest podawany w dB. R_W obejmuje jedynie przenoszenie dźwięku poprzez sam element budowlany bez uwzględniania innych dróg (np. spoiny, fugi itp.).

Wskaźnik kontrolny $R_{W,P}$
Wskaźnik $R_{W,P}$ jest innym określeniem dla R_W, który możemy znaleźć w starszych świadectwach na dźwiękochłonność.

Wymagany wskaźnik tłumienia wym. R'_W
Wskaźnik wym. R'w (wymagany „R kreska w") podaje wartość wymaganego tłumienia dźwięku gotowego i zamontowanego elementu budowlanego.

Wskaźnik budowlany tłumienia R'_W
R'_W („R kreska w") podaje zmierzoną wartość tłumienia zamontowanego elementu budowlanego z uwzględnieniem innych dróg rozchodzenia się dźwięku.

Wartość obliczeniowa $R_{W,R}$
Obliczeniowa wartość współczynnika izolacji akustycznej R_W z uwzględnieniem tzw. wartości dopasowujących: $R_{W,R} = R_W$ – wartość dopasowująca w dB. Wartość dopasowująca dla okien i fasad wynosi 2 dB, dla drzwi 5 dB. (zgodnie z normą DIN 4109). Wartość dopasowująca jest odejmowana, aby wyrównać ewentualne wahania elementów konstrukcji, które mogą mieć wpływ na wystąpienie różnic pomiędzy obliczeniami przeprowadzonymi w laboratorium a faktycznymi wartościami uzyskanymi po zamontowaniu elementu budowlanego.

Wypadkowa ważona wartość tłumienia $R_{W,res}$
Wartość wynika z oszacowanego tłumienia dźwięku dla wszystkich zamontowanych elementów budowlanych, całej konstrukcji. Jest również oznaczany jako R_W.

Widmowe wskaźniki adaptacyjne C i C_{tr}
Widmowe wskaźniki adaptacyjne C i C_{tr} ('tr' skrót od ang., 'traffic' ruch uliczny) określają zgodnie z PN EN ISO 717-1 wartość podawaną w decybelach dodawaną do wskaźnika R_W, aby uwzględnić charakterystyki konkretnych widm dźwiękowych.

Pełna informacja o tłumieniu dźwięków przez element budowlany, np. okno, zgodnie z normą PN EN ISO 717-1 wygląda następująco:

R_W (C; C_{tr}) = 40 (-2; -5) dB

W przykładzie tym wynosi więc R_W + C (dla hałasu bytowego) = 38 dB oraz R_W + C_{tr} = 35 dB (dla ruchu ulicznego). Dodatkowo wartość obliczeniowa $R_{W,R}$ + C = 36 dB oraz $R_{W,R}$ + C_{tr} = 33 dB.

Metoda szacowania wartości tłumienia dźwięków z uwzględnieniem widma dźwięków jest już ogólnie przyjętą normą w większości krajów europejskich (np. Francja, Holandia). W Niemczech kwestia wskaźników C i C_{tr} pod kątem budownictwa nie jest uregulowana. Ewentualne wymagania dotyczące tych wskaźników muszą być ustalane w sposób szczególny w dokumentacji projektowej lub przetargowej.

Widmowy wskaźnik adaptacyjny C uwzględnia następujące źródła hałasu:
- Hałas bytowy (rozmowa, muzyka, TV,..)
- Zabawy dzieci
- Ruch kolejowy ze średnią i dużą prędkością
- Ruch samochodowy > 80 km/h
- Samoloty odrzutowe w małej odległości
- Zakłady przemysłowe emitujące hałas średnio- i wysokoczęstotliwościowy

Widmowy wskaźnik adaptacyjny C_{tr} uwzględnia następujące źródła hałasu:
- Miejski ruch uliczny
- Ruch kolejowy z małą prędkością
- Samoloty śmigłowe, śmigłowce
- Samoloty odrzutowe w dużej odległości
- Muzyka dyskotekowa
- Zakłady przemysłowe emitujące hałas o niskich i średnich częstotliwościach

Wskaźniki te mają więc szczególne znaczenie w szacowaniu tłumienia hałasu dla zewnętrznych elementów budowlanych, takich jak okna.

5.5 Funkcje i budowa dźwiękochłonnych szyb zespolonych

Szyby zespolone zapewniające skuteczną ochronę dźwiękochłonną powstają w wyniku podjęcia następujących działań:

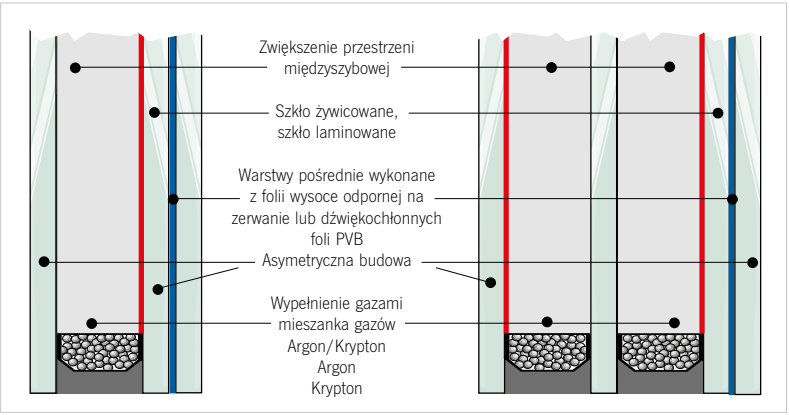
Zwiększenie masy szkła
Zwiększenie tłumienia tylko przez zastosowanie grubszych szyb o asymetrycznej budowie nie jest zbyt duże.

Asymetryczna budowa
W szybach zespolonych o asymetrycznej budowie zmniejsza się wpływ częstotliwości drgań własnych. Ponieważ krzywa koincydencji występuje przy różnych częstotliwościach, osiąga się przez to wyraźne polepszenie wartości tłumienia.

Elementy ze szkła żywicowanego lub szkła laminowanego
Warstwy pośrednie między taflami szkła wykonanymi z żywicy lub kilku folii PVB tworzą bardziej giętkie elementy, które są przez to mniej podatne na występowanie zjawiska załamania koincydencyjnego.

Wypełnienie gazem przestrzeni międzyszybowej
W zależności od specyfiki budowy szyby zespolonej poprawę tłumienia uzyskać można przez zastosowanie gazu ciepłochronnego kryptonu oraz gazów mieszanych argonu i kryptonu. Grupa SANCO zdecydowała o rezygnacji ze stosowania gazu SF_6.

Skuteczne tłumienie dźwięku przez szybę zespoloną uzyskuje się przede wszystkim poprzez wykorzystanie kombinacji środków, które zostały wymienione.



5.6 Cechy dźwiękochłonnych szyb zespolonych

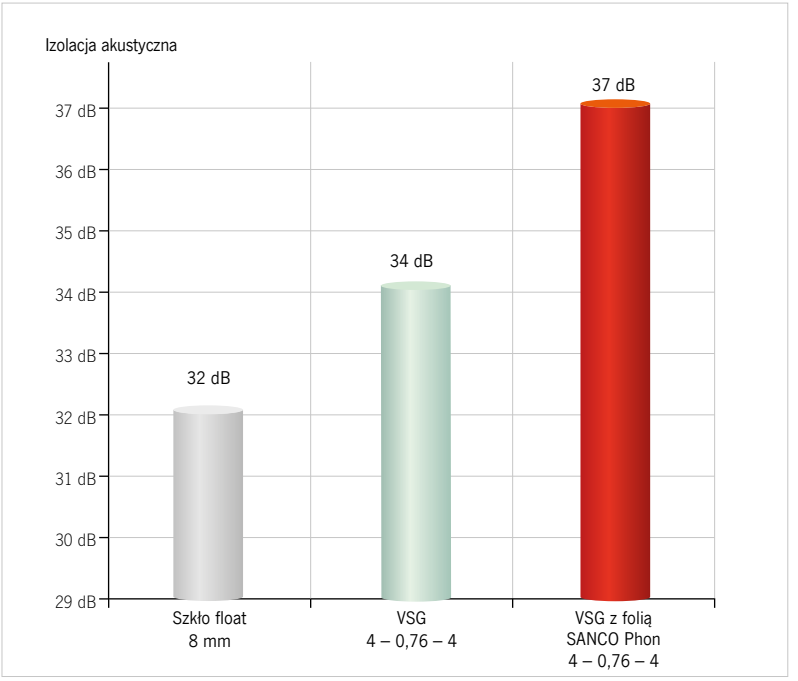
Tłumienie dźwięku przez szybę zespoloną lub okno uzależnione jest od ich formatu. Formaty kwadratowe uzyskują z reguły lepsze wartości niż szyby prostokątne. Pomiarów laboratoryjnych szyb zespolonych dokonuje się w oparciu o wymiary znormalizowane (1230 x 1480 mm).
W zależności od formatu przy wykonywaniu ponownych pomiarów należy się liczyć z innymi wynikami wielkości tłumienia.

Z technicznego punktu widzenia nie ma znaczenia, czy w kierunku źródła dźwięku zwrócona jest cieńsza czy też grubsza szyba.
Właściwie dobrane szkło w jednokomorowej szybie zespolonej przy tej samej grubości poszczególnych elementów oraz takiej samej całkowitej grubości szkła uzyskuje lepsze wartości tłumienia jak dwukomorowa szyba zespolona.

5.6.1 Szyba laminowana z folią SANCO Phon

Wraz z rozwojem nowych, specjalnych akustycznych folii PVB nastąpił przełom w możliwościach oferowania przeszkleń dźwiękochłonnych o najwyższych wymaganiach. Produkt ten łączy w szybach zespolonych wyśmienite właściwości w obszarze ochrony przed hałasem wraz z technicznymi korzyściami tradycyjnych folii PVB oferujących wzrost bezpieczeństwa.

Tłumienie hałasu przez szkła monolityczne



Już przy porównaniu szyb monolitycznych możemy zauważyć znakomite właściwości tłumienia hałasu dźwiękochłonnej folii SANCO Phon. Przy zastosowaniu zwykłej folii PVB w stosunku do szkła float o tej samej grubości uzyskuje się polepszone tłumienie o 2 dB. W tym przykładzie zastosowanie laminatu z folią dźwiękochłonną SANCO Phon poprawia wartość tłumienia hałasu w stosunku do zwykłej szyby float aż o 5 dB. Zastosowanie tego produktu w szczególności w szybach zespolonych, składających się z jednej do trzech szyb VSG, dodatkowo podnosi wartość współczynnika tłumienia hałasu. Folia SANCO Phon jest zgodna z wytycznymi zawartymi w „Technicznych wytycznych dotyczących reguł stosowania przeszkleń zabezpieczających przed wypadnięciem" oraz w „Technicznych wytycznych dotyczących reguł stosowania przeszkleń osadzonych liniowo" Niemieckiego Instytutu Techniki Budowlanej (certyfikat Nr. Z-70.3-89). Produkt ten spełnia również wszystkie wymagania dotyczące tradycyjnej szyby VSG w obszarze przeszkleń znajdujących się nad głową oraz zabezpieczających przed wypadnięciem.

Porównanie szyb ze standardową folią PVB z szybami z folią dźwiękochłonną SANCO Phon

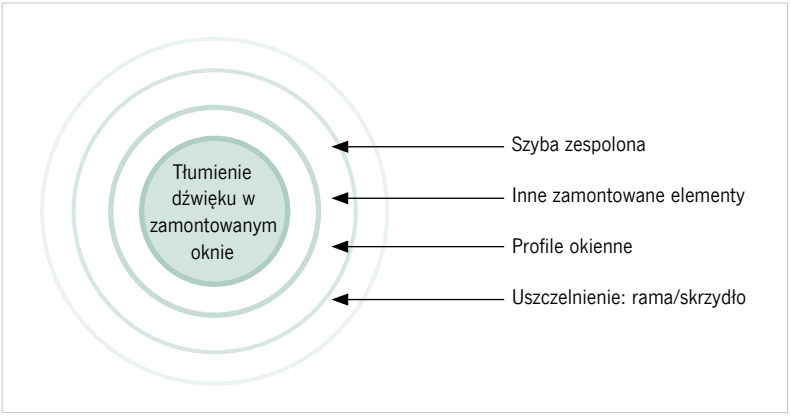
Budowa VSG szkło/PVB/szkło	**Standardowa folia PVB**	**Folia SANCO Phon**	
		R_W (dB)*	**C; C_{tr} (dB)**
4 – 0,76 mm – 4	34 dB	37 dB	-1; -3
5 – 0,76 mm – 5	35 dB	38 dB	0; -2
6 – 0,76 mm – 6	37 dB	39 dB	0; -2
8 – 0,76 mm – 8	38 dB	41 dB	-1; -3
10 – 0,76 mm – 10	39 dB	42 dB	0; -3
12 – 0,76 mm – 12	40 dB	43 dB	0; -3

* Pomiary wykonane w ift Rosenheim zgodnie z DIN EN 20140-3 / DIN EN ISO 140, świadectwa badań na zapytanie

5.7 Związki pomiędzy szybą zespoloną, oknem i fasadą

Ochrona dźwiękochłonna okna nie jest uzależniona tylko od szyby zespolonej, chociaż jej udział w powierzchni okna mieści się w granicach między 70 a 80 %. Dobrą ochronę dźwiękochłonną osiąga się tylko wtedy, gdy oprócz szyby zespolonej zgrane są ze sobą wszystkie pozostałe elementy takie jak profil okna, okucia, uszczelki pomiędzy ramą i skrzydłem oraz sposób zamocowania w ścianie budynku.

Czynniki mające wpływ na ważoną wartość tłumienia dźwięku zamontowanego okna



Najsłabsze ogniwo decyduje o tłumieniu dźwięku przez całe okno. Parametry uzyskiwane przez wadliwie wykonaną ramę okienną lub złe uszczelnienie nie zostaną zniwelowane przez zastosowanie szyby zespolonej o nawet najlepszych parametrach tłumienia dźwięku. Konieczne jest zawsze staranne dobranie okna i szyby zespolonej oraz fachowy montaż.

Szyba zespolona pozostaje jednak, mimo wymienionych już dodatkowych elementów, jednym z najważniejszych czynników wpływających na optymalną ochronę dźwiękochłonną.

Przykłady kilku badań SANCO wykonanych dla okna z szybą zespoloną

Świadectwo badań okna Nr. IFT Rosenheim	Materiał, z którego wykonano ramę	SANCO Phon SANCO Plus EN2	$R_{w,P}$ dla okna	$R_{w,R}$ dla okna	Klasa tłumienia dźwięku wg VDI 2719	Wartość U_g według PN EN 673
	Rodzaj	**Budowa**	**dB**	**dB**		**W/m²K**
161 17687/1.0.0	PVC	6 - 16AR - 4	38	36	3	1,1
161 17687/2.0.0	Aluminium	6 - 16AR - 4	37	35	3	1,1
161 17687/3.0.0	Drewno	6 - 16AR - 4	38	36	3	1,1

5.7.1 Okno dźwiękochłonne

Typowe okna często tłumią dźwięk tylko o 25 dB (A). Porównując je ze ścianą zewnętrzną tłumiącą dźwięk o 55 dB, oznacza to tysiąckrotnie mniejszą zdolność tłumienia. Wytyczne VDI 2719 dzielą okna w zależności od ich skuteczności na odpowiednie klasy dźwiękochłonności. Mieszkania na obszarach zabudowanych powinny być wyposażone w okna przynajmniej 3 klasy dźwiękochłonności. Okna 4 lub 5 klasy są konieczne, gdy mieszkanie leży w pobliżu lotniska lub głównej trasy szybkiego ruchu. W każdym przypadku wyjaśnień dostarczy nam świadectwo badań wykonane przez producenta.

Lepsze wartości tłumienia dźwięku w oknie

Obecnie norma DIN 4109 reguluje minimalne wymagania dotyczące dźwiękochłonności stawiane elementom budowlanym wykorzystywanym w budownictwie mieszkaniowym. Badania SANCO przeprowadzone w Instytucie Techniki Okiennej w Rosenheim pozwoliły uzyskać bardzo ciekawe wyniki: poddając je ocenie tylko zgodnie z normą DIN 4109, tabela 40, okazało się, że stawia się zbyt wysokie wymagania dla szkła (to samo dotyczy wytycznych VDI 2719). Przykładowo dla 3 klasy dźwiękochłonności, wymagania stawiane dla szkła to 37 dB: w badaniu okna wystarcza jednak szyba SANCO Phon o wartości 35 dB, aby można było zaliczyć okno do klasy 3.

Wyciąg z wytycznych VDI 2719

3. Klasy dźwiękochłonności okien

3.1 Zdefiniowanie klas dźwiękochłonności

Aby ułatwić dokonywanie oznaczania, wyboru oraz rozpisywania przetargów na okna, zostały one podzielone zgodnie z ważonymi wartościami tłumienia dźwięku na klasy dźwiękochłonne od 1 do 6. Jedna klasa dźwiękochłonności obejmuje zakres 5 dB ważonej wartości tłumienia dźwięku Rw. Przyporządkowanie do klasy dźwiękochłonności następuje zgodnie z tabelą 2.

Tabela 2 – Klasy dźwiękochłonności okien

Klasa dźwiękochłonności	Ważona wartość tłumienia dźwięku R_w w pełni funkcjonalnego i zabudowanego okna, zmierzona w dB zgodnie z normą DIN 52 210 część 5	Wymagana ważona wartość tłumienia dźwięku Rw w pełni funkcjonalnego i zabudowanego na stanowisku badawczym (P-F) okna, zmierzona zgodnie z normą DIN 52 210 część 2
1	25 do 29	≥ 27
2	30 do 34	≥ 32
3	35 do 39	≥ 37
4	40 do 44	≥ 42
5	45 do 49	≥ 47
6	≥ 50	≥ 52

5.

Wyciąg z instrukcji 1 dołączonej do normy DIN 4109

Tabela 40 – wymagania dotyczące wykonania konstrukcji różnego rodzaju okien

$R_{w,R}$ dB	Cechy konstrukcyjne	Okno jednoskrzydłowe z szybą zespoloną
35	Przeszklenie: Całkowita grubość szyb Przestrzeń międzyszybowa $R_{w,R}$ przeszklenia Uszczelnienie profilu	 ≥ 10 mm ≥ 16 mm ≥ 35 dB wymagane 1
37	Przeszklenie: Całkowita grubość szyb Przestrzeń międzyszybowa $R_{w,R}$ przeszklenia Uszczelnienie profilu	 - - ≥ 37 dB wymagane 1
40	Przeszklenie: Całkowita grubość szyb Przestrzeń międzyszybowa $R_{w,R}$ przeszklenia Uszczelnienie profilu	 - - ≥ 42 dB wymagane 1 + 2
42	Przeszklenie: Całkowita grubość szyb Przestrzeń międzyszybowa $R_{w,R}$ przeszklenia Uszczelnienie profilu	 - - ≥ 45 dB wymagane 1 + 2
45	Przeszklenie: Całkowita grubość szyb Przestrzeń międzyszybowa $R_{w,R}$ przeszklenia Uszczelnienie profilu	 - - - -
≥ 48	Niemożliwe jest wykorzystanie ogólnie dostępnych danych; udokumentowanie może być dokonane tylko na podstawie badania przydatności wykonanego zgodnie z normą DIN 52 210	

Wyciąg z wytycznych VDI 2719

Tabela 3 – Przykładowy zestaw konstrukcji okien dźwiękochłonnych rozwiernych, rozwierno-uchylnych oraz przeszkleń stałych

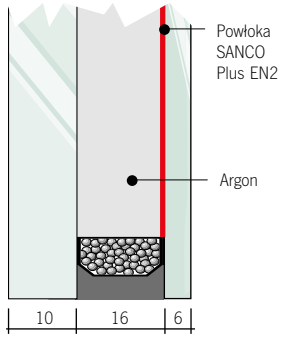
Wymagania dotyczące wykonania konstrukcji różnego rodzaju ram okiennych			
Klasa dźwiękochłonności	Ważona wartość tłumienia dźwięku R_w w pełni funkcjonalnego i zabudowanego okna	Okna zgodne ze szkicem Nr. Cechy konstrukcyjne	Okno jedno skrzydłowe z szybą zespoloną Wartość U
1	25 do 29 db	Przeszklenie: Całkowita grubość szyb Przestrzeń międzyszybowa R_w przeszklenia Uszczelnienie	 ≥ 6 mm ≥ 8 mm ≥ 27 dB nie wymagane
2	30 do 34 db	Przeszklenie: Całkowita grubość szyb Przestrzeń międzyszybowa R_w przeszklenia Uszczelnienie	 ≥ 8 mm ≥ 12 mm ≥ 32 dB wymagane 1
3	35 do 39 db	Przeszklenie: Całkowita grubość szyb Przestrzeń międzyszybowa R_w przeszklenia Uszczelnienie	 - - ≥ 37 dB wymagane 1
4	40 do 44 db	Przeszklenie: Całkowita grubość szyb Przestrzeń międzyszybowa R_w przeszklenia Uszczelnienie	 - - ≥ 45 dB wymagane 1 + 2
5	45 do 49 db	Przeszklenie: Całkowita grubość szyb Przestrzeń międzyszybowa R_w przeszklenia Uszczelnienie	 - - - -
6	≥ 50 db	Przeszklenie: Całkowita grubość szyb Przestrzeń międzyszybowa R_w przeszklenia Uszczelnienie	

5.8 Ochrona dźwiękochłonna w połączeniu z innymi funkcjami

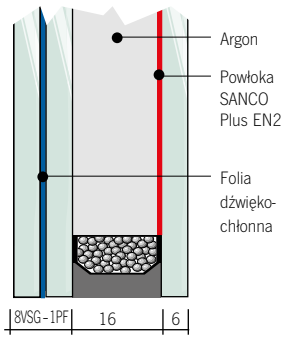
5.8.1 Ochrona dźwiękochłonna i ciepłochronna

We wszystkich ogrzewanych pomieszczeniach szczególnie ważna jest dobra ochrona przed utratą ciepła. W szczególności należy spełnić wymagania przepisów dotyczących oszczędności energii.
Należy przy tym pamiętać, że niska wartość U danego przeszklenia nie powoduje tylko oszczędności energii, lecz również oznacza wyraźne zwiększenie się komfortu przebywania w pomieszczeniu ze względu na wyższą temperaturę powierzchni szyby wewnętrznej. W pomieszczeniach mieszkalnych i biurowych komfort odgrywa zdecydowanie najważniejszą rolę. Praktycznie każdą szybę zespoloną o właściwościach dźwiękochłonnych można bez problemu wyposażyć w wystarczająco dobrą ochronę ciepłochronną. Obydwie te funkcje idealnie łączą się ze sobą w jednej szybie zespolonej.

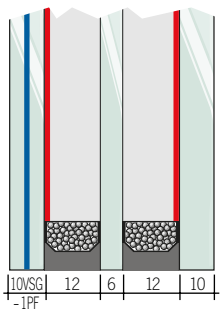
SANCO Phon 40/32



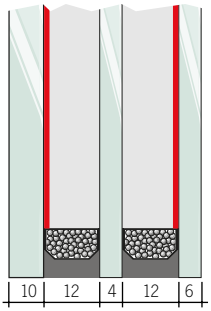
SANCO Phon PF 41/31



SANCO Phon PF 46/51



SANCO Phon 41/44

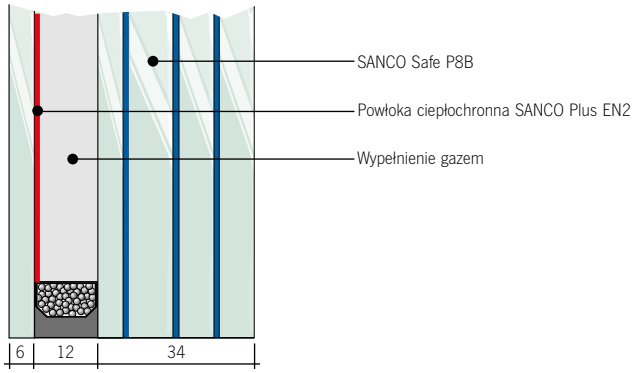


PF = Folia dźwiękochłonna

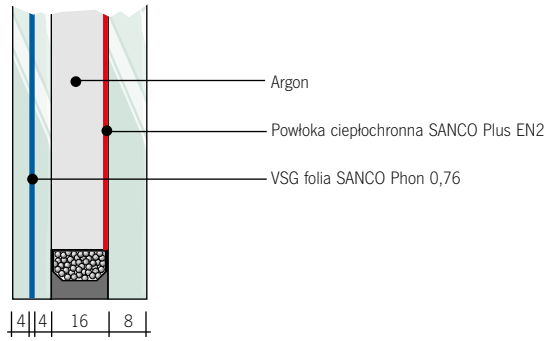
5.8.2 Ochrona dźwiękochłonna i bezpieczeństwo

Szyby zespolone spełniające warunki szkła bezpiecznego odznaczają się poprzez kombinacje z grubszymi szybami laminowanymi dobrymi parametrami tłumienia dźwięku. Również i te szyby w wyniku procesu powlekania uzyskiwać mogą wyśmienite własności ciepłochronne.

SANCO Safe P8B



SANCO Safe AV (TRAV)/SANCO Phon



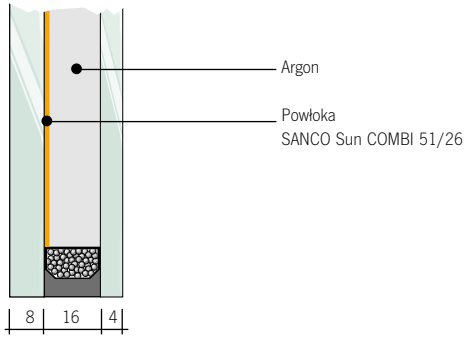
Szyby hartowane SANCO DUR (ESG)

Własności dźwiękochłonne szkła float nie zmieniają się w wyniku przeprowadzania procesu hartowania. W kombinacjach szyb zespolonych ze szkłem hartowanym (ESG) uzyskuje się te same parametry tłumienia dźwięku jak przy typowych zespoleniach.

5.8.3 Ochrona dźwiękochłonna i przeciwsłoneczna

Szyby zespolone ze szkłem przeciwsłonecznym mogą również posiadać dobre parametry dźwiękochłonne. Jednak ze względu na własności fizyczne i estetyczne w przeciwsłonecznych szybach zespolonych bardziej właściwe jest stosowanie mniejszych przestrzeni międzyszybowych.

Kombinacja: SANCO Sun COMBI 51/26 z SANCO Phon 37/28



5.9 Kombinacja szyb dźwiękochłonnych i ciepłochronnych

Typ zespolenia	Budowa zespolenia	Wartość U według PN EN 673	Grubość zespolenia	Wartość tłumienia dźwięku
	mm	W/m²K	mm (ok.)	$R_{w,P}$ w dB
SANCO Phon 36/24	6 - 14AR - 4	1,1	24	36
SANCO Phon 37/28	8 - 16AR - 4	1,1	28	37
SANCO Phon 38/28	10 - 14AR - 4	1,1	28	38
SANCO Phon 38/30	8 - 16AR - 6	1,1	30	38
SANCO Phon 40/32	10 - 16AR - 6	1,1	32	40
SANCO Phon PF 38/28	8 VSG PF - 16AR - 4	1,2	28	38
SANCO Phon PF 40/30	8 VSG PF - 16AR - 6	1,1	30	40
SANCO Phon PF 41/26	8 VSG PF - 12KR - 6	1,1	26	41
SANCO Phon PF 42/34	10 VSG PF - 16AR - 8	1,1	34	42
SANCO Phon PF 44/35	8 VSG PF - 16AR - 10	1,1	35	44
SANCO Phon PF 47/38	8 VSG PF - 16AR - 12 VSG PF	1,1	38	47
SANCO Phon PF 49/42	12 VSG PF - 20AR - 8 VSG PF	1,1	42	49
SANCO Phon PF 50/42	12 VSG PF - 20AR - 8 VSG PF	1,1	42	50
SANCO Phon PF 38/26	8 VSG - 0,76 PF - 14AR - 4	1,2	26	38
SANCO Phon PF 42/32	8 VSG - 0,76 PF - 16AR - 8	1,1	32	42
SANCO Phon PF 43/34	10 VSG - 0,76 PF - 16AR - 8	1,1	34	43
SANCO Phon PF 47/32	8 VSG - 0,76 PF - 12AR - 12 VSG - 0,76 PF	1,3	32	47
SANCO Phon PF 49/36	8 VSG - 0,76 PF - 16AR - 12 VSG - 0,76 PF	1,1	36	49
SANCO Phon PF 50/40	8 VSG - 0,76 PF - 20AR - 12 VSG - 0,76 PF	1,1	40	50

Powłoka SANCO Plus EN2 na pozycji 3
AR = Argon, KR = Krypton, PF = folia Phon

5.10 SANCO ESI Phon – dwukomorowa szyba zespolona – połączenie dźwiękochłonności i wysokiej izolacyjności

Bardziej niż kiedykolwiek poszukiwane są możliwości łączenia ze sobą jednocześnie kilku funkcji. Nowoczesna technologia szyb zespolonych pozwala przy tym na tworzenie układów szyb, które z punktu widzenia całej grubości pakietu, tylko niewiele różnią się od typowej szyby zespolonej. W bezpośrednim porównaniu ofert cenowych rozwiązania wielofunkcyjne są w zasadzie zawsze korzystniejsze. Podwyższona ochrona przed utratą ciepła redukuje koszty ogrzewania a zwiększona ochrona przed hałasem z zewnątrz oznacza jednocześnie lepsze samopoczucie. Wielofunkcyjna szyba zespolona SANCO ESI Phon łączy w sobie wymagania odnoszące się do: ekologicznie i ekonomicznie uzasadnionej ochrony przed utratą ciepła, aktywnego i pasywnego bezpieczeństwa oraz ochrony dźwiękochłonnej. W zależności od sytuacji możliwe są kombinacje wszystkich tych funkcji. Każdą z nich można ustalić i dopasować indywidualnie oraz zgodnie z zapotrzebowaniem.

Typ zespolenia	Budowa zespolenia	Wartość U według PN EN 673	Grubość zespolenia	Wartość tłumienia dźwięku
	mm	W/m²K	mm (ok.)	$R_{w,P}$ w dB
SANCO Phon 33/36	4 - 12AR - 4 - 12AR - 4	0,7	36	33
SANCO Phon 39/40	8 - 12AR - 4 - 12AR - 4	0,7	40	39
SANCO Phon 41/44	10 - 12AR - 4 - 12AR - 6	0,7	44	41
SANCO Phon PF 42/45	8 - 0,5 PF - 12AR - 4 - 12AR - 8	0,7	45	42
SANCO Phon PF 45/49	10 - 0,5 PF - 12AR - 6 - 12AR - 8	0,7	49	45
SANCO Phon PF 46/51	10 - 0,5 PF - 12AR - 6 - 12AR - 10	0,7	51	46
SANCO Phon PF 47/48	8 - 0,5 PF - 12AR - 6 - 12AR - 8 - 0,5 PF	0,7	48	47
SANCO Phon PF 48/52	12 - 0,5 PF - 12AR - 6 - 12AR - 8 - 0,5 PF	0,7	52	48

Powłoka SANCO Plus EN2 na pozycji 2 i 5
AR = Argon, PF = folia Phon

6. Ochrona przeciwsłoneczna

W nowoczesnej architekturze ochrona przeciwsłoneczna przy realizacji projektów fasad ze szkła odgrywa centralną rolę. Energia promieniowania słonecznego może bardzo szybko doprowadzić do niepożądanego przegrzewania się pomieszczeń. Wysoko selektywne powłoki nakładane na szkło są w stanie skutecznie ograniczyć to niekorzystne zjawisko i dzięki temu w ogóle umożliwiać realizację dzisiejszych projektów architektonicznych z wykorzystaniem fasad ze szkła. Szkło przeciwsłoneczne jest w stanie sprostać wielorakim wymaganiom stawianym przez inwestorów, projektantów i architektów:

- Redukuje energię promieniowania słonecznego przenikającego do pomieszczeń
- Skutecznie chroni przed niepożądanym nagrzewaniem się pomieszczeń
- Ogranicza zapotrzebowanie na energię do chłodzenia pomieszczeń latem
- Dzięki zastosowaniu skutecznych powłok ciepłochronnych wyraźne obniża straty ciepła zimą
- Oferuje większy komfort i przyjemny poziom temperatur w pomieszczeniach
- Posiada maksymalnie wysokie wartości przepuszczalności światła, które służą dobremu doświetleniu pomieszczeń
- Posiada wspaniałą optykę, wysokiej jakości transparentność oraz w naturalny sposób oddaje kolory

Rozwój wysoko selektywnych powłok napylanych na szkło pozwala obecnie na planowanie i realizowanie niezwykle wymagających koncepcji fasad o bardzo szerokiej funkcjonalności i własnościach estetycznych. To z kolei otwiera zupełnie nowe perspektywy, które pozwalają na:

- Celowo dobierane i realizowane barwne refleksy na szkle
- Jednorodny wygląd powierzchni fasady poprzez wykonanie idealnie dopasowanego szkła na pasy podokienne

Wymagania stawiane nowoczesnym szybom zespolonym pod kątem przenikalności światła oraz energii słonecznej są bardzo szerokie. Dlatego nie ma jednej jedynej powłoki na szkło, która może spełniać wszystkie określone wymagania jednocześnie. Konieczne jest zawsze dobranie kombinacji powłok, które będą w stanie realizować określony program dotyczący izolacji cieplnej oraz ochrony przeciwsłonecznej. W sposób wybiórczy określa się założone parametry fizyczne promieniowania słonecznego.

- Istnieje możliwość łączenia ze sobą ochrony przeciwsłonecznej z dźwiękochłonnością
- Istnieje także możliwość łączenia ze sobą ochrony przeciwsłonecznej z szybami bezpiecznymi

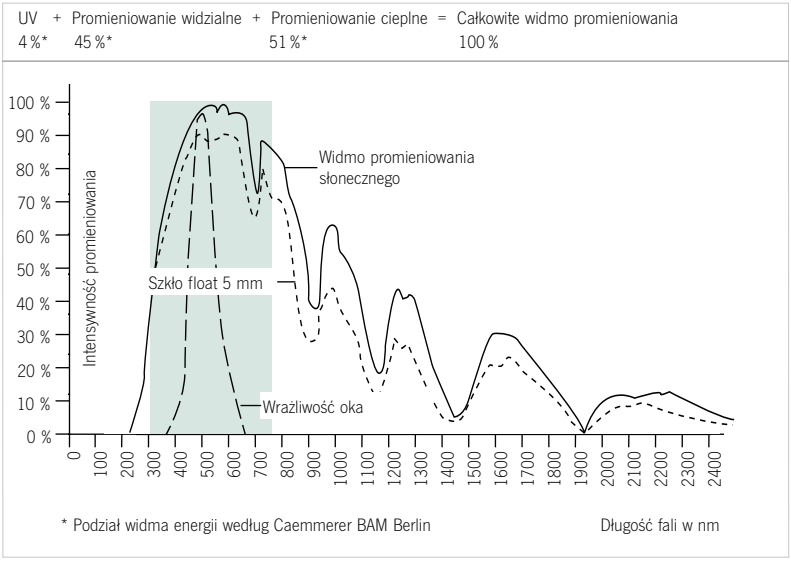
6.1. Słońce i szkło

6.1.1. Promieniowanie słoneczne

Promieniowanie słoneczne to strumień fal elektromagnetycznych docierający ze Słońca do Ziemi. Spektrum promieniowania słonecznego składa się z ultrafioletu, światła widzialnego oraz podczerwieni. Część tego promieniowania jest absorbowana przez atmosferę ziemską. Intensywność promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni ziemi jest zależna od pogody i aktywności słońca. W naszych szerokościach geograficznych podczas letnich słonecznych dni w samo południe wartość promieniowania może osiągać wartość aż do 900 W/m^2. Całkowite promieniowanie słoneczne dzieli się w przybliżeniu po połowie na promieniowanie widzialne oraz podczerwone. Ultrafiolet wynosi zaledwie ok. 4 % całkowitego promieniowania słonecznego.

Widmo promieniowania	Ultrafiolet	Promieniowanie widzialne	Podczerwień
Długość fali	320 – 380 nm	380 – 780 nm	780 – 3000 nm
Udział w promieniowaniu	Ok. 4 %	Ok. 45 %	Ok. 51 %

Przepuszczalność promieniowania przez szkło float 5 mm w odniesieniu do intensywności widma promieniowania słonecznego

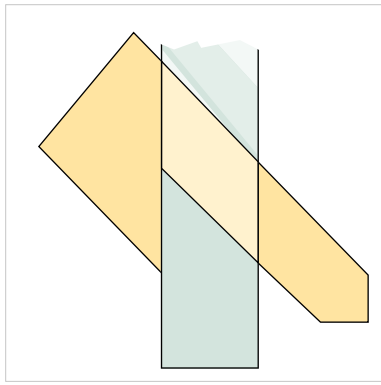


Przepuszczona energia w odniesieniu do widma promieniowania słonecznego:
Promieniowanie widzialne: 90 %
Promieniowanie cieplne: 73 %
Promieniowanie całkowite: 89 %
Przepuszczone światło uwzględniające
wrażliwość oka ludzkiego: 88 %

Promieniowanie słoneczne trafiając na szkło, dzieli się na trzy elementy

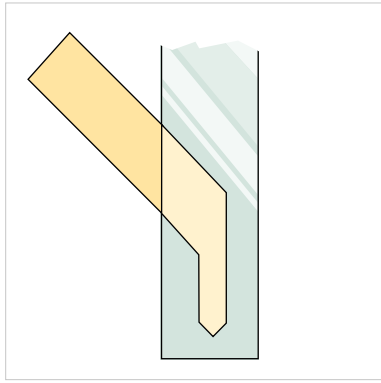
Transmisja

W tym przypadku część promieniowania bez żadnych przeszkód przenika przez szkło.



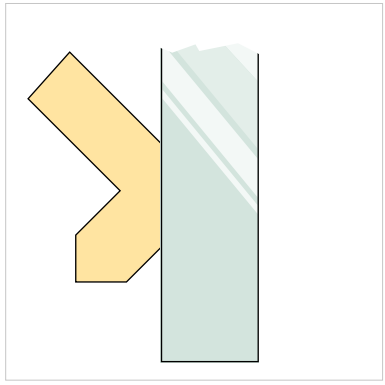
Absorpcja

Część promieniowania, która jest absorbowana przez szkło, a następnie oddawana w postaci ciepła (wtórne oddawanie ciepła)



Odbicie

Ta cześć promieniowania, zostaje odbita od powierzchni szkła.

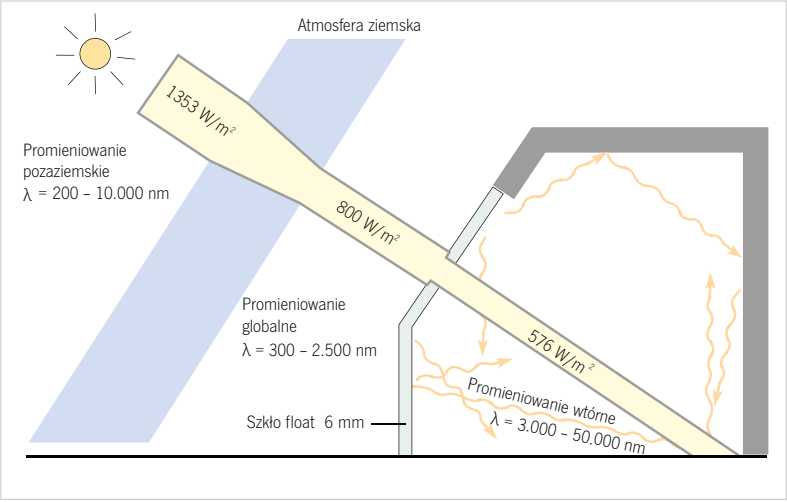


Suma odbicia, transmisji i absorpcji wynosi zawsze 100 %. Podział promieniowania na poszczególne elementy jest zależny każdorazowo od rodzaju zastosowanego szkła.

6.1.2. Efekt cieplarniany

Szkło float nie stanowi dla promieniowania słonecznego (300 – 2.500 nm) praktycznie żadnej przeszkody. Dlatego większa część padającego na powierzchnię szkła promieniowania słonecznego dzięki bezpośredniej transmisji przenika do wnętrza pomieszczenia. Padając na ściany, podłogi i wyposażenie pomieszczeń powoduje ich nagrzewanie się. Wszystkie te elementy w dalszym kroku oddają z powrotem ciepło, ale już w postaci długofalowego wtórnego promieniowania podczerwonego (3.000 – 50.000 nm).

Dla tego rodzaju promieniowania szkło stanowi praktycznie barierę nie do przebycia. W wyniku tego zjawiska powietrze wewnątrz pomieszczenia zaczyna się nagrzewać, ponieważ z zewnątrz wciąż dociera nowa energia a tylko jej niewielka część jest w stanie przeniknąć z powrotem na zewnątrz. W ten właśnie sposób powstaje efekt cieplarniany.

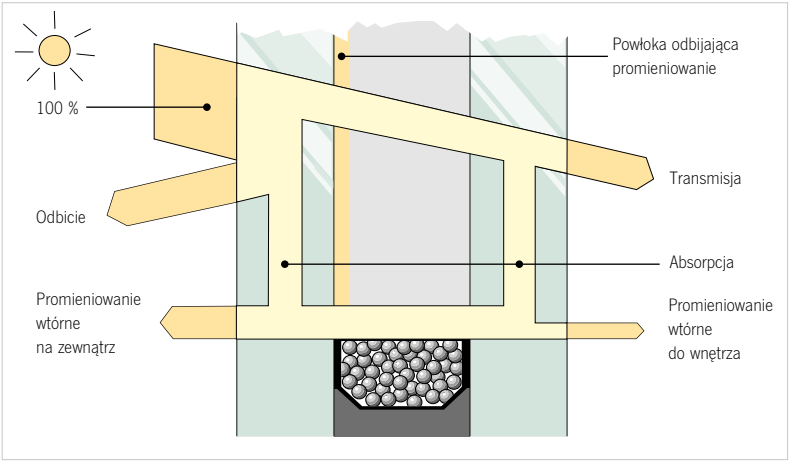


Podczas zimnych pór roku tego typu zjawisko staje się bardzo pożądane. Ale już latem pomieszczenie bardzo szybko się nagrzeje do bardzo wysokich temperatur. Przybywanie w tak przegrzanym środowisku staje się nieznośne. Dzięki zastosowaniu szkła z ochroną przeciwsłoneczną można zagwarantować odpowiednią ochronę przed letnimi temperaturami.

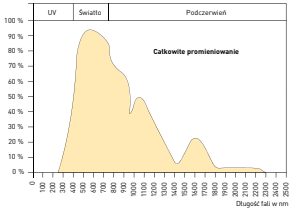
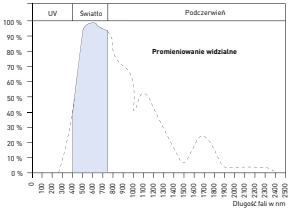
Ponieważ duża część całkowitego promieniowania słonecznego znajduje się w obszarze widzialnym dla oka, należy zaakceptować również fakt, że skuteczna ochrona przeciwsłoneczna będzie związana z odpowiednią redukcją przenikalności światła przez szybę. Inaczej mówiąc do pomieszczenia trafi mniej światła.

6.2. Fizyczny sposób działania promieniowania słonecznego

W przypadku zastosowania szkła przeciwsłonecznego padające na nie promieniowanie słoneczne, dzięki odbiciu i absorpcji zastaje zatrzymane w dużej części na zewnątrz.



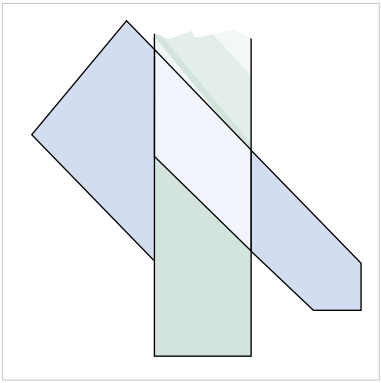
Rozpatrując parametry fizyczne opisujące właściwości danego przeszklenia należy rozróżnić pomiędzy wartościami opisującymi całkowite spektrum promieniowania słonecznego a wartościami określanymi tylko dla części widzialnej dla oka ludzkiego:

	Energia (całkowite spektrum promieniowania)	**Światło** (część widzialna spektrum promieniowania)
		
Transmisja	Transmisja promieniowania	Transmisja światła
Odbicie (refleks)	Odbicie promieniowania	Odbicie światła
Absorpcja	Absorpcja promieniowania	Absorpcja światła

6.2.1. Szkło i światło widzialne. Wartości fizyczne

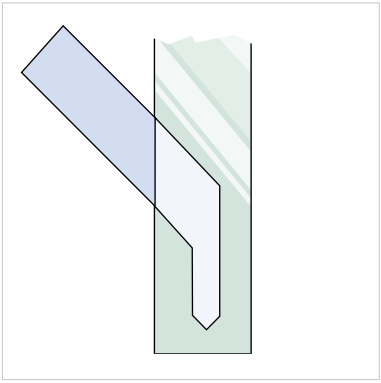
Współczynnik przepuszczalności światła (LT)

Współczynnik przepuszczalności światła przeszklenia określa jego procentowy udział w promieniowaniu słonecznym w zakresie widma światła widzialnego (380 – 780 nm), które przenoszone jest z zewnątrz do wewnątrz pomieszczenia.



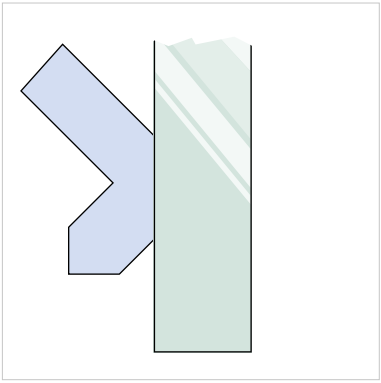
Współczynnik absorpcji światła (LA)

Pod pojęciem współczynnika absorpcji światła określa się tę część promieniowania słonecznego w zakresie widma światła widzialnego (380 – 780 nm), które jest pochłaniane przez przeszklenie.



Współczynnik odbicia światła (LR)

Współczynnikiem odbicia światła określa się procentowo tę część promieniowania słonecznego w zakresie widma światła widzialnego (380 – 780 nm), które odbijane jest na zewnątrz.

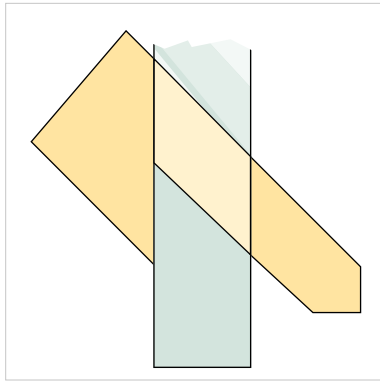


Suma współczynników przepuszczalności światła LT, absorpcji światła LA oraz odbicia światła zawsze wynosi 100 %.

6.2.2. Szkło i całkowita energia promieniowania słonecznego. Wartości fizyczne

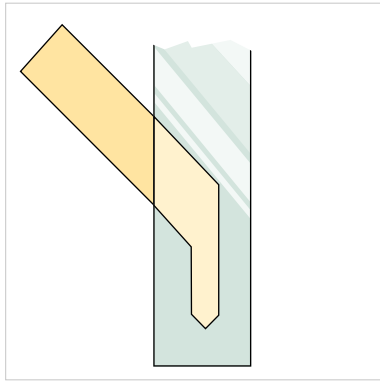
Współczynnik przenikalności promieniowania (ST)

Współczynnik przenikalności promieniowania ST nazywany również współczynnikiem przenikalności energii określa w procentach tę część promieniowania w całym spektrum promieniowania słonecznego, która jest bezpośrednio przepuszczana przez przeszklenie do wnętrza pomieszczenia.



Współczynnik absorpcji promieniowania (SA)

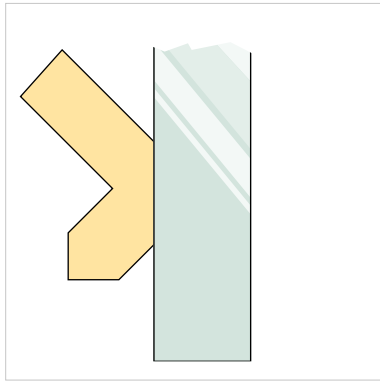
Pod pojęciem współczynnika absorpcji promieniowania lub współczynnika absorpcji energii rozumiana jest ta część promieniowania w całym spektrum promieniowania słonecznego, która pochłaniania (absorbowana) jest przez przeszklenie.



Współczynnik odbicia promieniowania (SR)

Współczynnik odbicia promieniowania lub współczynnik odbicia energii przeszklenia oznacza taki udział części promieniowania w całym spektrum promieniowania słonecznego, która przez przeszklenie jest bezpośrednio odbijana na zewnątrz.

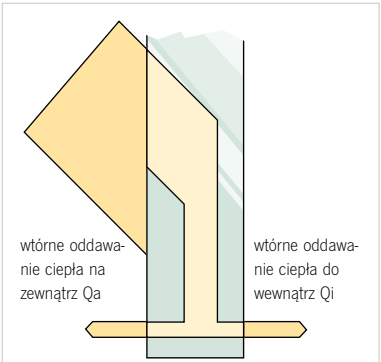
Suma współczynników przenikalności promieniowania ST, współczynnika absorpcji promieniowania SA oraz współczynnika odbicia promieniowania SR zawsze wynosi 100 %.



6.2.3. Pozostałe parametry fizyczne opisujące promieniowanie i szkło

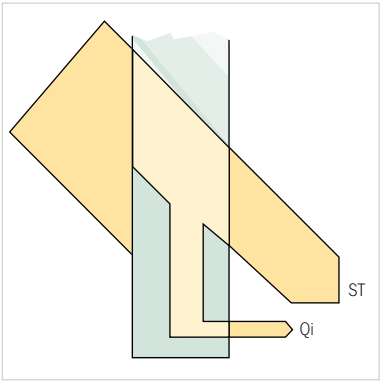
Wtórne oddawanie ciepła Qi/Qa

Zaabsorbowana część promieniowania słonecznego oddawana jest przez przeszklenie w formie promieniowania (długofalowego promieniowania podczerwonego), konwekcji i przenikania. Proces ten nazywany jest wtórnym oddawaniem ciepła. Oddawane promieniowanie wtórne dzieli się z reguły na dwie nierówne części.



Całkowity współczynnik przenikalności energii (g)

Mianem całkowitego współczynnika przenikalności energii-g określa się sumę przepuszczalności promieniowania ST oraz wtórnego oddawania ciepła Qi do wewnątrz. Wartość g = ST + Qi. Współczynnik g podaje ile ostatecznie energii promieniowania słonecznego dostaje się przez przeszklenie do wnętrza pomieszczenia. W celu uzyskania optymalnej ochrony przeciwsłonecznej powinien on być możliwie niski.



Współczynnik zacienienia b (= SC Shading Coefficient)

Współczynnik zacienienia b jest stosunkiem wartości g danego przeszklenia do wartości g szyby zespolonej bez powłok funkcyjnych. Wartość g szyby zespolonej bez powłok funkcyjnych ustalona została na poziomie 80%. Średnia wartość współczynnika zacienienia b jest decydującą wielkością przyjmowaną w obliczeniach zapotrzebowania na energię chłodzenia budynku.

$$\text{SC} = \text{współczynnik b} = \frac{g}{0{,}8}$$

Współczynnik zacienienia jest zatem miarą skuteczności ochrony przeciwsłonecznej, porównywalną ze skutecznością uzyskiwaną przez normalną niepowlekaną szybę zespoloną. Wysoki współczynnik zacienienia, np. SC = 0,9 oznacza niewielkie zacienienie. Zaś niski współczynnik zacienienia, np. SC = 0,3 dobre zacienienie.

Przykład:
SANCO Sun COMBI 61/32
Całkowity współczynnik przenikalności energii g = 34 %

$$\text{SC} = \frac{0{,}34}{0{,}80} = 0{,}42$$

Wskaźnik selektywności S

Pod pojęciem wskaźnika selektywności rozumiemy stosunek współczynnika przepuszczalności światła LT do całkowitego współczynnika przenikalności energii g:

$$S = \frac{LT}{g}$$

Wysoki współczynnik selektywności S oznacza dobrą ochronę przeciwsłoneczną a jednocześnie nadal bardzo dużo naturalnego światła w pomieszczeniach.

Przykład:
SANCO Sun COMBI 51/26

$$\frac{\text{Współczynnik przepuszczalności światła 51 \%}}{\text{Całkowity współczynnik przenikalności energii 27 \%}} = \text{Selektywność 1,89}$$

Przepuszczalność promieniowania UV

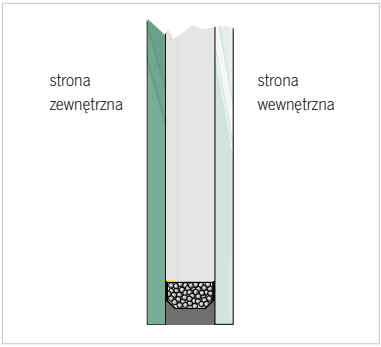
Szyby przeciwsłoneczne, ogólnie rzecz biorąc, redukują promieniowanie UV proporcjonalnie do wielkości współczynnika g. Dodatkową możliwością ochrony przed promieniowaniem UV jest zastosowanie w szybie laminowanej folii absorbującej promieniowanie UV. Przy pomocy takiej folii można całkowicie wyeliminować promieniowanie ultrafioletowe. Oprócz tego należy także pamiętać, że w części widma powyżej 380 nm skutecznie zaczyna działać promieniowanie fotochemiczne, które oddziałuje szkodliwie np.na kolory. W szczególności na wysokościach od ok. powyżej 600 metrów n.p.m. należy bardzo uważać przy szkleniu okien wystawowych, obiektów muzealnych itp.

6.3. Technologie ochrony przeciwsłonecznej w szybach zespolonych

Szkło stosowane do ochrony przeciwsłonecznej jest powlekane lub barwione w masie, albo jednocześnie barwione w masie i powlekane.

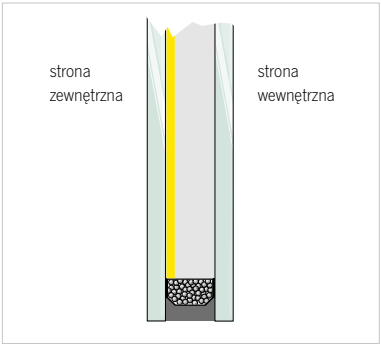
Szkło barwione w masie

Za pomocą domieszek w postaci tlenków metali otrzymuje się zabarwienie masy szklanej. Ponieważ szkło barwione w masie charakteryzuje się dość wysokim współczynnikiem absorpcji promieniowania, to należy je z reguły poddawać procesowi hartowania, który zwiększa odporność takiego szkła na powierzchniową różnicę temperatur z 40 K do 150 – 200 K. Skuteczność działania ochrony przeciwsłonecznej takiego szkła polega na absorpcji promieniowania.



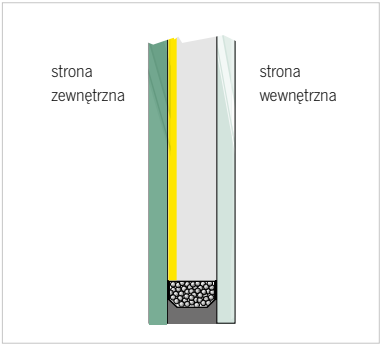
Szkło powlekane

Szkło powlekane działa przede wszystkim poprzez odbijanie strumienia energii na zewnątrz. Stopień absorpcji promieniowania decyduje o tym, czy szkło musi być hartowane.



Szkło barwione w masie i powlekane

Działa zarówno poprzez absorpcję jak i odbicie energii. Z zasady musi być hartowane.



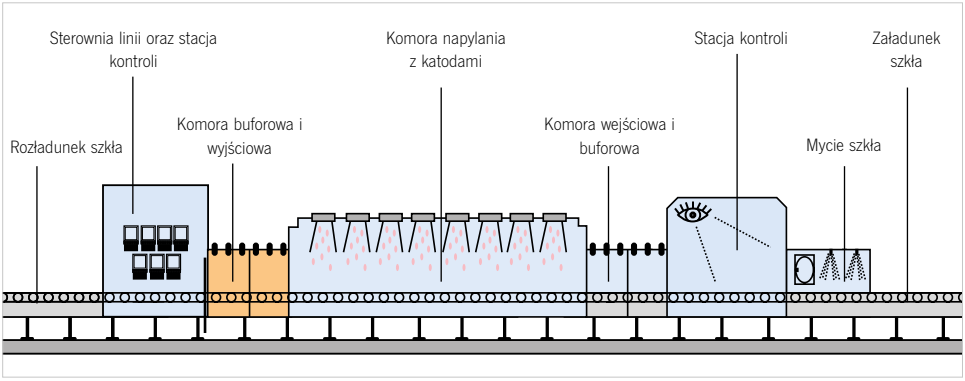
6.4. Proces powlekania szkła

Powłoki nakładane na szkło oferują znakomite rozwiązania pod kątem wymagań stawianych przed szybami zespolonymi w zakresie przepuszczalności energii słonecznej oraz światła. Powłoki oferowane przez producentów szkła posiadają specyficzne wartości, które można dokładnie dopasować do wymagań określanych przez architektów i projektantów. Obowiązującą na świecie technologią stała się technologia próżniowego nakładania (napylania) powłok na szkło w urządzeniu zwanym magnetronem. Jest to proces odbywający się na specjalnej, osobnej linii, do której trafia szkło float.
Starszą, już niezbyt często będącą w użyciu metodą, jest proces pirolitycznego nanoszenia powłok na szkło w procesie napylania tlenków metali lub poprzez zanurzanie szkła w kąpieli zawierającej płynne tlenki metali.

6.4.1. Powlekanie próżniowe metodą magnetronową

W technologii magnetronowej szkła bezbarwne lub barwione w masie powlekane są różnymi metalami lub tlenkami metali w wielokomorowych urządzeniach napylających. W stanie próżni technicznej nanoszone są powłoki o grubościach rzędu nanometrów. Sterowany elektronicznie nowoczesny proces produkcyjny dzięki zastosowanym procedurom pomiarowym i regulacji on-line daje gwarancję otrzymania produktu wysokiej jakości. Stosując tę technologię uzyskuje się stałość parametrów fizycznych odpowiadających wymaganiom projektowym, jednolitego wyglądu optycznego szkła oraz seryjnej powtarzalności w długim okresie czasu.

Schemat magnetronu – linii do próżniowego nakładania powłok



Poprzez celowy dobór materiałów, z którego powstają powłoki oraz nakładanie powłok o różnych grubościach uzyskuje się wymagane wielkości techniczne, jak współczynnik g czy transmisja światła. W ten sposób wpływa się także na jednolite właściwości optyczne szkła.

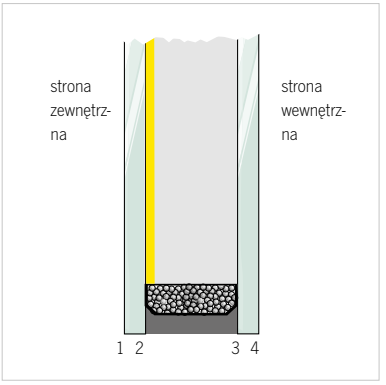
6.4.2. Metoda pirolityczna powlekania szkła

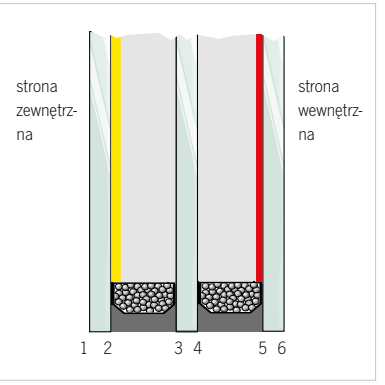
Metoda pirolityczna powlekania szkła jest stosowana bezpośrednio podczas produkcji szkła na linii float. Określone tlenki metali są napylane na rozgrzaną powierzchnię szkła. Podczas dalszego chłodzenia wtapiają się w powierzchnię szkła. W innej metodzie tafle szkła są zanurzanie w wannie z gorącymi, płynnymi tlenkami metali. Podobnie jak przy napylaniu, także tutaj wtapiają się one w szkło, ale zawsze po obu jego stronach.

Powłoki wytwarzane tymi metodami są bardzo twarde, niemniej mają bardzo ograniczone właściwości. Szkła z powłokami pirolitycznymi z pewnymi zastrzeżeniami można stosować jako pojedyncze. Jednak ze względu na oddziaływania atmosferyczne możliwe jest powstanie widocznych zmian w strukturze powłoki zewnętrznej.

6.5. Działanie powłoki w zależności od jej pozycji w szybie zespolonej

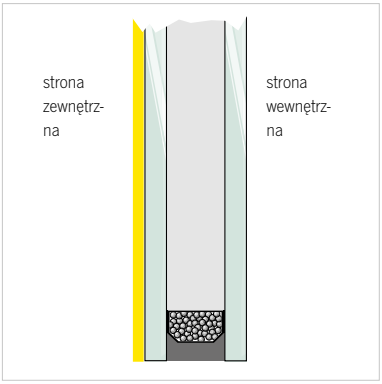
Położenie powłoki ustala się w zależności od liczby powierzchni szkła numerując je kolejno patrząc od zewnątrz do wewnątrz. Na przykład w szybie zespolonej z dwoma szybami pozycja 1 znajduje się od strony zewnętrznej, zaś pozycja 4 bezpośrednio od strony pomieszczenia. W przypadku szyby dwukomorowej od strony zewnętrznej mamy pozycję 1, zaś wewnętrzna powierzchnia szyby od strony pomieszczenia ma pozycję 6.





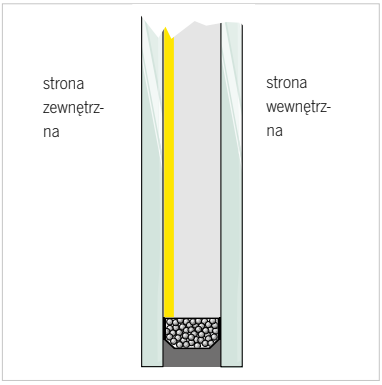
Powłoka na pozycji 1

Powłoka na pozycji 1 możliwa jest tylko w wersji pirolitycznej lub jako twarda powłoka jak SANCO Plus FREE VISION T.
Z powłoką na pozycji 1 uzyskuje się największą wartość współczynnika odbicia światła a przez to najbardziej widoczny efekt lustrzanego odbicia. Niemniej w tym przypadku istnieje ryzyko uszkodzenia powłoki w wyniku oddziaływania warunków pogodowych. Należy także pamiętać o ewentualnych problemach z utrzymaniem czystości powłoki.



Powłoka na pozycji 2

Niektóre rodzaje powłok mogą być stosowane wyłącznie na pozycji 2.
Ponieważ powłoka znajduje się po wewnętrznej stronie szyby zewnętrznej mniejsze jest odbicie światła, a przez to również efekt lustrzanego odbicia jest odpowiednio mniejszy. Dzięki umieszczeniu powłoki w przestrzeni międzyszybowej nie występuje ryzyko jej uszkodzenia.



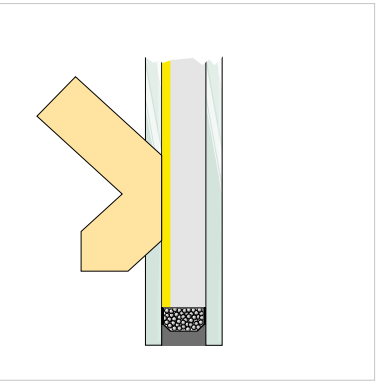
6.6. SANCO Sun T / SANCO SILVERSTAR SUNSTOP T szyby przeciwsłoneczne oraz ich możliwe kombinacje

Działanie szyb przeciwsłonecznych sprowadza się przede wszystkim do tego, że odbijają one padające na nie promieniowanie słoneczne i dzięki temu redukują efekt nagrzewania się pomieszczenia. Z drugiej strony powłoki te są tak zoptymalizowane, aby przy jednoczesnym ograniczeniu przepływu energii do pomieszczenia w jak najmniejszym stopniu redukować widzialne widmo światła słonecznego.

Wielkością jednoznacznie charakteryzującą możliwości ochrony danego przeszklenia przed promieniowaniem słonecznym jest współczynnik g. Im jest on niższy, tym mniejsze jest przenikanie energii słonecznej przez szybę. Dzięki temu pomieszczenie w mniejszym stopniu się nagrzewa.

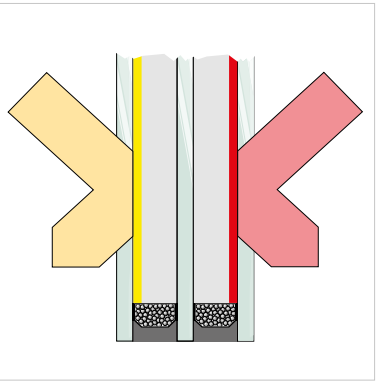
Szyba zespolona ze szkłem SANCO Sun T
Szkło przeciwsłoneczne ze szkłem float

Kombinacja szkła float z szybą SANCO Sun z powłoką przeciwsłoneczną używana jest wszędzie tam, gdzie zwykła ochrona ciepłochronna zimą jest wystarczająca. W pomieszczeniach i strefach nie ogrzewanych lub ogrzewanych tylko czasowo. Powłoka SANCO SUN znajduje się na pozycji 2.



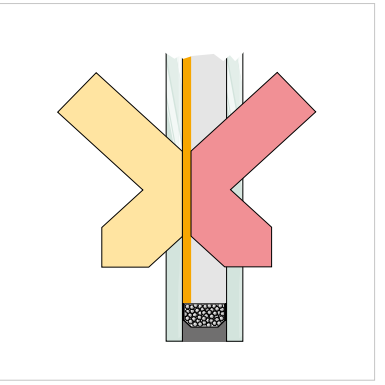
Szyba zespolona ze szkłem SANCO Sun T
Szkło przeciwsłoneczne z szybą ciepłochronną SANCO

Kombinacja szyby SANCO Sun z powłoką przeciwsłoneczną oraz szyby z powłoką ciepłochronną SANCO Plus EN2. Szkło przeciwsłoneczne tworzy w pomieszczeniach przyjemny klimat w okresie letnim, spełniając jednocześnie wymagania dotyczące izolacyjności cieplnej. Powłoka przeciwsłoneczna znajduje się na pozycji 2, powłoka ciepłochronna na pozycji 5.



Szyba zespolona SANCO Sun COMBI
z ochroną przed słońcem i utratą ciepła

Specjalna dwufunkcyjna powłoka na pozycji 2 spełnia jednocześnie rolę ochrony przeciwsłonecznej oraz optymalnej ochrony przed utratą ciepła. Pozwala to na zapewnienie przyjemnego klimatu w pomieszczeniu zarówno latem jak i zimą.



Przykłady szyb SANCO Sun T / SANCO SILVERSTAR SUNSTOP T
Szyby zespolone z powłoką przeciwsłoneczną

Typ zespolenia	Budowa zespolenia	Wartość U_g według PN EN 673	Współczynnik przenikania światła wg DIN EN 410	Całkowity współczynnik przenikalności energii wg DIN EN 410	Odbicie światła na zewnątrz wg DIN EN 410
	mm	W/m^{2}K	LT % (±2)	wartość g w % (±2)	LR % (±2)
SANCO Sun Neutralny 50 T	6 - 16AR - 4	1,1	46	38	13
SANCO Sun Niebieski 50 T	6 - 16AR - 4	1,1	44	36	21
SANCO Sun Niebieski 30 T	6 - 16AR - 4	1,1	27	23	28
SANCO Sun Srebrny 20 T	6 - 16AR - 4	1,1	19	17	29

AR = Argon
Powłoka SANCO Sun na pozycji 2, powłoka SANCO Plus EN2 na pozycji 3

Paleta szyb zespolonych SANCO z powłokami przeciwsłonecznymi oferuje wielorakie możliwości w zakresie projektowania fasad budynków. Do wyboru są szyby w różnych wersjach kolorystycznych z zarówno bardzo niskim jak i relatywnie wysokim współczynnikiem odbicia światła. Na życzenie dostępne są również różne warianty szyb neutralnych kolorystycznie, które pomimo braku zabarwienia nie tracą swoich właściwości przeciwsłonecznych.

Przegląd szyb SANCO Sun COMBI / SANCO SILVERSTAR COMBI
Izolacyjne szyby zespolone z powłoką przeciwsłoneczną

Typ zespolenia	Budowa zespolenia	Wartość U_g według PN EN 673	Współczynnik przenikania światła wg DIN EN 410	Całkowity współczynnik przenikalności energii wg DIN EN 410	Odbicie światła na zewnątrz wg DIN EN 410
	mm	W/m^{2}K	LT % (±2)	Wartość g w % (±2)	LR w % (±2)
SANCO Sun COMBI 70/40	6–16AR-4	1,1	72	42	12
SANCO Sun COMBI 70/35	6–16AR-4	1,0	70	37	14
SANCO Sun COMBI 61/32	6–16AR-4	1,0	61	34	13
SANCO Sun COMBI 60/27	6–16AR-4	1,0	60	27	13
SANCO Sun COMBI 51/26	6–16AR-4	1,0	51	27	16
SANCO Sun COMBI Srebrny 48 T	6–16AR-4	1,1	48	35	46
SANCO Sun COMBI 41/21	6–16AR-4	1,0	41	22	18
SANCO Sun COMBI 70/40	6-14AR-4-14AR-4	0,6	65	38	14
SANCO Sun COMBI 70/35	6-14AR-4-14AR-4	0,6	64	34	16
SANCO Sun COMBI 61/32	6-14AR-4-14AR-4	0,6	56	31	15
SANCO Sun COMBI 51/26	6-14AR-4-14AR-4	0,6	46	25	17
SANCO Sun COMBI 41/21	6-14AR-4-14AR-4	0,6	37	20	19

AR = Argon
Powłoka SANCO Sun COMBI na pozycji 2 oraz
w zespoleniach 2-komorowych powłoka SANCO Plus EN2 na pozycji 5

Ochrona przeciwsłoneczna i dźwiękochłonna

Szybę zespoloną SANCO Sun T można zbudować asymetrycznie z szyb o różnych grubościach w wersji dwu- oraz trzyszybowej. Uzyskuje się dzięki temu oprócz funkcji przeciwsłonecznych, także dobre paramenty dźwiękochłonne. Dodatkowe zastosowanie w szybie zespolonej SANCO Sun T bezpiecznego szkła laminowanego pozwala na uzyskanie szkła przeciwsłonecznego o jeszcze lepszych wartościach tłumienia dźwięku.

Ochrona przeciwsłoneczna i bezpieczeństwo

Szkło z powłoką przeciwsłoneczną może z reguły zapewnić również spełnienie normalnych potrzeb bezpieczeństwa tak jak zwykłe szkło. Przeciwsłoneczne szyby SANCO Sun T są dostępne zarówno jako szkło hartowane termicznie (ESG) jak i szkło laminowane (VSG).

Ponieważ wymagania dotyczące bezpieczeństwa przede wszystkim w budownictwie przemysłowym, użyteczności publicznej i administracji mogą być bardzo zróżnicowane, zalecamy nawiązanie kontaktu ze specjalistami w zakresie szkła budowlanego.

6.7. Ochrona przeciwsłoneczna w praktyce

6.7.1. Ochrona przeciwsłoneczna to nie to samo co ochrona przed oślepiającym słońcem

Pierwotnym zadaniem powłok przeciwsłonecznych jest zredukowanie widma promieniowania słonecznego. Niemniej w przypadku miejsc pracy powstają dalsze wymagania dotyczące funkcjonalnej ochrony przed bezpośrednio oślepiającym światłem słonecznym. Oślepianie przez słońce jest problematyką związaną z wysoką jaskrawością światła.

Jeśli nawet przepuszczalność światła zostanie zredukowana do 20 lub 30 % np. przez okulary przeciwsłoneczne, to odczuwana jaskrawość światła będzie i tak zbyt duża w przypadku bezpośredniego patrzenia na jego źródło. Aby zapobiec takiej sytuacji zaleca się dodatkowo do ochrony przeciwsłonecznej wykorzystać jedną z form ochrony przed oślepianiem czyli żaluzje, zasłony, rolety i tym podobne zasłony.

6.7.2. Ochrona przed nagrzewaniem się pomieszczeń w okresie letnim

W budynkach ze szklanymi fasadami lub bardzo dużym udziałem przeszkleń powinno się gwarantować odpowiednie do funkcjonowania warunki termiczne nie tylko zimą, ale również latem. Zarówno zapotrzebowanie na energię cieplną zimą jak i konieczność dostarczenia energii do urządzeń klimatyzacyjnych latem powinno być możliwie jak najniższe. Szyby przeciwsłoneczne idealnie wpisują się w problematykę oszczędzania energii związanej z klimatyzowaniem pomieszczeń.

Niemieckie rozporządzenie (EnEV) dotyczące oszczędności energii w budynkach zawiera obok wymogów dotyczących ograniczenia strat ciepła w ogrzewanych budynkach, uciekającego na zewnątrz poprzez ściany, także te dotyczące ochrony przed nagrzewaniem się pomieszczeń w okresie letnim. Najwyższe dopuszczalne wielkości, które są obliczane zgodnie z wytycznymi DIN 4108-2, powinny zapobiegać latem przed zbytnim przegrzewaniem się pomieszczeń. Dzięki temu przebywanie w środku staje się przyjemnie i nie wpływa negatywnie na warunki pracy.

6.7.3. Unikanie naprężeń w szybie zespolonej

Przestrzeń międzyszybowa w szybie zespolonej jest hermetycznie zamknięta, dlatego działają na nią siły, które są skutkiem zmian barometrycznych i temperaturowych. Wpływ na nie mogą mieć:

- Wysokość zamontowania n.p.m.
- Zmiany ciśnienia powietrza
- Zmiany temperatury
- Współczynnik absorpcji promieniowania przez szkło
- Szerokość przestrzeni międzyszybowej
- Nierówne grubości szkła (asymetryczna budowa)
- Wymiary szyby

W wyniku zwiększonej absorpcji promieniowania przestrzeń międzyszybowa w przeciwsłonecznej szybie zespolonej nagrzewa się bardziej niż w szybie zespolonej ze szkłem bezbarwnym. Jeśli przewidywana przestrzeń międzyszybowa będzie większa niż 16 mm, należy sprawdzić budowę szyby zespolonej już w fazie projektowania.

Szyby zespolone o małych wymiarach lub małym stosunku boków są bardziej narażone na większe obciążenia niż szyby zespolone o dużych wymiarach. Ze względów statycznych szyby takie są bardziej sztywne, co powoduje, że przy zwiększonym poziomie ciśnienia nie mogą się one wystarczająco dobrze odkształcić w przestrzeni międzyszybowej.

6.7.4 Działania w zakresie optyki

Aby zniekształcenia optyczne, które pojawiają się w wyniku efektu podwójnej szyby, były mniej widoczne, można pod pewnymi warunkami zastosować cieńszą szybę wewnętrzną. Jednak różnica grubości pomiędzy przeciwsłoneczną szybą zewnętrzną i szybą wewnętrzną nie powinna być większa niż 3 mm.

Przestrzeń międzyszybowa nie powinna być większa niż 16 mm. Szyba zewnętrzna nie powinna być cieńsza niż 6 mm. Znacząco większą poprawę jakości optycznej uzyskać można również poprzez dobranie większej grubości szyby przeciwsłonecznej np. 8 mm zamiast 6 mm.

6.7.5 Hartować czy nie hartować ?

Szkło przeciwsłoneczne pochłania z reguły większą ilość promieniowania niż normalne, jasne szkło float. W wyniku częściowego zacienienia powierzchni szyby może dojść do nierównomiernego nagrzewania się jej powierzchni. Jeśli różnica temperatur będzie za wysoka ulegnie ona samoistnemu pęknięciu. Poprzez termiczny proces hartowania można tak zwiększyć odporność na powierzchniową różnicę temperatur, że prawie wykluczone jest pęknięcie szkła na skutek działania wpływów termicznych.
Wskazówką co do tego, czy szyba z powłoką powinna być poddana procesowi hartowania, może być wartość współczynnika absorpcji promieniowania. Jeśli jest on większy niż 50%, to z reguły hartowanie jest niezbędne.

6.7.6. Wykonywanie przeszkleń próbnych

Fasady osłonięte szybami przeciwsłonecznymi są z punktu widzenia estetyki bardzo wymagającymi elementami budowlanymi. W przypadku większych obiektów zalecamy zatem wykonywanie przeszkleń próbnych względnie wzorcowych szyb zespolonych i szyb na pasy podokienne w skali 1:1.

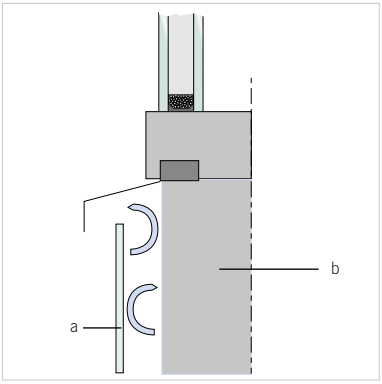
6.8. Dopasowanie kolorystyczne pasów podokiennych na fasadach ze szkła SANCO Sun T / SANCO SILVERSTAR SUNSTOP T

We wszystkich znanych dzisiaj konstrukcjach fasad można stosować szkło przeciwsłoneczne. Wykorzystywane jest ono w fasadach ciepłych, fasadach zimnych, fasadach wentylowanych typu podwójna skóra (jako osłony przeciwsłoneczne), fasadach nawiewnych, fasadach klejonych (Structural Glazing) oraz w obszarze przeszkleń dachowych. Obok przeszkleń transparentnych stosowane są na fasadach również nieprzezierne szyby w obszarach stropów oraz jako pasy podokienne. Do tego celu nadaje się szkło SANCO Sun T występujące w licznych odmianach kolorystycznych, które może być dopasowane do każdego rodzaju konstrukcji. Dzięki temu powstają homogeniczne całoszklane projekty fasad. Z drugiej strony, wykorzystując szeroką paletę kolorów, można realizować także w pełni przemyślane barwne akcenty w postaci pasów nieprzeziernych ze szkła.

6.8.1. Wentylowana fasada zimna

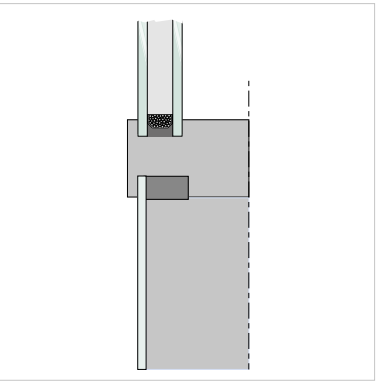
Zewnętrzny element ze szkła a) na fasadzie służy ochronie przed działaniem wpływów atmosferycznych oraz pełni rolę elementu architektonicznego.

Element wewnętrzny b) jest elementem nośnym, chroni pomieszczenie oraz służy izolacji termicznej, ochronie przed hałasem, itd. Przestrzeń pomiędzy obydwiema płaszczyznami musi być wentylowana, aby można było odprowadzić tworzącą się wilgoć oraz promieniowanie cieplne.



6.8.2. Ciepła fasada

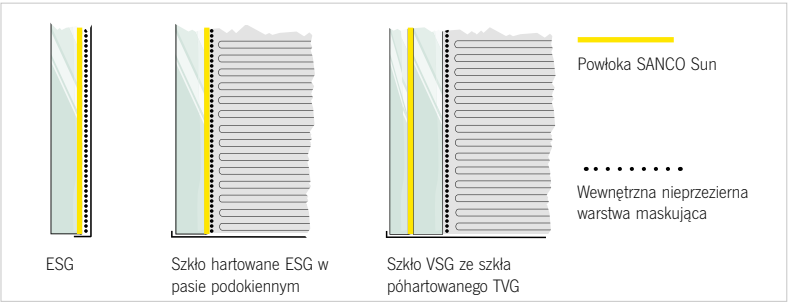
Szkło wraz z leżącą za nim izolacją oraz barierą zabezpieczającą przed przedostawaniem się pary wodnej mogą być skonstruowane jako zintegrowany panel fasadowy. Staje się on wtedy osłoną pomieszczenia, elementem izolacyjnym oraz architektonicznym środkiem wyrazu w jednym. Panele takie nie mogą być narażone na obciążenia statyczne. Grubość szkła na pas podokienny uzależniona jest od wymagań stawianych właściwościom ciepłochronnym.



6.8.3. Możliwości wykonania pasów podokiennych ze szkła SANCO Sun T / SANCO SILVERSTAR SUNSTOP T

Elementy pasów podokiennych ze szkła SANCO Sun T dostępne są jako monolityczne, pojedyncze szyby hartowane sprawdzone w teście Heat-Soak (ESG-H), jako laminaty wykonane z szyb półhartowanych 2 x TVG albo jako szyby zespolone ze szkła ESG-H. Zgodnie z normą EN 14179-1 pasy podokienne czy nieprzezierne tafle szkła muszą być wykonane ze szkła ESG-H. Test wygrzewania szkła (Heat-Soak) służy ograniczeniu powstawania spontanicznego pękania szkła.

Od strony budynku szyba SANCO Sun T jest szybą nieprzezierną. Obróbka krawędzi: krawędzie zatępione (wstępna faza szlifowania, powierzchnia krawędzi nieobrobiona). Możliwe są też inne rodzaje obróbki krawędzi. Jeśli krawędzie będą odkryte to zalecamy szlifowanie lub polerowanie krawędzi. Późniejsza obróbka szyb hartowanych ESG-H np. szlifowanie, wiercenie itp., nie jest możliwa. Takie prace jak wiercenie otworów czy obróbka krawędzi muszą być wykonane przed procesem hartowania.



6.9. SANCO CONTROL

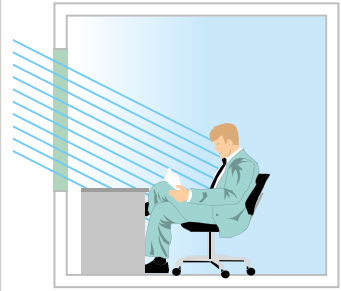
6.9.1. Systemy umieszczone w przestrzeni międzyszybowej chroniące przed oślepianiem, światłem oraz zapewniające dyskrecję

SANCO CONTROL to szyby zespolone z wbudowanymi w przestrzeni międzyszybowej zintegrowanymi systemami oferującymi pełną ochronę przed oślepiającym światłem słonecznym oraz przyjemne zacienienie dokładnie wtedy kiedy go potrzebujemy, a to wszystko przy zastosowaniu wygodnych systemów sterujących manualnych bądź automatycznych.

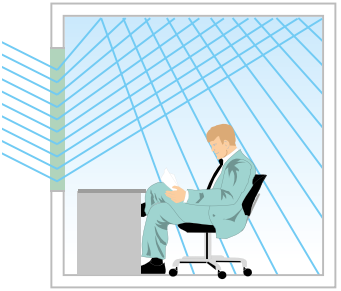
System SANCO CONTROL pozwala na bezstopniową regulację, która zapewnia uzyskanie w pomieszczeniu właściwej proporcji pomiędzy promieniowaniem świetlnym a jego oczekiwanym natężeniem.

Obojętnie czy żaluzja wykonana jest z lamelek, czy też z eleganckiej marszczonej tkaniny, SANCO CONTROL umieszczone jest wewnątrz przestrzeni międzyszybowej szyby zespolonej. Kurz i kawałki brudu nie mogą już zaburzyć szykownego wyglądu żaluzji. Wystarczy tylko dbać o czystość szkła.
SANCO CONTROL zapewnia utrzymanie właściwego klimatu w ogrodzie zimowym, czy też umożliwia oglądanie programu telewizyjnego na ekranie telewizora bez efektu oślepiania światłem.

SANCO CONTROL zapewnia taką przezierność, jaka jest konieczna i taką sferę prywatności, jaką akurat potrzebujemy.



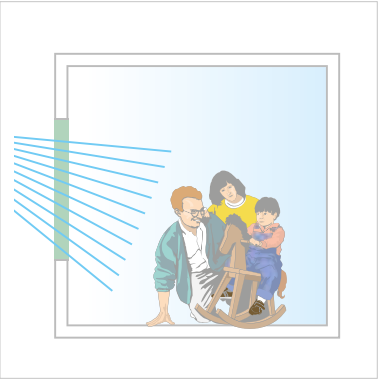
Oślepiające światło słoneczne bez SANCO CONTROL



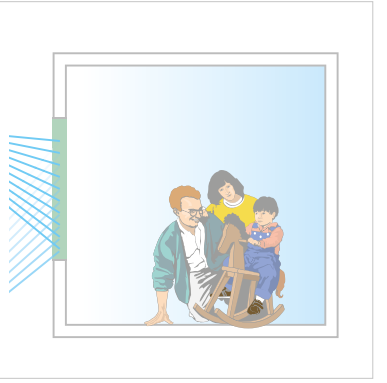
Sterowanie światłem z systemem SANCO CONTROL

Przekonujące właściwości

- Łatwa i wygodna ochrona przed oślepianiem umożliwiająca jednocześnie efektywne wykorzystywanie światła dziennego
- Dokładne sterowanie światłem przekładające się na pozytywną atmosferę w pracy
- Dyskretny wygląd dzięki wbudowaniu systemu w przestrzeń międzyszybową
- Możliwość tworzenia efektownych projektów wielofunkcyjnych fasad
- Swobodne użytkowanie niezależne od warunków pogodowych
- Higiena dzięki odporności na zabrudzenia związane ze stanami pogody
- Idealny system dla obiektów silnie nasłonecznionych gdzie dodatkowo występują silne wiatry
- Świetnie zabezpieczone przed uszkodzeniami i zniszczeniem



Przezierność bez SANCO CONTROL



Pełna dyskrecja z SANCO CONTROL

Łatwy w utrzymaniu system chroniący przed oślepiającym słońcem

SANCO CONTROL spełnia najwyższe wymagania jakościowe. Zarówno pod względem wyglądu jak i wykorzystanej technologii. Zapewnia ona długotrwałą funkcjonalność systemu. Może być sterowny ręcznie za pomocą sznurka lub automatycznie przy pomocy silniczka. Nie jest wystawiona na działanie wiatru i warunków pogodowych, lecz bezpiecznie zamontowana w przestrzeni międzyszybowej w szybie zespolonej. Przez co zarówno lamelki czy tkanina nie są narażone na obciążenia mechaniczne. Żaluzje mogą być regulowane nieskończenie wiele razy, aby można było dopasować sobie intensywność padającego światła i stopień przezierności do indywidualnych upodobań. Nawet częste podnoszenie, opuszczanie i obracanie nie mogą zaszkodzić systemowi SANCO CONTROL. Gwarantuje on w ten sposób bardzo dużą uniwersalność zastosowań oraz możliwość sterowania strumieniem światła w zależności od potrzeb.

Różnorodne możliwości zastosowań

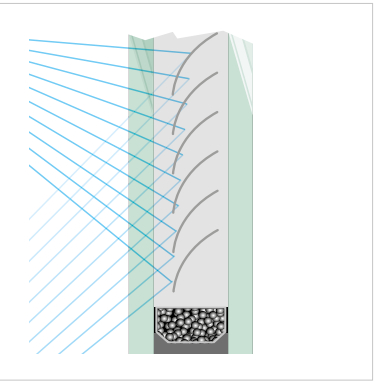
- Ogrody zimowe
- Fasady szklane / fronty okienne
- Okna z kwiatami / okna dachowe
- Ścianki działowe w biurach
- Pomieszczenia pielęgnacyjne
- Praktyki lekarskie / pomieszczenia zabiegowe
- Klinki i szpitale
- Muzea
- Szkoły
- Pomieszczenia biurowe
- Pojazdy szynowe i budowlane
- Wozy i samochody kempingowe
- Osłony w strefach wypoczynku
- Również przy renowacji obiektów

6.9.2. Sterowanie przepływem światła

SANCO CONTROL umożliwia indywidualne ustawienie przepływu światła w zależności od jego natężenia: od pełnego zablokowania światła poprzez kontrolowane zacienienie, aż do pełnego otwarcia i przezroczystości przez otwarte lamelki żaluzji. Wszystko odbywa się wygodnie poprzez ręczne lub automatyczne obracanie i podnoszenie lamelek.

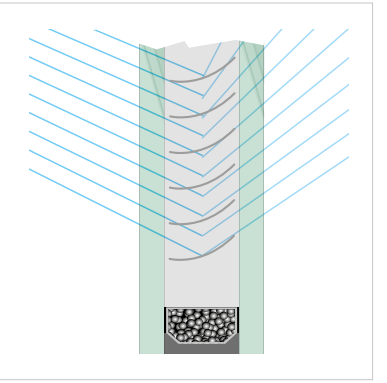
Wypukłe ustawienie lamelek

Przy zamkniętych lamelkach uzyskujemy bardzo wysokie odbicie promieniowania słonecznego. Dzięki temu tylko niewielki procent energii cieplnej przedostaje się do wnętrza pomieszczenia. Uzyskujemy najlepszą wartość współczynnika g.



Wklęsłe ustawienie lamelek

Taki sposób ustawienia lamelek powoduje kierowanie do wnętrza pomieszczenia dużej ilości światła słonecznego. Są to optymalne warunki dla pracy przy ekranach komputerów. W pomieszczeniu jest jasno bez denerwującego oślepiania.



6.9.3 Możliwe systemy sterowania żaluzjami

Sterowane ręczne za pomocą magnesu zewnętrznego i sznurka

System ten zapewnia sterowanie ustawieniami żaluzji za pomocą dwóch sprzężonych ze sobą magnesów. Dwa magnesy, jeden znajdujący się w przestrzeni międzyszybowej oraz drugi na zewnętrznej stronie szyby przekazują między sobą impuls sterujący żaluzją. Funkcja opuszczania i podnoszenia żaluzji jest wykonywana ręcznie za pomocą zewnętrznego sznurka. Zasada ta gwarantuje hermetyczne zamknięcie szyby zespolonej. System ten jest idealnym połączeniem estetyki i jakości.

Sterowanie za pomocą silniczka elektrycznego

Dalszy rozwój elektrycznych systemów podnoszenia i opuszczania żaluzji został w znacznym stopniu rozwinięty dzięki zintegrowaniu miniaturowych silniczków z profilami okiennymi, które według upodobania można wyposażyć w sterownik impulsowy. Umożliwia on zintegrowane sterownie pracą wielu żaluzji. Elektronika pozwala na praktycznie dowolne możliwości ustawiania żaluzji w szybach. Komfortowo i szybko. Efektowne wzornictwo oraz techniczne korzyści pozwalają na stosowanie tego systemu w bardzo wymagających projektach.

System z przesuwnym magnesem

Rozwiązanie to umożliwia podnoszenie plisowanych lamelek za pomocą zewnętrznego magnesu przesuwanego po szkle. Magnes można w każdej chwili zdjąć z szyby. System jest łatwy w obsłudze i umożliwia ustawienie żaluzji w dowolnym punkcie na całej długości szyby. Szczególne nadaje się do szyb montowanych pod kątem oraz do okien dachowych.

6.9.4. Przegląd dostępnych funkcji

W zależności od wymagań system SANCO CONTROL dostępny jest w różnych wariantach oraz kolorach. Szeroka paleta produktów zapewnia wykorzystanie ich w różnych sytuacjach. Architekci, projektanci i inwestorzy otrzymują nowe możliwości kształtowania przestrzeni za pomocą światła i cienia.

Przegląd funkcji SANCO CONTROL

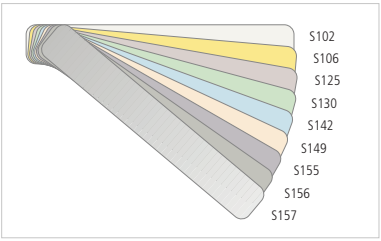
	Przestrzeń między-szybowa	Żaluzje lamel-kowe	Żaluzje pliso-wane	Możli-wość obra-cania	Podnoszenie + opusz-czanie	Silnik	Możliwe szerokości mm	Wymiary pionowe mm
SL 20 22C Żaluzje lamelkowe	20/22	12,5		■	■	na zewnątrz	300/2000	300/2500
SL 27 32C Żaluzje lamelkowe	27/32	16		■	■	na zewnątrz	300/3000	300/3000
SL 20 22C Żaluzje plisowane	20/22		14		■	na zewnątrz	300/1500	300/2500
SL 27 32C Żaluzje plisowane	27/32		20		■	na zewnątrz	300/2200	300/2500
SL 27 32C Żaluzje plisowane podwójne	27/32		20		■	na zewnątrz	300/2500	300/2600
SL 27C Żaluzje rolowane	27				■	na zewnątrz	250/1200	300/*
SL 20 22M Żaluzje lamelkowe	20/22	12,5		■	■	wewnątrz	300/2000	300/2500
SL 20 22M Żaluzje plisowane	20/22		14		■	wewnątrz	300/1500	300/2500
SL 27M Żaluzje lamelkowe	27	16		■	■	wewnątrz	300/3000	300/3000
SL 27M Żaluzje plisowane	27		20		■	wewnątrz	300/2200	300/2500
SL 27M Żaluzje plisowane podwójne	27		20		■	wewnątrz	300/2500	300/2600
SL 27M Żaluzje rolowane	27				■	wewnątrz	300/1200	200/*

C = system z napędem linkowym, M = system z napędem elektrycznym. Wszystkie dane w mm

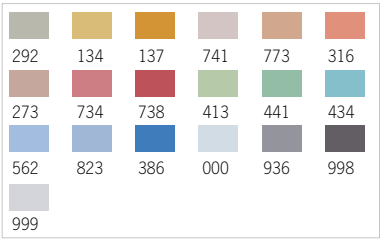
*w zależności od typu tkaniny

Wymiary w zależności od typu oraz planowanego zastosowania. Kolory lamelek zgodnie z ofertą. Zastosowanie sterownia elektrycznego na zapytanie. Pośrednictwo poprzez firmy SANCO. Szerokość pakietów szybowych zgodnie z danych zestawem i po określeniu grubości zastosowanych szyb.

Kolory aluminiowych lamelek



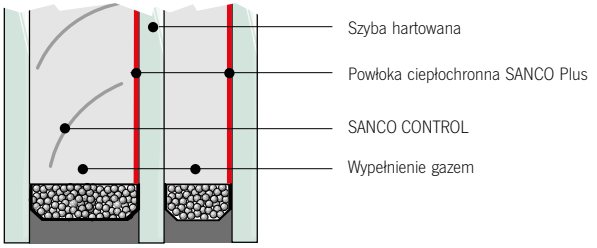
Kolory sytemu SANCO CONTROL żaluzji plisowanych i rolowanych



6.9.5. SANCO CONTROL w połączeniu z innymi funkcjami szyb zespolonych

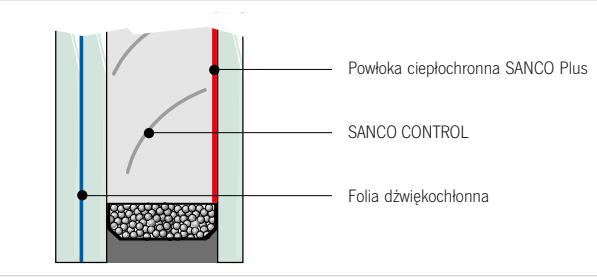
Podwyższona ciepłochronność – SANCO CONTROL z SANCO Plus

Elementy budowlane przyszłości będą w coraz większym stopniu zorientowane na maksymalną oszczędność energii. W tym kontekście na znaczeniu zyskuje minimalne zapotrzebowanie na energię oraz jak najmniejsze starty ciepła. Wielofunkcyjność ogromnych powierzchni na fasadach i oknach zyskuje tutaj na znaczeniu, stając się kluczową funkcją. Wymagają one inteligentnych systemów ochrony przeciwsłonecznej, które bezproblemowo dostosowują się do zmiennych warunków otoczenia.



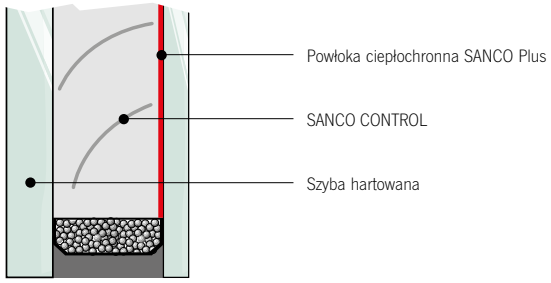
Podwyższona dźwiękochłonność – SANCO CONTROL z SANCO Phon

Możemy w pełni korzystać ze wszystkich najlepszych cech, które daje nam szkło. A do tego w ciszy i spokoju. Nasz w coraz większym stopniu oszklony świat, stawia coraz większe wymagania również ochronie przed hałasem, który niestety wszędzie już nam towarzyszy. W tym miejscu na znaczeniu zyskują wielofunkcyjne rozwiązania w szkle, które można indywidualnie dostosować do różnych źródeł hałasu – ściana która chroni przed hałasem oraz kiedy tylko trzeba przed słońcem i niepożądanym spojrzeniem.



Dodatkowa ochrona obiektu – SANCO CONTROL z SANCO Safe

Szkło otwiera nowe możliwości przed pomieszczeniami, które wymagają także określonej ochrony połączonej z dyskrecją. Wzajemna gra pomiędzy intymnością a otwartością w połączeniu z tak istotnymi aspektami bezpieczeństwa czynią ze szkła perfekcyjny element realizacji tych idei w budownictwie. SANCO dzięki szerokiej palecie swoich produktów jest pewnym partnerem przy realizacji wszelkiego rodzaju konstrukcji budowlanych ze szkła łączących ze sobą przyjemne zacienienie, ochronę przed słońcem oraz sterowaniem przepływem światła.



7. Bezpieczeństwo

7.1 Szkło i bezpieczeństwo z SANCO Safe

Bezpieczeństwo stale zyskuje na znaczeniu wszędzie tam, gdzie ma być zastosowane szkło.
Bogaty asortyment produktów pokrywa praktycznie wszelkie potrzeby służące zapewnieniu poczucia bezpieczeństwa.

Szyby bezpieczne muszą sprostać najróżniejszym wymaganiom:

a) ochrona przed zranieniem w przypadku zbicia szkła (ochrona pasywna)

Np. w drzwiach, ściankach działowych, wiatrołapach, balustradach przy schodach, szklenia nad głową lub przeszklenia przeznaczone na podłogi oraz w branży sanitarnej.

b) przeszklenia zabezpieczające przed atakiem ręcznym (ochrona aktywna)

Szyby chroniące przed przebiciem, rozbiciem i włamaniem
Skuteczna ochrona, dzięki szybom pogrupowanym według określonych klas, zapewniającymi odporność na ręczny atak przy zastosowaniu kombinacji szkła i warstwy trudno rozciągliwej folii PVB.

Szkło odporne na uderzenie pocisku (kuloodporne)
Również ten rodzaj szkła jest kombinacją szkła i warstwy trudno rozciągliwej folii PVB. Jednak decydujące znaczenie ma tutaj duża grubość szkła, którego zadaniem jest pochłonięcie energii pocisku.

Szkło odporne na siłę eksplozji
Szkła tego rodzaju zapobiegają rozprzestrzenianiu się fali detonacyjnej wywołanej eksplozją. Zapobiegają one przedostaniu się jej do wnętrza pomieszczenia i spowodowaniu większych zniszczeń. Działanie ochronne szkła musi być postrzegane w połączeniu z graniczącymi z nim innymi materiałami budowlanymi.

Szkła o własnościach bezpiecznych dzielą się na:
- Szkło zbrojone lub polerowane szkło zbrojone
- Szkło hartowane (ESG) SANCO DUR
- Szkło laminowane (VSG) SANCO LAMEX

7.2 Szkło zbrojone i polerowane szkło zbrojone

Szkło zbrojone

Szkło zbrojone jest walcowanym szkłem płaskim z wtopioną w jego strukturę stalową siatką drucianą. W momencie mechanicznego zbicia druciana siatka spaja razem odłamki szkła w taki sposób, że zapewniona jest pewna ochrona przed zranieniem spowodowanym spadającymi kawałkami szkła. Zastosowanie siatki drucianej powoduje jednak nie zwiększenie, lecz obniżenie odporności takiego szkła na zginanie. Na skutek uderzenia w szkło zbrojone lub oparcia się o nie, zbija się ono szybciej niż szkło float. Jeszcze innymi ważnymi czynnikami są różnica współczynników rozszerzalności między szkłem i siatką drucianą oraz jakość wykonania obróbki krawędzi, ponieważ szkło zbrojone reaguje z o wiele większą wrażliwością na obciążenia termiczne niż szkło float. Szkło zbrojone powinno być w zasadzie stosowane tam, gdzie nie jest narażone na obciążenia termiczne lub mechaniczne.

Polerowane szkło zbrojone

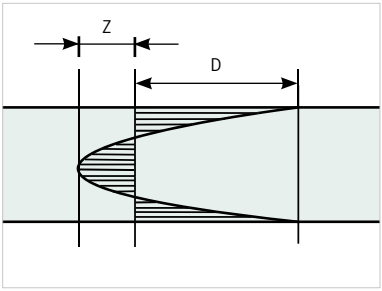
Polerowane szkło zbrojone jest szkłem z zatopioną siatką drucianą, którego powierzchnie z obu stron są zeszlifowane i wypolerowane na płasko. W przeciwieństwie do szkła zbrojonego, polerowane szkło zbrojone jest bardziej przeźroczyste, jeśli mielibyśmy na uwadze odczucia subiektywne. Zachowuje ono jednak takie same parametry fizyczne jak zwykłe szkło zbrojone.

7.3 Szkło hartowane (ESG) SANCO DUR

7.3.1 Definicja szkła hartowanego i jego właściwości

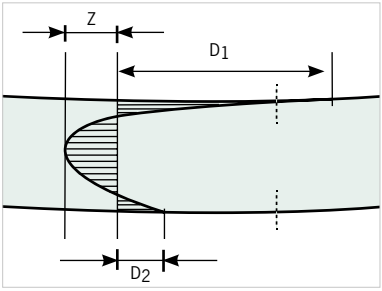
Szkło hartowane ESG jest szkłem, które wprowadzane jest w stan równomiernie rozkładających się naprężeń w kontrolowanym procesie podgrzewania i następującego po tym szybkiego schładzania jego powierzchni.

W położeniu spoczynkowym



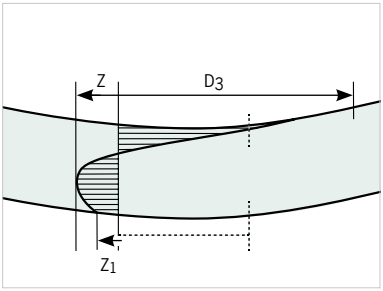
- Powierzchnie pozostają pod wpływem naprężeń ściskających: D
- Wnętrze szkła jest pod wpływem naprężenia rozciągającego: Z

Przy lekkim ugięciu



- D_1 = naprężenie ściskające powierzchni wewnętrznej
- D_2 = naprężenie ściskające powierzchni zewnętrznej

Jeśli ugięcie zostanie zwiększone



- D_2 przekształca się w naprężenie rozciągające Z_1.

Szkło hartowane (ESG) nabiera zupełnie nowych własności fizycznych w porównaniu do własności szkła wyjściowego:

Podwyższona odporność na zginanie
a przez to zwiększona odporność na pchnięcie, uderzenie i obciążenie gradem wynosząca 50 N/mm^2 w przeciwieństwie do 30 N/mm^2, które ma zwykłe szkło float (wartość obliczeniowa).

Podwyższona odporność na pchnięcie i uderzenie
jest zgodna z normą PN EN 12600:2004 (Badanie wahadłem. Udarowa metoda badania i klasyfikacja szkła płaskiego).

Podwyższona odporność na powierzchniową różnicę temperatur
Różnica temperatur w tym przypadku wynosi 150 K, normalne szkło float (40 K) jest wyraźnie bardziej wrażliwe na zmiany temperatury.

Zabezpiecza przed zranieniem
ponieważ ulega rozbiciu na małe odłamki szkła o tępych krawędziach.

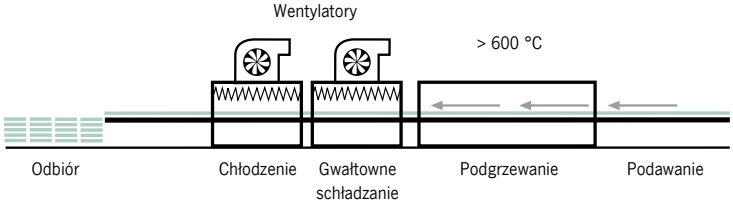
Produkcja szkła hartowanego (ESG)

Szkło hartowane jest szkłem płaskim poddawanym obróbce termicznej. W procesie produkcyjnym nagrzewane jest ono do temperatury ok. 600 °C, a następnie gwałtownie schładzane powietrzem. Szkło hartowane produkowane jest z następujących produktów bazowych w formie szkła płaskiego lub giętego:

- Szkło float zgodnie z normą DIN 1279 / PN EN 572
- Szkło lane zgodnie z normą DIN 1279 / PN EN 572

Szkło może być:

- Bezbarwne lub barwione w masie
- Przeźroczyste, nieprzeźroczyste, mleczne
- Powlekane lub emaliowane.



7.3.2 Obróbka po procesie hartowania

Po procesie hartowania szkło hartowane (ESG) nie może być już w zasadzie poddawane żadnej obróbce, ponieważ prowadziłoby to do zaburzenia naprężeń pozostających w równowadze, co w konsekwencji doprowadziłoby do natychmiastowego rozbicia się szkła. Wszelkiego rodzaju obróbkę taką jak np. wiercenie otworów lub wykonywanie wycięć itp. należy wykonać przez procesem hartowania. Szkło zahartowane nie może być już przycinane na inny wymiar. Po procesie hartowania możliwa jest tylko obróbka powierzchni szkła taka jak np. wytrawianie lub matowienie.

7.3.3 Zastosowanie

Budynki sportowe
Hale sportowe, lekkoatletyczne i wielofunkcyjne oraz hale z kortami tenisowymi

Budynki szkół i przedszkoli, użyteczności publicznej oraz budynki administracyjne
- Aby uniknąć zranień w wyniku zbicia szkła
- podwyższona odporność na uderzenie lub pchnięcie szyby

Przeszklenia znajdujące się nad głową
Ochrona przed gradem i spadającymi przedmiotami.
Zalecenie: szklenie nad głową, które narażone jest na działanie warunków atmosferycznych należy wykonać tak, aby szyba zewnętrzna w szybie zespolonej była szybą hartowaną.

Budynki biurowe i budownictwo mieszkaniowe
Drzwi, balustrady, ścianki działowe, przeszklenia całoszklane, przeszklenia tarasów i balkonów.

Fasady całoszklane, szklenie strukturalne
Szyby zespolone i pasy podokienne w fasadach całoszklanych i fasadach ze szkłem refleksyjnym.

Unikanie możliwości rozbicia się szkła na skutek obciążeń termicznych
Odporność na różnicę temperatur w obrębie tafli szkła hartowanego (ESG) jest wyraźnie większa niż szkła nie poddanego procesowi hartowania. Dlatego szkło hartowane powinno być stosowane wszędzie tam, gdzie można się spodziewać działania silnych obciążeń termicznych np. szyby o wysokim współczynniku absorpcji promieniowania lub szyby, które znajdują się w odległości mniejszej niż 30 cm od grzejników lub innych źródeł ciepła.

Kombinacje z innymi rodzajami szkła

SANCO DUR może być wykorzystywane w produkcji szkła laminowanego (VSG). Istnieje również możliwość powlekania jego powierzchni powłokami ciepłochronnymi lub przeciwsłonecznymi. SANCO DUR może być użyte do produkcji szyb zespolonych.

7.3.4 Parametry fizyczne (zgodnie z DIN 1249 część 10 i 12)

Ciężar powierzchniowy	2,5 kg/m^2 na każdy mm grubości szkła
Odporność na ściskanie	700 – 900 N/mm^2
Odporność na zginanie	50 N/mm^2 (wartość obliczeniowa wykorzystywana do obliczeń grubości szkła)
Przepuszczalność światła	SANCO DUR bezbarwny 6 mm ok. 88 %
	SANCO DUR szary 6 mm ok. 43 %
	SANCO DUR brązowy 6 mm ok. 50 %
	SANCO DUR zielony 6 mm ok. 74 %
Przewodność cieplna	λ = 0,8 W/m^{2}K
Moduł elastyczności	7,0 x 10^4 N/mm^2
Współczynnik rozszerzalności liniowej w zakresie od 20 °C do 300 °C	9,0 x 10^{6}K^{-1} np. przy temperaturze 100 K różnica wynosi ok. 1,0 mm na metr
Maksymalna temperatura użytkowa	Trwale: + 200 °C Krótkotrwale: + 300 °C
Odporność na powierzchniową różnicę temperatur	150 K

Tolerancje dla szkła hartowanego

Grubości szkła
Tolerancje grubości szkła są takie same jak dla szkła float.

7.3.5 Obróbka szkła hartowanego (ESG)

Obróbka krawędzi (zgodnie z normą PN EN 12150-1:2002)

Nazwa	Skrót	Definicja
Zebrane obrzeże (z błyszczącymi obszarami)	KGS	Zebrane obrzeże oznacza krawędź ciętą, której brzegi zostały załamane przy użyciu narzędzi ściernych.
Zeszlifowane obrzeże (z błyszczącymi obszarami)	KMG	Szyba w wyniku procesu szlifowania obrzeży przyjmuje wymagane wymiary. Błyszczące obszary i wytrącenia w kształcie muszelek są dozwolone.
Wygładzone zeszlifowane obrzeże (bez błyszczących obszarów)	KGN	Powierzchnia obrzeża w wyniku procesu szlifowania jest obrobiona na całej swojej długości. Zeszlifowane i wygładzone obrzeże ma wygląd matowy. Błyszczące obszary i wytrącenia w kształcie muszelek są niedozwolone.
Wypolerowane obrzeże	KPO	Obrzeże wypolerowane jest krawędzią, która w wyniku procesu polerowania jest idealnie wygładzona i całkowicie pozbawiona matowego wyglądu na całej swej długości.

7.4 Szkło częściowo hartowane (TVG)

Proces hartowania dla szkła częściowo hartowanego (TVG) jest podobny jak dla normalnego szkła hartowanego (ESG). Różnica polega na tym, że procedura schładzania szkła odbywa się w mniej gwałtowny sposób. Szyby doprowadza się do takiego stanu, w którym występujące naprężenia osiągają wartość oscylującą pomiędzy wartościami dla normalnej szyby float i dla szyby hartowanej (ESG).Przy czym wartość ta jest bliższa wartości szkła zahartowanego termicznie (ESG).

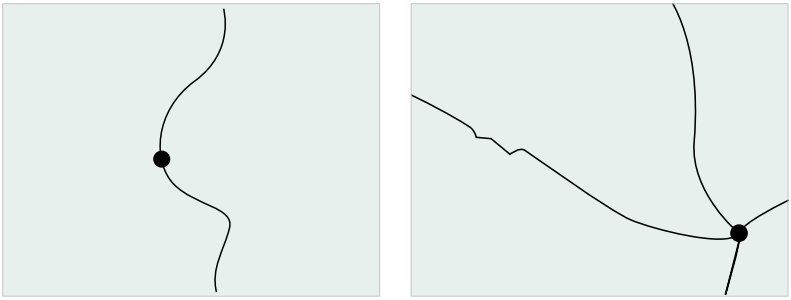
Norma europejska PN EN 1863-1:2004 „Szkło częściowo hartowane”

W marcu 2000 roku opublikowano normę europejską PN EN 1863-1 „Szkło w budownictwie”; szkło częściowo hartowane, gdzie po raz pierwszy opisano tego typu wyrób szklany z punktu widzenia zachowania się jego struktury w chwili zbicia, wymiarów i tolerancji oraz własności fizycznych i mechanicznych.

Właściwości

Szkło częściowo hartowane ma zwiększoną, w porównaniu do szkła nie poddanego procesowi hartowania, odporność na uszkodzenia mechaniczne spowodowane uderzeniem lub pchnięciem. Odporność na powierzchniową różnicę temperatur wynosi ok. 100 K (szkło float 40 K). W przypadku szkła częściowo hartowanego można zrezygnować z testu „heat soak". Ze względu na szczególny rozkład naprężeń w szkle samoistne przypadki zbicia są raczej wykluczone. Chociaż odporność na powierzchniową różnicę temperatur oraz naprężenia rozciągające przy zginaniu są większe jak dla normalnego szkła, to nie można stosować szkła częściowo hartowanego (TVG) jako szkła bezpiecznego, tak jak przyjmuje się to w przypadku szkła hartowanego (ESG). W przeciwieństwie do szkła hartowanego (ESG) szkło częściowo hartowane (TVG) w przypadku zbicia nie rozbija się na małe tępe kawałki szkła, lecz jego siatka spękań podobna jest z wyglądu do układu spękań zwykłego szkła. Przy czym pęknięcie takie musi przebiegać zawsze od krawędzi do krawędzi. Pęknięcia, które przebiegałyby pomiędzy dwoma punktami pęknięć na powierzchni szkła, są niedozwolone.

Obrazy pęknięć dla szkła częściowo hartowanego (TVG)



Obszary zastosowań

Szkło częściowo hartowane (TVG) może być stosowane wszędzie tam, gdzie wystąpić mogą zwiększone obciążenia termiczne lub wymagana jest zwiększona odporność mechaniczna oraz tam gdzie niepożądane jest przy zbiciu zjawisko tworzenia się małych kawałków szkła.Wskutek tworzenia się małych kawałków szkła w szkle hartowanym (ESG) ma ono w przypadku zbicia skłonność do wypadania z uchwytów trzymających. Szkło częściowo hartowane (TVG) przez swoją prostą strukturę spękań trzyma się w ramie, co powoduje, że kawałki szkła nie mogą swobodnie oderwać się od szyby i spaść na dół. Szkło takie nadaje się zatem doskonale do zastosowania w przeszkleniach fasadowych o zwiększonym współczynniku absorpcji promieniowania. Należy zawsze pamiętać, że szyby takie muszą być trzymane w ramie po obwodzie, aby zapobiec możliwości oderwania się od niej kawałków szkła.

Właściwości szkła częściowo hartowanego (TVG)

	szkło float	**TVG**	**ESG**
Odporność na zginanie σ_B	45 N/mm^2	70 N/mm^2	120 N/mm^2
$\sigma_{dop.}$ w zależności od zastosowania	12/18 N/mm^{2*}	29 N/mm^{2**}	50 N/mm^2
Odporność na powierzchniową $\Delta\vartheta$ różnicę temperatur	40 K	100 K	200 K
Możliwość cięcia	Tak	Nie	Nie
Siatka spękań	radialne spękania powierzchniowe, duże kawałki szkła	radialne spękania powierzchniowe, małe kawałki szkła	spękania szkła w kształcie siatki, małe kawałki
Możliwość samoistnego pęknięcia	Nie	Nie	Tak

* 12 N/mm^2 dla przeszkleń znajdujących się nad głową, względnie 18 N/mm^2 dla przeszkleń pionowych
** wartość obliczeniowa zgodna z dopuszczeniem do stosowania

Szkło częściowo hartowane (TVG) nie może być używane zamiennie ze szkłem hartowanym (ESG).

7.5 Sitodruk na szkle i różnorodność jego zastosowań

Szkło w połączeniu z barwą i światłem oznacza fantastyczne możliwości i pełne uroku rozwiązania architektoniczne stosowane w projektowaniu elementów zewnętrznych i wnętrz w budynkach, na fasadach i na powierzchniach okien. Sitodruk daje możliwość nadrukowania na szkło zdjęć lub całkowicie dowolnych form, które geometrycznie nie są możliwe do zdefiniowania. Wzory dekoracyjne – użyte z rozmysłem – są skutecznym instrumentem sterowania światłem, np. na oknach lub na dachach. Przepuszczalność światła odgrywa tu ważną rolę. Jest ona zależna od stopnia zadrukowania i wybranego koloru farby. Ciemniejsze odcienie przepuszczają mniej światła niż odcienie jaśniejsze. Im mniejszy jest stopień zadrukowania, tym większa jest też oczywiście przepuszczalność światła.

7.5.1 SANCO PRINT na szkle hartowanym SANCO DUR

Produkcja

Szkło z sitodrukiem jest szkłem hartowanym zgodnie z normą DIN 1249, które w czasie procesu hartowania jest równomiernie podgrzewane a następnie gwałtownie schładzane strumieniem zimnego powietrza. Proces ten tworzy taki przebieg naprężeń w szybie, że SANCO DUR jest odporne na uderzenia, ugięcia i obciążenia termiczne. Gwałtowne działanie na jej powierzchnię powoduje, że zbija się ona na małe kawałki, które w mniejszym lub większym stopniu są ze sobą swobodnie powiązane. Taka struktura zbicia się szkła zmniejsza ryzyko zranienia.

W procesie hartowania farba wpalana jest trwale w powierzchnię szkła, co powoduje, że jest ona odporna na zarysowania i wpływy atmosferyczne. Farba może być nanoszona z przyczyn technicznych tylko na jedną stronę szkła.

Szkło dekoracyjne

Pod pojęciem szkła dekoracyjnego rozumie się takie szkło, na którym w procesie sitodruku naniesiono farbę ceramiczną. Farby te są na stałe wtapiane w szkło w temperaturze ok. 600 °C. Proces ten gwarantuje, że farby są długotrwałe, do tego wytrzymałe na ścieranie i na wszelkiego rodzaju rozpuszczalniki. Są odporne na długotrwałe działanie światła i nie żółkną. Proces termiczny podczas wtapiania farby gwarantuje do tego zachowanie wszystkich typowych mechanicznych i termicznych cech szkła hartowanego lub częściowo hartowanego. Także dalsze tworzenie szkła laminowanego lub szyb zespolonych jest oczywiście możliwe.

Zastosowania dla szkła dekoracyjnego

Wachlarz zastosowań tego rodzaju szkła jest bardzo szeroki. Służą one do kształtowania zarówno zewnętrznych fasad budynków jaki i wnętrz pomieszczeń:

- zewnętrzne elewacje
- fasady szklane
- powierzchnie okienne
- przeszklenia nad głową
- pasy nieprzezierne fasad
- ścianki działowe
- jako elementy nowoczesnego wystroju kuchni i łazienek

oraz wszędzie tam gdzie stawia się na kreatywność i niekonwencjonalne projekty.

Jako element dekoracyjny	Kabiny prysznicowe, drzwi całoszklane, wypełnienia w drzwiach, ścianki działowe, balustrady schodów, przeszklenia szybów w windach
Jako element informacyjny	Wszelkiego rodzaju tablice informacyjne, znaki drogowe
Jako element funkcjonalny	Jako szyby przeciwsłoneczne, elementy fasad, elementy szyb z występem, szklenie strukturalne, jako lamelki w szybach przeciwsłonecznych
Jako elementy zapewniający bezpieczeństwo	Szyby SANCO DUR z nadrukami mogą być wykorzystywane jako szyby bezpieczne (cechy szyb ESG)

Rodzaj szkieł z możliwym sitodrukiem

- Klarowne szkło float
- Szkło farbowane
- Mastercarre
- Chinchilla
- Struktur 200
- Szkło białe

Inne rodzaje szkieł na zapytanie

Kolory dla SANCO PRINT

Promienny biały, delikatna żółć, jasny szary – możliwości wyboru kolorów są praktycznie nieograniczone. Można dobierać według życzenia różne odcienie dla danych kolorów. Podstawę stanowi tutaj wachlarz kolorów zgodny z RAL 840 HR.

7.5.2 Wzory i elementy do produkcji szkła z sitodrukiem SANCO PRINT

Już sam program standardowy produkcji szkła dekoracyjnego oferuje ogromne możliwości różnych kolorów oraz wybranych form geometrycznych z uporządkowanymi punktami, kwadratami czy wstęgami. Oczywiście można też realizować indywidualne idee i pomysły klientów. Można nanieść na szkło logo firmy, specjalne motywy graficzne, emblematy, symbole czy rysunki. Realizuje się to w prosty sposób: przygotowany film z wydrukowanym motywem jest zgodnie z życzeniami i pomysłami przekazywany do dalszej profesjonalnej obróbki przez fachowców. Wzory, kolory i indywidualne ustalenia są właściwie ograniczone jedynie możliwościami technicznymi. Obok cech dekoracyjnych szyby z sitodrukiem realizują również swoje właściwości szyb bezpiecznych, np. na powierzchniach ze szkła używanych na podłogach pokrywa się je specjalnym drukiem antypoślizgowym.

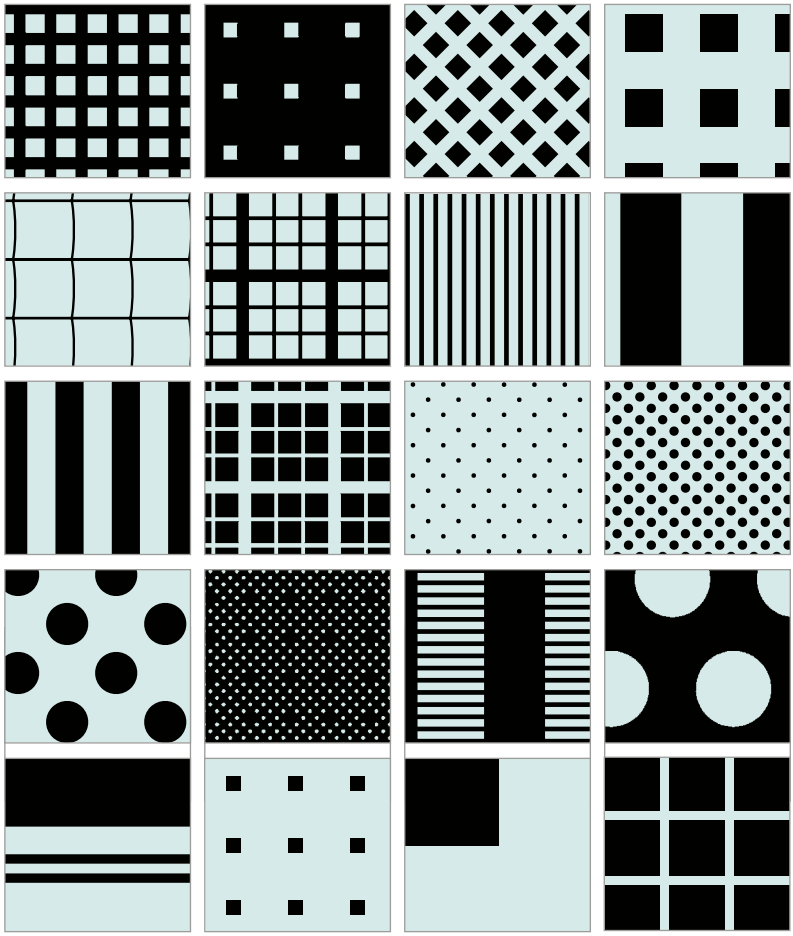
Elementy wykorzystywane przy produkcji szkła z sitodrukiem

- Rysunki nanoszone w skali
- Rysunki w skali naturalnej
- Błony fotograficzne
- Fotografie
- Dzieła sztuki rysowane przez artystę bezpośrednio na szkle
- Oznaczenia kolorów palety RAL
- Wzorniki kolorów

Wszelkie inne prace, takie jak np. produkcja sita lub wzorników z folii, leżą w gestii zakładu produkującego szkło SANCO PRINT.

7.5.3 Motywy dekoracyjne SANCO PRINT

Przykłady motywów dekoracyjnych sitodruków - wyciąg z programu standardowego



7.5.4 Wytrawianie metodą sitodruku

Metoda ta funkcjonuje na tej samej zasadzie jak proces sitodruku wykorzystujący farby. Jednak zamiast farby nanosi się pastę trawiącą, która po pewnym czasie jest zmywana. Technika ta może być stosowana zarówno na szkle hartowanym jak i na takim, które będzie dopiero poddawane termicznemu procesowi hartowania. Przy produkcji sita do wytrawiania używane są takie same wzory jak w przypadku normalnego sita.

7.6 Bezpieczne szkło laminowane (VSG) SANCO LAMEX

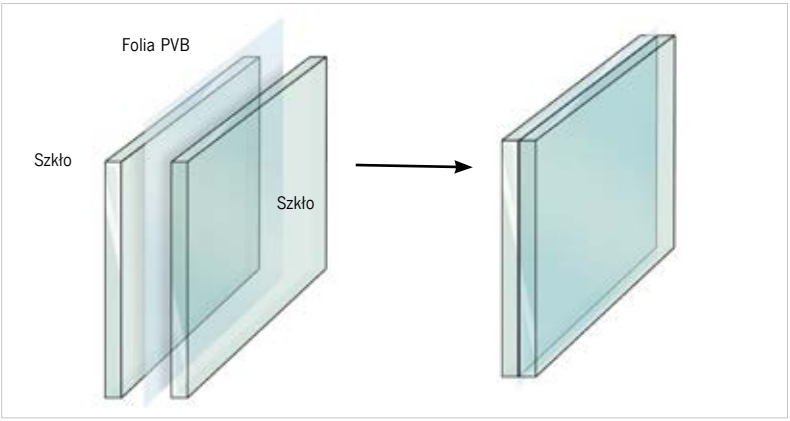
7.6.1 Definicja

Szkło laminowane składa się z dwóch lub więcej pojedynczych szyb, które połączone są ze sobą za pomocą bardzo trudno rozciągliwej i elastycznej warstwy oddzielającej. Warstwa oddzielająca zbudowana jest z folii poliwinylo-butyralowej (PVB), która może być bezbarwna, przezierna, kolorowa lub na życzenie klienta posiadać własność ochrony przed promieniowaniem UV czy właściwości dźwiękochłonne. Może też być powiązana ze specjalnymi funkcjami jak np. wtopione komórki fotowoltaiczne.

Budowa

Budowa elementu jak i jego grubość odnoszą się bezpośrednio do wymagań bezpieczeństwa jakie postawiono przed samą szybą.
Szyby chroniące przed przebiciem, wypadnięciem i włamaniem mogą być dop sowane każdorazowo do danych wymogów bezpieczeństwa dzięki odpowiedniemu doborowi ilości szyb połączonych odpowiednią ilością folii. Im więcej tafli szkła i im grubsze są zastosowane folie znajdujące się pomiędzy nimi, tym wyższa staje się odporność na przebicie.
Odporność na przestrzelenie jest tym wyższa, im więcej jest tafli szkła o różnych grubościach.

VSG z folią PVB



Właściwości

W przeciwieństwie do szkła hartowanego (ESG) szkło laminowane (VSG) nie rozbija się przy uszkodzeniu na małe kawałki, ale zachowuje z reguły przewidziane dla tego typu szkła działanie ochronne. Przy przekroczeniu dopuszczalnych obciążeń przez uderzenie lub pchnięcie pęka wprawdzie szkło, jednak zbite kawałki szkła trzymają się na nienaruszonej folii PVB. Unika się w ten sposób niebezpieczeństwa zranienia, a przeszklona przestrzeń pozostaje zamknięta. W zależności od rodzaju ataku tworzy się jedynie pajęczyna spękań, a funkcja przezierności pozostaje w znacznym stopniu zachowana. Szyba jedynie wybrzusza się po ataku i pozwala się elastycznie kształtować. Kształty te pojawiają się na szybie laminowanej, ponieważ SANCO LAMEX z folią PVB nie zostają w żaden sposób pocięte przez ostre kawałki pobitego szkła. Dzięki swojej elastyczności folia PVB może się wraz z pozostającymi na niej kawałkami szkła rozciągać. Szkło laminowane może się więc w pewnych granicach w kontrolowany sposób odkształcać. Proces ten wyjaśnia także warunek związany z tym, że folia PVB służąca do produkcji szkła laminowanego, musi wykazywać konieczną elastyczność w wysokim zakresie temperatur. Dokładnie tak samo dla bardzo niskich temperatur folia nie może zacząć się kruszyć. W obszarach zastosowań architektonicznych szkła wykorzystuje się zarówno folie PVB o bardzo wysokiej wytrzymałości, które oferują wysokie bezpieczeństwo osób poprzez silne trzymanie pękniętych kawałków szkła, jak również folie z celowo obniżoną wytrzymałością do przeszkleń zabezpieczających jedynie przed przebiciem szyby przez rzucony przedmiot czy kamień.

7.6.2 Pasywne bezpieczeństwo szkła laminowanego VSG

Przy zastosowaniu w przeszkleniach zabezpieczających przed wypadnięciem, takich jak wszelkiego rodzaju balustrady czy wypełnienia podokienne mające zastosowanie w budynkach użyteczności publicznej i obszarach ruchu pieszego oraz w przeszkleniach znajdujących się nad głową, bezpieczeństwo pasywne, a więc właściwość foli PVB polegającą na trzymaniu zbitych kawałków szkła dzięki czemu możemy uniknąć zranienia podczas jego przebicia, odgrywa decydującą rolę. Symulację uderzeń, które mogą rozbić szkło VSG przeprowadza się za pomocą specjalnego wahadła zgodnie z normą PN EN 12600:2004. Badanie polega na wprowadzeniu w ruch wahadłowy zawieszonych na linie ważących 50 kg dwóch połączonych opon (tzw. opony bliźniaki wypełnione powietrzem pod ciśnieniem 3,5 bar). Opony są wprawiane w ruch z określonej wysokości i uderzają badaną taflę szkła o wymiarach 876 x 1938 mm zamocowaną w ramie. W zależności od wysokości, z której puszczane są opony określa się trzy klasy wytrzymałości szkła. Dla każdej z tych klas badanie na odporność uderzenia wahadła uważa się za zaliczone jeśli podczas przeprowadzonych 3 prób albo (wszystkie) tafle nie pękną albo gdy (wszystkie) pękną w niegroźny sposób (brak przebicia badanej tafli w taki sposób, że nie przejdzie przez nią kula o średnicy 76 mm z maksymalną siłą wynoszącą 25 N).

W zależności od sposobu pęknięcia badanej tafli rozróżniamy trzy typy:

Typ A: duża ilość pęknięć z wieloma kawałkami szkła posiadającymi ostre krawędzie (szkło float)

Typ B: liczne pęknięcia, kawałki szkła trzymają się razem i nie rozpadają się (szkło laminowane)

Typ C: rozbicie szkła na dużą ilość relatywnie małych kawałeczków szkła (szkło hartowane)

Przykładowo szyba laminowana VSG o budowie 44.2 (2 x 4 mm szkło z folią PVB o grubości 0,76 mm) spełnia klasę 1. W przypadku symulacji „twardego uderzenia", na przykład podczas uderzenia spadającego na szklany dach elementu o niewielkiej masie, ale dużej prędkości, przeprowadza się test za pomocą kuli stalowej zgodnie z normą DIN 52338. Kula taka o masie 1030 g jest spuszczana na badaną taflę szyby VSG o wymiarach 500 x 500 mm z wysokości minimum 4 m. Kula nie może przebić tafli. Z reguły najprostsza szyba laminowana o budowie 33.1 (2 x 3 mm szkło z folią PVB o grubości 0,38 mm) bezproblemowo zalicza taki test.

Przepisy techniczne

Szkło laminowane produkowane z zastosowaniem foli PVB podlega szeregowi norm i regulacji technicznych. Opis szyb laminowanych w sposób generalnie obejmujący jego aspekty jest przedstawiony w Europie za pomocą normy PN EN ISO 12543 z następującym podziałem na części:

PN EN ISO 12543

PN EN ISO 12543 – Część 1	Szkło w budownictwie. Szkło warstwowe i bezpieczne szkło warstwowe. Definicje i opis części składowych
PN EN ISO 12543 – Część 2	Szkło w budownictwie. Szkło warstwowe i bezpieczne szkło warstwowe - Bezpieczne szkło warstwowe
PN EN ISO 12543 – Część 4	Szkło w budownictwie. Szkło warstwowe i bezpieczne szkło warstwowe. Metody badań odporności
PN EN ISO 12543 – Część 5	Szkło w budownictwie. Szkło warstwowe i bezpieczne szkło warstwowe. Wymiary i wykończenie obrzeża
PN EN ISO 12543 – Część 6	Szkło w budownictwie. Szkło warstwowe i bezpieczne szkło warstwowe. Wygląd

Pozostałe normy polskie i europejskie istotne dla szyb laminowanych wytwarzanych z foli PVB

PN EN ISO 140	Akustyka – Pomiar izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych
PN EN 356	Szkło w budownictwie. Szyby ochronne. Badania i klasyfikacja odporności na ręczny atak
PN EN 410	Szkło w budownictwie. Określenie świetlnych i słonecznych właściwości oszklenia.
PN EN 1063	Szkło w budownictwie. Bezpieczne oszklenia. Badanie i klasyfikacja odporności na uderzenie pocisku
PN EN 1522	Okna, drzwi, żaluzje i zasłony. Kuloodporność. Wymagania i klasyfikacja
PN EN 1523	Okna, drzwi, żaluzje i zasłony. Kuloodporność. Metody badań
PN EN 12600	Szkło w budownictwie. Badanie wahadłem. Udarowa metoda badania i klasyfikacja szkła płaskiego
PN EN 12758-1	Szkło w budownictwie. Oszklenie i izolacyjność od dźwięków powietrznych. Opisy wyrobu oraz określenie właściwości

PN EN 13541	Szkło w budownictwie. Bezpieczne oszklenia. Badanie i klasyfikacja odporności na siłę eksplozji
PN EN 12758	Szkło w budownictwie. Oszklenie i izolacyjność od dźwięków powietrznych. Opisy wyrobu oraz określenie właściwości
PN EN 14449:2008	Szkło w budownictwie. Szkło warstwowe i bezpieczne szkło warstwowe. Ocena zgodności wyrobu z normą
PN EN ISO 10140-2:2011	Akustyka. Pomiar laboratoryjny izolacyjności akustycznej elementów budowlanych. Część 2: Pomiar izolacyjności od dźwięków powietrznych
DIN 52210	Badania akustyczne w budownictwie. Izolacyjność od dźwięków powietrznych oraz dźwięków uderzeniowych
DIN 52308	Próba gotowania szyby VSG
DIN 52337	Próba uderzenia wahadłem w szkło w elementach budowlanych
DIN 52338	Próba spadającej kuli na szkło laminowane VSG

7.6.2.1 Przeszklenia chroniące przed przebiciem i rozbiciem

Przeszklenia takie chronią przed rozbiciem i aktami wandalizmu w budynkach oraz chronią przed bezpośrednim włamaniem przez szybę. W normie PN EN 356 zdefiniowane są P-A klasy oporu podzielone na 5 grup o wzrastających właściwościach ochronnych. Przy czy już wychodząc od najniższej klasy, jest ona badana pod kątem silnego ataku symulowanego przez spadającą metalową kulę. Badanie uważa się za zaliczone jeśli kula nie przebije badanej próbki.

Metalowa kula: masa 4,11 kg,
Średnica 10 cm
Wymiar badanej próbki VSG: 900 x 1.100 mm
Badanie: kula zrzucana 3 razy z tej samej wysokości w trzy różne punkty próbki

7.6.2.2 Przeszklenia chroniące przed włamaniem

Stopień ochrony dla tego typu przeszkleń zakłada tzw. najgorszy scenariusz dotyczący próby sforsowania przeszkody. Badanie odporności przeciwko włamaniu jest przeprowadzane za pomocą specjalnej maszyny zgodnie z normą DIN EN 356 B. Maszyna ta symuluje atak ręczny za pomocą siekiery o wadze 2 kg. Podczas badania ustala się liczbę potrzebnych uderzeń, które są potrzebne aby w próbce formatu 900 x 1100 mm wybić otwór o wymiarach 400 x 400 mm. Maszyna symulująca atak prowadzi siekierę z prędkością ok. 11 m/s oraz z energią uderzenia ok. 300 J. Klasa wytrzymałości badanej próbki szkła laminowanego przeciwko uderzeniom wynika z rodzaju i liczby wyprowadzonych siekierą uderzeń. Zastosowanie dla laminatów o klasach wytrzymałości od P6B do P8B dotyczy głównie centrów handlowych, sklepów jubilerskich, muzeów, sklepów z antykami, pomieszczeń w budynkach sądowych.

7.6.2.3 Przeszklenia chroniące przed ostrzałem z broni palnej

Przeszklenie jest uznawane za chroniące przed ostrzałem z broni palnej jeśli zapobiega przestrzeleniu przez pociski różnego kalibru oraz spełnia wymagania normy PN EN 1063. Poprzez kombinacje wielowarstwowych foli PVB z szybami o różnych grubościach powstają tak zwane szyby pancerne. Ich badanie polega na trzykrotnym ostrzelaniu badanej szyby z ustalonej i stałej odległości. Klasy wytrzymałości różnią się odpornością na ostrzał z różnych kalibrów broni. Rozróżnia się szyby „bezodpryskowe" (NS wzgl. SF) oraz szyby „odpryskowe" (SA wzgl. S). Szyby pancerne znajdują swoje zastosowanie głównie w bankach, pomieszczeniach o charakterze wojskowym, budynkach związanych z polityką, sądownictwem i gospodarką. Szyby bezodpryskowe będą umieszczane w miejscach, w których w ich bezpośrednim otoczeniu znajdować się będą ludzie. Wszystkie szyby laminowane VSG chroniące przed bronią palną składające się z wielowarstwowych foli i o asymetrycznej budowie posiadają dodatkowo w naturalny sposób znacznie polepszone parametry ochrony przed włamaniem.

7.6.2.4 Przeszklenia chroniące przed falą detonacyjną

Badanie przeszkleń pod kątem ich odporności na falę detonacyjną spowodowaną wybuchem odbywa się zgodnie z normą PN EN 13541. Pionowo ustawiona formatka w wymiarach 900 x 1100 mm jest poddawana ściśle zdefiniowanym badaniom, które symulują działanie na jej powierzchnię materiału wybuchowego równoważnego użyciu określonej ilości TNT. Badanie polega na ustaleniu jaki maksymalny nacisk jest w stanie wytrzymać dana próbka szkła pod wpływem powstałej fali detonacyjnej po czasie ok. 20 milisekund od wybuchu. Na podstawie zbadanego obciążenia i wyników testów określa się daną klasę wytrzymałości na wybuch.
Także tutaj rozróżnia się szyby „odpryskowe" (Typ S) oraz „bezodpryskowe" (Typ NS). Szyby chroniące przed wybuchem znajdują swoje zastosowanie w budynkach użyteczności publicznej, elektrowniach, lotniskach, budynkach wojskowych oraz w ambasadach.

7.6.3 SANCO LAMEX – przeszklenia antywłamaniowe

Uporządkowanie wymagań i klas wytrzymałości na atak ręczny

	Norma PN EN	Klasa wytrzymałości wg PN EN 356	Kryteria badań	Klasy wytrzymałości wg (stare normy)		
				DIN 52290		VdS
				część 3	część 4	3163*
SANCO LAMEX ochrona przed przebiciem lub rozbiciem klasy wytrzymałości P1A – P5A Ochrona przed rozbiciem, bezpośrednim atakiem i aktami wandalizmu. Wraz z odpowiednimi okuciami idealna ochrona obiektów prywatnych.	PN EN 356:2000-02 Szkło w budownictwie. Szyby ochronne. Badania i klasyfikacja odporności na ręczny atak. **P1A – P5A**	P1A	3-krotne zrzucenie kuli z wysokości 1500 mm	–	–	–
		P2A	3-krotne zrzucenie kuli z wysokości 3000 mm	A1	–	–
		P3A	3-krotne zrzucenie kuli z wysokości 6000 mm	A2	–	–
		P4A	3-krotne zrzucenie kuli z wysokości 9000 mm	A3	–	EH 01
		P5A	9-krotne zrzucenie kuli z wysokości 9000 mm	–	–	EH 02
SANCO LAMEX ochrona przed włamaniem klasy wytrzymałości P6B – P8B Szyby chronią przed najcięższymi przypadkami włamań. W trakcie badań muszą stawić opór atakowi wykonanemu ostrym, tnącym narzędziem np. siekierą. Znajdują zastosowanie w ochronie wystaw jubilerskich, sklepów z cennymi artykułami, muzeów itp.	PN EN 356:2000-02 Szkło w budownictwie. Szyby ochronne. Badania i klasyfikacja odporności na ręczny atak. **P6B – P8B**	P6B	30–50 uderzeń siekierą	–	B1	EH 1
		P7B	51–70 uderzeń siekierą	–	B2	EH 2
		P8B	ponad 70 uderzeń siekierą	–	B3	EH 3

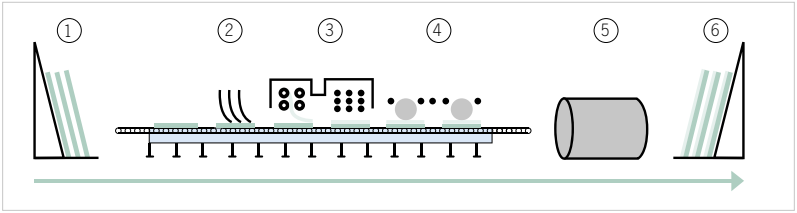
*Zastosowanie normy DIN względnie EN tylko na podstawie dodatkowego świadectwa wydanego przez VdS

Uporządkowanie wymagań i klas wytrzymałości na atak

	Norma PN EN	Klasa wytrzymałości wg PN EN 1063	Rodzaj broni / kaliber	Klasa wytrzymałości (stara norma) wg DIN EN 52290 część 2
SANCO LAMEX ochrona przed ostrzałem z broni palnej klasy wytrzymałości BR i SG Kombinacje szyb różnej grubości i wielowarstwowej folii prowadzą do produkcji szyb odpornych na przestrzelenie z broni palnej. W zależności od typu i budowy mogą one powstrzymać pociski z różnego typu broni. Dodatkowo szyby te mogą powstrzymywać odpryski szkła (bezodpryskowe NS) lub nie (odpryskowe S). Szyby bezodpryskowe dodatkowo chronią osoby znajdujące się w bezpośredniej bliskości szyb poddanych ostrzałowi. Znajdują zastosowanie przede wszystkim w obiektach państwowych służących polityce, policji czy wymiarowi sprawiedliwości.	PN EN 1063:2002 Szkło w budownictwie. Bezpieczne oszklenia. Badania i klasyfikacja odporności na uderzenie pocisku **BR1 – BR7, SG1 + SG2**	BR1-S/NS	Karabin, kaliber 0,22 LR	–
		BR2-S/NS	Pistolet, kaliber 9 mm Luger	C1 – SA/SF
		BR3-S/NS	Rewolwer, kaliber 0,357, Magnum	C2 – SA/SF
		BR4-S/NS	Rewolwer, kaliber 0,44, Rem. Magnum	C3 – SA/SF
		BR5-S/NS	Karabin, kaliber 5,56 x 45	–
		BR6-S/NS	Karabin, kaliber 7,62 x 51 (rdzeń miękki)	C4 – SA/SF
		BR7-S/NS	Karabin, kaliber 7,62 x 51 (rdzeń twardy)	C5 – SA/SF
		SG1-S/NS	Strzelba myśliwska, kaliber 12/70 (jeden strzał)	–
		SG2-S/NS	Strzelba myśliwska, kaliber 12/70 (trzy strzały)	–
SANCO LAMEX szyby specjalne chroniące przed falą detonacyjną	PN-EN 13541:2002 Szkło w budownictwie. Bezpieczne oszklenia. Badanie i klasyfikacja odporności na siłę eksplozji. **ER1 – ER4**			

7.6.4 Produkcja szkła laminowanego VSG

Proces produkcyjny przedstawiony na przykładzie produkcji EUROLAMEX przeprowadzanej w zakładzie Euroglas w Haldensleben (Niemcy).



① Dostarczenie surowca
Surowiec dostarczany jest za pomocą sztaplarki portalowej, która pracuje w 30 sekundowym cyklu i ma możliwość załadunku szkła w taflach z 4 rożnych stojaków.

② Mycie
W myjce szkło jest dokładnie myte. Zanim jednak szkło wjedzie do myjki, zespół wirujących szczotek usuwa ze szkła środek rozdzielający. Grubość nadjeżdżającej tafli jest automatycznie mierzona i stosownie do grubości automatycznie ustawiane są parametry linii.

③ Pomieszczenie laminowania
W pomieszczeniu laminowania automatycznie spaja się folię z taflami szkła. Krawędź folii PVB wystająca poza szkło jest automatycznie odcinana. Ponieważ folia PVB jest bardzo wrażliwa na temperaturę i wilgotność, a jednocześnie każdy nawet najdrobniejszy pyłek powoduje naruszenie optycznej jakości szkła, pomieszczenie laminowania musi być bardzo czyste i klimatyzowane. Z tego powodu również same folie są przechowywane podczas produkcji w specjalnych klimatyzowanych pomieszczeniach.

④ Laminowanie wstępne
W specjalnym piecu następuje wstępne połączenie szkła i folii PVB. W trakcie tego procesu tafle szklane są rozgrzewane do odpowiedniej temperatury i sprasowane walcami razem z folią.

⑤ Autoklaw
Pod wpływem ciśnienia i temperatury tafle szkła zostają trwale połączone z folią. W ten sposób ze wstępnie połączonego półproduktu powstaje gotowa tafla VSG.

⑥ Odbieranie VSG
Po procesie zespolenia tafli w autoklawie przeprowadzana jest 100 % optyczna kontrola produktu. Po dokonaniu pełnej kontroli gotowe szyby VSG odstawiane są na stojaki.

7.6.5 Przepuszczalność światła

W wyniku użycia bezbarwnej folii oraz bezbarwnego szkła przepuszczalność światła nie jest ograniczona i uzyskuje mniej więcej taką samą wartość jak szkło monolityczne o podobnej grubości. Zastosowanie grubszych warstw folii powoduje, że widoczne może być lekkie żółto-zielone zabarwienie. Wraz ze wzrostem grubości szyb laminowanych (VSG) przyjmuje ona żółtawy lub zielonkawy odcień, który spowodowany jest własnym zabarwieniem szkła.
W znacznym stopniu ograniczyć można powstawanie takiego efektu przez zastosowanie szkła ubogiego w tlenek żelaza, czyli tzw. szkła odbarwionego.

7.6.6 Wytrzymałość materiału

Szyba laminowana VSG SANCO LAMEX jest odporna na starzenie się i wykazuje praktycznie takie same właściwości jak normalne szkło float. Jednak krawędzie tafli szkła laminowanego (VSG) należy szczególnie chronić przed działaniem kwasów lub zasad, aby nie uszkodzić folii.

7.6.7 Możliwości zastosowań szkła laminowanego SANCO LAMEX

Budynki szkół i przedszkoli
Przeszklenia oddzielające pomieszczenia oraz zabezpieczające przed upadkiem, aby można było uniknąć zranień przez odłamki szkła.

Przeszklenia znajdujące się na głową oraz przeszklenia dachowe
Przeszklenia nad głową w budynkach prywatnych oraz użyteczności publicznej. W razie uszkodzeń np. w wyniku spadających przedmiotów skuteczność ochrony pozostaje nienaruszona dzięki własności wiązania odłamków szkła.

Budynki mieszkalne
Jako prosta ochrona antywłamaniowa w oknach, w kombinacjach z innym szkłem w szybie zespolonej, w drzwiach, balustradach przy schodach, ściankach działowych, przeszkleniach w drzwiach balkonowych.

Budynki przemysłowe i obszary użyteczności publicznej

Jako przeszklenia zabezpieczające przed wrzuceniem przedmiotów do wnętrza pomieszczenia oraz antywłamaniowe w oknach, drzwiach, witrynach wystawowych np. w bankach, elektronicznych centrach przetwarzania danych, aptekach i w praktykach lekarskich. Jako przeszklenia zabezpieczające przed wybiciem i przebiciem w więzieniach i zakładach leczniczych. Kuloodporne szkło pancerne SANCO LAMEX dla ochrony pomieszczeń kasowych i okienek obsługowych w bankach, na poczcie oraz w innych tego typu podobnych zastosowaniach. Jako przeszklenia w klatkach dla zwierząt lub akwariach w ogrodach zoologicznych. Jako elementy pasów podokiennych na fasadach całoszklanych, np. w szkleniu strukturalnym.

Inne zastosowania

Witryny wystawowe w obrębie obiektów przemysłowych i wojskowych, jako przeszklenia zabezpieczające przed działaniem fali detonacyjnej, w samochodach, samolotach i statkach, itd.

Kombinacje

Szkło laminowane (VSG) posiada tę samą odporność na powierzchniową różnicę temperatur i mniej więcej te same parametry naprężeń rozciągających przy zginaniu jak normalne szkło float. Aby zwiększyć te wartości można wykorzystać w szybie laminowanej szkło hartowane (ESG) SANCO DUR. Jeśli szybę laminowaną (VSG zastosujemy w szybie zespolonej to uzyskamy nie tylko wymagany stopień bezpieczeństwa, lecz z reguły również lepszą ochronę dźwiękochłonną. Szyba laminowana VSG SANCO LAMEX może być łączona ze szkłem ciepłochronnym SANCO Plus lub ze szkłem przeciwsłonecznym SANCO Sun.

7.6.8 Normy i wytyczne

7.6.8.1 Normy DIN i PN EN dla szkła bezpiecznego

Przy badaniu szyb bezpiecznych wiążącą normą jest norma DIN 52 290, która jednocześnie zakłada utworzenie czterech klas bezpieczeństwa. Elementy budowlane takie jak okna i drzwi, które mają wykazywać właściwości antywłamaniowe, badane są zgodnie z normą DIN 18 054 lub DIN 18 103 i podzielone są dalej na kilka klas bezpieczeństwa. W badaniach tych sprawdza się kompletny system, tzn. przeszklenie i ramę. Warunkiem zbadania systemu jest spełnienie wymagania dotyczącego wytrzymałości szkła, które sklasyfikowane są w poniższej tabeli. Wymagania zawarte w wytycznej VdS 2163 dotyczące przeszkleń antywłamaniowych są w zasadzie zgodne z normą DIN 52 290 część 3 i 4. Od roku 2000 oprócz normy DIN 52 290 oraz wytycznej VdS 2163 obowiązują również nowe normy europejskie dotyczące przeszkleń antywłamaniowych. Norma PN EN 356 dotyczy odporności na ręczny atak, norma PN EN 1063 odporności na użycie broni palnej a norma PN EN 13 541 odporności na siłę eksplozji.

	DIN 52 290	VdS	PN EN 356	PN EN 1063
Zabezpieczenie przed przebiciem lub rozbiciem. Atak ręczny.	–	–	P1A	–
	A1	–	P2A	–
	A2	–	P3A	–
	A3	EH 01	P4A	–
	–	–	P5A	–
	–	EH 02	–	–
Zabezpieczenie przed włamaniem. Atak ręczny.	B1	–	P6B	–
	B2	–	P7B	–
	B3	–	P8B	–
	–	EH 1	–	–
	–	EH 2	–	–
	–	EH 3	–	–
Zabezpieczenie przed ostrzałem z broni palnej. Szyby kuloodporne.	–	–	–	BR1
	C1	–	–	BR2
	C2	–	–	BR3
	C3	–	–	BR4
	–	–	–	BR5
	C4	–	–	BR6
	C5	–	–	BR7
	–	–	–	SG1
	–	–	–	SG2
Zabezpieczenie przed eksplozją i falą detonacyjną.	D1	–	–	–
	D2	–	–	–
	D3	–	–	–

7.6.9 Podział na klasy

Badanie z użyciem swobodnie spadającego ciała

Przeszklenia odporne na ręczny atak może zostać przyporządkowane do danej klasy odporności, jeśli badanie wytrzymają wszystkie trzy próbki. Przyporządkowanie do klasy odporności uzależnione jest od wysokości spadku ciała twardego i liczby nieudanych prób. W tabeli 2 zebrane zostały oznaczenia kodowe stosowane przy określaniu poszczególnych klas odporności.

Badanie z użyciem swobodnie spadającego ciała twardego

Spadające ciało (ciało twarde) jest kulą ze stali o średnicy 100 +/- 0,2 mm i masie 4,11 +/- 0,06 kg. Kula powinna być wykonana z polerowanej stali o twardości od 60 HRC do 65 HRC w skali C Rockwella, zgodnie z normą ISO 6508-1.

Umocowanie spadającej kuli

Urządzenie podtrzymujące kulę wykorzystywaną do badań powinno umożliwiać regulowanie wysokości spadku z wymaganą tolerancją (patrz tabela 1). Urządzenie podtrzymujące kulę oraz mechanizm zwalniający ją, nie powinny wzbudzać żadnego pędu lub obrotu, tak aby kula spadała pionowo tylko pod wpływem przyspieszenia ziemskiego.

Wysokość spadku

Klasa odporności	Wysokość spadku w mm
P1A	1500 ±50
P2A	3000 ±50
P3A	6000 ±50
P4A	9000 ±50
P5A	9000 ±50

Tabela 1

Badanie na uderzenie siekierą

Szybę ochronną należy zaklasyfikować do odpowiedniej klasy odporności w zależności od liczby uderzeń młota lub siekiery. Warunkiem zaklasyfikowania do danej klasy jest to, że ciało uderzające nie przebije żadnej z trzech badanych próbek w większym stopniu niż to zostało ustalone dla danego zakresu uderzeń. W tabeli 2 zebrane zostały oznaczenia kodowe stosowane przy określaniu poszczególnych klas odporności.

Tabela klasyfikacji odporności szyb ochronnych

Klasa odporności	Wysokość spadku w mm	Łączna liczba uderzeń	Oznaczenie kodowe klasy odporności
P1A	1500	3 w trójkącie	PN EN 356 P1A
P2A	3000	3 w trójkącie	PN EN 356 P2A
P3A	6000	3 w trójkącie	PN EN 356 P3A
P4A	9000	3 w trójkącie	PN EN 356 P4A
P5A	9000	3 x 3 w trójkącie	PN EN 356 P5A
P6B	–	30 do 50	PN EN 356 P6B
P7B	–	51 do 70	PN EN 356 P7B
P8B	–	ponad 70	PN EN 356 P8B

Tabela 2

7.6.10 Wyciąg z tabel z normy PN EN 1063

Tabela klas wytrzymałości zgodnie z normą PN EN 1063

BR 1 – NS	BR 3 – S	BR 5 – S	SG 1
BR 1 – S	BR 4 – NS	BR 6 – NS	SG 2
BR 2 – NS	BR 4 – S	BR 6 – S	
BR 2 – S	BR 5 – NS	BR 7 – NS	
BR 3 – NS	BR 5 – S	BR 7 – S	

Klasyfikacja i wymagania dla badań z użyciem broni myśliwskiej

Klasa	Rodzaj broni	Kaliber	Rodzaj	Masa	Warunki badań			
					Odległość strzelania	Prędkość	Liczba trafień	Odległość punktów
				g	m	m/s	m/s	mm
SG1	Broń myśliwska	12/70	Jednolita kula ołowiana [1)]	31,0 ± 0,5	10,00 ± 0,5	420 ± 20	1	-
SG2	Broń myśliwska	12/70	Jednolita kula ołowiana [1)]	31,0 ± 0,5	10,00 ± 0,5	420 ± 20	3	125 ± 10
1) Brenneke								

Tabele z normy PN EN 1063

Klasyfikacja i wymagania dla badań z użyciem broni palnej krótkiej oraz karabinowej

Klasa	Rodzaj broni	Kaliber	Rodzaj	Masa	Warunki badań			
					Odległość strzelania	Prędkość	Liczba trafień	Odległość punktów
				g	m	m/s	m/s	mm
BR1	Karabin	.22 LR	L/RN	2,6 ± 0,1	10,00 ± 0,5	360 ± 10	3	120 ± 10
BR2	Broń krótka	9 mm Luger	FJ[1)]/RN/SC	8,0 ± 0,1	5,00 ± 0,5	400 ± 10	3	120 ± 10
BR3	Broń krótka	.357 Magnum	FJ[1)]/CB/SC	10,2 ± 0,1	5,00 ± 0,5	430 ± 10	3	120 ± 10
BR4	Broń krótka	.44 Rem. Magnum	FJ[2)]/FN/SC	15,6 ± 0,1	5,00 ± 0,5	440 ± 10	3	120 ± 10
BR5	Karabin	5,56 x 45 *)	FJ[2)]/PB/SCP1	4,0 ± 0,1	10,00 ± 0,5	950 ± 10	3	120 ± 10
BR6	Karabin	7,62 x 51	FJ[1)]/PB/SC	9,5 ± 0,1	10,00 ± 0,5	830 ± 10	3	120 ± 10
BR7	Karabin	7,62 x 51 **)	FJ[2)]/PB/HC1	9,8 ± 0,1	10,00 ± 0,5	820 ± 10	3	120 ± 1

1)	płaszcz całkowicie ze stali (platerowany)
2)	płaszcz całkowicie ze stopu miedzi
*)	długość lufy gwintowanej 178 mm ± 10 mm
**)	długość lufy gwintowanej 254 mm ± 10 mm
L	ołów
CB	pocisk stożkowy
FJ	pocisk o płaszczu wykonanym całkowicie z metalu
FN	pocisk o płaskim czubku
HC1	rdzeń stalowy hartowany, masa 3,7 g ± 0,1 g, twardość większa od 63 HCR
PB	pocisk ostro zakończony
RN	pocisk o końcu zaokrąglonym
SC	rdzeń miękki (ołów)
SCP1	rdzeń miękki (ołów) z penetratorem stalowym (typ SS109)

7.7 Szkło z pętlą alarmową SANCO ALARM

Przestępstwa w celach rabunkowych przybierają niestety stale na sile. Prawie połowa włamań dokonywana jest przez okna. Oprócz strat w mieniu prywatnym często niszczone są również różne przedmioty i dochodzi do aktów wandalizmu. Aby móc się skutecznie chronić niepotrzebne są już drogie środki ochrony. Szkła SANCO ALARM zapewniają ochronę na całej powierzchni bez potrzeby stosowania drutów umieszczanych w polu widzenia. Nawet najbardziej błaha próba włamania powoduje uruchomienie alarmu. Kombinacja tego szkła w szybie laminowanej (VSG) może tak opóźnić pokonanie tej bariery szklanej, że SANCO ALARM może się stać prawie nieprzepuszczalną przeszkodą dla nieproszonych gości. SANCO ALARM można bez problemu wykorzystywać w nowoczesnych szybach zespolonych SANCO.

7.7.1 Sposób działania szyby SANCO ALARM

SANCO ALARM jest szkłem hartowanym z nadrukowaną na jego powierzchnię pętlą alarmową przewodzącą prąd elektryczny, która włączona jest w obwód elektroniczny urządzenia alarmowego. Jeśli ktoś gwałtownie naruszy przeszklenie w którymkolwiek miejscu, wtedy ulegnie ono zniszczeniu. Szkło zbije się na całej swojej powierzchni na małe kawałki, co spowoduje, że przewodząca pętla alarmowa zostanie przerwana i wywołany zostanie alarm. Szkła SANCO ALARM nie można w zasadzie „przechytrzyć".

7.7.2 Zalety szyby SANCO ALARM

Nie ma optycznej przeszkody, którą stanowiłaby zatopiona w szybie siatka stalowa. Ochrona na całej powierzchni z możliwością wywołania alarmu przy najmniejszej próbie włamania. Wielorakie możliwości kombinacji w szybach zespolonych. Nie ma możliwości przerwania obwodu elektrycznego (fałszywy alarm) za pomocą prostego mostkowania obwodu elektrycznego. Taki sam opór elektryczny każdej szyby, niezależnie od jej powierzchni i funkcji, którą ma pełnić oraz uproszczone podłączenie do układu alarmowego. Dodatkową zaletą szkła hartowanego SANCO ALARM jest jego odporność na uderzenie i pchnięcie, a więc zwiększona ochrona przed przypadkami rzucenia kamieniem lub piłką. Większa obciążalność termiczna. Wyraźne nadrukowane oznakowanie.

7.8 LAMEX COLORPRINT

Motywy dekoracyjne na szkle do zastosowania na budynkach i w pomieszczeniach

Szkło w połączeniu z kolorami, różnymi wzorami i motywami daje szerokie możliwości tworzenia interesujących efektów. Za pomocą LAMEX COLORPRINT można przekształcić szkło w fantastyczne i niepowtarzalne formy. Nieważne, czy są to realistyczne fotografie, grafiki, rysunki, struktury, herby – fantazja i kreatywność w tworzeniu takich form na szkle praktycznie nie ma granic.

Nieprzezroczyste czy transparentne: LAMEX COLORPRINT pozwala za pomocą specjalnych farb i cyfrowego druku w indywidualny sposób kształtować powierzchnie szkła laminowanego. Każde jedno- lub wielokolorowe cyfrowe wzory i obrazy można wielokrotnie reprodukować na szkle. Są one trwałe i odpowiednio chronione przed zewnętrznymi czynnikami.

LAMEX COLORPRINT w szczegółach

- Różne rodzaje szkła o grubościach od 7 do 80 mm
- Każda kombinacja szkła VSG jak na przykład szkło pancerne czy wszelkiego rodzaju podesty i schody ze szkła można uzupełniać za pomocą LAMEX COLORPRINT
- Możliwe również jako szyby zespolone w połączeniu z ochroną przed utratą ciepła, ochroną przed słońcem, bezpieczeństwem czy ochroną przeciwpożarową
- Dzięki wysokiej odporności stosowanych farb na działanie światła można je stosować zarówno w pomieszczeniach jak i na budynkach na zewnątrz
- Dzięki stosowaniu różnych rodzajów foli można wybrać różne stopnie przezroczystości i przenikania światła
- Dzięki bardzo wysokiej rozdzielczości obrazu uzyskuje się niezwykle ostre i wyraziste rysunki
- Motywy naniesione na powierzchnie są chronione przez szkło
- Stosunkowo niskie koszty produkcji pojedynczych obrazów czy krótkich serii
- Wielkość obrazów na zapytanie

Podstawą działania jest obróbka cyfrowa. Musi ona spełniać określone warunki dlatego wszelkie szczegóły należy omówić bezpośrednio z producentem.

Przykłady zastosowań

- Ściany pomieszczeń oraz jako elementy mebli
- Elementy reklamowe i napisy
- Obszary technicznego zastosowania
- Jako elementy dekoracyjne w szkle
- Ścianki działowe w pomieszczeniach
- Wypełnienia drzwi
- Jako elementy drzwi całoszklanych
- Aściany tunelów dla wind
- Wyposażenie kuchni i łazienek
- Fasady

7.9 COLORPRINT HD

Innowacyjna metoda druku cyfrowego na szkle z efektami niezwykle ostrych i wyraźnych zdjęć

Dzięki zastosowaniu techniki COLORPRINT HD uzyskujemy praktycznie nieograniczone możliwości bardzo wyraźnych druków na szkle. Zdjęcia cyfrowe bez względu na to co przedstawiają, np. czy są to malownicze widoki, budynki lub jakikolwiek rodzaj pisma, będą nadrukowane na szkle z imponującą wprost dokładnością (na szkle float, ESG, VSG). Oprócz wysokiej jakości obrazów możliwe jest również odwzorowanie odcieni złota i srebra, ciekawych efektów satynowanych oraz 3D. Poza tym można to wszystko uzyskać na tle zarówno nieprzezroczystym, jak i z różnymi stopniami przezierności lub w kombinacji z powierzchniami w pełni transparentnymi. Nadruki można nanieść na szkło o grubościach od 3 do 50 mm przy maksymalnych wymiarach tafli wynoszących 3.000 x 2.000 mm. Proces drukowania może dotyczyć pojedynczych sztuk jak i całych serii.

Możliwe zastosowania wewnątrz i na zewnątrz obiektów

- Przeszklenia na balkony, balustrady
- W kombinacji z szybami zespolonymi
- Jako ścianki nieprzezierne
- Daszki i przeszklenia nad głową
- Ścianki działowe
- Ścianki szklane z nadrukami do kuchni i łazienek
- Jako wykończenie sufitów i dachów
- Jako elementy schodów i podłóg ze szkła
- Drzwi szklane
- Fronty mebli
- Blaty stołów
- Szyldy informacyjne, reklamy, napisy
- Kabiny prysznicowe

7.10 LAMEX COLORDESIGN / SANCO LAMEX COLOR

Kolorowe szkło laminowane dla budynków i pomieszczeń

Kolorowe szkło może funkcjonować jako element podkreślający szczególne walory budynku, mający istotny wpływ na jego wygląd. W pomieszczeniach zaś dzięki kolorowym elementom ze szkła uzyskujemy efekty, które ze zwykłym szkłem byłyby niemożliwe do osiągnięcia. Kolorowe szkło wpływa na światło, stwarza niepowtarzalną atmosferę, wizualizuje odpowiednio przestrzeń oraz wpływa na procesy jej postrzegania. Kolorowe szkło w wyjątkowy sposób łączy funkcjonalność i estetykę. LAMEX COLORDESIGN jest kolorowym szkłem laminowanym zachowującym wszelkie właściwości i zalety szkła bezpiecznego. Także w obszarach wymagających obciążeń statycznych jak np. przeszkleniach montowanych pod kątem czy montowanych się nad głową LAMEX COLORDESIGN gwarantuje dzięki zastosowaniu najnowszych technologii pełne bezpieczeństwo osób i mienia.

Obszary zastosowań

- Jako okładzina ścian i mebli
- Fasady
- Przeszklenia nad głową
- Balkony
- Ścianki działowe w pomieszczeniach
- Wypełnienia drzwi
- Schody
- Jako elementy w wejściach do budynków

LAMEX COLORDESIGN posiada identyczne właściwości jak tradycyjne szkło laminowane. Podczas rozbicia wszystkie kawałki szkła trzymają się na folii PVB, przez co znacznie minimalizuje się możliwość zranienia. Niezależnie od sytuacji kryzysowych podczas uszkodzenia szkła LAMEX COLORDESIGN chroni również, np. przed uciążliwym hałasem ulicznym.

Kombinacja funkcji ochronnych z możliwością kształtowania naszego otoczenia sprawiają, że LAMEX COLORDESIGN jest produktem jedynym w swoim rodzaju. Dodatkowo istnieje możliwość indywidualnego ustalenia stopnia przenikania światła przez szkło:

- Jako w pełni transparentne
- Częściowo przepuszczające światło
- Nieprzezroczyste.

Zachowanie podstawowych norm
LAMEX COLORDESIGN zaliczył wszystkie specyfikacje przewidziane dla szkła bezpiecznego laminowanego zgodnie z przepisami zawartymi w aktualnych normach europejskich.

Obszary objęte przepisami	Normy europejskie
Ochrona osób	EN 12543-2 oraz EN 12600
Ochrona mienia	EN 356
Pochłanianie UV i ochrona przed słońcem	EN 410 oraz ISO 9050
Ochrona przed hałasem	prEN 12758-1
Izolacyjność cieplna	EN 673

Przegląd korzyści wynikających ze stosowania LAMEX COLORDESIGN

- Ponad 1.000 możliwych do uzyskania kolorów i ich odcieni
- Możliwość uzyskania szkła VSG w pełni transparentnego, częściowo przepuszczającego światło lub całkowicie nieprzezroczystego
- Stabilność kolorów: VSG zachowuje swoje właściwości podczas wiatru, słońca i niepogody
- Grubość szkła można dobrać w zależności od wymagań statycznych, konstrukcyjnych lub estetycznych
- Zachowanie jakości tradycyjnego szkła laminowanego w odniesieniu do ochrony przed hałasem, pochłaniania promieni UV jak również ochrony przed odłamkami szkła powstałymi przy ewentualnym rozbiciu szkła
- Do zastosowania również jako szyba zespolona w połączeniu z izolacyjnością cieplną, ochroną przed słońcem oraz ochroną przed ogniem
- Maksymalne możliwe wymiary 2.000 x 7.000 oraz 2.600 x 4.600 mm

7.11 Zalecenia dotyczące zastosowania różnych rodzajów szkła

Szczegółowe wymagania dotyczące zastosowania i wymiarowania szkła wynikają bezpośrednio z odnośnych przepisów. Przepisy te nie będą przywoływane.

Jeżeli istnieją dodatkowe wymagania wynikające ze specyficznych warunków dotyczących obiektu lub związane z przepisami przeciwpożarowymi, to należy je dodatkowo wypełnić.

7.11.1 Przeszklenia pionowe bez ochrony przed wypadnięciem

Obszar zastosowania	Float	ESG[1]	ESG-H	VSG wykonane z			Uwagi
				Float	ESG[2]	TVG	
Okna powyżej wysokości barierki	▣	☐	☐	☐	☐	☐	
Okna wystawowe	▣	☐	☐	■	☐	☐	Z uwagi na brak regulacji zaleca się stosowanie szkła float gr. min. 10 mm lub szkła VSG gr. 12 mm
Przeszklenia na poziomie terenu[3]	▣		☐	■	☐	☐	Np. drzwi tarasowe

Obszar zastosowania	Float	ESG[1]	ESG-H	VSG wykonane z			Uwagi
				Float	ESG[2]	TVG	
Ekrany akustyczne	■	▣	□	■	□	□	
Konstrukcje drzwi całoszklanych	■	□	□	□	□	□	
Fasady wentylowane	■	■	▣	■	■	■	Zgodnie z DIN 18516-4; stosowanie VSG tylko na podstawie ustaleń szczególnych
Klejone szklenie strukturalne[3] wew.	▣	□	□	□	□	□	
zewn.	■	■	▣	□	□	□	
Mocowania punktowe SP	■	■	■	□	□	■	Wg reguł technicznych dla mocowań punktowych (TRPV) tylko VSG wykonane z ESG lub TVG!
SZ	■	■	■	■	□	■	

Znaczenie symboli

■ Zalecany rodzaj szkła

□ Rodzaj szkła do zastosowania jako alternatywa

▣ Minimalny wymagany rodzaj szkła

■ Niedopuszczalny rodzaj szkła

7.11.2 Przeszklenia poziome

Obszar zastosowania	Float	ESG[1]	ESG-H	VSG wykonane z			Uwagi
				Float	ESG[2]	TVG	
Okna połaciowe	▣	□	□	□	□	□	Tylko pomieszczenia jak pokoje hotelowe lub biura o powierzchni szyby w wymiarze wewnętrznym ramy < 1,6 m², w innym przypadku jak przeszklenia poziome
Przeszklenia poziome górne	■	■	□	□	□	□	Zgodnie z TRLV
dolne	■	■	■	▣	□	□	Inne szkła możliwe pod warunkiem, że większe odłamki szkła nie spadną na powierzchnie komunikacyjne (np. ochrona siatką o oczkach ≤ 40 mm)
Daszki szklane	■	■	■	▣	□	■	Montowanie liniowe zgodnie z TRLV; mocowanie punktowe zgodnie z ustaleniami szczególnymi; nowe regulacje wg TRPV wymagają VSG tylko z ESG lub TVG!; uchwyty zaciskowe są niedopuszczalne
Lamele szklane	■	■	■	▣	□	■	Montowanie liniowe zgodnie z TRLV; mocowanie punktowe zgodnie z ustaleniami szczególnymi; nowe regulacje wg TRPV wymagają VSG tylko z ESG lub TVG!; uchwyty zaciskowe są niedopuszczalne
Podesty i schody szklane	■	■	■	▣	□	■	Wymiarowanie zgodne z TRLV oraz ustaleniami szczególnymi; trzy górne szyby wykonane z ESG lub TVG; konieczne zastosowanie powłok antypoślizgowyc

Znaczenie symboli

■ Zalecany rodzaj szkła	□ Rodzaj szkła do zastosowania jako alternatywa
▣ Minimalny wymagany rodzaj szkła	■ Niedopuszczalny rodzaj szkła

7.11.3 Przeszklenia zabezpieczające przed wypadnięciem

Obszar zastosowania		Float	ESG[1]	ESG-H	VSG wykonane z			Uwagi
					Float	ESG[2]	TVG	
Przeszklenia na wysokość pomieszczeń (kat. A wg TRAV)	SP	■	■	■	▣	□	■	TRAV
	SZ	■	■	■	▣	□	■	Dotyczy szyby od strony narażonej na obciążenie; od strony przeciwnej szkło dowolne; jeśli od strony przeciwnej jest VSG, to wtedy od strony obciążenia ESG
Barierki całoszklane z zamontowaną poręczą (kat. B wg TRAV)		■	■	■	■	▣	□	TRAV
Barierki z wypełnieniem ze szkła podparte na obwodzie (kat. C1 wg TRAV)		■	▣	□	■	□	□	Wg TRAV; jeśli szkło nie jest podparte linowo na obwodzie, stosować VSG; otwarte krawędzie muszą być chronione konstrukcją poręczy przed uderzeniami; należy też chronić krawędzie, którymi stykają się tafle szkła
Barierki z wypełnieniem ze szkła mocowane punktowo (kat. C1 wg TRAV)		■	■	■	■	▣	□	Wg TRAV; ochrona krawędzi nie jest wymagana
Barierki z wypełnieniem ze szkła mocowanego zaciskami (nie regulowane przez TRAV		■	■	■	▣	□	□	Ustalenia zgodnie z warunkami szczególnymi; otwarte krawędzie muszą być chronione konstrukcją poręczy przed uderzeniami; należy też chronić krawędzie, którymi stykają się tafle szkła; ESG dopuszczalne po ustaleniach
Przeszklenia poniżej rygli (kat. C2 wg TRAV)	SP	■	▣	■	■	□	□	Wg TRAV; jeżeli szyba nie jest podparta liniowo na obwodzie należy stosować VSG
	SZ	■	▣	□	□	□	□	Dotyczy szyby od strony narażonej na obciążenie; od strony przeciwnej szkło dowolne; jeżeli szyba nie jest podparta liniowo na obwodzie należy stosować VSG
Przeszklenia na całej wysokości pomieszczenia z zamontowaną wzdłuż poręczą (kat. C3 wg TRAV)	SP	■	■	■	▣	□	□	Poręcz montowana na wysokości przewidzianej przepisami budowlanymi
	SZ	■	■	■	▣	□	□	Dotyczy szyby od strony narażonej na obciążenie; od strony przeciwnej szkło dowolne; jeśli od strony przeciwnej jest VSG, to wtedy od strony obciążenia ESG

Przeszklenia zabezpieczające przed wypadnięciem

Obszar zastosowania		Float	ESG[1]	ESG-H	VSG wykonane z Float	VSG wykonane z ESG[2]	VSG wykonane z TVG	Uwagi
Fasada podwójna	wew[3]	▣	■	□	■	□	□	Wewnętrzna fasada bez wymagań w zakresie ochrony przed wypadnięciem
	zewn.				▣	□		Zewnętrzna fasada przejmuje ochronę przed wypadnięciem; TRAV wg kategorii A lub C
Szyb windy					▣	□		Zgodnie z TRAV i EN 81
Portfenetr		▣	□	□	□	□	□	Szyba od strony wewnętrznej przejmuje w pełni ochronę przed wypadnięciem

7.

7.11.4 Przeszklenia w budynkach specjalnego zastosowania

Obszar zastosowania	Float	ESG[1]	ESG-H	VSG wykonane z Float	VSG wykonane z ESG[2]	VSG wykonane z TVG	Uwagi
Ściany lub drzwi szklane w budynkach biurowych		▣	□	□	□	□	
Strefy wejściowe hal i budynków		▣	□	□	□	□	
Szkoły		▣	□	□	□	□	Do wysokości 2,0 m szkło bezpieczne lub osłony

Obszar zastosowania	Float	ESG[1]	ESG-H	VSG wykonane z			Uwagi
				Float	ESG[2]	TVG	
Przedszkola	■	▣	□	□	□	□	Do wysokości 1,5 m szkło bezpieczne lub osłony
Szpitale	■	▣	□	□	□	□	Szczególne obszary zastosowań jak klatki schodowe czy oddziały dziecięce
Pasaże handlowe	■	▣	□	□	□	□	
Sklepy	■	▣	□	□	□	□	
Garaże	■	▣	□	□	□	□	
Dworce autobusowe	■	▣	□	□	□	□	

Znaczenie symboli

■ Zalecany rodzaj szkła	□ Rodzaj szkła do zastosowania jako alternatywa
▣ Minimalny wymagany rodzaj szkła	Niedopuszczalny rodzaj szkła

Przeszklenia w budynkach specjalnych

Obszar zastosowania	Float	ESG[1]	ESG-H	VSG wykonane z			Uwagi
				Float	ESG[2]	TVG	
Baseny	■	▣	□	□	□	□	Do wysokości 2,0 m szkło bezpieczne lub osłony
Hale sportowe	■	▣	□	□	□	□	Do wysokości 2,0 m szkło bezpieczne, osłonięte i nie dające odprysków szkła. Przeszklenia winny być odporne na uderzenia piłką
Hale do squasha	■	▣	□	□	□	□	Ściany tylne muszą być wykonane ze szkła ESG gr. min. 12 mm

7.11.5 Przeszklenia do wnętrz bez funkcji ochrony przed wypadnięciem

Obszar zastosowania	Float	ESG[1]	ESG-H	VSG wykonane z			Uwagi
				Float	ESG[2]	TVG	
Przeszklenia przechodnie	■	■	■	▣	□	□	Z reguły wymagane ustalenia szczegółowe; mniejsze wymagania w porównaniu ze schodami i podestami
Szklane schody, podesty	■	■	■	▣	□	□	Konieczne ustalenia szczegółowe; zgodność z TRLV; dopuszczalne naprężenia w odniesieniu do przeszkleń nad głową wg TRLV; VSG z foliami o gr. min. 1,5 mm
Ściany kabin prysznicowych	■	▣	□	□	□	□	Zgodnie z PN-EN 14428:2006. Kabiny prysznicowe. Wymagania funkcjonalności i metody badań.

Obszar zastosowania	Float	ESG[1]	ESG-H	VSG wykonane z			Uwagi
				Float	ESG[2]	TVG	
Drzwi szklane	▪	▣	□	□	□	□	
Wypełnienia w drzwiach	▪	▣	□	□	□	□	
Wypełnienia w drzwiach w górnej części	▣	■	□	□	□	□	
Luxfery	▣	▪	▪	▪	▪	▪	Traktuje się je jako chroniące przed wypadnięciem i przed włamaniem pod warunkiem realizacji zgodnej z normą
Ścianki działowe w biurach	▪	▣	□	□	□	□	
Wiatrołapy	▪	▣	□	□	□	□	

Znaczenie symboli

■ Zalecany rodzaj szkła	□ Rodzaj szkła do zastosowania jako alternatywa
▣ Minimalny wymagany rodzaj szkła	▪ Niedopuszczalny rodzaj szkła

7.11.6 Szkła bezpieczne do zastosowań specjalnych

Obszar zastosowania	Float	ESG[1]	ESG-H	VSG wykonane z			Uwagi
				Float	ESG[2]	TVG	
Ochrona przed włamaniem	■	■	■	▣	□	□	Klasyfikacja odporności na włamanie wg normy ENV 1627
Ochrona przed przebiciem	■	■	■	▣	□	□	Klasyfikacja odporności przed przebiciem wg normy PN EN 356
Ochrona przed włamaniem z użyciem ciężkich narzędzi	■	■	■	▣	□	□	Klasyfikacja odporności przed przebiciem wg normy PN EN 356
Ochrona przed ostrzałem z broni	■	■	■	▣	□	□	Klasyfikacja odporności przed ostrzałem z broni wg normy PN EN 1063
Ochrona przed wybuchem	■	■	■	▣	□	□	Klasyfikacja odporności przed ostrzałem z broni wg normy PN EN 13541

Znaczenie symboli	
■ Zalecany rodzaj szkła	□ Rodzaj szkła do zastosowania jako alternatywa
▣ Minimalny wymagany rodzaj szkła	■ Niedopuszczalny rodzaj szkła

7.11.7 Szkła do zastosowań konstrukcyjnych

Obszar zastosowania	Float	ESG[1]	ESG-H	VSG wykonane z			Uwagi
				Float	ESG[2]	TVG	
Szkło jako element nośny	■	■	■	▣	□	□	Dopuszczenie jedno-razowe
Konstrukcje całoszklane	■	■	■	▣	□	□	Dopuszczenie jedno-razowe
Konstrukcje specjalne ze szkła	■	■	■	▣	□	□	Dopuszczenie jedno-razowe

Wyjaśnienie skrótów:
SP = szyba pojedyncza
SZ = szyba zespolona
TRAV = Wytyczne techniczne dotyczące stosowania przeszkleń zabezpieczających przed wypadnięciem
TRLV = Wytyczne techniczne dotyczące stosowania przeszkleń osadzonych linowo
TRPV = Wytyczne techniczne dotyczące stosowania przeszkleń montowanych punktowo

[1] Uwaga! Zgodnie z nowymi wytycznymi TRLV ESG tylko w zabudowie nad drogami komunikacji pieszych poniżej 4 m, do tego osoby nie mogą przebywać bezpośrednio pod przeszkleniem inaczej trzeba stosować ESG-H!
[2] Uwaga! VSG składające się z 2 x ESG nie ma wytrzymałości resztkowej. Należy zwracać szczególną uwagę na ustalenia projektowe i montażowe.
[3] Pierwszeństwo w zastosowaniu ma szkło wskazane w przepisach dotyczących danego typu obiektu umieszczone w przepisach szczegółowych

8. Ochrona przeciwpożarowa

8.1 Przepisy prawa budowlanego stosowane w ochronie przeciwpożarowej na terenie Niemiec

Uwzględniające zasadnicze uregulowania prawne dotyczące projektowania, które wchodzi w zakres kompetencji rządu federalnego oraz przepisów prawa budowlanego, za które odpowiadają poszczególne kraje związkowe, stworzone zostało w Niemczech prawo budowlane obowiązujące jako prawo federalne oraz jako przepisy budowlane poszczególnych landów z zawartymi w nich normami prawnymi i przepisami administracyjnymi.
Wszystkie przepisy budowlane w poszczególnych landach opierają się w zasadzie na przepisach wzorcowych i bazujących na nich wytycznych oraz instrukcjach wzorcowych, które wypracowane zostały przez wspólne gremium składające się z członków poszczególnych landów (konferencji ministrów budownictwa). Celem wzorcowych przepisów budowlanych jest ujednolicenie norm prawnych i przepisów administracyjnych w prawie budowlanym oraz ich jednolite stosowanie.
Aktualnie obowiązują wzorcowe przepisy budowlane w wersji z listopada 2002 roku. Wzorcowe Przepisy Budowlane (niem. MBO) dotyczą obiektów budowlanych (np. budynków), produktów budowlanych ze szczególnym uwzględnieniem ochrony przeciwpożarowej.

§3 Wymagania ogólne:

(1) Obiekty budowlane muszą być tak zarządzane, budowane, zmieniane i remontowane, aby porządek i bezpieczeństwo publiczne nie były zagrożone, ze szczególnym uwzględnieniem życia i zdrowia oraz naturalnych warunków życia.
(2) Produkty budowlane i sposoby budowania mogą być wykorzystywane tylko wtedy, gdy ich zastosowanie w przypadku obiektów budowlanych, które eksploatowane będą zgodnie z prawem we właściwym celu i przez określony czas, spełniać będą wymagania prawa lub będą zgodne z tym prawem oraz będą zdatne do użycia.

§14 Ochrona przeciwpożarowa:

Obiekty budowlane muszą być tak zarządzane, budowane, zmieniane i remontowane, aby można było zapobiec powstaniu pożaru i rozprzestrzenianiu się ognia i dymu (rozprzestrzenianie się pożaru), a w przypadku wystąpienia pożaru możliwy był ratunek ludzi i zwierząt oraz możliwe było prowadzenie skutecznych działań gaśniczych. Ze Wzorcowych Przepisów Budowlanych (MBO) § 14 wynikają więc najważniejsze cele ochrony przeciwpożarowej:
Ochrona osób i ich mienia. Szczególne znaczenie dla osiągnięcia tych celów ochronnych przypisuje się Wzorcowym Przepisom Budowlanym (MBO), które mają zapobiegać powstawaniu pożaru oraz zapewnić ochronę przeciwpożarową pod względem budowlanym poprzez zastosowanie odpowiednich materiałów budowlanych, które w pierwszej mierze powinny zapobiegać powstawaniu i rozprzestrzenianiu się ognia oraz umożliwiać podjęcie dalszych działań związanych ze zwalczaniem pożaru. Istotną rolę w ochronie przeciwpożarowej, która ma zapobiegać powstawaniu pożaru oraz zapewniać ochronę pod względem budowlanym, odgrywają przeszklenia ogniochronne oraz oddzielające elementy budowlane z przeźroczystymi wypełnieniami chroniące przed przedostawaniem się ognia i dymu.

8.2 Klasyfikacja przeszkleń przeciwpożarowych, zamkniętych przestrzeni przeciwwogniowych i dymoszczelnych z wycięciami przepuszczającymi światło – klasy odporności ogniowej

Klasyfikacja elementów budowlanych takich jak przeszklenia przeciwpożarowe, bariery przeciwwogniowe i dymoszczelne jest regulowana normą PN EN 13501-2 „Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 2: Klasyfikacja na podstawie wyników badań odporności ogniowej, z wyłączeniem instalacji wentylacyjnej". Do momentu nadejścia obowiązywania nowej normy przepisy przejściowe pozwalały na stosowanie normy krajowej DIN 4102-13 „Zachowanie się materiałów budowlanych i elementów budowlanych w czasie pożaru, przeszklenia przeciwpożarowe – pojęcia, wymagania i badania" oraz normy DIN 4102-5 „Zachowanie się materiałów budowlanych i elementów budowlanych w czasie pożaru, elementy zamykające w ochronie przeciwpożarowej, elementy zamykające na ściankach szybów windowych i na przeszkleniach ognioodpornych od strony pożarowej – pojęcia, wymagania i badania".

Tabela poniżej przedstawia sposoby klasyfikowania według nowych i starych zasad:

Nienośne elementy budowlane (przeszklenia przeciwpożarowe) oddzielające dane pomieszczenie.	
Nowa norma europejska: PN EN 13501-2 Klasa: E	Norma krajowa: DIN 4102-13 Klasa: G
Nienośne elementy budowlane (przeszklenia przeciwpożarowe) oddzielające dane pomieszczenie z funkcją tłumienia promieniowania cieplnego	
Nowa norma europejska: PN EN 13501-2 Klasa: EI	Norma krajowa: DIN 4102-13 Klasa: F
Elementy stanowiące ochronę przeciwpożarową (drzwi przeciwpożarowe)	
Nowa norma europejska: PN EN 13501-2 Klasa: EI	Norma krajowa: DIN 4102-5 Klasa: T

Aby dopełnić całości obrazu sklasyfikowane zostały tutaj także elementy zamykające będące barierą dymoszczelną, ponieważ często są one wykonywane jako wypełnienia przeźroczyste, aby mieć możliwość rozpoznania kierunku rozprzestrzeniania się dymu do sąsiednich pomieszczeń.

Używając szkła jako wypełnienia w świetle otworu budowlanego z drzwiami dymoszczelnymi należy przede wszystkim uwzględnić wymagania dotyczące bezpieczeństwa ruchu. Z reguły dopuszczalne jest stosowanie tylko szkła bezpiecznego hartowanego (ESG) lub laminowanego (VSG).

Podział na klasy zgodnie z normą europejską PN EN 13 501

Klasa E:
Nie ma możliwości przenoszenia ognia lub powstawania gazów palnych po stronie nieogniowej.

Klasa EI:
Izolacja termiczna. Średnia temperatura po stronie nieogniowej przeszklenia nie może wzrosnąć powyżej 140 K.

Klasa EW:
Nie ma możliwości przenoszenia ognia lub powstawania gazów palnych po stronie nieogniowej. Dodatkowo wartość przepuszczalności promieniowania cieplnego nie może przekraczać 15 kW/m^2.

Charakterystyczne parametry opisujące sposób zachowania się elementów przeciwpożarowych zgodnie z normą PN EN 13501-2:

E = element zamykający pomieszczenie	Element zamykający pomieszczenie opisuje jego zdolność do takiego blokowania skutków wybuchającego pożaru po jednej stronie, w taki sposób, że duże ilości płomieni oraz gorących spalin nie przyczynią się do rozprzestrzenienia się pożaru na stronę nieogniową poprzez graniczące z tym elementem materiały budowlane.
I = tłumienie promieniowania cieplnego	Tłumienie promieniowania cieplnego opisuje zdolność elementu budowlanego do takiego blokowania skutków wybuchającego pożaru po jednej stronie, że nawet w przypadku przenoszenia dużych ilości ciepła na stronę nieogniową wykluczone jest przeniesienie się pożaru.
S = ograniczenie przepuszczania dymu	Dymoszczelność S jest zdolnością materiału budowlanego do zmniejszenia lub wykluczenia możliwości przedostawania się gazów lub dymów z jednej strony elementu budowlanego na drugą.

Czas trwania ochrony przeciwpożarowej – klasyfikowanie okresów trwania ochrony

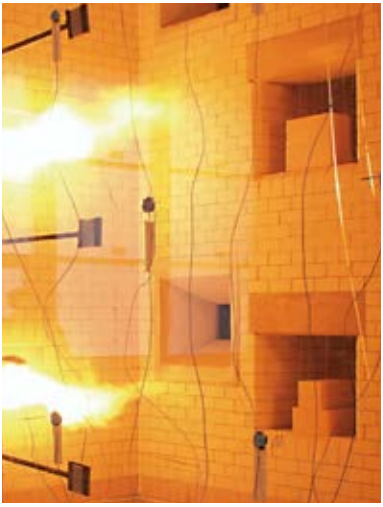
Wszystkie okresy trwania ochrony przeciwpożarowej podawane są w minutach dla każdej z charakterystycznych własności danej przegrody przeciwpożarowej. Dla oznaczenia tych okresów podaje się następujące wartości: 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180 i 240. Nie wszystkie okresy obowiązują dla wszystkich rodzajów budowli. Odpowiednia klasyfikacja i okresy trwania ochrony opisane zostały w normie PN EN 13501-2.

Aktualne normy dotyczące ochrony przeciwpożarowej ze szkła

PN EN 357:2002	Szkło w budownictwie. Ognioodporne elementy oszkleniowe z przezroczystych lub przejrzystych wyrobów szklanych. Klasyfikacja ogniodporności.
PN-EN 1363-1:2001	Badania odporności ogniowej. Część 1: Wymagania ogólne.
PN-EN 1364-1:2001	Badania odporności ogniowej elementów nośnych. Część 1: Ściany.
PN-EN 1634-1:2002	Badania odporności ogniowej zestawów drzwiowych i żaluzjowych. Część 1: Drzwi i żaluzje przeciwpożarowe.
PN-EN 1634-3:2002	Badania odporności ogniowej zestawów drzwiowych i żaluzjowych. Część 3: Sprawdzanie dymoszczelności drzwi i żaluzji.
DIN 4102	Zachowanie się materiałów i elementów budowlanych w czasie pożaru
DIN 4102-1	Materiały budowlane – wymagania i badania
DIN 4102-2	Elementy budowlane – pojęcia, wymagania i badania
DIN 4102-3	Ściany ogniowe i nienośne ściany zewnętrzne – pojęcia, wymagania i badania.
DIN 4102-4	Zestawienie i zastosowania sklasyfikowanych materiałów budowlanych.
DIN 4102-5	Zachowanie się materiałów i elementów budowlanych w czasie pożaru, ochrona przeciwpożarowa elementów zamykających.
DIN 4102-13	Przeszklenia przeciwpożarowe

8.3.1 Transparentne przeszklenia przeciwpożarowe – badanie zgodne z normą PN EN 1363

Badanie przeszklenia ogniochronnego



Fotografia 1:
t = 0 minut

Fotografia 2:
t > 30 minut działania płomieni

Na fotografii nr 1 wyraźnie widoczna jest przezroczystość przeszklenia ogniochronnego. Wraz ze wzrostem czasu oddziaływania płomieni następuje reakcja tzw. termicznie zmieniających się warstw, które pęcznieją pod wpływem pochłanianej energii i tworzą tarczę chroniącą przed promieniowaniem cieplnym. W ten sposób pomieszczenie jest oddzielone (E) i tworzy się pewnego rodzaju przegroda cieplna (I) zapewniająca w wymaganym czasie ochronę przeciwpożarową. Na fotografii nr 2 pokazane jest przeszklenie ogniochronne po ponad 30 minutach oddziaływania na nie płomieni z dysz ogniowych.

8.4 Przeszklenia przeciwpożarowe

Przeszklenia przeciwpożarowe składają się w zasadzie z jednego lub kilku elementów przepuszczających światło, które wbudowane są w ramę przy pomocy uchwytów, uszczelek i elementów mocujących. Tylko w takim kontekście mówi się o przeszkleniach ogniochronnych.

W Europie przeszklenia przeciwpożarowe uznawane są obecnie w wykonaniu częściowo lub całkowicie przeszklonych ścian lub sufitów, a nie jak to wcześniej miało miejsce jako osobne elementy budowlane.

Przeszklenia przeciwpożarowe w ramach wymaganych krajowych procedur dopuszczających do stosowania budownictwie definiowane są przede wszystkim jako elementy budowlane służące do wznoszenia ścian wewnętrznych i zewnętrznych oraz do zabudowy przezroczystych elementów ścian nie pełniących funkcji nośnej.

Zgodnie ze Wzorcowymi Przepisami Budowlanymi MBO §2 (10) pod pojęciem elementu budowlanego rozumiane jest połączenie produktów budowlanych, z którego składać się będzie element budowlany lub część obiektu budowlanego.

Przeszklenia przeciwpożarowe w rozumieniu Wzorcowych Przepisów Budowlanych MBO §21 określane są jako elementy budowlane nie unormowane odrębnymi przepisami. Warunkiem zastosowania przeszklenia przeciwpożarowego jest tym samym uzyskanie:

1. Ogólnego pozwolenia do stosowania w budownictwie (MBO §18) lub
2. Zgody do jednostkowego zastosowania w budownictwie (MBO §20).

Podstawą prawną udzielenia ogólnego pozwolenia do stosowania w budownictwie są:

- Pozytywne wyniki badań przeciwpożarowych zgodnie z normą DIN 4102-13 lub PN EN 1364-1
- Dokument potwierdzający bezpieczeństwo użytkowania zgodnie z normą DIN 4103-1
- Ewentualnie zgodność z technicznymi wytycznymi dotyczącymi reguł stosowania przeszkleń osadzonych liniowo (TRLV)
- Ewentualnie zgodność z technicznymi wytycznymi dotyczącymi reguł stosowania przeszkleń zabezpieczających przed wypadnięciem (TRAV)
- dokument dopuszczający do stosowania używanych produktów budowlanych.

Konstrukcje specjalne w przeszkleniach przeciwpożarowych

Warunkiem wykorzystania ruchomych lub samozamykających się przeszkleń przeciwpożarowych, które np. bazują na dopuszczonej już konstrukcji, jest z reguły uzyskanie potwierdzenia dopuszczenia do jednostkowego zastosowania.

Fasady kurtynowe, w stosunku do których określone są wymagania dotyczące klasy przeciwpożarowej, nie odpowiadają klasycznym zastosowaniom przeszkleń ogniochronnych jako elementy nienośne ścian wewnętrznych lub zewnętrznych względnie jako część ścian, którymi są otwory budowlane lub część powierzchni tych ścian. Znajdują one zastosowanie przede wszystkim w obszarach zewnętrznych jako zabezpieczenie przed przedostawaniem się ognia między kondygnacjami poziomymi lub pionowymi, między określone odcinki pożarowe, narożniki wewnętrzne lub przy zbyt małych odległościach granicznych.

Oprócz technicznej dokumentacji przeciwpożarowej pozwalającej na zastosowanie w budownictwie konieczne jest uzyskanie ogólnego pozwolenia do stosowania w budownictwie zgodnie z technicznymi wytycznymi dotyczącymi reguł stosowania przeszkleń osadzonych liniowo (TRLV) i technicznymi wytycznymi dotyczącymi reguł stosowania przeszkleń zabezpieczających przed wypadnięciem (TRAV) oraz w zależności od potrzeb dodatkowe dane o własnościach fizycznych.

8.5 Zastosowania przeszkleń przeciwpożarowych

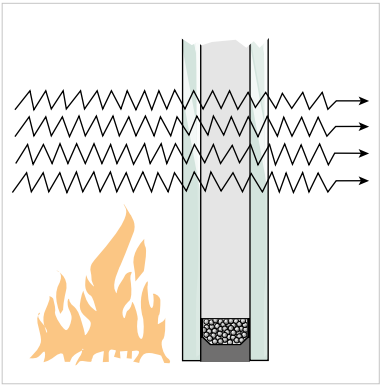
Zastosowanie przeszklenia ogniochronnego danej klasy odporności ogniowej EI (F) lub E (G) względnie EW powoduje, że należy uwzględnić niebezpieczeństwo, które stanowił będzie budynek w przypadku pożaru dla mieszkańców /użytkowników i sąsiadów. Jest ono uzależnione np. od wykorzystania pomieszczeń, wielkości pożaru, niebezpieczeństwa przenoszenia się ognia oraz innych zagrożeń.

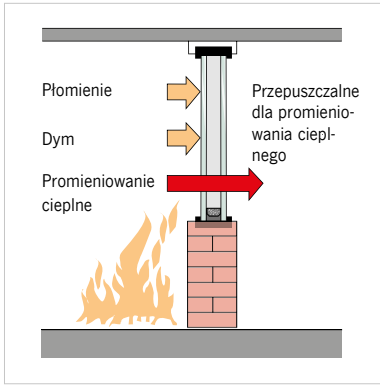
8.5.1 Przeszklenia przeciwpożarowe klasy ogniochronnej E (G)

Przeszklenia przeciwpożarowe klasy E są z punktu widzenia technicznej ochrony przeciwpożarowej specjalnymi elementami budowlanymi pełniącymi funkcję oddzielającą pomieszczenia przed działaniem dymu i płomieni, nie zapobiegającymi jednak przed działaniem promieniowania cieplnego i jako takie nie zostały jednoznacznie objęte nazewnictwem z punktu widzenia nadzoru budowlanego. Oznacza to, że przeszklenia przeciwpożarowe klasy E obojętnie której klasy odporności ogniowej nie mogą być montowane w budowlach, w których zgodnie z prawem i przepisami budowlanymi wymagane są ściany tłumiące płomienie, bardzo mocno tłumiące płomienie lub odporne na działanie płomieni. Przeszklenia przeciwpożarowe klasy E wolno montować w obiektach budowlanych tylko tam, gdzie ze względu na zapewnienie ochrony przeciwpożarowej nie będą one wywoływały żadnych wątpliwości, co do skuteczności działania i zapewnienia bezpieczeństwa.

Opisany w normie DIN 4102-13 klasyczny przypadek użycia przeszklenia przeciwpożarowego klasy E pozwala na jego zastosowanie w świetle otworu budowlanego w ścianach korytarzy, które służyć mają jako drogi ewakuacyjne, jeśli dolna krawędź przeszklenia przeciwpożarowego klasy E znajduje się przynajmniej na wysokości 1,8 m od powierzchni podłogi. O możliwości użycia przeszkleń przeciwpożarowych klasy E decyduje w każdym pojedynczym wypadku upoważniony do tego urząd nadzoru budowlanego.

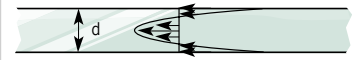
Jeśli niezbędne jest zamknięcie pomieszczenia przed działaniem dymu i płomieni powodowane potrzebą zabezpieczenia przed przenoszeniem się ognia oraz gdy niebezpieczeństwo dotyczące potencjalnego zagrożenia promieniowaniem cieplnym zaszeregowane jest jako mało istotne, możliwe są różnorakie możliwości wykorzystania przeszkleń przeciwpożarowych klasy E na zewnątrz budowli, np. jako pionowe lub poziome zabezpieczenie przeciwpożarowe na konstrukcjach dachowych lub na fasadach budynków. Takie zastosowanie szkła przeciwpożarowego klasy E jest niezawodną i korzystniejszą cenowo alternatywą dla szkła przeciwpożarowego klasy EI.



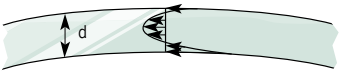


Szkło przeciwpożarowe klasy E wytwarzane jest ze szkła krzemiano-sodowo-wapniowego. Jego skuteczność w przypadku pożaru polega na wysokiej odporności na gwałtownie zmieniającą się powierzchniową różnicę temperatur, która uzyskiwana jest w wyniku termicznego procesu uszlachetniania, zapewniając bezpieczną ochronę na okres przynajmniej 30 minut przed działaniem dymu i płomieni.

Sposób działania polega na celowym zwiększaniu naprężeń ściskających na całej powierzchni szkła, które w wyniku pożaru skompensować muszą powstające obciążenia w wyniku oddziaływania promieniowania cieplnego, zanim dojdzie do takiego wzrostu naprężeń rozciągających, że w końcu szkło ulegnie zniszczeniu.



W wyniku specjalnego procesu uszlachetniania wytwarzają się na powierzchni szkła naprężenia ściskające.



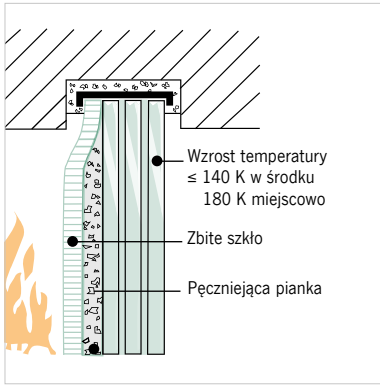
W przypadku pożaru wytworzone na powierzchni szkła naprężenia zapobiegają przedwczesnemu zniszczeniu szkła.

8.5.2 Przeszklenia przeciwpożarowe klasy ogniochronnej EI (F)

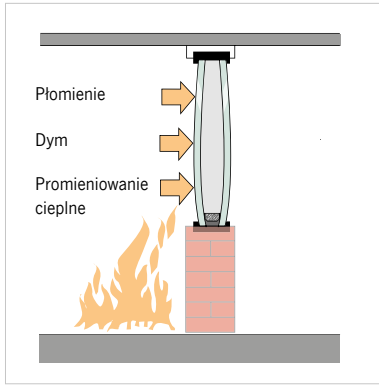
Zastosowanie przeszkleń przeciwpożarowych klasy EI jest dopuszczalne wszędzie tam, gdzie zgodnie z prawem budowlanym lub przepisami budowlanymi wymagane są dla budynku materiały budowlane tłumiące płomienie, bardzo mocno tłumiące płomienie lub materiały odporne na działanie płomieni.

Przeszklenia przeciwpożarowe klasy EI spełniają warunki opisane w punkcie 8.2, które są charakterystyczne z punktu widzenia parametrów dotyczących zachowania się przeszkleń określonej klasy ogniochronnej przez określony czas, który wymagany jest dla spełnienia tych warunków. Ze względu na swoją funkcję oddzielającą zapobiegają one przedostawaniu się dymu i płomieni. Oprócz tego na tyle ograniczają przedostawanie się promieniowania cieplnego, że zwiększenie się temperatury powierzchni przeszklenia przeciwpożarowego nie przekracza po stronie nie ogniowej wartości średniej większej jak 140 K, a miejscowa wartość nie jest większa niż 180 K. Przeszklenia przeciwpożarowe uwzględniające obciążenia ruchem pieszym nie mogą w przypadku pożaru załamać się pod własnym ciężarem.

Możliwości wykorzystania przeszkleń przeciwpożarowych EI to np. ścianki oddzielające korytarze, elementy budowlane oddzielające pomieszczenia w obszarze dróg ratunkowych i ewakuacyjnych, ściany oddzielające pomieszczenia użytkowe budynku tak, iż tworzy się oddzielne sektory na wypadek pożaru oraz jeszcze wiele innych zastosowań.



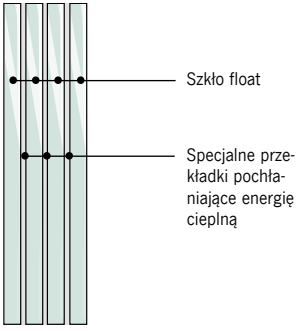
W przypadku pożaru z przekładki zwiększającej swoją objętość pod wpływem działania energii cieplnej, wyparowuje woda w wyniku czego tworzy się twarda i wytrzymała warstwa napęczniałej pianki. Zużywana do jej utworzenia większa część energii cieplnej jest w ten sposób skutecznie unieszkodliwiana.



Pęczniejące szkło traci swoją przezroczystość.

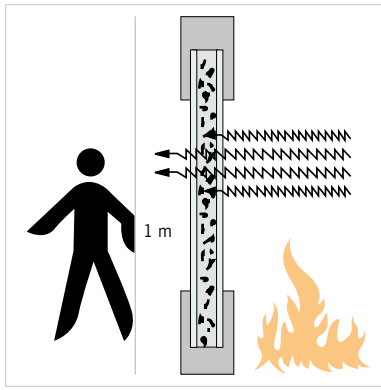
Szkło przeciwpożarowe klasy EI jest wielowarstwowym przeszkleniem składającym się z kilku szyb float, pomiędzy którymi umieszczone są przekładki zwiększające swoją objętość pod wpływem działania energii cieplnej. Liczba przekładek zwiększających swoją objętość pod wpływem działania energii cieplnej jest uzależniona od wymaganego okresu czasu odporności ogniowej.

Przykładowa budowa szkła przeciwpożarowego klasy EI



8.5.3 Przeszklenia przeciwpożarowe klasy ogniochronnej EW

Obok zadań odcięcia pomieszczeń od dymu i ognia szkło przeciwpożarowe klasy EW oferuje dodatkową ochronę strony nie ogniowej od niebezpiecznego wzrostu temperatury. W zależności od wymagań oraz użytego rodzaju szkła można osiągnąć wytrzymałość ogniową od 30 do 120 minut. Drogi ewakuacyjne podczas pożaru pozostają w tym czasie otwarte i zabezpieczone przed ogniem.



8.5.4 Otwierane przeszklenia przeciwpożarowe, przestrzenie zamykane dla zapewnienia ochrony przeciwpożarowej

W świetle otworów budowlanych występujących w ściankach działowych zgodnie z Wzorcowymi Normami Budowlanymi (MBO) §29 oraz w wewnętrznych ścianach przeciwpożarowych zgodnie z Wzorcowymi Normami Budowlanymi (MBO) §30 należy montować według obowiązujących przepisów i prawa budowlanego elementy samozamykające tworzące szczelną barierę, która będzie tłumić płomienie lub będzie odporna na ich działanie. W konsekwencji w przeciwpożarowych elementach zamykających w klasie EI (T) z przeźroczystymi wycięciami można zastosować tylko takie szkło przeciwpożarowe, które oddziela pomieszczenie przeciwdziałając przedostawaniu się dymu lub płomieni oraz zabezpiecza przed przenikaniem promieniowania cieplnego w wymaganym czasie odporności ogniowej. Szkło przeciwpożarowe, które spełnia tylko rolę zabezpieczenia pomieszczenia przed możliwością przedostawania się dymu lub płomieni, nie może być stosowane w takich elementach budowlanych. Kryteria skuteczności przeciwpożarowych elementów zamykających są w zasadzie zbieżne, przy uwzględnieniu kilku dodatkowych funkcji (np. badanie funkcji wytrzymałości), z przeszkleniami przeciwpożarowymi klasy EI. Przeciwpożarowe elementy zamykające wymagają uzyskania ogólnego dopuszczenia do stosowania w budownictwie.

8.5.5 Obszary zastosowań przeszkleń przeciwpożarowych w klasach odporności ogniowej E (G) oraz EI (F)

Przeszklenia klasy EI i E stosowane są nie tylko w budownictwie nadziemnym (szpitale, budynki biurowe i administracyjne, centra i pasaże handlowe, w instytucjach użyteczności publicznej takich jak szkoły i przedszkola, dworce kolejowe i lotniska, hotele, obiektach rekreacyjnych, bankach, zakładach przemysłowych itp.), lecz również na statkach pasażerskich i w pojazdach szynowych przyczyniając się w znacznym stopniu do zapewnienia bezpieczeństwa w przypadku pożaru.

8.6 Szkła przeciwpożarowe w połączeniu z innymi funkcjami szyb zespolonych

Udokumentowanie przeciwpożarowych właściwości technicznych szkła dokonywane jest na podstawie badań, które wykonywane są zgodnie z europejską normą dotyczącą sposobu przeprowadzania badań przeciwpożarowych PN EN 1364-1 w połączeniu z normą PN EN 1363-1. Bazę może również stanowić norma DIN 4102-13 określająca klasy palności materiałów, jednakże z uwzględnieniem krajowych norm i reguł europejskich.

Szkła przeciwpożarowe można łączyć z dostępnymi funkcjami innych szyb tak aby przy okazji spełnić również inne wymagania stawiane przeszkleniom. Mogą one mieć charakter różnych właściwości fizycznych (np. ochrona przed utratą ciepła, ochrona przed hałasem, ochrona przeciwsłoneczna), zapewnienie bezpieczeństwa (np. ochrona osób, ochrona obiektów, bezpieczeństwo ludzi) lub też charakter artystyczny (design, kolor, struktura powierzchni).

8.7 Wskazówki dotyczące zastosowania przeszkleń przeciwpożarowych

- Duża różnorodność przeszkleń powoduje, że możliwe są kombinacje szkła, aby np. spełnić wymagania dotyczące ochrony przed utratą ciepła czy też ochrony przed hałasem. W czasie projektowania należy w każdym przypadku porównać wymagania dotyczące przeszkleń przeciwpożarowych z odpowiednimi wytycznymi zawartymi w decyzji o dopuszczeniu do stosowania w budownictwie.
- Wyjątkowo w przypadku przeszkleń E (G) i EI (F) mamy do czynienia z elementami budowlanymi, które nie są uregulowane pod względem prawnym. Wymagają one zasadniczo uzyskania ogólnego dopuszczenia do stosowania w budownictwie lub dopuszczenia jednostkowego.
- Przeszklenia E (G) i EI (F) muszą z reguły posiadać tę samą klasę odporności ogniowej, co ściany, w których mają zostać zamontowane.
- Zgodnie z dopuszczeniem do stosowania w budownictwie każde przeszklenie przeciwpożarowe musi posiadać tabliczkę informacyjną wykonaną z blachy stalowej, na której trwale wytłoczone są następujące dane:
  - Nazwa producenta i określenie typu produktu
  - Klasa przeciwogniowa
  - Numer decyzji o dopuszczeniu do stosowania wydane przez odpowiedni instytut budowlany
  - Rok produkcji
- Każde przedsiębiorstwo, które przetwarza szkło przeciwpożarowe musi dla każdego obiektu budowlanego wystawić oświadczenie zgodności, które będzie potwierdzało, że wykonane przeszklenie przeciwpożarowe i użyte do tego celu materiały budowlane są zgodne z aktualnymi wytycznymi ogólnego dopuszczenia do stosowania w budownictwie.

9. Przeszklenia dachowe

Przeszklenia montowane po kątem oraz przeszklenia znajdujące się nad głową

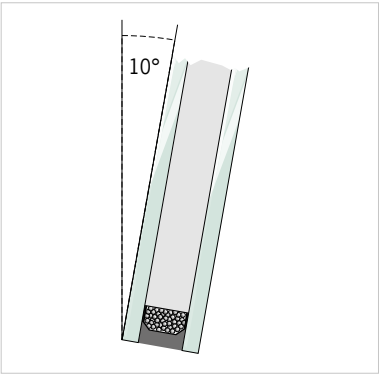
W dzisiejszej architekturze nie można sobie już wyobrazić obiektów bez przeszkleń dachowych. Rozważania dotyczące wykorzystania energii, udziału środowiska naturalnego, potrzeby pozyskania większych ilości światła przenikają obecnie wszystkie obszary zastosowań we współczesnym budownictwie wielokondygnacyjnym. Przeszklenia dachowe narażone są na szczególne obciążenia, ponieważ waż szkło musi przejąć funkcje, które dotychczas były zarezerwowane dla nieprzeziernych materiałów budowlanych wielokrotnie z resztą sprawdzonych już w praktyce. Dla architektów, projektantów i wykonawców są to zagadnienia, które stwarzają w swej istocie bardzo zróżnicowaną problematykę. Bowiem już w fazie projektowania uwzględniać należy rozwiązania, które zachowywać będą przepisy technologiczne oraz wytyczne zawarte w decyzji nadzoru budowlanego.
Zalecane jest zatem, aby wszyscy uczestnicy biorący udział w realizacji danego projektu podejmowali wspólne ustalenia z odpowiednim wyprzedzeniem.

9.1 Przeszklenia znajdujące się nad głową w ramach wytycznych TRLV (Techniczne wytyczne dotyczące reguł stosowania przeszkleń osadzonych liniowo) / TRPV (Techniczne wytyczne dotyczące reguł stosowania przeszkleń mocowanych punktowo) oraz dopuszczenia do jednostkowego stosowania w budownictwie

Zgodnie z dzisiejszym stanem wiedzy informacje zamieszczone poniżej są krótkim przeglądem wiadomości na temat przeszkleń znajdujących się nad głową. Aby jednak zapewnione były warunki do wykonania takiego szklenia zgodnie z przedstawionymi poniżej uregulowaniami i wytycznymi, absolutnie konieczne jest zaznajomienie się z całym zbiorem aktualnych przepisów.

9.2 Definicja

Zgodnie z technicznymi wytycznymi dotyczącymi reguł stosowania przeszkleń osadzonych liniowo (TRLV) przeszklenia, które w stosunku do położenia pionowego nachylone są więcej jak 10°, należy zaliczyć do typu szklenia nad głową.
Należy tu jednak uwzględnić, że techniczne wytyczne nie obowiązują dla klejonych elementów fasadowych, giętych przeszkleń nad głową oraz przeszkleń, wykonywanych jako elementy wystające.



9.2.1 Wykonanie zgodne z TRLV

Zgodne z TRLV lub w ramach dopuszczenia do jednostkowego stosowania możliwe jest wykonywanie przeszkleń tylko z takich rodzajów szkła jak szkło zbrojone lub szkło laminowane (VSG) składające się z dwóch szyb float w przeszkleniach pojedynczych względnie jako dolna szyba w szybie zespolonej. Niedopuszczalne jest wykonywanie w szybach żadnych otworów lub wycięć. Oznacza to, że jedyną możliwością osadzania szyby zgodnej z TRLV jest montowanie jej po krawędziach.
Montaż ten musi być wykonywany przynajmniej po dwóch naprzeciwko siebie leżących krawędziach np. od góry i od dołu, na całej ich długości.

Oba rodzaje szkła można użyć w następującej odległości występowania elementów podpierających:

Szkło zbrojone
W odległości 0,70 m między elementami podpierającymi w kierunku głównej osi konstrukcji nośnej. Szkło musi zachodzić na konstrukcję przynajmniej 15 mm. Zwracamy jednak uwagę na to, że szkło zbrojone ze względu na niewielką odporność na obciążenia mechaniczne i termiczne stwarza zwiększone ryzyko wystąpienia uszkodzenia szkła.

Szkło laminowane (VSG) ze szkła float
Osadzenie po dwóch krawędziach jest możliwe do rozpiętości 1,20 m i stosunku boków ≤ 3:1. Przy osadzaniu po czterech krawędziach wytyczne TRLV nie przewidują żadnych ograniczeń.

Maksymalne wymiary narzucone zostają tutaj w zależności od występujących obciążeń i ograniczeń możliwości produkcyjnych. Oprócz przedstawionego wyżej sposobu realizacji są jeszcze dwa następujące wyjątki, które z powodu niewielkiego zagrożenia, jakie stwarzają, nie muszą być wykonane zgodnie z TRLV:

- Okna dachowe w mieszkaniach i pomieszczeniach o podobnym sposobie użytkowania (np. pokoje hotelowe, pomieszczenia biurowe), w których otwory budowlane w świetle (wymiar wewnętrzny ramy) mają powierzchnię nie większą niż 1,6 m^2.
- W pozostałych rodzajach przeszkleń osadzonych liniowo w mieszkaniach (np. w ogrodach zimowych, zadaszenia balkonów), gdzie rozpiętość szyb nie przekracza 0,80 m i gdy są one zabudowywane na wysokości nie większej niż 3,50 m. Użyć można następujących rodzajów szkła:
  a) szkło float
  b) szkło lane (szkło zbrojone lub szkło wzorzyste)
  c) szkło hartowane składające się z a) lub b)
  d) bezpieczne szkło laminowane (VSG) składające się z a) do c)
  e) szkło laminowane lub łączone żywicą (VG), które nie pełni funkcji szkła bezpiecznego składające się z a) do c)

Do tego typu zastosowań zalecamy jednak zasadniczo stosowanie przeszkleń, które posiadają własność trzymania odłamków szkła w przypadku zbicia.

9.2.2 Techniczne wytyczne dotyczące wymiarowania i stosowania przeszkleń mocowanych punktowo (TRPV) – wyciąg z przepisów

1 Obszar zastosowania

1.1 Techniczne wytyczne dotyczące wymiarowania i stosowania przeszkleń pionowych oraz przeszkleń znajdujących się nad głową mocowanych punktowo odnoszą się wyłącznie do aspektów stateczności konstrukcji i przydatności w codziennym użytkowaniu. Za oszklenie pionowe w rozumieniu niniejszej regulacji uznaje się wszystkie szklenia z odchyleniem od pionu nie większym niż 10o. Jako oszklenia znajdujące się nad głową (dachy) uznaje się w myśl niniejszych zasad wszystkie oszklenia z odchyleniem od pionu przekraczającym 10°.

1.2 Wytyczne niniejsze dotyczą wyłącznie konstrukcji szklanych, w których wszystkie formatki szklane są mocowane za pomocą mechanicznych łączników.

1.3 Dla przeszkleń, które mają dodatkowo chronić przed wypadnięciem (np. barierki), dla przeszkleń służących jako podesty, schody i podłogi oraz jako przeszklenia przechodnie (tj. uwzględniające poruszanie się po nich np. w celu umycia), należy uwzględnić dodatkowe wytyczne.

1.4 Szyby w konstrukcjach mocowanych punktowo mogą być mocowane wyłącznie jako wypełnienie. Konstrukcja utrzymująca szklenie musi być sama wystarczająco usztywniona.

1.5 Krawędź górna przeszklenia może się znajdować maksymalnie 20 m nad terenem.
Maksymalne wymiary dla tego typu przeszkleń wynoszą 2.500 x 3.000 mm.

2 Produkty budowlane

2.1 Jako wyroby szklane można stosować:
a) szkło laminowane (VSG) zgodnie z Listą Zasad Budowlanych A (BRL A) część 1 Nr 11.8 ze szkła ESG wg BRL A część 1 Nr 11.4.1. lub ze szkła ESG-H wg BRL A część 1 Nr 11.4.2.
b) VSG ze szkła częściowo hartowanego (TVG) zgodnie z ogólnym dopuszczeniem do stosowania w budownictwie.

2.2 Wszystkie stosowane materiały muszą spełniać wymogi dotyczące konserwacji i pielęgnowania. Muszą być długofalowo odporne na działanie promieni UV, wody, środków czyszczących oraz zmian temperatury w zakresie od -25 °C do +100 °C. Przekładki elastyczne, jak również stosowane tulejki nie mogą wchodzić w żadne reakcje chemiczne ze stosowanymi materiałami.

2.3 Uchwyty punktowe muszą być wykonane ze stali nierdzewnej zgodnie z ogólnymi dopuszczeniami stosowanymi w budownictwie, niemniej jednak niż w II klasie odporności na korozję.

3 Wymagania ogólne

3.1 Konstrukcje szklane musza być tak zaprojektowane, aby z uwzględnieniem tolerancji wynikających z praktyki budowlanej szyby były montowane w sposób nie wywołujący naprężeń. Dodatkowo w czasie normalnych warunków eksploatacji (przy wpływie obciążeń, temperatury, podatności konstrukcji nośnej) nie może dojść do kontaktu szyby z innymi szybami oraz innymi twardymi elementami konstrukcji.

3.2 Ugięcia przeszkleń należy ograniczać z uwzględnieniem warunków zawartych w rozdziale 4 na miarodajnej 1/100 rozpiętości punktów podparcia.

4 Kryteria projektowe, wskazówki dotyczące stabilności mechanicznej oraz przydatności konstrukcji do stosowania

4.1 Stabilność mechaniczną oraz przydatność do stosowania w budownictwie przedstawianych tutaj konstrukcji ze szkła należy potwierdzić za pomocą odpowiednich obliczeń.

4.2 Przy rachunkowym określeniu miarodajnych wielkości obciążeń oszklenia i mocowań szkła należy wziąć pod uwagę wszystkie istotne wpływy.

4.3 Podczas projektowania nie należy uwzględniać, normalnie traktowanych jako korzystnych, sił stycznych działających wzdłuż połączeń warstwowych w szybach VSG względnie łączeń części brzegowej w szybie zespolonej. Cały układ należy rozpatrywać jako niezależne elementy.

4.4 Maksymalne dopuszczone naprężenia zginające dla zastosowanych rodzajów szkła określają przepisy zawarte w TRLV oraz w przypadku stosowania szkła VSG z TVG odpowiednie przepisy budowlane.

5 Dodatkowe wymagania dla przeszkleń pionowych

5.1 Uchwyty zaciskowe trzymające brzeg przeszklenia muszą zachodzić minimum na 25 mm. Powierzchnia każdego zacisku nachodzącego na szkło musi wynosić z obu stron minimum 1.000 mm^2.

5.2 Zastosowanie kombinacji przeszkleń mocowanych liniowo zgodnie z TRLV oraz mocowanych punktowo jest dopuszczalne.

6 Dodatkowe wymagania dla przeszkleń dachowych

6.1 Dla zwykłych przeszkleń należy stosować szybę VSG złożoną z TVG o tych samych grubościach (minimum 2 x 6 mm) oraz foli PVB o grubości nominalnej minimum 1,52 mm.

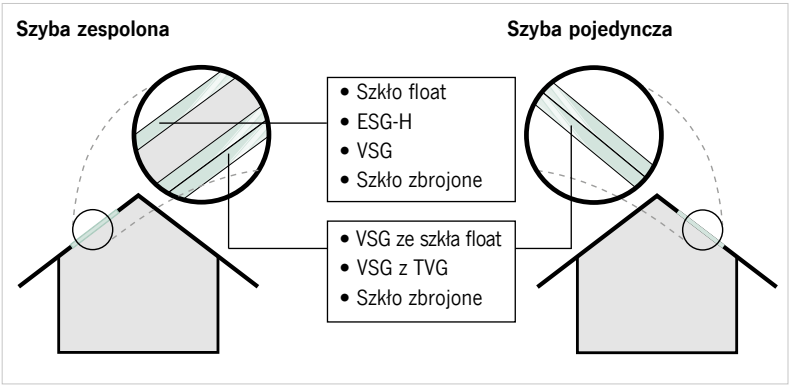
Dokładny tekst z wytycznymi dotyczącymi tego tematu otrzymają Państwo w firmach Grupy SANCO.

9.2.3 Zastosowania, które nie są zgodne z technicznymi wytycznymi TRLV / TRPV

Przy wykonywaniu szklenia nad głową, które nie odpowiada wytycznym TRLV / TRPV, wymagane jest w normalnym przypadku uzyskanie dopuszczenia do jednostkowego stosowania w budownictwie. Jedynymi wyjątkami są tutaj systemy zadaszeń (podcieni), które posiadają ogólne dopuszczenie do stosowania w budownictwie.
Generalnie można powiedzieć, że szklenia nad głową, które nie są zgodne z TRLV / TRPV (np. przeszklenia trzymane punktowo lub szyby z otworami lub wycięciami) należy wykonywać ze szkła laminowanego (VSG) zbudowanego ze szkła częściowo hartowanego (TVG) (VSG z TVG – dla szkła TVG wymagane jest uzyskanie decyzji o dopuszczeniu do stosowania), ponieważ szkło takie w przypadku zbicia posiada bardzo dobre parametry z punktu widzenia tzw. „resztkowej wytrzymałości nośnej". Charakteryzuje się ono również zwiększoną wytrzymałością w obrębie nawiercanych otworów.

9.

Przeszklenia znajdujące się nad głową mogą być wykonywane z następujących rodzajów szkła



Wskazówka: wyczerpujące informacje znajdziecie Państwo w publikacji: „Techniczne wytyczne dotyczące reguł stosowania przeszkleń osadzonych liniowo" (TRLV) w ujęciu z roku 2006.

9.3 Wskazówki dotyczące projektowania

W największym stopniu na detale związane z projektem wpływają takie elementy jak: wygląd budynku i jego kształt, położenie geograficzne oraz sposób użytkowania. Wielkościami, które odgrywają zasadniczą rolę są:

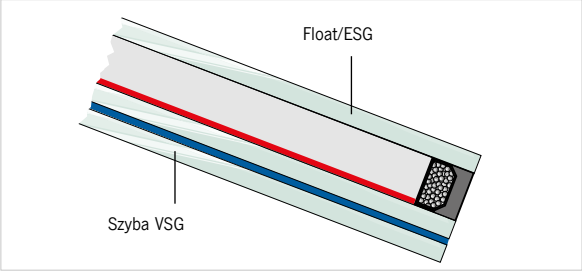
- Położenie obiektu w metrach n.p.m.
- Wysokość budynku
- Rodzaj szkła
- Wymiary szyb
- Konstrukcja nośna
- Obciążenie wiatrem
- Obciążenie śniegiem
- Kąt nachylenia przeszklenia
- Ciężar własny przeszklenia
- Wymagania energetyczne budynku
- Bezpieczeństwo
- Warunki graniczne dla montażu (drogi dojazdowe, rusztowanie, możliwości wykorzystania dźwigu, itp.)

9.4 Wysokość zabudowy

W zależności od umiejscowienia i ekspozycji budynku, spodziewać się można większych obciążeń związanych z opadami śniegu i z wiatrem. W każdym przypadku wielkości te należy ustalać indywidualnie dla każdego przypadku. Ewentualnie należy liczyć się z potrzebą wyrównania ciśnienia w przestrzeni międzyszybowej szyby zespolonej z ciśnieniem powietrza występującym na miejscu montażu.

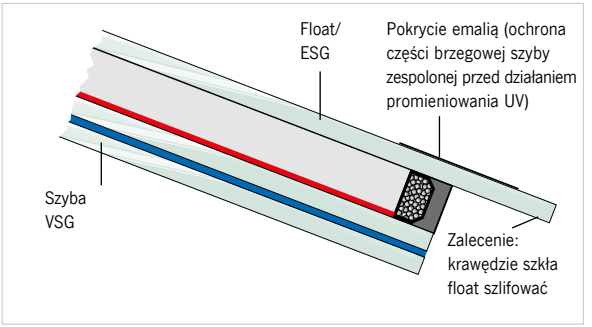
9.5 Szyba zespolona

W obrębie dachu szyba zespolona zbudowana będzie w następujący sposób: szyba zewnętrzna, na którą oddziaływają warunki atmosferyczne, wykonana jest ze szkła float lub ESG. Szyba wewnętrzna musi być wykonana ze szkła laminowanego VSG.



Budowa taka jest obecnie najlepszym rozwiązaniem zgodnym z dzisiejszą wiedzą techniczną. Przestrzeń międzyszybowa waha się w zależności od formatu szyby, nie powinna jednak być większa niż 16 mm i mniejsza niż 12 mm.

9.5.1 Szyba zespolona ze stopniem



Aby zbudować szybę zespoloną z krawędzią pełniącą rolę okapu, należy dolną szybę cofnąć do wnętrza zespolenia. Uszczelnienie w części brzegowej w obszarze krawędzi pełniącej rolę okapu, należy wtedy chronić przed działaniem promieniowania UV. Na przykład przez nałożenie emalii metodą sitodruku. Alternatywą jest wykonanie uszczelnienia silikonem odpornym na działanie UV. Emaliowanie nie jest w tym przypadku konieczne.

9.6 Wymiary szyb

Zalecenie:

- Odległość krokwi 80 – 110 cm
- Długość szkła – maksymalnie 300 cm
- Stosunek szerokości do długości maksymalnie 1:3

Ciężar szkła

Przy wymiarowaniu przeszklenia należy uwzględnić ciężar szkła. Ciężkie elementy wpływają na kształt konstrukcji nośnej i mogą stwarzać utrudnienia w czasie montażu lub wymiany.

9.7 Konstrukcja nośna / Wykonanie wpustu pod szybę zespoloną

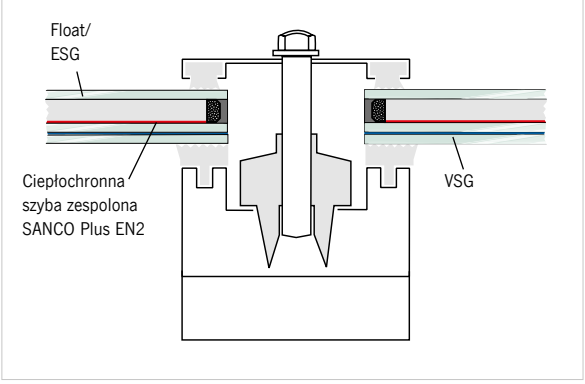
Materiałami konstrukcyjnymi, z których wykonuje się profile, są przeważnie metal, tworzywo sztuczne, drewno oraz kombinacje tych materiałów. W konstrukcjach drewnianych należy zwrócić szczególną uwagę, żeby stosować tylko laminaty klejone warstwowo. Aby uniknąć mostków termicznych należy zachować możliwie minimalną różnicę pomiędzy wartością przenikalności cieplnej profilu i szkła.

Możliwość odkształcenia się ramy została określona w „Technicznych wytycznych dotyczących reguł stosowania przeszkleń osadzonych liniowo (TRLV)" W przeszkleniach dachowych należy szczególnie dużo uwagi poświęcić sposobom odprowadzania wody. Konstrukcja profilu musi być tak wykonana, aby zapewnić właściwe odprowadzanie na zewnątrz wnikającej wilgoci i tworzącej się pary wodnej.

9.7.1 Podstawa krokwi

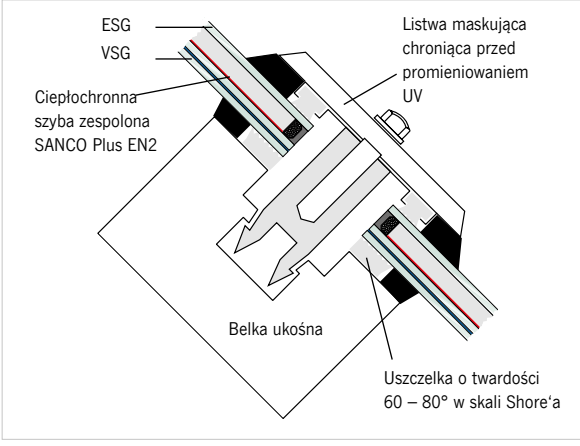
W obrębie podstawy krokwi należy ochronić uszczelnienie części brzegowej szyby zespolonej za pomocą profilu maskującego. Konstrukcję w obrębie wpustu pod szybę zespoloną należy odpowietrzyć i zapewnić właściwy sposób odprowadzania wody.

Aby uniknąć możliwości pęknięcia szkła na skutek wysokich temperatur, zagłębienie szyby zespolonej we wpuście nie może przekraczać 20 mm. Uszczelka pod szybą musi mieć twardość w granicach 60 – 80° według skali Shore-a.



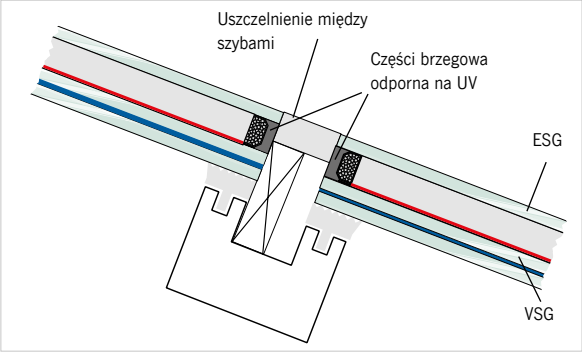
9.7.2 Konstrukcja ukośna z listwą maskującą

W obrębie konstrukcji ukośnych listwy maskujące powinny mieć na tyle małe wymiary, aby można było zapobiec możliwości gromadzenia się wody na skutek opadów atmosferycznych.



9.7.3 Konstrukcja ukośna bez listwy maskującej

Konstrukcje ukośne bez listwy maskującej stosowane są przede wszystkim tam, gdzie chcemy uniknąć możliwości gromadzenia się wody na skutek opadów atmosferycznych. Aby ochronić uszczelnienie w części brzegowej szyby zespolonej od strony zewnętrznej należy uwzględnić potrzebę naniesienia na tym obszarze warstwy emalii w procesie hartowania szkła. Zalecenie: stykające się szyby należy podeprzeć na całej długości przy pomocy płatwi, aby uniknąć możliwości ugięcia się szkła. Alternatywę stanowi wykonanie uszczelnienia przy pomocy silikonu odpornego na promieniowanie UV.

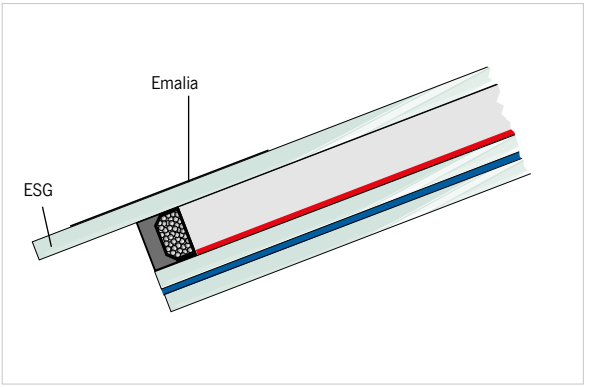


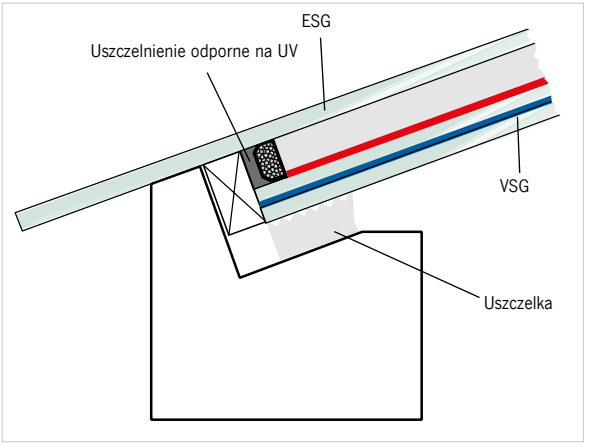
Uwaga: należy zawsze sprawdzić, czy zastosowane materiały uszczelniające są wzajemnie kompatybilne. Za dopuszczenie sprawdzonych materiałów do użycia odpowiada zawsze firma, która wykonuje dalsze prace montażowe. Za dopuszczenie stosowanych materiałów klejących oraz uszczelniających powinny odpowiadać osoby specjalizujące się w tym zakresie. Należy również sprawdzić kompatybilność stosowanych folii VSG w stosunku do innych materiałów.

9.7.4 Szyba zespolona z zakończeniem okapowym

Szyby zespolone z zakończeniem okapowym stosowane są wszędzie tam, gdzie należy zapewnić swobodny spadek wody opadowej bez wykorzystywania szczególnie kosztownych rozwiązań konstrukcyjnych. Uszczelnienie szyby zespolonej, które wystawione jest na działanie promieniowania słonecznego, należy trwale ochronić przez naniesienie warstwy ceramicznej odpornej na promieniowanie UV lub wyprodukować taką szybę przy wykorzystaniu silikonu odpornego na UV.

Wewnętrzna szyba w szybie zespolonej nie powinna być zagłębiona we wpuście bardziej niż na 20 mm, aby uniknąć zniszczenia szyby na skutek powstania zbyt dużej różnicy temperatur. Szyba zespolona musi być też fachowo osadzona przy pomocy klocków dystansowych we wpuście, który musi mieć właściwie wykonane odpowietrzenie.





9.8 Obciążenie wiatrem / obciążenie śniegiem

W zależności od położenia geograficznego i warunków panujących na terenie budowy spotykamy się z różnie rozkładającymi się obciążeniami wiatrem i śniegiem.

Podstawą do obliczeń jest norma PN 80/B-02010 dla obciążeń śniegiem i PN 77/B-02011 dla obciążeń wiatrem.

9.9 Kąt nachylenia

Z punktu widzenia statyki, tzn. uwzględniając grubości szkła, przeszklenia ukośne od kąta ok. 80° mogą być traktowane jak przeszklenia pionowe. Przy bardzo małych kątach nachylenia należy zwracać uwagę na to, aby zapewnić właściwe odprowadzanie wody.

Szczególnie, gdy wykorzystywane są listwy maskujące, które zbytnio odstają od powierzchni szyby, należy liczyć się z niebezpieczeństwem gromadzenia się stojącej wody na przeszkleniu.

9.10 Przeszklenia dachowe i ochrona przeciwsłoneczna

Promieniowanie słoneczne, które w normalnych warunkach jest jak najbardziej pożądane, może doprowadzać, w zależności od położenia słońca i czasu jego oddziaływania, do przegrzewania się pomieszczeń i tworzenia bardzo nieprzyjemnej atmosfery.

Aspekt ten należy uwzględnić już w czasie projektowania. Wybór sposobu zacienienia uzależniony jest w takim przypadku od wielu czynników: np. sposobu użytkowania budynku, jego położenia, rodzaju przeszkleń ukośnych, itp.

9.11 Określenie grubości szkła

Określenie grubości szkła w przeszkleniach ukośnych uzależnione jest od wielu elementów. Jeśli przeszklenie ma być wykonane jako szyba zewnętrzna, to do obliczeń grubości szkła potrzebne są następujące dane:

- Slokalizacja obiektu
- Wysokość budynku
- Rodzaj szkła (np. szyba zespolona, szyba pojedyncza)
- Wymiary szyby
- Sposób zamocowania (dwustronnie, czy po całym obwodzie)
- Kąt nachylenia przeszklenia

9.12 Metody obliczeń szkła narażonego na obciążenia powierzchniowe (wpływ wiatru, śniegu, ciężaru własnego oraz zmian ciśnienia)

Aby umożliwić właściwe wymiarowanie szkła Niemiecki Instytut Techniki Budowlanej (DiBt) opublikował po raz pierwszy w grudniu 1998 roku przepisy techniczne dotyczące zarówno przeszkleń pionowych jak i wykonywania przeszkleń znajdujących się nad głową. Przepisy te należy przyjąć jako stan techniki aktualnie obowiązujący w Niemczech. W krótkim okresie czasu zostały one wprowadzane do przepisów budowlanych w poszczególnych krajach związkowych i zastąpiły dotychczas obowiązujące wytyczne stosowane dla przeszkleń montowanych nad głową.

Wymienione powyżej przepisy zaleca się stosować na terenie Niemiec do wykonywania obliczeń wymiarowych szkła.

Istotną nowością w obliczeniach doboru grubości szyb w zespoleniu jest to, że oprócz zwyczajowo przyjmowanych wartości obciążeń zgodnych z normami DIN 1055-4 i DIN 1055-5, dodatkowo uwzględnia się wpływ przemiany izochorycznej, zmian temperatury powietrza, zmiany ciśnienia atmosferycznego oraz zmian ciśnienia, występujących na skutek różnicy wysokości pomiędzy miejscem produkcji a docelowym montażem przeszklenia.

Prosimy o zwrócenie uwagi na zalecenia dotyczące dobierania szyb bezpiecznych SANCO Safe Rozdział 7.11

senator

10. Szklenie strukturalne – Structural Glazing

W dzisiejszej architekturze szkło wykorzystywane jest w coraz szerszym zakresie a fasady szklane wypełniające całe powierzchnie budynków zaczynają odgrywać coraz większą rolę. Szklenie strukturalne odróżnia się od tradycyjnie wykonywanych fasad szklanych przede wszystkim swoim wyglądem i konstrukcją. Poszczególne elementy ze szkła oddzielone są od siebie tylko delikatną fugą cieniującą lub widoczną fugą silikonową. Cała fasada wydaje się być gładką powierzchnią bez żadnych zniekształceń. Szyby zespolone oraz szkło na pasy stropowe nie są przytrzymywane przez żadne listwy lub profile maskujące. Funkcje te przejmuje specjalny rodzaj silikonu o bardzo dużej przyczepności, dużej elastyczności i wytrzymałości materiałowej.

Za pomocą specjalnej masy silikonowej poszczególne elementy ze szkła sklejane są z ramą pomocniczą, która następnie w sposób mechaniczny łączona jest z konstrukcją. Klejenie wykonywane jest w zakładzie produkującym szyby zespolone po wykonaniu niezbędnych badań i przy zachowaniu stałej kontroli jakości. Unika się przez to zagrożeń, których często nie da się pominąć w wyniku prowadzenia prac na terenie budowy.
Systemy szklenia strukturalnego stosowane na terenie Niemiec wymagają otrzymania jednostkowego dopuszczenia do stosowania w budownictwie lub też muszą posiadać ogólne dopuszczenie do stosowania w budownictwie wydane przez nadzór budowlany.

10.1 Podparcie mechaniczne

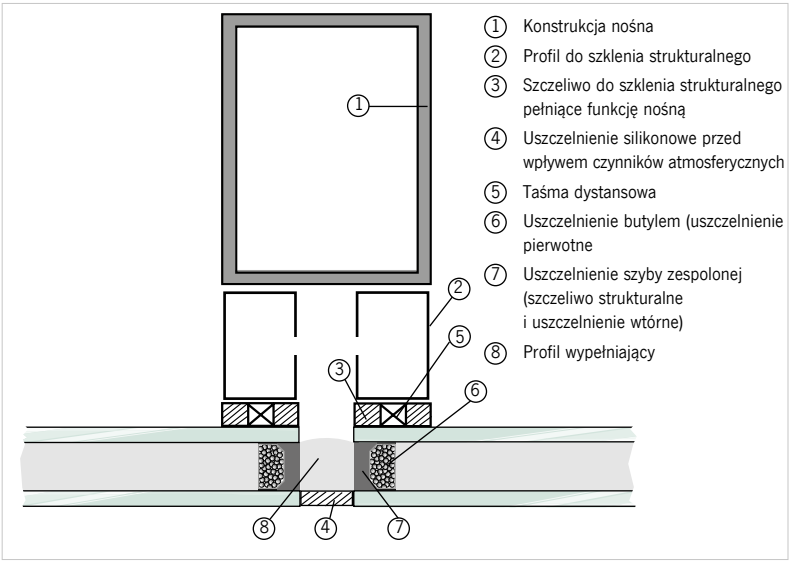
Ciężar własny przeszklenia nie może być przenoszony na ramę przez warstwę lepiszcza. Należy zatem zastosować odpowiednie rozwiązania konstrukcyjne, aby zapewnić mechaniczne podparcie każdej z szyb.

Podparcie takie wykonywane jest z reguły na podstawie wytycznych zawartych w systemie szklenia strukturalnego danego producenta i jest uregulowane w dopuszczeniu wydanym przez nadzór budowlany.

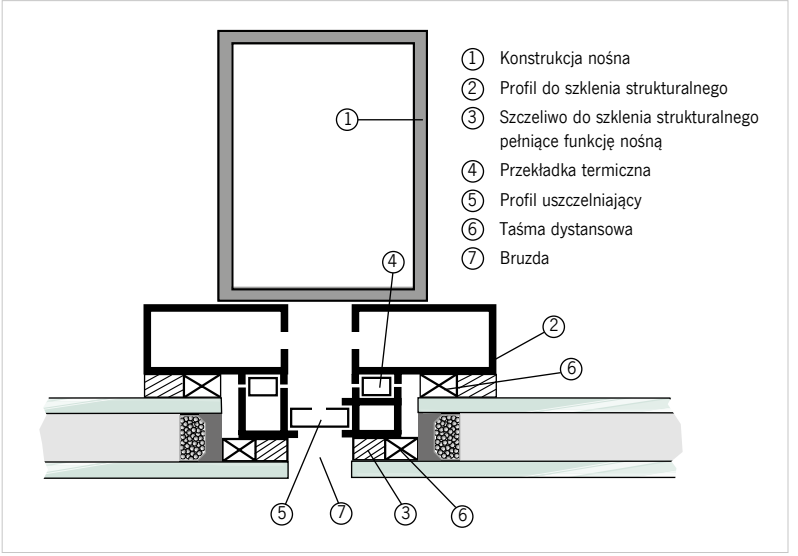
10.2 Odciążenie pustych przestrzeni

Wszystkie puste przestrzenie po tzw. zimnej stronie, które tworzą się w wyniku uwarunkowań konstrukcyjnych, muszą zostać trwale odpowietrzone i odwodnione.

Przykład szklenia strukturalnego z fugą uszczelniającą



Przykład szklenia strukturalnego z bruzdą oraz szybą zespoloną ze stepem



10.3 Jakość powierzchni profilu

Jako powierzchnie nadające się do klejenia w szkleniu strukturalnym są tylko te powierzchnie aluminiowe, które zostały określone i dopuszczone przez producenta systemu szklenia strukturalnego.

Inne powierzchnie muszą uzyskać zezwolenie oraz wymagają decyzji dopuszczającej do stosowania.

10.4 Procedury przeprowadzania badań

Bezpieczeństwo jest bezwzględnie najważniejszą cechą, którą muszą się charakteryzować fasady strukturalne. Dlatego przed podjęciem produkcji przeprowadzane są liczne badania odnoszące się wyłącznie do danego obiektu. Potrzebne do tego celu próbki materiałowe muszą być udostępnione przez wykonawcę fasady.

Badanie przyczepności
Wykorzystywana procedura badawcza powinna odpowiedzieć na pytanie, czy zapewniona jest wystarczająca przyczepność (adhezja) pomiędzy szczeliwem silikonowym a przyklejanymi materiałami, którymi są szkło i profil ramy.

Badanie wzajemnej tolerancji materiałów
Wszystkie wykorzystywane materiały, które stykają się ze szczeliwem silikonowym (taśmy, przekładki dystansowe, itp.) do szklenia strukturalnego muszą zostać zbadane pod względem wzajemnej tolerancji fizykochemicznej czyli braku niekorzystnych reakcji.

10.5 Wymienność elementów

Konstrukcję należy wykonać w taki sposób, aby możliwa była wielokrotna wymiana elementów bez potrzeby stosowania szczególnych środków pomocniczych.

10.6 Wypełnienie gazem

Aby wykonać wtórne uszczelnienie w szybie zespolonej, można użyć wyłącznie specjalnego silikonu. Ze względów technologicznych szyby zespolone w szkleniu strukturalnym nie powinny być napełniane gazami.

10.7 Płaskość powierzchni szyby zewnętrznej

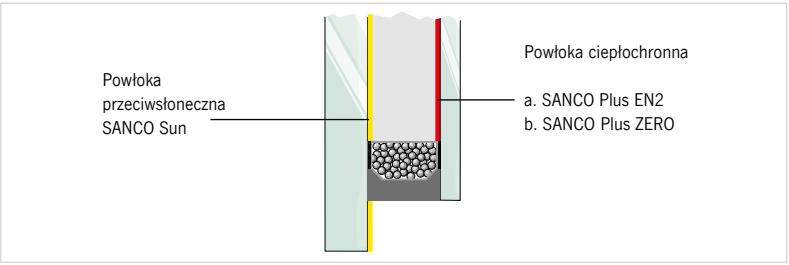
Szyby odkształcają się ze względu na zmieniającą się objętość powietrza w przestrzeni międzyszybowej na skutek działania wpływów termicznych i barometrycznych.
Ekstremalnie niekorzystne warunki atmosferyczne mogą prowadzić do zniekształceń optycznych, których w szczególności w szkleniu strukturalnym należałoby uniknąć. Zatem aby uzyskać możliwie dobrą płaskość powierzchni fasady zaleca się taki dobór szyby zewnętrznej, tak aby była ona trochę grubsza w stosunku do szyby wewnętrznej. Jednak różnica grubości nie powinna przekraczać 2 mm. Warto w tym miejscu zwrócić uwagę, że najkorzystniejsza byłaby kombinacja szyb 8 mm na zewnątrz i 6 mm wewnątrz (Uwaga! Należy spełnić również wymagania systemowe dotyczące szklenia strukturalnego).

10.8 Przestrzeń międzyszybowa w szybie zespolonej

Ciśnienie w przestrzeni międzyszybowej zmienia się w sposób ciągły na skutek zmian temperatury i warunków atmosferycznych. Aby uniknąć zbyt dużego obciążenia części brzegowej szyby, przestrzeń międzyszybowa powinna być na tyle mała, na ile jest to tylko możliwie. Systemy szklenia strukturalnego z reguły zawierają informację dotyczącą właściwej budowy szyby zespolonej.

10.9 Ochrona przed utratą ciepła

Aby móc spełnić wymagania dotyczące możliwie najlepszej ochrony przed utratą ciepła i zapewnienia komfortu w pomieszczeniu niezbędne jest użycie szyby zespolonej w obrębie okien, które będą miały współczynnik przenikania ciepła na poziomie niższym niż 2,0 W/m^{2}K. Wartość tę można uzyskać tylko przez zastosowanie ciepłochronnego szkła powlekanego. W obrębie pasów stropowych należy przewidzieć zastosowanie dodatkowej bariery chroniącej przed utratą ciepła.



10.10 Ochrona przeciwsłoneczna

Fasady strukturalne z reguły nie są wyposażane w mechaniczną ochronę przeciwsłoneczną umieszczaną na zewnątrz budynku, aby nie zniekształcać efektu optycznego.

Wystarczająca ochrona przed działaniem promieniowania słonecznego latem powinna być zatem zapewniona za pomocą przeszklenia lub innych środków pomocniczych.

10.11 Ochrona przed hałasem

W przeszkleniach strukturalnych nie można zagwarantować żadnych parametrów tłumienia, ponieważ nie zostały stworzone odpowiednie procedury badawcze.

W celach porównawczych posłużyć się można jedynie standardową szybą zespoloną o analogicznej budowie.

10.12 Pasy podokienne w szkleniu strukturalnym

Wraz z proponowanymi szybami zespolonym produkowane są również dopasowane kolorystycznie szyby na pasy podokienne,

szyby nieprzezierne tzw. spandrele, które wykonywane są także jako szklane panele izolacyjne.

10.13 Silikon w szkleniu strukturalnym

Ściśle określone zasady stosowania silikonu muszą zapewnić masie klejącej możliwość przeniesienia sił ściskających i rozciągających działających na skutek obciążenia wiatrem. Przy tego rodzaju obciążeniu silikon może się odkształcić tylko w bardzo niewielkim stopniu. W przeciwnym razie uszkodzeniu może ulec cały system uszczelnienia szyby zespolonej. Pomiary kontrolne warstwy silikonowej przeprowadzane są przez producenta szyb zespolonych we współpracy z dostawcą silikonu lub podawane są przez dostawcę systemu. Wyniki pomiarów uzależnione są od wymiarów elementu szklanego oraz spodziewanego obciążenia wiatrem. Zmieniają się w zależności od wysokości i położenia budynku.

10.14 Specyfika fasad strukturalnych

Wysokie wymagania stawiane producentom szyb zespolonych

W odróżnieniu od konwencjonalnego przeszklenia, które przytrzymywane jest mechanicznie za pomocą profilu lub listwy przyszybowej, przeniesienie siły wiatru w szkleniu strukturalnym dokonuje się w znacznym stopniu poprzez masę silikonową. Taki stan rzeczy wymaga użycia specjalnych, bardzo elastycznych silikonów, największej staranności i spełnienia najwyższych wymagań jakościowych przy produkcji szyb zespolonych, przy szczególnym uwzględnieniu momentu klejenia szkła do ramy pomocniczej. Aby można było sprostać wymaganiom dotyczącym bezpieczeństwa, przed rozpoczęciem prac wykonuje się większą partię próbną, która pozwala na kontrolę przyczepności silikonu do szkła i ramy oraz sprawdzenie wzajemnej tolerancji materiałów między sobą. Dopiero po uzyskaniu pozytywnych rezultatów partii próbnej można rozpocząć produkcję. Wszelkie prace wykonywane są w zakładzie producenta szyb zespolonych, tak aby wykluczyć ryzyko powstania uchybień spowodowanych oddziaływaniem wpływów atmosferycznych. Po wystarczająco długim okresie utwardzania się materiałów uszczelniających gotowe elementy są nakładane z zewnątrz na konstrukcję nośną i łączone mechanicznie z fasadą.

Wspólne działania wszystkich firm wykonawczych

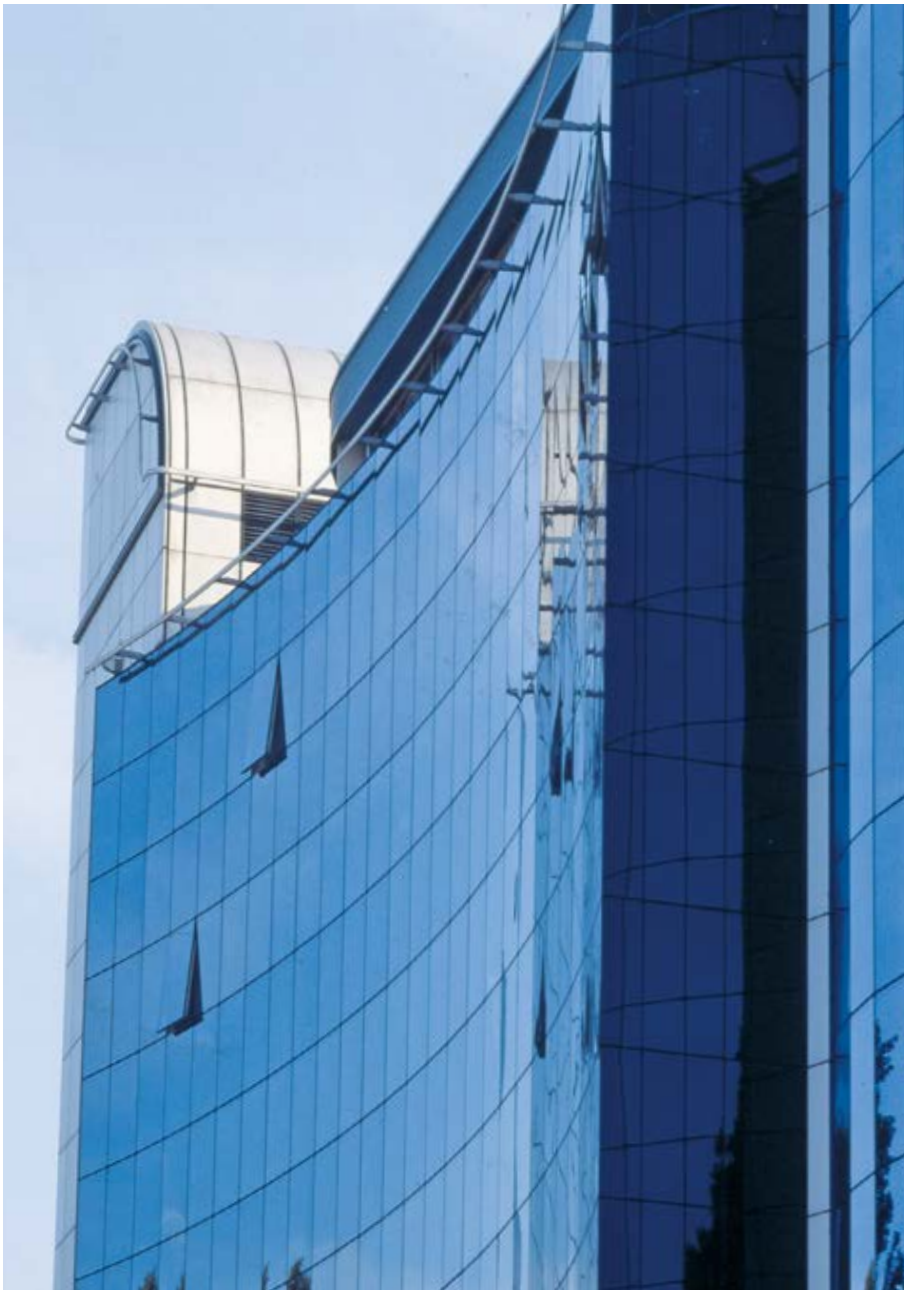
Aby uniknąć niepotrzebnego ryzyka oraz kosztów niezbędne jest podjęcie współpracy już w fazie planowania między architektami, projektantami, wykonawcą fasady oraz producentem szyb zespolonych.

Zakres dostaw producenta szyb zespolonych

Licencjobiorca SANCO produkuje szybę zespoloną i przykleja ją do ramy wykorzystywanej w szkleniu strukturalnym. Rama do szklenia strukturalnego produkowana jest przez wykonawcę fasady.

Dopuszczenia przeszkleń w szkleniu strukturalnym

Otrzymanie dopuszczenia do stosowania danego sytemu szklenia strukturalnego uzależnione jest od możliwości produkcyjnych oraz możliwości użycia odpowiednich szyb w tego typu szkleniu. Zakład produkcyjny musi posiadać certyfikat upoważniający do produkcji szyb w systemie szklenia strukturalnego. Dopuszczenie takie udzielane jest przez Niemiecki Instytut Techniki Budowlanej (DiBt) w Berlinie.



11. Szkło w zastosowaniach konstrukcyjnych

11.1 Systemy szklenia z mocowaniami punktowymi

Współczesna architektura proponuje coraz bardziej wymyślne koncepcje wyglądu fasad. Często szkło wykorzystywane jest w takich wypadkach jako element nośny. Systemy szklenia z mocowaniami punktowymi bez osadzania w ramach są tutaj przykładem bardzo eleganckiego i nowoczesnego rozwiązania architektonicznego. W przeciwieństwie do tradycyjnych konstrukcji słupowo-ryglowych lub szklenia strukturalnego nie wykorzystuje się w tym przypadku powierzchniowego łączenia z podstawą konstrukcji. Co z jednej strony jest zaletą przy projektowaniu, jednak z drugiej strony stawia wysokie wymagania w stosunku do wykonawców fasad i producentów szyb zespolonych.

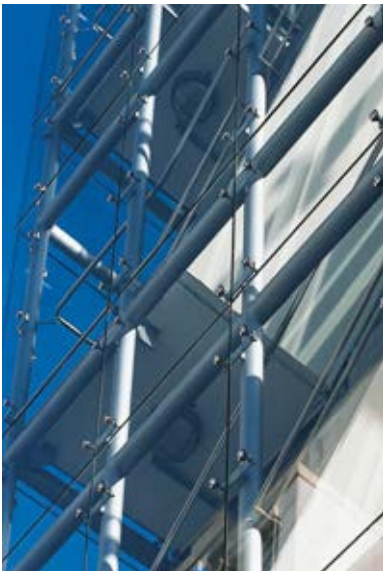
- Odprowadzanie obciążeń powstających w szybie zespolonej z mocowaniami punktowymi odbywa się w bezpośredni sposób poprzez konstrukcję.
- Niezbędne jest wykonywanie bardzo dokładnie wszelkich prac przez wszystkich uczestników biorących udział w projekcie.
- Należy uwzględnić tolerancje dla produktów i elementów budowlanych, rozszerzalność cieplną oraz odpowiednio zwymiarowane dylatacje termiczne.
- Poszczególne elementy takiej konstrukcji muszą spełniać wymagania statyczne.

11.2 Konstrukcje na fasady

11.2.1 SWISSWALL – system mocowań fasad szklanych

System SWISSWALL posiada wielorakie możliwości zastosowań. SWISSWALL nadaje się zarówno do pojedynczych przeszkleń jak szyby hartowane czy laminowane, jak również do zastosowań związanych z szybami zespolonymi. SWISSWALL można również łączyć z w kombinacji z przeszkleniami ciepłochronnymi oraz przeciwsłonecznymi.

- Przeszklenia fasadowe oraz szyby windowe
- Balustrady przy schodach oraz na balkonach
- Ścianki działowe pomieszczeń
- Ścianki chroniące przed światłem
- Zadaszenia szklane oraz przystanki autobusowe



Ogólne dopuszczenie do stosowania w budownictwie Z-70.2-112

Dzięki dopuszczeniu do stosowania w budownictwie system mocowania punktowego SWISSWALL prosto i szybko może być zastosowany w bezramowych fasadach szklanych. Można pominąć już zwykle drogą i czasochłonną procedurę uzyskiwania urzędowych pozwoleń. Dopuszczenie nie ogranicza się jedynie do określenia wielkości elementów ze szkła. Także można realizować projekty z bardzo dużymi przeszkleniami.

A oto argumenty, które przemawiają za SWISSWALL

- Dopuszczenie do stosowania w budownictwie
- Odpowiada wymaganiom nowoczesnej techniki budowy fasad
- Najwyższej jakości materiały odporne na korozję gwarantują długotrwałość i bezpieczeństwo
- Poszczególne elementy ze szkła można bezramowo montować za pomocą niewielkiej ilości mocowań punktowych
- Elastyczne podparcia mocowań punktowych wykonanych ze stali szlachetnej pozwalają na wyrównywanie wpływu czynników zewnętrznych jak nacisk wiatru, obciążenia i uderzenia udarowe oraz rozkładają równomiernie energię działających z zewnątrz sił
- Zaprojektowany własny system szczelności dba o długotrwałe uszczelnienie szyb zespolonych i dzięki temu trwałość produktów
- SWISSWALL został zbadany zgodnie z normą DIN 1286 część 1 ift Rosenheim Raport z badań Nr. 60119371

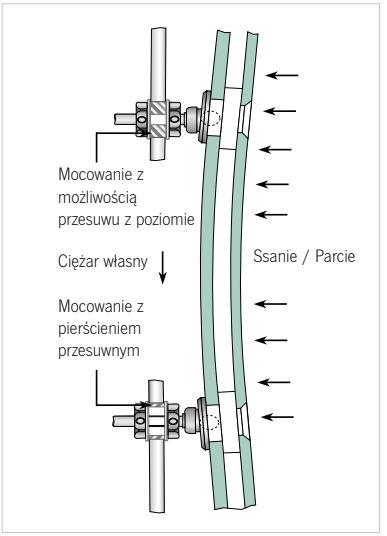
System mocowania punktowego SWISSWALL składa się z nagwintowanego sworznia z zakończeniem w kształcie kuli, która umieszczona jest w uchwycie talerzowym. Pewne i dokładne trzymanie szkła zapewnione jest przez nakładki mocowane od zewnątrz lub uchwyty mocujące zatopione w cylindryczno – stożkowym otworze. Mocowanie takie jest elastyczne i pozwala na ustawienie dowolnego kąta nachylenia szkła. Wszystkie działające siły odprowadzane są prawie bez naprężeń do elementów konstrukcji podtrzymującej. W zależności od wielkości szyb i występujących obciążeń działających na dany element, pojedyncze szyby mocowane są na przykład w czterech, sześciu lub więcej punktach – w zależności od wymagań statycznych.

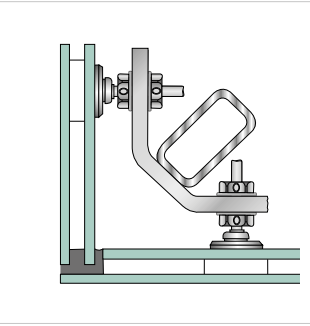
Aby spełnić różnorakie wymagania oraz zagwarantować łatwy i niezawodny montaż, system oferuje szeroką paletę mocowań do szkła. SWISSWALL dostarczany jest dwóch wersjach ze sztywnymi i ruchomymi mocowaniami punktowymi z nakładką zatapianą w szkle lub z nakładką zewnętrzną. Warto zapamiętać: mocowanie punktowe SWISSWALL można dopasować do specyfiki i wymagań danego projektu.

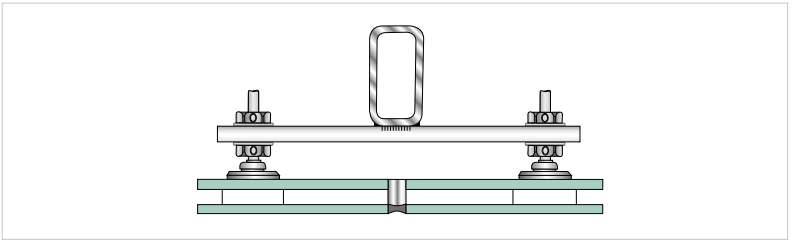
Numer świadectwa	P-2005-3018
Dotyczy	Mocowane punktowo szyby VSG
Przewidziany zakres zastosowań	Zabezpieczenie przed wypadnięciem zgodnie z technicznymi wytycznymi dotyczącymi stosowania przeszkleń zabezpieczających przed wypadnięciem: 2003-01 Lista Reguł Budowlanych A Część 3 Nr. 12 (rodzaje konstrukcji)
Kategoria zabezpieczenia przed wypadnięciem	C
Maksymalne wymiary	Szerokość 2.500 mm x wysokość 1.000 mm
Dotyczy systemów mocowań punktowych	SWISSWALL 70 GHKU, 50 GHKU, 50 GHKS

Zasada montażu

Konstrukcję podtrzymującą dla systemu SWISSWALL można wykonać praktycznie dowolnie. Mogą to być konstrukcje stalowe, podtrzymywane na linkach lub jako elementy narożnikowe. Konstrukcja podtrzymująca musi wyłącznie przyjmować i przenosić ciężar własny elementów ze szkła, obciążenie naporem wiatru i wynikające z tego siły. Aby neutralizować powstające naprężenia szkło musi mieć możliwość na przemieszczanie się we wszystkich kierunkach w stosunku do określonego punktu stałego. Ciężar szkła jest przejmowany przez dwa najwyższe mocowania punktowe i przenoszony dalej na konstrukcję podtrzymującą. Pozostałe punkty przejmują jedynie poziome obciążenie wiatrem. Mocowanie z przegubem kulowym zatopione w otworze wraz z opatentowanym systemem wyrównywania obciążeń umożliwia przy tym konieczną tolerancję oraz dylatację. Także po zamontowaniu szkła istnieje jeszcze możliwość regulacji mocowań.







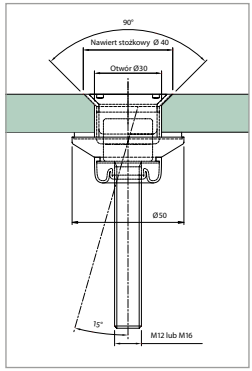
Asortyment mocowań punktowych SWISSWALL „przegubowe lub nieruchome”

Typ: SWISSWALL 50 GHKS

Mocowanie punktowe dla szyby pojedynczej przegubowe zatopione w otworze stożkowym Ø 50 mm z przegubem kulowym, długość 45 lub 65 mm.

Ograniczenie systemu:
Trzpień gwintowany
M12 lub M16

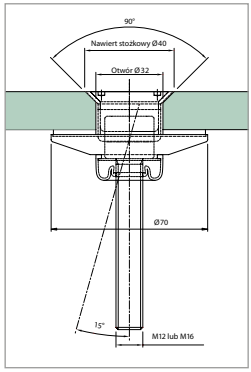
Obszar zastosowań:
Elementy fasad



Typ: SWISSWALL 70 GHKS

Mocowanie punktowe dla szyby pojedynczej przegubowe zatopione w otworze stożkowym Ø 70 mm z przegubem kulowym, długość 45 lub 65 mm.

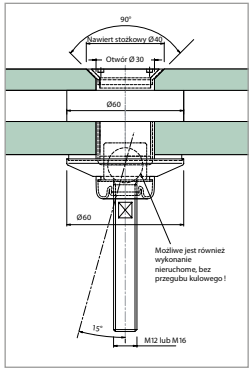
Obszar zastosowań:
Elementy fasad



Typ: SWISSWALL 60 GHKS I

Mocowanie punktowe dla szyby zespolonej przegubowe zatopione w otworze stożkowym Ø 40 mm z przegubem kulowym, długość 45 lub 65 mm.

Obszar zastosowań:
Elementy fasad
Przeszklenia dachowe



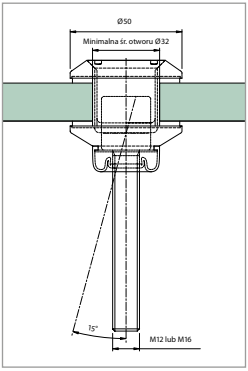
11.

Standardowe gwinty: M12 lub M16
Na zamówienie możliwe inne średnice względnie długości gwintów.

Typ: SWISSWALL 50 GHKU

Mocowanie punktowe dla szyby pojedynczej przegubowe z nakładką w kształcie soczewki Ø 50 mm z przegubem kulowym, długość 45 lub 65 mm.

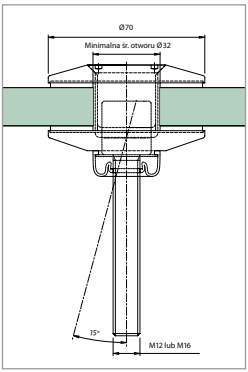
Obszar zastosowań:
Elementy fasad
Zadaszenia



Typ: SWISSWALL 70 GHKU

Mocowanie punktowe dla szyby pojedynczej przegubowe z nakładką w kształcie soczewki Ø 70 mm z przegubem kulowym, długość 45 lub 65 mm.

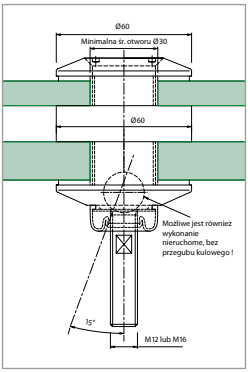
Obszar zastosowań:
Elementy fasad
Zadaszenia i
przeszklenia dachowe



Typ: SWISSWALL 60 GHKU I

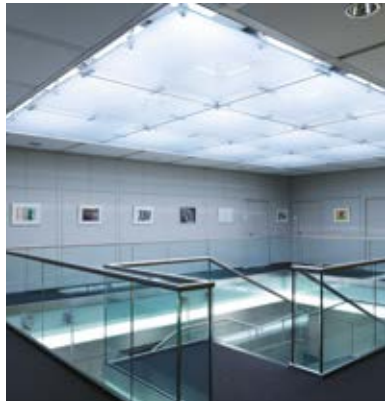
Mocowanie punktowe dla szyby zespolonej przegubowe z nakładką w kształcie soczewki Ø 60 mm z przegubem kulowym, długość 45 lub 65 mm.

Obszar zastosowań:
Elementy fasad
Przeszklenia dachowe



11.2.2 SWISSANCHOR – system mocowań punktowych szkła gładkich fasad zewnętrznych z ogólnym dopuszczeniem do stosowania w budownictwie

Innowacyjny system mocowania szkła rezygnuje z konieczności wywiercania otworów przelotowych w fasadzie dzięki czemu nadaje jej swoistą przejrzystość oraz szlachetny wygląd. System SWISSANCHOR jest tak pomyślany, aby zakotwiczyć niewielkie punkty mocujące poprzez wcięcie się bezpośrednio w szkło. Dzięki temu zewnętrzna część fasady pozostaje całkowicie gładka na całej powierzchni. Budynek zyskuje w ten sposób specyficzny wygląd, o wiele spokojniejszy i bardziej filigranowy niż z tradycyjnym systemem mocowania przeszkleń, w którym trzeba wywiercać otwory przelotowe.



SWISANCHOR może być wykorzystany jako szkło bezpieczne z powłoką względnie emaliowane. Nacięcie szkła pod montaż okuć można wykonywać już dla tafli o grubości od 10 mm. Możliwa jest również w tym systemie kombinacja ze szkłem odprężonym termicznie oraz w połączeniu ze szkłem laminowanym.

- Gładkie powierzchnie
- Brak wierconych otworów przelotowych w szkle
- Uzyskanie maksymalnej transparentności poprzez minimalizację punktów mocujących (w widoku średnica d = 18 mm)
- Mniejsza podatność na zabrudzenia dzięki gładkiej fasadzie zewnętrznej
- Proste czyszczenie szklanej powierzchni

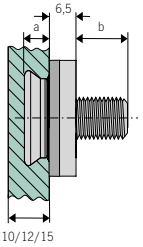
SWISANCHOR może być zastosowany:

- Jako wentylowane osłony zewnętrzne*
- Zamykające przestrzeń oszklenia pionowe* o nachyleniu mak. 10° w stosunku do pionu
- Systemy działowe ze szkła
- W branży meblowej / witrynach
- W przeszkleniach nad głową**
- W balustradach**

*Z ogólnym dopuszczeniem do stosowania w budownictwie

**Z dopuszczeniem do jednostkowego zastosowania w obiekcie budowlanym

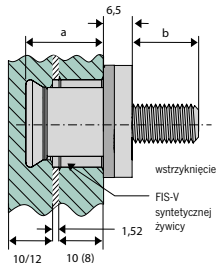
Mocowanie z wcięciem do montażu szyb monolitycznych (ESG-H)



Przykłady konstrukcji (w mm)	Głębokość wcięcia (a)	Glasaufbau	Połączenie gwintowane	Dostępna długość gwintu (b)
15 x 6 M8/11G	6	≥ 10	M8	11,5
15 x 6 M8/25G	6	≥ 10	M8	25
15 x 7 M8/10G	7	≥ 12	M8	10,5
15 x 7 M8/24G	7	≥ 12	M8	24

Klasa materiału budowlanego A1

Mocowanie z wcięciem do montażu szyb laminowanych VSG (2 x ESG)

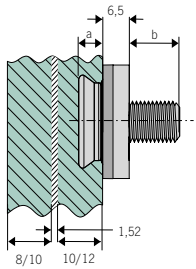


Przykłady konstrukcji (w mm)	Głębokość wcięcia (a	Budowa szkła	Połączenie gwintowane	Dostępna długość gwintu (b)
15 x 15,5 M8/16G	15,5	10/8	M8	16
15 x 15,5 M8/14G	17,5	10/10	M8	14

Klasa materiału budowlanego A2

11.

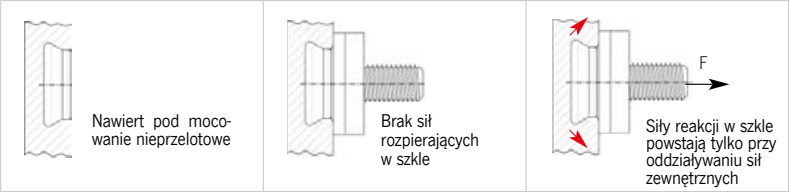
Mocowanie kryte z wcięciem do montażu szyb laminowanych VSG (ESG emaliowane, ESG)

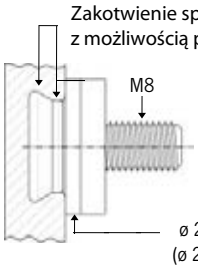


Przykłady konstrukcji (w mm)	Głębokość wcięcia (a)	Budowa szkła	Połączenie gwintowane	Dostępna długość gwintu (b))
15 x 6 M8/11G	6	8/10	M8	11,5
15 x 6 M8/25G	6	10/10	M8	25
15 x 7 M8/10G	7	8/12	M8	10,5
15 x 7 M8/24G	7	10/12	M8	24

Klasa materiału budowlanego A2. Z dopuszczeniem do jednostkowego zastosowania.

Zakotwiczenie mechaniczne





*przy oddziaływaniu większych sił tnących

Grubość szkła od 10 mm,
Głębokość połączenia 6 mm

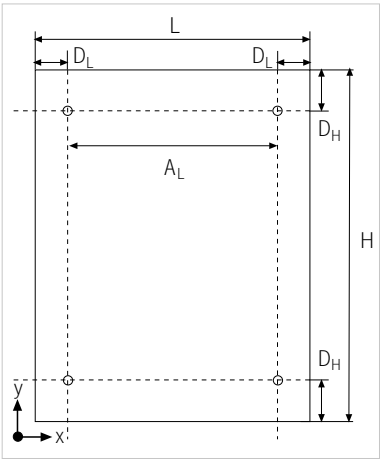
Grubość szkła od 12 mm,
Głębokość połączenia 7 mm

Odległość od krawędzi ≥ 50 mm
Znamionowy moment obrotowy 6 Nm

Wymiarowanie

Należy stosować się do odnośnych technicznych ustaleń budowlanych dotyczących stateczności mechanicznej oraz ugięcia.

Odstęp pomiędzy dostępnymi, wolnymi krawędziami szkła a masywnymi częściami konstrukcji może wynosić maksymalnie 50 mm. Szerokość fugi musi wynosić minimum 10 mm.



L (mm)	H (mm)	D_L (mm)	D_H (mm)	A_L (mm)
240 – 2.000	240 – 3.000	≥ 60	≥ 60	≥ 120

11.2.3 SWISSPOINT / SANCO POINT – punktowe mocowanie przeszkleń

System SWISSPOINT jest mocowaniem punktowym pozwalającym na indywidualne kształtowanie przestrzeni pomieszczeń. Niewielkie, ale bardzo silne mocowanie punktowe SWISSPOINT ze stali szlachetnej jest dostępne w dwóch różnych wykonaniach.

Dla szyb pojedynczych:

- Z nakładką w kształcie soczewki do fasad, paneli i balustrad o grubościach szkła od 8 do 22 mm
- Z mocowaniem z wycięciem nieprzelotowym w szkle do fasad i balustrad o grubościach szkła od 8 do 22 mm

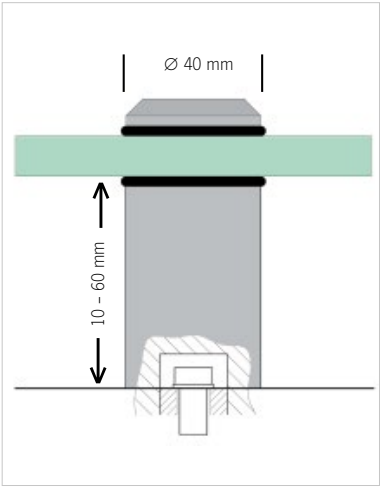
Technika, która przekonuje

Sprawdzone wymiary szyb do
1.800 x 800 mm

SWISSPOINT jest standardowo dostępny w następujących wymiarach:

- 10 x 40 mm
- 20 x 40 mm
- 30 x 40 mm
- 40 x 40 mm
- 50 x 40 mm
- 60 x 40 mm

Do montażu na rurkach stosuje się specjalny adapter.



Obszary zastosowań SWISSPOINT

- Przeszklenia szybów windowych
- Fasady
- Schody i oszklenia balkonów
- Ścianki działowe w pomieszczeniach
- Oszklenia przystanków autobusowych

Zastosowanie ze szkłem hartowanym lub szkłem laminowanym.

Zalety SWISSPOINT

- Eprostota montażu szkła
- Po zamontowaniu szkła istnieje możliwość regulacji
- Sprawdzone pod kątem zgodności z technicznymi wytycznymi dotyczącymi przeszkleń chroniących przed wypadnięciem: kategoria A (przeszklenia pionowe, które przejmują bezpośrednio obciążenia z zamontowanych poręczy) oraz kategoria C (wypełnienia ze szkła)
- Zgodne z każda konstrukcją nośną
- Duża łatwość w utrzymaniu w czystości dzięki płaskim mocowaniom

11.3 Konstrukcje ze szkła

11.3.1 SWISSROOF / SANCO ROOF – kompletny system szklenia zadaszeń z ogólnym dopuszczeniem do stosowania w budownictwie

Lekkie, eleganckie, swobodnie podwieszone – tak w krótkich słowach można opisać funkcjonowanie systemu SWISSROOF. Zgranie głównych elementów systemu zadaszenia w postaci przezroczystych elementów szklanych i delikatnych mocowań punktowych ze stali szlachetnej w idealny sposób chroni przed skutkami pogody bez jednoczesnego zaciemnienia przestrzeni przy wejściach do budynków, okien wystawowych i tarasów. Kombinacja szkła i najwyższej jakości okuć nie tylko harmonijnie współgra, SWISSROOF perfekcyjnie wkomponowuje się w każdą koncepcję architektoniczną i każdy styl budynku. Dotyczy to zarówno nowopowstających budynków jak i starszych, modernizowanych obiektów. Wykorzystanie tego rozwiązania w mieszkaniach prywatnych czy w obrębie budynków biurowych pozwala na indywidualne dopasowanie konstrukcji systemu do panujących faktycznie warunków na miejscu. SWISSROOF pozwala w prosty sposób kształtować się zgodnie z indywidualnymi potrzebami. Ważne: SWISSROOF jest więcej niż tylko zwykłym, zawieszonym daszkiem, ponieważ zadaszenie ze szkła musi spełniać zaostrzone kryteria związane z bezpieczeństwem, technologią konstrukcji oraz wykonaniem samego przeszklenia.

Odporne na niekorzystne działania pogody, silne wiatry oraz grad

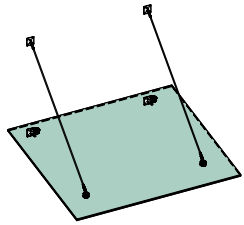
SWISSROOF poprzez połączenie mocowań wykonanych z wysokiej jakości stali szlachetnej V4A oraz stabilnego wspornika ściennego gwarantuje maksimum bezpieczeństwa. Serce systemu zadaszenia stanowi szyba laminowana (VSG) o własności łączenia odłamków szkła, która posiada ogólne dopuszczenie do stosowania wydane przez nadzór budowlany. Przeszklenie z laminatu daje gwarancję, że w przypadku zniszczenia szkła nie stwarza ono zagrożenia dla ludzi. Zastosowana pomiędzy taflami szkła, odporna na przerwanie, przezroczysta lub na życzenie także kolorowa, folia będzie skutecznie trzymać zbite kawałki szkła. Maksymalne, sprawdzone pod kątem wytrzymałościowym, wymiary: 1700 x 3300 mm. Są również możliwe rozwiązania szczególne.

Maksymalne dopuszczalne wymiary (przy założeniu obciążenia 1,0 kN/m²)

SWISSROOF daszek szklany na odciągach
System L

VSG 16/2–4
1.950 x 1.300 mm

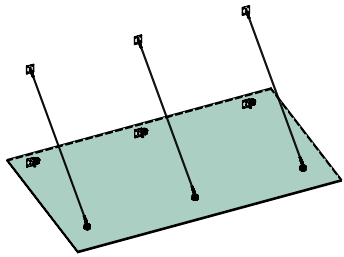
VSG 20/2–4
2.100 x 1.500 mm



SWISSROOF daszek szklany na odciągach
System XL

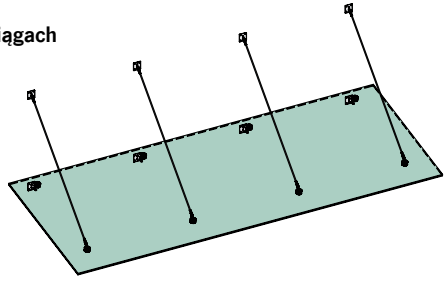
VSG 16/2–4
2.650 x 1.500 mm

VSG 20/2–4
3.300 x 1.700 mm



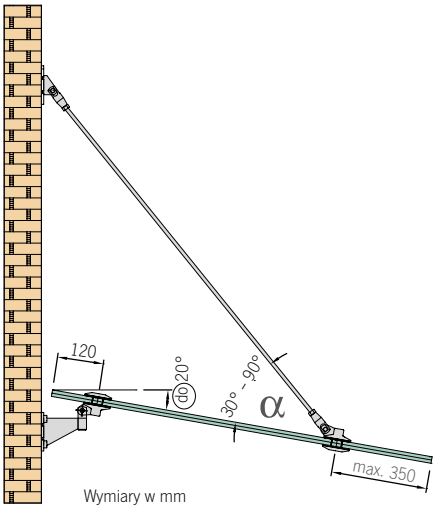
SWISSROOF daszek szklany na odciągach
System XXL

VSG 20/2–4
4.500 x 1.700 mm



System oferujący ogromne możliwości kształtowania przestrzeni

- Kompletny system zadaszeń ze szkła
- Indywidualne projekty, możliwe także rozwiązania nietypowe
- Mocowania wykonane z wysokiej jakości stali szlachetnej oraz szkło laminowane gwarantują najwyższe bezpieczeństwo
- Okucia dostępne w różnych formach i kształtach
- Łatwy i szybki montaż
- Odporne na działanie pogody oraz promieniowanie UV szkło redukuje do minimum nakłady związane z pielęgnacją
- Lekkie i eleganckie rozwiązania
- Szkło przezroczyste, matowe, kolorowe, z nadrukami

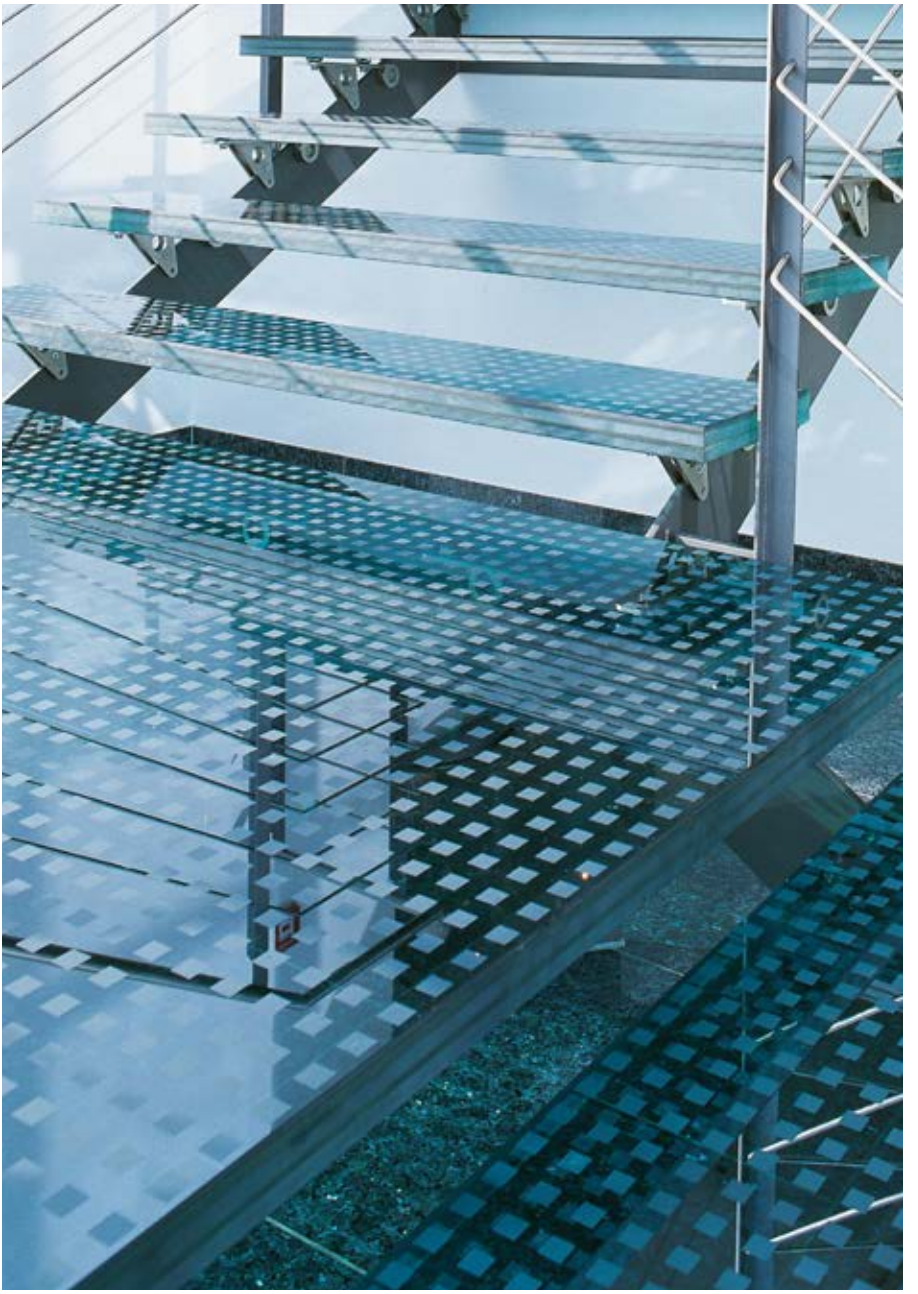


Wymiary w mm

Wspornik górny mocowany do ściany

Wspornik dolny mocowany do ściany

Kołnierz mocujący z naciągiem



11.3.2 SWISSSTEP – Kompletny system schodów i podłóg ze szkła

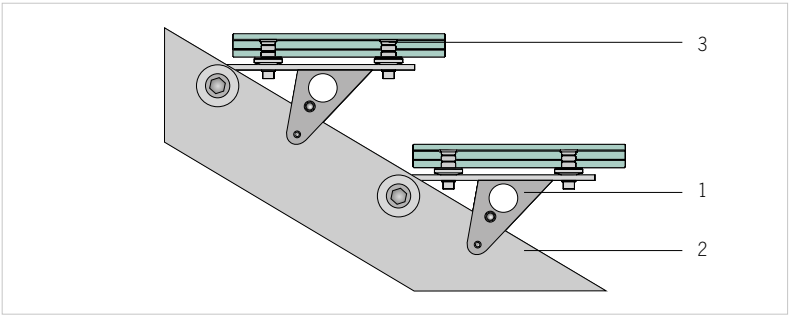
Transparentne i jasne połączenie różnych poziomów – system schodów szklanych SWISSSTEP wspaniale akcentuje swoje walory w mieszkaniach prywatnych jak i w przestrzeni publicznej, szkołach, muzeach, hotelach i budynkach biurowych. Szkło pozwala na lekkie i eleganckie kształtowanie przestrzeni. Pomieszczenia stają się dzięki temu optycznie bardziej otwarte i sprawiają wrażenie większych. Poprzez elementy ze szkła dodatkowo wpływa się na przepływ światła i refleks barw. Można uzyskać w ten sposób wspaniałe efekty.

Schody i podłogi ze szkła tworzą w pomieszczeniach zupełnie szczególny, indywidualny nastrój. SWISSSTEP wprowadza światło do ponurych pomieszczeń oraz nadaje schodom niepowtarzalną lekkość. Z pomocą systemu SWISSSTEP otrzymują architekci i inwestorzy kompletne rozwiązanie. Mogą projektować i montować wszelkiego rodzaju rozwiązania różnego typu schodów ze szkła.

W wielu możliwych formach, zarówno stopniach prostych jaki i krętych. W połączeniu z metalem, kamieniem, drewnem i innymi materiałami szkło idealnie wpisuje się w różnego rodzaju wymagania architektoniczne.

Zgodnie z wymaganiami nadzoru budowlanego SWISSSTEP składa się z trzech pojedynczych szyb hartowanych, które połączone są ze sobą za pośrednictwem dwóch bardzo wytrzymałych i elastycznych warstw folii. Ogromną zaletą SWISSSTEP jest to, że zewnętrzna warstwa szkła nie jest nawiercana. Przezroczysty charakter stopnia szklanego pozostaje nienaruszony a harmonijny wygląd powierzchni stopnia również nie jest w żaden sposób zaburzony.

Na powierzchnię zewnętrzną stopnia szklanego metodą sitodruku nakładana jest warstwa antypoślizgowa, która zapewnia bezpieczeństwo w czasie chodzenia. Obojętnie matowe czy klarowne, ze wzorami lub bez – powierzchnię szkła można kształtować w wieloraki sposób zgodnie z życzeniem: punkty, linie, kwadraty czy nawet logo firmy.



System schodów ze szkła

SWISSSTEP są systemem schodów ze szkła, które w niepowtarzalny sposób kształtują przestrzeń pomieszczenia. Dotyczy to nie tylko samego wzornictwa, ale także stosowanego sposobu mocowania dającego różnorodne możliwości jego wykorzystania. Specjalny łącznik[1] ze stali szlachetnej zapewnia przy nachyleniu stopnia od 31 do 38 stopni całkowicie dowolne połączenie z konstrukcją[2]. Eleganckim elementem są punktowe mocowania śrub zintegrowanych z gwintowanymi tulekami[3]. Niewielkie rozmiary punktów mocowań podkreślają jeszcze dodatkowo lekkość całego rozwiązania oraz pozwalają na połączenie z prawie każdym rodzajem konstrukcji.

Podsumowując SWISSSTEP to:

- Kompletny system schodów ze szkła
- Elegancki sposób na oddziaływanie wzornictwem
- Stopnie składające się z trzech tafli szkła długotrwale połączonych elastyczną folią
- Górna tafla szklana bez nawierceń
- Małe, dyskretne punkty mocowań
- System posiadający sprawdzoną wytrzymałość zgodnie z przepisami budowlanymi
- Sitodruk antypoślizgowy odpowiada wymaganiom stawianym przez stowarzyszenia ubezpieczeniowe

11.3.3 LAMEX X-STRONG – bezpieczne szkło laminowane o zwiększonej wytrzymałości oraz ogólnym dopuszczeniem budowalnym

LAMEX X-STRONG w znacznym stopniu poszerza możliwości zastosowań szkła laminowanego VSG w architekturze, w szczególności w transparentnych fasadach budynków. Przy zachowaniu tej samej grubości szkła LAMEX X-STRONG oferuje do 40 % większą zdolność do przenoszenia obciążeń przez przeszklenia. W następstwie tego szkło laminowane wraz z podbudową pozwalają na znaczne ograniczenie konieczności dobierania bardzo grubego szkła. Ponadto produkt ten umożliwia planowanie montowania przeszkleń na zdecydowanie większych rozpiętościach.

Elementy funkcjonujące w tego typu rozwiązaniach wykorzystujących szkło o zwiększonej wytrzymałości podlegają mniejszym naprężeniom. Dzięki temu wzrasta ich trwałość, a także zmniejszają się nakłady na energię i inne materiały.
LAMEX X-STRONG otrzymał w Niemczech ogólne dopuszczenie budowlane.

Zastosowanie szkła w konstrukcjach

Z pomocą LAMEX X-STRONG projektanci tworzący wielkopowierzchniowe fasady z zastosowaniem szkła mają znacznie zwiększone możliwości bardzo dokładnego jego doboru pod kątem obciążeń w szczególności powodowanych przez wiatr. Nowa norma DIN 1055, część 4, opisująca obciążenia wiatrem uwzględnia w chwili obecnej wzrost siły i gwałtowność powstających w Niemczech wichur nie tylko w czterech podstawowych regionalnych strefach obciążeń wiatrem. LAMEX X-STRONG pozwala na precyzyjne oraz równocześnie gwarantujące wysokie bezpieczeństwo uwzględnienie różnych obciążeń wiatrem, bez konieczności stosowania bardzo grubych laminatów.

LAMEX X-STRONG w szczegółach

- Podnosi wytrzymałość szkła laminowanego dla przeszkleń montowanych pionowo szczególnie narażonych na obciążenia spowodowane wiatrem względnie obciążenia użytkowe powodowane przez osoby dla przeszkleń montowanych poziomo
- Szkło laminowane z potwierdzonym ogólnym dopuszczeniem budowlanym Z-70.4-137
- Może być wytwarzane ze szkła float, TVG, ESG, ESG-H lub ze szkłem powłokowym
- Szkło o pełnej przezroczystości
- Grubości: 12 do 24 mm
- Maksymalne formaty szkła: 2.000 x 7.000 oraz 2.600 x 4.600 mm

Zastosowania

- Przeszklenia na balkony, balustrady ze szkła
- W kombinacji z szybami zespolonymi
- W fasadach podwójnych
- Na stronach budynków szczególnie narażonych na obciążenia wiatrem
- W przeszkleniach zabezpieczających przed wypadnięciem
- Ściany ze szkła
- Drzwi i konstrukcje całoszklane w budynkach

11.3.4 SWISSRAILING two sided – system balkonów francuskich ze szkła wraz z ogólnym dopuszczeniem budowalnym

SWISSRAILING two sided to gotowy system balkonów francuskich wykonywanych ze szkła. Balkon francuski wykonywany jest w postaci balustrady mocowanej do elewacji budynku. Zabezpiecza się nim w szczególności przeszklenia sięgające podłogi, znajdujące się na wyższych kondygnacjach budynków. Tego typu balustrada dzięki specjalnym profilom nie zasłania widoków, sprawiając że wnętrza pozostają otwarte na otoczenie. SWISSRAILING two sided stosując odpowiednie szkło wraz z systemem profili i mocowań do elewacji zapewnia pełne bezpieczeństwo chroniąc skutecznie przed wypadnięciem. Zastosowane profile można kolorystycznie dobrać do ram okiennych. Dzięki temu elegancko komponują się one w całej fasadzie. System ten posiada w Niemczech świadectwo ogólnego dopuszczenia do stosowania w budownictwie.

W kilku punktach o SWISSRAILING two sided

- Kompletny system wraz z ogólnym dopuszczeniem budowlanym
- Możliwość montażu na konwencjonalnych profilach ram okiennych (PVC, drewno, drewno-aluminium, aluminium, stal)
- Możliwość dopasowania do praktycznie wszystkich przekrojów profili
- Montaż do profili ramowych z tworzywa, słupków aluminiowych i ram drewnianych
- Odpada konieczność dalszego uszczelniania fasady
- Prosty montaż
- Możliwość wstępnego przygotowania profilu do montażu na etapie produkcji
- Montaż profilu nośnego za pomocą specjalnych dybli także do zwykłego muru
- Nie jest konieczny montaż poręczy
- Łatwe czyszczenie dzięki wolnej dolnej krawędzi zamontowanego szkła

SWISSRAILING two sided w montażu:

- Dwa profile nośne, przygotowana na wymiar tafla szkła VSG, nakładki ochronne nakładane na górną krawędź szkła oraz zestaw odpowiednich dybli montażowych
- profile nośne przygotowywane są w różnych kolorach do wyboru
- profile do montażu dostępne w dwóch standardowych wysokościach 900 i 985 mm
- na życzenie dostępne inne wysokości profili
- przeszklenie z laminatu na balkony o szerokościach okien do 3.000 mm

12. Rozwiązania specjalne w szybach zespolonych

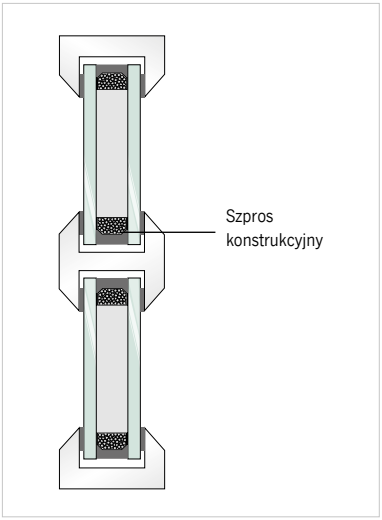
12.1 Szyby zespolone ze szprosami

Na wybór właściwych okien wpływ ma wiele czynników, a wśród nich również takie jak uwzględnienie regionalnego stylu czy indywidualnych wymagań klientów. Szprosy należą do jednych z najbardziej ulubionych elementów mających istotny wpływ na wygląd gotowego okna. Dostrzegalny podział powierzchni okna na mniejsze fragmenty wprowadza pewnego rodzaju lekkość w postrzeganiu całego budynku lub po prostu dopasowuje całość do panującego wokół określonego stylu. Domy jednorodzinne budowane w tak zwanym wiejskim stylu nawet trudno sobie wyobrazić z oknami bez szprosów. Podobnie w przypadku renowacji starych budynków, aby zachować ich historyczny charakter, montowane nowe okna bardzo często po prostu muszą mieć szprosy. Dlatego szprosy pozostają nieodzownym dodatkiem każdego zakładu produkującego szyby zespolone. Wpływ na ilości i rodzaje montowanych szprosów w szczególności mają przyzwyczajenia krajowe i regionalne. W związku z tym rozróżnia się kilka różnych rodzajów szprosów oraz sposobów ich montowania w szybach zespolonych.

12.1.1 Rodzaje montowanych szprosów

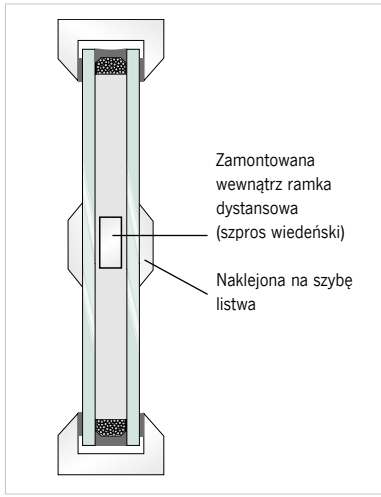
Szprosy konstrukcyjne (prawdziwe)

W tego rodzaju rozwiązaniu szprosy dzielą skrzydło okienne na oddzielne kwatery, z oddzielnymi zestawami szybowymi. Ten rodzaj szprosów ma swój początek w historii: w pierwszych latach po uruchomieniu procesu produkcji szkła płaskiego float nie było możliwe wytwarzanie szyb o dużych wymiarach. Co jednak było korzystne kiedyś, zwłaszcza, że na początku montowano jedynie szyby pojedyncze, dla współczesnej ciepłochronnej szyby zespolonej widziane jest już zupełnie inaczej: z jednej strony w szybach zespolonych o małych formatkach występuje bez porównania większe obciążenie części brzegowej niż w dużych szybach. Z drugiej strony podział na mniejsze szyby ma negatywny wpływ na izolacyjność oraz ograniczanie wpływu hałasu. Nie bez znaczenia pozostaje też większy nakład na wyprodukowanie tego typu jednostki okiennej. Z tego względu szprosy konstrukcyjne są obecnie coraz mniej spotykane.



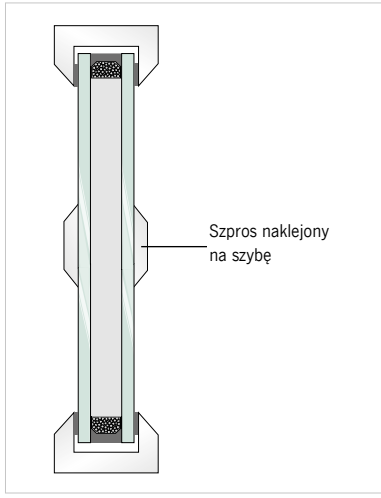
Szprosy naklejane z elementem dystansowym wewnątrz szyby zespolonej („duplex", „ślepy szpros", szpros wiedeński)

W rozwiązaniu tym wygląd szprosów konstrukcyjnych jest w sprytny sposób udawany: w przestrzeni międzyszybowej montuje się profil aluminiowy („duplex", szpros wiedeński), który będzie imitować naturalny podział na mniejsze jednostki szybowe. W kolejnym kroku w miejscu widocznych wewnątrz ramek producent okien nakleja po obu stronach szyby w zależności od zamówienia odpowiednie listwy. W efekcie końcowym całe okno wygląda jak kilka mniejszych połączonych ze sobą małych szyb zespolonych, choć w rzeczywistości jest to jedna cała szyba.
Należy zwrócić uwagę na to, że „szpros wiedeński" znajdujący się w przestrzeni międzyszybowej nie może mieć kontaktu z szybą (zobacz także 12.1.2). Dlatego dobierane „szprosy wiedeńskie" muszą być węższe od ramki dystansowej zastosowanej w szybie zespolonej. Tylko tak będzie można zachować minimalną wymaganą odległość profila zastosowanego do „szprosów wiedeńskich" w stosunku do powierzchni szyby wewnątrz.

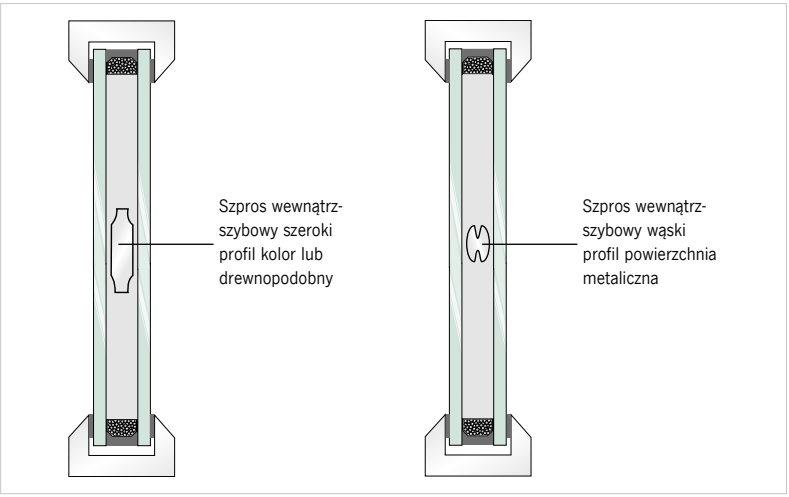


Szprosy naklejane na szybę

W tym przypadku rezygnuje się całkowicie z montażu profila (szpros wiedeński) wewnątrz szyby. Na szybach naklejane są jedynie odpowiednie profile w kształcie szprosów. Aby ułatwić mycie szyby spotyka się również rozwiązania, w których cała konstrukcja ze szprosami może być zdejmowana. Z punktu widzenia izolacyjnych właściwości szyby tego typu rozwiązanie jest korzystniejsze. Wizualnie efekt prawdziwych szprosów uzyskuje się podczas obserwacji takiego okna jedynie z pozycji na wprost, kiedy nie widać po kątem braku ramek w środku szyby. Obserwując pod kątem znika nam efekt „prawdziwego okna ze szprosami".



Szprosy wewnątrzszybowe (stałe)



Szprosy wewnątrzszybowe montowane są na stałe w przestrzeni międzyszybowej. Nie wymagają naklejania na zewnątrz jakichkolwiek dodatkowych profili. Uzyskuje się optyczny podział całej szyby na mniejsze jednostki szybowe. Ten typ szprosów pozostawia nienaruszoną powierzchnię szyb na zewnątrz, w związku z tym nie ma problemów z ich myciem. Dodatkową zaletą jest brak wpływu pogody na stan szprosów.

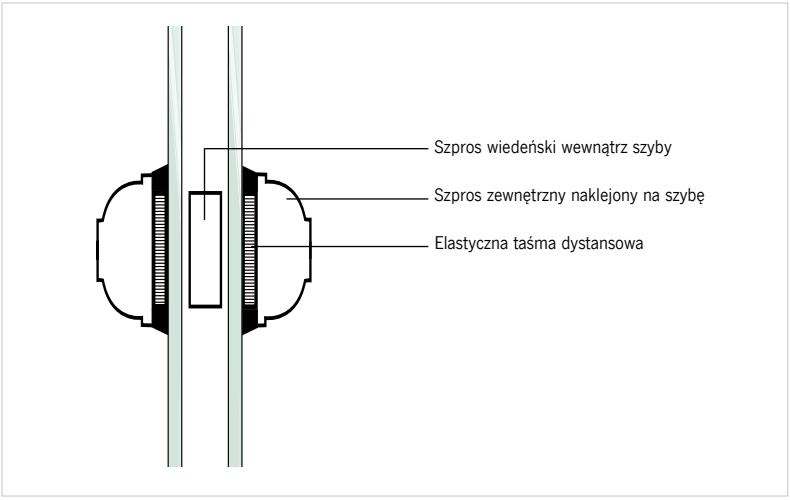
Tego typu szprosy dostępne są w wielu możliwych szerokościach, formach i przekrojach, w różnych wariantach kolorystycznych lakierowanych proszkowo, również dwubarwne oraz w wersji z okleiną drewnopodobną. Można zastosować szerokie białe szprosy o wymiarach do 45 mm albo filigranowy stabilny system szprosów 8 mm z metalową powierzchnią: połyskującą lub matową. Także w przypadku tego typu szprosów należy unikać bezpośredniego kontaktu z powierzchnią szyby w przestrzeni międzyszybowej (zobacz 12.1.2).

12.1.2 Uwagi techniczne dotyczące szprosów

Montaż szprosów

Przestrzeń międzyszybowa w szybie zespolonej jest hermetycznie zamknięta dzięki podwójnemu uszczelnieniu części brzegowej. Zmiany temperatury oraz ciśnienia atmosferycznego powodują zmiany objętości zamkniętego w przestrzeni międzyszybowej gazu. Przy rosnącej temperaturze powietrza zewnętrznego lub spadku ciśnienia atmosferycznego w komorze powstaje nadciśnienie. Obserwuje się wybrzuszenie szyb zestawu na zewnątrz. W przeciwnym wypadku powstaje podciśnienie, które powoduje, że szyby stają się wklęsłe. W tym drugim przypadku szyby zaczynają się do siebie wzajemnie przybliżać. Jeśli podczas tego ruchu na drodze szyb będzie znajdował się szpros, może dojść nawet do pęknięcia szyby. To dlatego szerokość montowanego szprosu nie może być taka sam jak zastosowanej ramki dystansowej. Pomiędzy szybami a szprosem należy pozostawić niezbędną wolną przestrzeń.

W odwrotnym przypadku podczas wybrzuszania się szyb na zewnątrz naklejone szprosy nie powinny wywoływać niepotrzebnych naprężeń na powierzchni szyby. W związku z tym należy dodatkowo przyklejać pomiędzy szprosem a szybą miękką, elastyczną taśmę dystansową o grubości minimum 4 mm. Środek zastosowany do przyklejenia zewnętrznego szprosu musi w długim okresie czasu zachować elastyczność.



Stukanie (dzwonienie) szprosów

Zmiany ciśnienia atmosferycznego, wstrząsy jakim podlega szyba pod wpływem podmuchów wiatru czy drgania wywołane zamykaniem i otwieraniem okna mogą powodować, że szprosy zamknięte w szybie zespolonej zaczynają się poruszać i w konsekwencji stykać z powierzchnią szyby. Podczas ewentualnych uderzeń w szybę mogą powstawać charakterystyczne stuki względnie „dzwonienia" szprosa w szybie zespolonej. Aby zredukować ten efekt w miejscach krzyżowania się szprosów przyklejane są przezroczyste tzw. bumpony wykonane z elastycznego polimeru. Niemniej należy zaznaczyć, że nie są one w stanie całkowicie wyeliminować zjawiska stukania szprosów w szybie.

Szprosy w szybie zespolonej dwukomorowej

W przypadku szyb zespolonych dwukomorowych zaleca się montowanie szprosów tylko w jednej z dwóch przestrzeni międzyszybowych. Przede wszystkim jest to korzystne z punktu widzenia właściwości izolacyjnych. Ponadto może się zdarzyć tak, że szprosy zamontowane w obu komorach nie będą się wizualnie idealnie pokrywać przy spoglądaniu prze szybę. Co może prowadzić do reklamacji. Dlatego także z tego powodu sensowne jest montowanie szprosów tylko w jednej komorze szyby.

12.1.3 Wpływ szprosów na właściwości termiczne szyby

Pomimo tego, że szprosy w szybach zespolonych nie stykają się bezpośrednio z powierzchnią szyby, mogą jednak tworzyć linearne mostki cieplne i w konsekwencji negatywnie wpływać na współczynnik przenikania ciepła okna Uw. Ze względu na ilość różnych współczynników określenie wpływu szprosów na właściwości termiczne jest bardziej skomplikowane niż w przypadku badania wpływu ramki dystansowej. Zgodnie z dodatkiem do normy „Drzwi i okna" DIN EN 14351-1:2010-08 narzuca się przy zastosowaniu szprosów w szybach wartości dodatkowe. Niemniej jest to metoda mocno uproszczona i może nie uwzględniać w wystarczającym stopniu możliwych innych typów i kombinacji szprosów.

Narzuty na współczynnik U_W w oknach ze szprosami

Rodzaj szprosu	ΔU_W
Szprosy naklejone na szybę zespoloną	+0,0 W/m²K
Prosty szpros krzyżowy w szybie	+0,1 W/m²K
Kilka pół krzyżowych w szybie	+0,2 W/m²K
Szprosy konstrukcyjne (prawdziwe)	+0,4 W/m²K

Faktyczny wpływ mostków cieplnych, które powstają pod wpływem zamontowanych szprosów zależy od ich rodzaju (materiału z jakiego są wykonane, przewodności cieplnej, typu powierzchni, przekroju), odstępu od powierzchni szyb jak również całkowitej długości zamontowanych szprosów. Dokładne obliczenie wpływu szprosów zgodnie z normą DIN EN ISO 10077-2 pozwala na znaczną redukcję narzutów zgodnych z normą EN 14351.

12.2 Specjalne kombinacje szyb zespolonych ze szkłem lanym

Szkło lane jest szkłem produkowanym maszynowo. Efektem tego procesu jest to, że na jego powierzchni z jednej lub z dwóch stron wytłaczana jest wzorzysta struktura. Szkło wzorzyste dostępne jest w wielu kolorach i w bardzo bogatej strukturze wzorów. Szkło wzorzyste przepuszcza światło, chociaż nie jest całkowicie przezroczyste. Pełni ono funkcję dekoracyjną, rozpraszania strumienia światła i ograniczania bezpośredniego wglądu do wnętrza pomieszczenia. Aby zapewnić dobrą przyczepność mas uszczelniających do szkła wzorzystego należy je przetwarzać w procesie produkcyjnym strukturą skierowaną na zewnątrz zespolenia. W szybach zespolonych, w których struktura ornamentu jest szczególnie głęboka i jest ona skierowana w kierunku do przestrzeni międzyszybowej, nie można zagwarantować, że szyba taka zachowania swoją szczelność w części brzegowej. Szkło wzorzyste jest też w większym stopniu narażone na uszkodzenie ze względu na parametry, którymi się charakteryzuje.

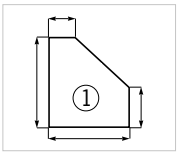
Szkło wzorzyste barwione w masie oraz szkło zbrojone może się nierównomiernie nagrzewać pod wpływem promieniowania słonecznego, co szczególnie w przypadku częściowego zacienienia powierzchni szyby zespolonej, w której użyto takiego szkła, może doprowadzić do zwiększonego ryzyka zbicia się takiej szyby na skutek przeciążenia termicznego.

W przypadku wykorzystania szyby zbrojonej w zespoleniu szyba przeciwna musi być bezwzględnie cieńsza. Nie może ona być w żadnym wypadku grubsza niż szkło zbrojone. Stosowanie szyb wzorzystych w szybach zespolonych uzależnione jest od rodzaju struktury wzoru, jego przebiegu na powierzchni szkła oraz od technicznych możliwości danego producenta.

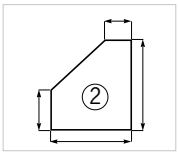
Jeśli chcemy wykorzystać szkło wzorzyste/szkło specjalne w szybie zespolonej, należy wziąć pod uwagę następujące elementy:

- Szkło wzorzyste przetwarzane jest w takiej jakości, jaka jest oferowana na rynku. Producenci szyb zespolonych nie przejmują odpowiedzialności za reklamacje dotyczące gatunku szkła i różnic w kolorystyce.
- Szkła wzorzystego nie należy łączyć w zespoleniu ze szkłem barwionym w masie.
- Szkło wzorzyste barwione w masie może się nierównomiernie nagrzewać na skutek działania promieniowania słonecznego. Dlatego użycie takiego szkła w szybach zespolonych może spowodować jego zniszczenie na skutek występujących zbyt dużych naprężeń termicznych.
- Zwracamy szczególnie uwagę na to, że szyby zespolone z polerowanym szkłem zbrojonym i wzorzystym szkłem zbrojonym są ze względu na swoje własności szczególnie narażone na niebezpieczeństwo zbicia. Jeśli wystąpiłyby warunki, w których nastąpiłoby zniszczenie szkła, to nie może być to powodem wniesienia jakiejkolwiek reklamacji.
- Tolerancja grubości szkła wynosi ± 2,0 mm.
- Możliwa jest kombinacja dwóch szyb wzorzystych (tolerancja grubości takiego elementu wynosi +3/-2 mm.
- Przy kombinacji szkła ornamentowego bez zbrojenia w szybie zespolonej różnica grubości pomiędzy tym szkłem a szybą przeciwną nie może przekraczać 4,0 mm.

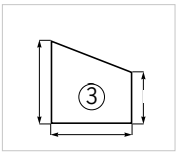
12.3 Nietypowe szyby zespolone / szyby modelowe



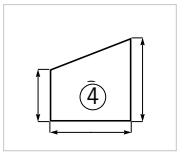
Wielobok



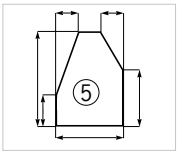
Wielobok



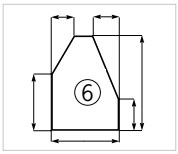
1 krawędź ukośna



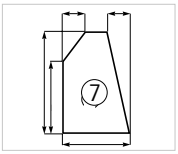
1 krawędź ukośna



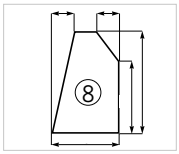
Wielobok



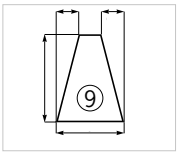
Wielobok



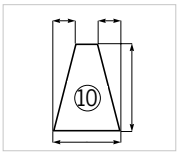
Wielobok



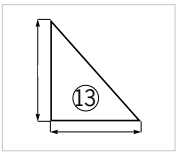
Wielobok



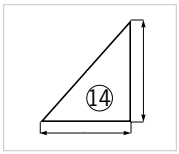
Trapez



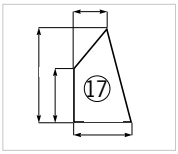
Trapez



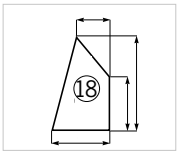
Trójkąt



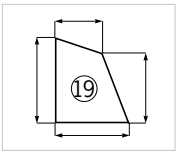
Trójkąt



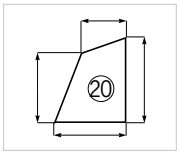
Wielobok



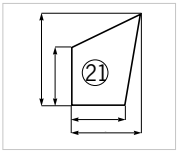
Wielobok



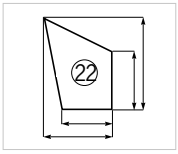
Wielobok



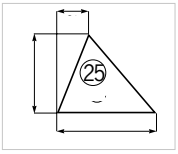
Wielobok



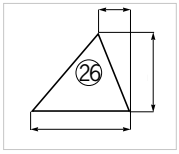
Wielobok



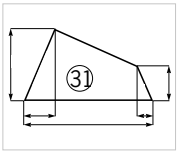
Wielobok



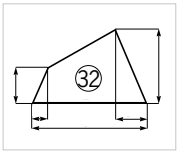
Trójkąt



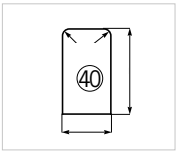
Trójkąt



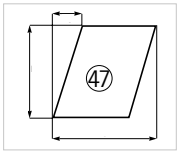
Wielobok



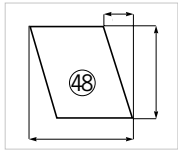
Wielobok



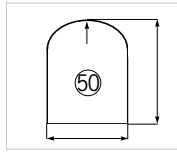
2 narożniki zaokrąglone



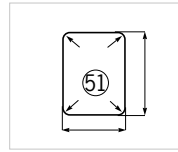
Równoległobok



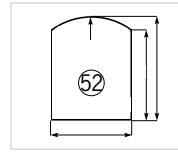
Równoległobok



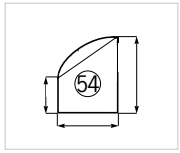
Półkole



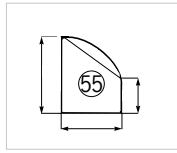
4 narożniki zaokrąglone



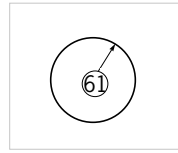
Łuk



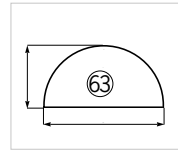
Łuk



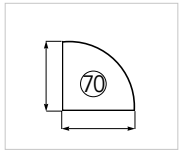
Łuk



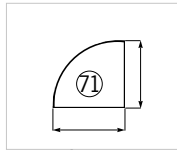
Koło



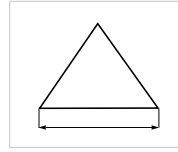
Półkole

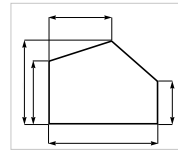


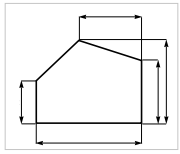
Wycinek łuku

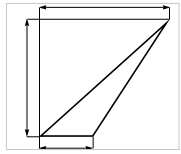


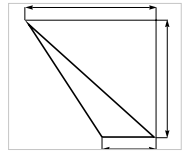
Wycinek łuku


Trójkąt


Wielobok


Wielobok


Trójkąt


Trójkąt

Przedstawione tu rysunki pokazują, jakie wymiary należy podawać, aby można było wyprodukować dany model. Zamawiając zespolenia składające się z różnych rodzajów szkła i różnych grubości należy zawsze wyraźnie zaznaczyć, na jaki rodzaj szkła spoglądamy w pierwszej kolejności na rysunku. W opisie modeli lub na szkicach szyb zespolonych ciepłochronnych, przeciwsłonecznych i dźwiękochłonnych oraz w kombinacjach szyb zespolonych z innym szkłem należy koniecznie podać pozycję powłoki. Dla modeli, które nie mogą być jednoznacznie przyporządkowane do numerów modeli, konieczne jest wykonanie szablonu. Szablony potrzebne do wykonania szyb muszą być wykonane ze sztywnej płyty lub sklejki w skali 1:1. Wymiar szablonu jest jedyną podstawą do wykonania szyby.

12.4 Szyby wklejane we wręby ram okiennych – wymagania szczególne dla szyb zespolonych

Technika klejenia rożnych elementów oferuje w wielkoprzemysłowej produkcji wiele korzyści, które obecnie z powodzeniem rutynowo wykorzystuje się w żegludze powietrznej, przemyśle maszynowym czy samochodowym. Także w przemyśle okiennym w coraz większym stopniu stawia się na techniki wklejania szyb. W tym przypadku wykorzystuje się sztywność szkła, tak aby poprzez działające statycznie sklejenie ramy skrzydła z szybą zespoloną poprawić sztywność całego okna i ułatwić jego montaż.

Wklejane przeszklenia oferują cały szereg korzyści, wymagają jednak szczególnej uwagi z punktu widzenia ich funkcjonalności w czasie oraz właściwości użytkowych.

- Mechaniczne, statyczne lub dynamiczne obciążenia w części brzegowej
- Aspekty wzajemnego oddziaływania składników szyby zespolonej, adhezja środków klejących, wymiary fug, wpływ wilgotności we wrębie mają istotny wpływ na wytrzymałość konstrukcji okna.

Szyba zespolona sklejona z ramą / skrzydłem Szyba przejmuje i przenosi część obciążeń

Nachweis
ift ROSENHEIM
DIN EN 1279-2
DIN EN 1279-3

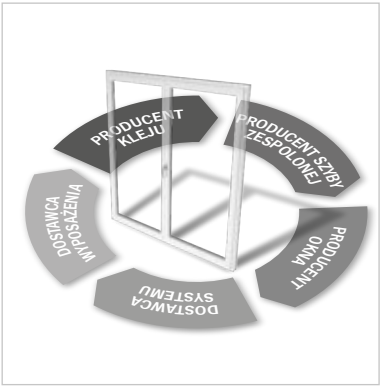
W centrum uwagi: bezpieczeństwo

Każda innowacyjna produkcja musi zasadniczo spełniać identyczne wymagania dotyczące bezpieczeństwa jak tradycyjne formy działania. Dlatego w chwili obecnej pracuje się nad przygotowaniem technicznych wytycznych, które pozwolą na rozszerzenie możliwości zastosowania szyb wklejanych w okna. Niemiecki Związek Szkła Płaskiego (niem. BF), SANCO oraz Glas Trösch współpracują wspólnie nad projektem ‘Wytrzymałość wklejanych szyb zespolonych’. Miejscem, w którym są przeprowadzane badania jest Instytut Techniki Okiennej ift w Rosenheim.

12.

Zapewnienie korzyści przy wklejaniu wymaga właściwego zgrania wszystkich elementów

Klejone systemy okienne oferują cały szereg korzyści technicznych. Aby jednak zagwarantować odpowiednią jakość oraz długotrwałe funkcjonowanie wszystkich elementów, już na wstępie wymagana jest ścisła współpraca wszystkich dostawców tworzących gotowy produkt.



Musi być zagwarantowane długotrwałe funkcjonowanie zastosowanych uszczelnia pierwotnego i wtórnego. Muszą być uwzględnione niekorzystne wpływy promieniowania UV, temperatury oraz wilgotności.

Przy wyborze odpowiedniego kleju kierujemy się danym systemem okiennym i wynikającym z tego obciążeniom. Należy pamiętać o odpowiedniej obróbce krawędzi względnie ich ochronie wynikającej z zastosowanego systemu okiennego. Odpowiedni dokument powinien potwierdzać odporność na stosowane środki czystości. Dla konwencjonalnych systemów, w których nie występuje klejenie, obowiązujące uregulowania mogą tutaj nie mieć zastosowania.

Wymagania stawiane wklejanym szybom zespolonym:

- Przyjmowanie dodatkowych obciążeń w części brzegowej
- Szczelność gazów zamkniętych w jednostce szyby zespolonej
- Nie tworzenie się kondensatu na szybie
- Kompatybilność z innymi materiałami mającymi styczność z szybą zespoloną

W tym przypadku szyba przejmuje obciążenia przypadające na ramę okna. W tym kontekście, w zależności od konstrukcji, należy szybę odpowiednio zwymiarować. Trzeba również wziąć pod uwagę przydatność ramki dystansowej.

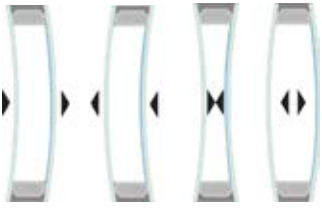
Siły działające na część brzegową szyby

Wpływ zmian ciśnienia

Obok tradycyjnych oraz właściwie opisanych wpływów związanych ze zmianami ciśnienia, obciążeniami mechanicznymi szyby zespolonej jak również specyfiki procesu wklejania szyby w ramę okna, należy zwrócić uwagę na następujące aspekty:

- Występujące siły tnące wywołane różnymi współczynnikami rozszerzalności temperaturowej zastosowanych materiałów
- Możliwość zwiększonych obciążeń związanych z temperaturą i promieniowaniem UV na część brzegową szyby i materiał klejący
- Ewentualną zmianę przebiegu izotermy – wywołującej powstawanie kondensatu w nietypowych miejscach
- Ewentualne odkształcenie wrębu mogące utrudnić wyrównywanie powstającego ciśnienia pary wodnej

Należy uwzględnić wskazówki dotyczące kompatybilności poszczególnych elementów w kontekście oddziaływania rożnych sił na szybę zespoloną, jak parcie i ssanie wiatru oraz odkształcenia spowodowane zmianą ciśnienia gazu w przestrzeni międzyszybowej.



Parcie wiatru | Ssanie wiatru | Odkształcenia

Naprężenia mechaniczne

Przyjmowanie obciążeń należy sprawdzać pod kątem obowiązujących norm i wytycznych. Istnieje możliwość wystąpienia dodatkowych naprężeń związanych z obciążeniami statycznymi i mechanicznymi. W związku z tym należy uwzględnić:

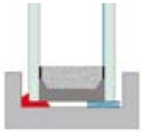
- Odprowadzanie ciężaru własnego, zarówno poprzez część brzegową szyby zespolonej, jaki i poprzez klej znajdujący się pomiędzy szkłem a ramą
- Siły skręcające w obszarze szkła w zależności od zastosowanej konstrukcji i formatu szyby
- Różne punkty działania obciążenia poprzez stosowane okucia oraz siły tnące części brzegowej
- Obciążenia wynikające w codziennej eksploatacji
- Odprowadzenie obciążeń związanych z parciem i naciskiem wiatru przy zamkniętym oknie poprzez podparcie liniowe szyby wzdłuż minimum dwóch krawędzi

Dodatkowe siły działające w części brzegowej

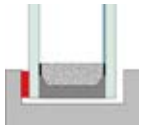
Wklejanie szyb termoizolacyjnych we wrębach skrzydeł okiennych wymaga innego podejścia niż w standardowych systemach okiennych. Długotrwałe i bezproblemowe użytkowanie tak zamontowanej szyby uzyskamy jedynie gdy szyba zespolona – a w szczególności jej część brzegowa – podlegająca szczególnym obciążeniom, będzie właściwie współpracowała ze wszystkimi elementami okna. Dzięki połączeniu szkła i ramy za pomocą kleju, szyba zespolona może przejąć dodatkowe obciążenia.

Możliwe sposoby klejenia szyby w ramie

Wklejanie klinowe we wrębie



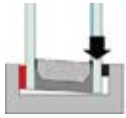
Wklejanie wzdłuż części brzegowej



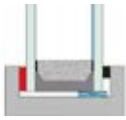
Ciężar własny szyby, która nie jest przyklejona do ramy należy skompensować

Aby uniknąć dodatkowego obciążenia przeszklenia po stronie szyby nie przyklejonej (1), zaleca się zastosowanie odpowiednich elementów odciążających, kompensujących ciężar własny szyby. Dotyczy to zarówno zespoleń jednokomorowych (2), jak i zespoleń dwukomorowych (3), z wyłączeniem jedynie przeszkleń o specjalnej geometrii części brzegowej. W tym przypadku konieczne są ustalenia z producentem szyb zespolonych.

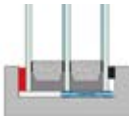
1.



2.



3.



Kompatybilność materiałów

Szczególną uwagę należy poświęcić wzajemnej kompatybilności poszczególnych materiałów, głównie zastosowanych klejów, mas uszczelniających i wypełniających.

Szczególnie podstępne są tzw. „przejścia", dyfuzje, od jednego materiału poprzez drugi do trzeciego, np. od kleju poprzez uszczelnienie wtórne szyby zespolonej do uszczelnienia pierwotnego.

12.

Przykłady wzajemnego oddziaływania

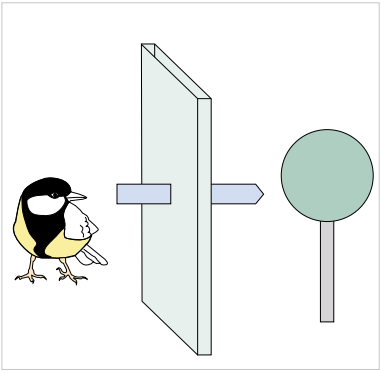
Przy zmianie systemu należy koniecznie ponownie uwzględnić kwestie wzajemnej tolerancji zastosowanych materiałów.
Normy i wytyczne obowiązują w swoim aktualnym wydaniu obejmującym wszystkie elementy wchodzące w skład systemu.

13. Szkło chroniące ptaki

Ochrona naszych latających przyjaciół

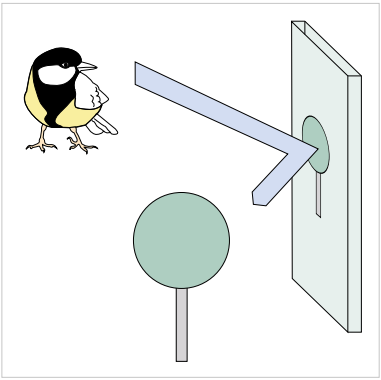
Szkło oferuje ludziom wiele korzyści. Niestety okazuje się, że przeszklone fasady budynków, duże okna czy bariery dźwiękochłonne wykonane ze szkła stanowią ogromne zagrożenie dla ptaków. Świetnie przygotowane do życia w swoim naturalnym środowisku nie są w stanie rozpoznawać sztucznie stworzonych przez człowieka barier ze szkła, których powinny unikać.

Aby ograniczyć ryzyko kolizji ptaków, firma Glas Trösch przy współpracy ze Szwajcarskim Obserwatorium Ptaków z siedzibą w Sempach, stworzyła specjalny rodzaj szkła.
SILVERSTAR BIRDprotect stanowi istotny wkład w kwestii ochrony ptaków w nowoczesnych projektach architektonicznych.
Transparentność zwykłego szkła oraz refleksy świetlne powstające na jego powierzchni prowadzą do tragicznych w skutkach kolizji ptaków z wszelkiego rodzaju przeszkleniami.



Transparentność

Najbardziej znaną przyczyną kolizji ptaków ze szkłem jest jego transparentność. W dzień ptaki rozbijają się o wszelkiego rodzaju przeszklenia, gdy próbują uzyskać dostęp do miejsc odpoczynku czy żerowisk, które widzą za szklaną przeszkodą. Jednak ptaki nie są w stanie rozpoznać szkła jako bariery, której należy uniknąć i podczas lotu bezpośrednio w nią uderzają.



Refleksy

W zależności od typu przeszklenia, oświetlenia oraz ustawienia budynku powstają w ciągu dnia różnego rodzaju refleksy świetlne względnie efekt odbijania znajdujących się w pobliżu obiektów. Odbijające się w szybach pobliskie drzewa czy krzewy, jak również niebo i chmury, sprawiają, że ptaki postrzegają te obiekty jako atrakcyjne dla nich siedliska względnie bezpieczny cel lotu. A ponieważ nie dostrzegają, że są to tylko lustrzane odbicia, uderzają najczęściej z pełną prędkością w szybę.

SILVERSTAR BIRDprotect produkcja i przetwarzanie

W zależności od wymagań i warunków do dyspozycji są trzy różne rodzaje produktów: SILVERSTAR BIRDprotect OFFICE, SILVERSTAR BIRDprotect HOME oraz SILVERSTAR BIRDprotect STREET, które powinny w maksymalnym stopniu ograniczyć problem kolizji ptaków z przeszkleniami.

13.1 SILVERSTAR BIRDprotect OFFICE

SILVERSTAR BIRDprotect OFFICE to przyjazne dla ptaków szyby zespolone do zastosowania w zamkniętych, klimatyzowanych pomieszczeniach biurowych, budynkach reprezentacyjnych i innych kompleksach publicznych, które równocześnie potrzebują dobrej termoizolacji oraz ochrony przeciwsłonecznej. Na specjalnej, opatentowanej powłoce stają się dla ptaków widoczne na szkle struktury, które łamią niejako efekt lustrzanego odbicia. W ten sposób ptak dostrzega przeszkodę dzięki czemu jest w stanie odpowiednio wcześnie zareagować i bezpiecznie zawrócić. Produkt do zastosowania w szybach zespolonych jedno- i dwukomorowych w kombinacji z powłokami ciepłochronnymi i przeciwsłonecznymi.

13.2 SILVERSTAR BIRDprotect HOME

SILVERSTAR BIRDprotect HOME to szyba zespolona przeznaczona do zastosowania w domach jedno- i wielorodzinnych oraz w domach pasywnych i energooszczędnych, w których szczególnie istotne jest magazynowanie ciepła.

Szyby zespolone o znikomym efekcie odbicia dostępne są jako jedno- i dwukomorowe. Dzięki temu produktowi do minimum zredukowane zostają odbicia i refleksy mylące ptaki.

13.3 SILVERSTAR BIRDprotect STREET

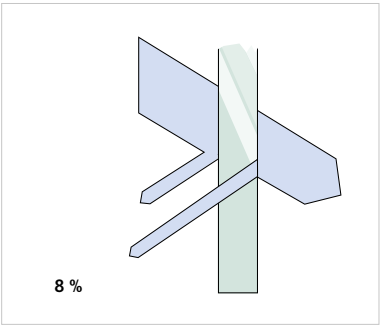
SILVERSTAR BIRDprotect STREET to przyjazne dla ptaków szyby stosowane na bariery dźwiękochłonne, balustrady balkonowe, przeszklenia narożne, wiaty przystanków autobusowych czy kabiny telefoniczne, które mają chronić przed hałasem i złą pogodą.

W produkcie tym stosuje się specjalne laminowane w szkle folie lub bezpośrednio drukowane na szkle różne struktury, które są bardzo dobrze dostrzegalne dla ludzi i zwierząt. Produkt dostępny jako szyba zespolona, laminowana VSG lub hartowana.

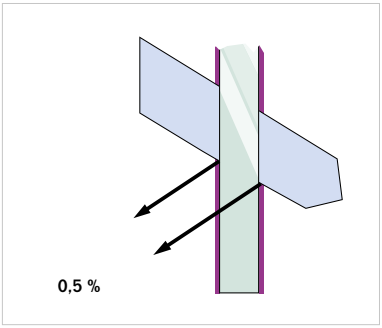
14. LUXAR – szkło antyrefleksyjne

LUXAR jest szkłem antyrefleksyjnym produkowanym metodą magnetronową, które niweluje występowanie wszelkich odbić i refleksów świetlnych. Możliwość spoglądania przez szkło bez uciążliwych odbić światła stało się w wielu miejscach potrzebą nie tylko zaspokojenia wrażeń estetycznych, ale również potrzebą zapewnienia bezpieczeństwa i komfortu wizualnego. Wysokiej jakości wyroby i dzieła sztuki są tu właściwym przykładem wystawienia ich na widok publiczny za szkłem spełniającym wymogi bezpieczeństwa. Tradycyjne przeszklenia ze szkła bezpiecznego utrudniały dotychczas zapewnienie dobrej widoczności. Również tablice informacyjne i ekrany urządzeń multimedialnych wyposażone w szkło LUXAR przynoszą korzyści w postaci ekstremalnie niskiej wartości szczątkowego odbicia światła. Wspaniała przejrzystość, wielorakość kolorów oraz doskonała rozdzielczość powodują, że LUXAR optycznie jest praktycznie w tego typu urządzeniach niezauważalny. Kompletny program szyb zespolonych SANCO może być wyposażony w szkło LUXAR.

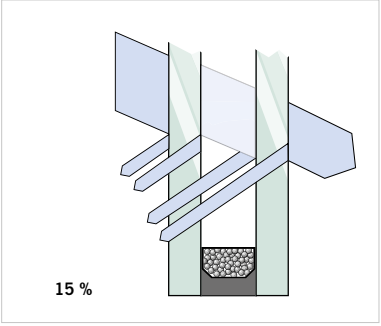
Porównanie różnych wartości współczynnika odbicia światła



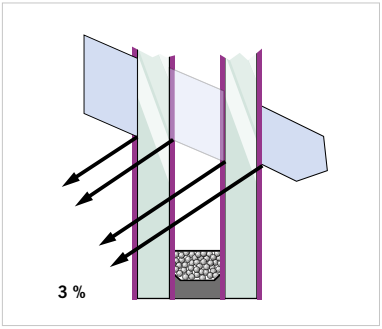
Niepowlekane szkło float
Odbicie światła 8 %



LUXAR, obie powierzchnie z powłoką antyrefleksyjną
Odbicie światła 0,5 %



Tradycyjna szyba zespolona
Odbicie światła 15 %



SANCO Plus EN2 z powłoką LUXAR, wszystkie powierzchnie z powłoką antyrefleksyjną, Odbicie światła 3 %

14.1 Zauważalne korzyści

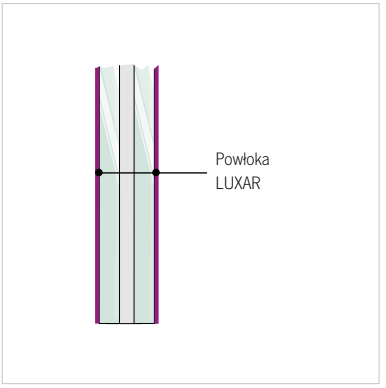
LUXAR jest szkłem ze specjalną powłoką antyrefleksyjną nakładaną metodą magnetronową, które w skrócie posiada następujące cechy:

- Eeliminuje niepożądane odbicia i refleksy światła
- Minimalną wartość współczynnika odbicia światła
- Dzięki specjalnej technologii magnetronowej – powłoka jest twarda i odporna
- Wzrost przepuszczalności światła o ponad 10 % w szybie zespolonej
- Brak zmian kolorów przy spoglądaniu
- Dostępny jako EUROFLOAT, EUROWHITE i float barwiony w masie
- Można przetwarzać jako ESG, VSG oraz szkło gięte, również z sitodrukiem

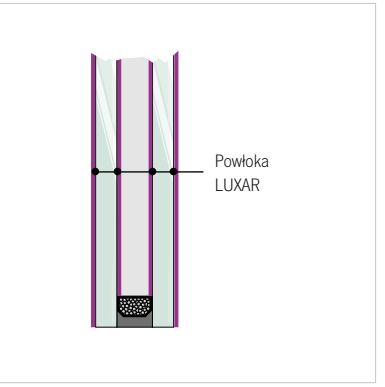
14.2 Szyby zespolone SANCO z powłoką LUXAR

- Każda powierzchnia na styku szkła z powietrzem powinna być pokryta powłoką antyrefleksyjną
- Ta powierzchnia szkła, która zwrócona jest do przestrzeni międzyszybowej powinna być również pokryta powłoką antyrefleksyjną
- Szybę laminowaną należy pokrywać powłoką antyrefleksyjną na jej stronach zewnętrznych
- Strona antyrefleksyjna powinna znajdować się zawsze od zewnątrz
- Strona nie powlekana powinna być skierowana do folii PVB

Jednostronne powlekanie powłoką antyrefleksyjną



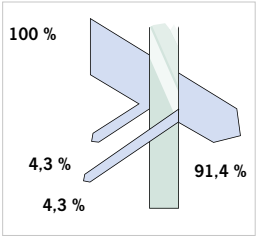
Dwustronne powlekanie powłoką antyrefleksyjną



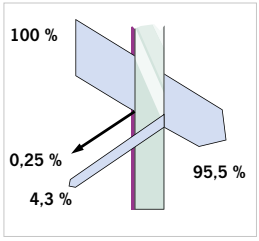
14.3 Dane techniczne

Grubości szkła	2 – 12 mm
Maks. wymiary szkła gr. 2 mm	1.900 x 1.475 mm
Maks. wymiary szkła gr. 3 – 12 mm	3.005 x 1.900 mm
Program dostaw LUXAR	LUXAR powlekany jednostronnie do produkcji laminatów; LUXAR powlekany dwustronnie; float zwykły; float biały - odbarwiony; szkło barwione w masie;
LUXAR może być dalej przetwarzany na:	VSG, ESG, szkło gięte, szkło z sitodrukiem, szyby zespolone, szkło pancerne, Hard Coat Low-E, COLORPRINT
Wierność odtwarzania barw przy spoglądaniu	Niezakłócona
Barwa resztek refleksu	Neutralna – niebieskawa

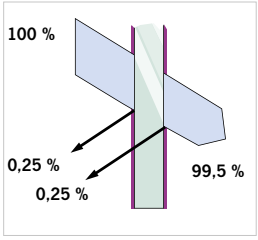
Wartości współczynnika przepuszczalności światła w szybach pojedynczych (LT w %)



Szkło float



LUXAR jednostronny



LUXAR dwustronny

Obszary zastosowania w szkle:
- Szkło float
- Szyby hartowane
- Szkło z pętlą alarmową
- Szkło laminowane oraz pancerne
- Szkło barwione oraz ekstra białe
- Szkło z sitodrukiem
- Różne warianty szyb zespolonych, również z powłokami ciepłochronnymi

Przykłady zastosowań:
- Tablice wskaźnikowe
- Fasady
- Witryny sklepów
- Ekrany wyświetlające informacje
- Ściany z ekranami
- Kontuary
- Gabloty w muzeach itp.

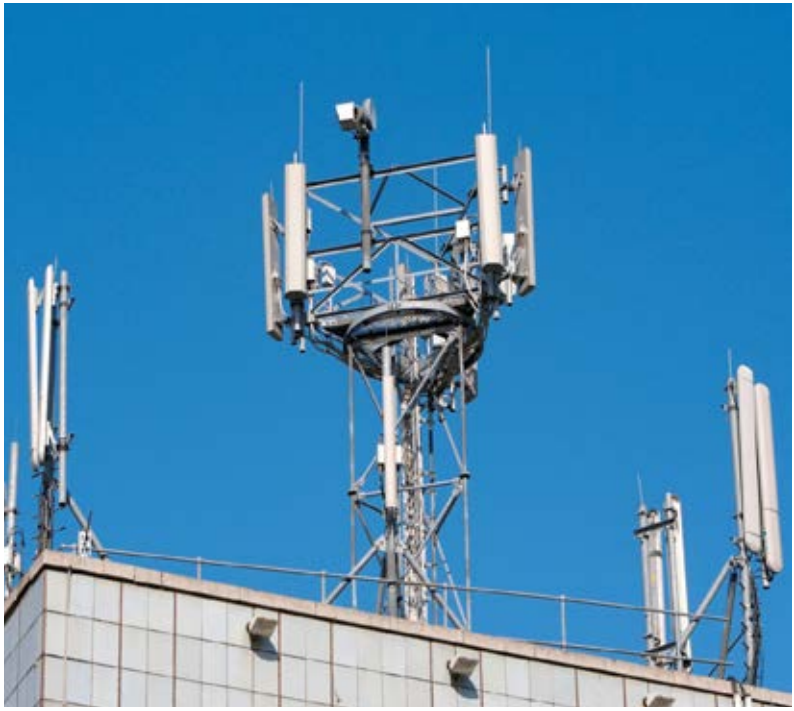
15. SANCO® SILVERSTAR® BioElectric

15.1 Sposób na przeciwdziałanie promieniowaniu wysokich częstotliwości

Montaż w budynkach SANCO SILVERSTAR BioElectric, czyli szyb zespolonych ekranujących wysokie częstotliwości, wpływa istotnie na skuteczną ochronę przed falami elektromagnetycznymi działającymi z zewnątrz. Szyba zespolona SANCO SILVERSTAR BioElectric redukuje promieniowanie fal wysokich częstotliwości, w szczególności częstotliwości związanych z siecią telefonii komórkowej, o współczynnik wynoszący ponad 1.000.

Wersja SANCO SILVERSTAR BioElectric Super potrafi z kolei zredukować o współczynnik wynoszący ponad 100.000 fale związane z nadawcami radiowymi i telewizyjnymi, radarami, sieciami komórkowymi, sieciami W-LAN, Wifi lub siecią telefonii DECT. Z reguły korzystanie w tych przypadkach z telefonów komórkowych nie zostaje ograniczone ze względu na wysoką czułość odbioru przez nie sygnału.

Szyby zespolone SANCO SILVERSTAR BioElectric oferują dodatkowo wysoką izolacyjność oraz ochronę przeciwsłoneczną.



Wartości tłumienia częstotliwości przez SANCO SILVERSTAR BioElectric

	BioElectric Standard	BioElectric Standard Super
GSM 900 (900 MHz)	36 dB	52 dB
GSM 1800 (1800 MHz)	35 dB	65 dB
UMTS (2000 MHz)	34 dB	64 dB
4.0 GHz	40 dB	55 dB
8.0 GHz	39 dB	60 dB
Średnia wartość tłumienia	35 dB (99,97 %)	55 dB (99,9997 %)

Podstawa badania: IEEE-Standard 299-1997 oraz MILSTD 285
Pomiary wykonane: 10/2004
Uniwersytet Obrony Federalnej w Monachium, Wydział Wysokich Częstotliwości, Techniki Mikrofalowej i Radarowej

15.2 Dane techniczne SANCO SILVERSTAR BioElectric

	BioElectric Standard	BioElectric Standard Super
Przepuszczalność światła	70 %	63 %
Odbicie światła	12 %	11 %
Wtórne odbicie ciepła do wewnątrz	4 %	9 %
Stopień całkowitej przepuszczalności energii wg EN 410	40 %	40 %
Indeks odtwarzania barw R_a	94	93
Wartość U_g wg EN 673	1,1 W/m^{2}K	1,1 W/m^{2}K

Podane wartości zespolenia: 6 - 16AR – 6

16. Informacje techniczne dotyczące szyb zespolonych

Literatura SANCO w zakresie tej tematyki, jak np.:

Informacje Techniczne. Zarządzenia dotyczące szkła pojedynczego oraz szyb zespolonych SANCO

Część brzegowa szyby zespolonej 'Ciepła Ramka'

Pękanie szkła spowodowane naprężeniami termicznymi

Pękanie szkła spowodowane naprężeniami mechanicznymi

Kondensacja pary wodnej na szybach zespolonych

Podesty, schody i podłogi ze szkła

Przeszklenia przechodnie

Przeszklenia zabezpieczające przed wypadnięciem

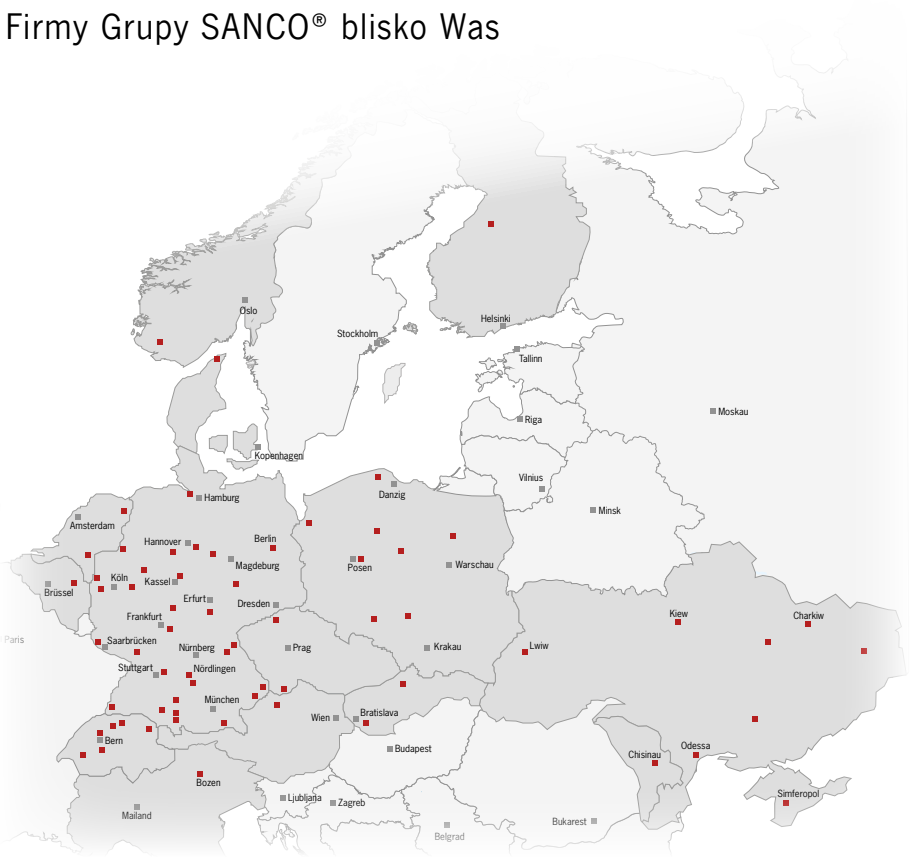
Przeszklenia znajdujące się nad głową

Właściwe wietrzenie – zdrowsze mieszkanie

Wielofunkcyjne szyby zespolone SANCO

jak również wszelkie inne informacje w zakresie techniki związanej z szybami zespolonymi otrzymacie Państwo w przedsiębiorstwach Grupy SANCO.

Firmy Grupy SANCO® blisko Was



Informacje na bieżąco na:
www.sanco.de/pl

Źródła i literatura

Allianz Versicherungs-AG

Arbeitsausschuss Glas (AGlas) im DIN – Deutsches Institut für Normung e.V.

Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks, Hadamar

Bundesverband Flachglas e.V.

Euroglas GmbH

Glas Trösch AG, Bützberg

Gütegemeinschaft Mehrscheiben-Isolierglas e.V.

Institut des Glaserhandwerks für Verglasungstechnik und Fensterbau, Hadamar

Institut für Fenstertechnik e.V. Rosenheim

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN – Deutsches Institut
für Normung e.V.

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Normenausschuss Kunststoffe (FNK) im DIN

Technische Informationen der SANCO Beratung

Verband Fenster + Fassade

Kierownictwo: Jürgen Halbmeyer
Redakcja techniczna: Florian Lindlbauer, Ingrid Quel
Koncepcja i tekst: Gerald Liske
Ilustracje techniczne, skład i produkcja: Team Absatzförderung GmbH, Filderstadt
Zdjęcia: SANCO, Glas Trösch, Euroglas, Pellini ScreenLine, fotolia

TA WERBEAGENTUR 11/2016

VITROSZLIF

VITROSZLIF Sp. z o.o.
ul. Bór 67/73a · PL 42-200 Częstochowa
Tel. (0048) 34 / 363 32 38 · Fax (0048) 34 / 363 33 89
info@vitroszlif.com.pl · www.vitroszlif.com.pl

www.sanco.de