1/7. ZABUDOWA OTWORÓW OKIENNYCH I DRZWIOWYCH.
7.7. SZKŁO

CPV: 45421100-5 Instalowanie drzwi, okien i podobnych elementów

1. WSTĘP

2. 1.1. Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru szkła ścian osłonowych, okien i drzwi.

1.2. Zakres stosowania ST

Specyfikacja techniczna jest stosowana jako dokument przy realizacji robót wymienionych w pkt. 1.1.

1.3. Zakres robót objętych ST

Roboty, których dotyczy specyfikacja, obejmują wszystkie czynności umożliwiające i mające na celu montaż szkieł.

1.4. Określenia podstawowe

Określenia podstawowe niniejszej ST są zgodne z obowiązującymi odpowiednimi formami, oraz określeniami podanymi w specyfikacji Wymagania Ogólne.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonywania oraz za zgodność z dokumentacją projektową, ST i poleceniami Inspektora nadzoru inwestorskiego.

1.5.1. Wymogi formalne

Szkło powinny być osadzone zgodnie z dostarczoną dokumentacją techniczną, lub instrukcją wbudowania, akceptowaną przez Inspektora nadzoru inwestorskiego.

1.5.2. Warunki organizacyjne

Przed przystąpieniem do robót wykonawcy, oraz nadzór techniczny winny się dokładnie zaznajomić z całością dokumentacji technicznej, oraz z projektem organizacji robót, wykonanym przez Inspektora nadzoru inwestorskiego. Wszelkie ewentualne niejasności w sprawach technicznych należy wyjaśnić z autorami poszczególnych opracowań przed przystąpieniem do robót.
Jakiekolwiek zmiany w dokumentacji technicznej mogą być dokonywane w trakcie wykonawstwa, tylko po uzyskaniu akceptacji Inspektora nadzoru inwestorskiego, a w wypadku zmian dotyczących zasadniczych elementów lub rozwiązań projektowych mogących mieć wpływ na nośność obiektów należy uzyskać dodatkową akceptację projektantów.
Przed rozpoczęciem robót należy zapoznać się z warunkami istniejącymi w miejscu montażu, możliwość upewnić się, że zapewniają one możliwość bezusterkowego wykonania prac.

2. MATERIAŁY

2.1. Certyfikaty i świadectwa

- Wykonawca zobowiązany jest do dostarczenia dokumentów potwierdzających, że wszystkie materiały, systemy, produkty, rozwiązania posiadają wymagane prawem, aktualne świadectwa, opinie, certyfikaty, aprobaty wydane przez uprawniane instytucje i są dopuszczalne do stosowania w Polsce. Zastosowane materiały i wyroby lub rozwiązania systemowe składające się z wielu elementów, służące do ochrony przeciwpożarowej oprócz aprobaty technicznej muszą mieć certyfikat zgodności wg rozporządzenia ministra spraw wewnętrznych i administracji (Dz.U. z 1998 r.nr 55, poz. 362).
- Wg podstawowych wymagań projektowych wszystkie elementy muszą być stosowane zgodnie z warunkami określonymi w aktualnych dokumentach wydanych przez uprawnione instytucje (np. ITB).

- W przypadku braku niezbędnych dopuszczeń wymaganych przez polskie prawo budowlane wykonawca musi uwzględnić koszty oraz czas prowadzenia pełnej certyfikacji wyrobu.

Jakość materiałów, dokumenty dodatkowe.
- O ile nie podano inaczej, wszystkie materiały używane podczas robót muszą być dobrej jakości oraz muszą posiadać atesty stosownych władz polskich, dopuszczające ich stosowanie jako materiałów budowlanych w Polsce.
- Stosowane materiały muszą spełniać wymagania określone Polskim Prawem, a także posiadać udokumentowane parametry nie gorsze od wyspecyfikowanych.

2.2. Elementy przeszklone, szklenie

- Wszystkie przeszklenia elewacji muszą być wykonane ze szkła bezpiecznego laminowanego lub hartowanego od strony wnętrza w klasie min. P2 i w drzwiach przeszklonych szklenie w klasie min P2 /klasa w zależności od potrzebi funkcji/.
  - Wykonawca powinien określić źródło (miejsce produkcji) szkła hartowanego. Całe szkło hartowane wg PN-EN 12150-1:2002 ma być dodatkowo przetestowane poprzez dodatkowe wygrzewanie wg normy DIN 181516. Wykonawca robót elewacyjnych winien dostarczyć certyfikaty stwierdzające, że szkła hartowane przetestowane tzw. HST wg normy DIN 181516. Certyfikaty testów maja zwierać nazwę projektu, datę i miejsce przeprowadzanych testów szkła hartowanego.

budowa wkładu zespolonego w klasie odporności przeciwogniowej EI30
o parametrach izolacyjności akustycznej Rw=49dB, Ra'1=46dB , Ra'2=41dB:

BALUSTRADA
Szkło (półhart) 55.4 + szlif krawędzi

- Szklenia tych samych lub podobnych elementów elewacji powinno być identyczne.
- Grubości szkła i parametry zestawu mają być dobrane przez wykonawcę tak, by otrzymać żądane parametry techniczne i spełnienie wymagań konstrukcyjnych i normowych. Wykonawca robót elewacyjnych powinien dostarczyć oświadczenia od producenta szkła i przeszkleń systemu fasady, że dokonał on przeglądu zaproponowanych rozwiązań i uznał zaproponowane szklane elementy za całkowicie odpowiadające swemu projektowanemu przeznaczeniu, zgodnie z rysunkami warsztatowymi całości systemu i detali.
- Wykonawca robót elewacyjnych ma zapewnić ponadto, że szkło nie zostanie uszkodzone pod wpływem dodatkowych naprężeń termicznych spowodowanych intensywnym nasłonecznieniem. Szkło, które w wyniku kalkulacji wymagać będzie wzmocnienia np. hartowania winno być uwzględnione przez Wykonawcę w ofercie.
  Ponadto, szkło powinno spełniać następujące wymagania:
- Przewiduje się wypełnienie zestawów argonem.
- Bąbelki powietrza i inkluzje (wyrostki): maksymalna liczba dopuszczalna w jednej tafli trzy (3) nie przekraczające 0,5mm zewn. Średnicy.
- Zarysowania: dopuszczalne nie przekraczające 75mm długości i nie widoczne z odległości 3 metrów. Zarysowania naruszające krawędzie tafli nie dopuszczalne.
- Rysy (głębokie zarysowania): nie dopuszczalne w widocznych częściach szklenia.
- Szkło powlekane winno spełniać co następuje: Jednolitość powłoki: zachowana do 30mm od krawędzi, w obrębie paska 30mm do 5mm od krawędzi drobne niedoskonałości dopuszczalne, jeżeli nie będą widoczne z odległości 2 metrów. Ubytki punktowe: dopuszczalne jeżeli nie są widoczne z odległości 2 metrów, skazy widoczne z odległości mniejszej niż 2 metry nie mogą mieć więcej niż 1,2mm. Grupa tego typu skaz nie może być większa niż 10 w promieniu 25mm.
- Wykonawca winien wybrać dostawców szklenia i dostarczyć szczegółowe dane techniczne wybranych typów szkła.
- Zestawy szklane
  - Zestaw szklenia podwójnego powinien składać się z dobranych przez producenta tafli szkła oddzielonych przekładką absorpcyjną wykończoną metalem anodowanym na kolor srebrny lub inny z zaginanymi, spawanymi lub lutowanym narożnikami i ze spawanymi lub lutowanymi połączeniami albo łączeniem na długość tak by zapewnić hermetycznie zamkniętą i idealnie osuszoną przestrzeń.

- Należy tak instalować tafle szklane, aby identyfikator / logo producenta znajdowało się zawsze w tym samym narożu.

2.3. Szyba zespolona

Zespół składający się co najmniej z dwóch szyb oddzielonych elementem dystansowym na całym obwodzie, połączonych ze sobą z zastosowaniem różnych procesów uszczelniania obrzeży, z hermetycznie uszczelnionymi przestrzeniami między szybami zawierającymi pochłaniacz wilgoci, powietrze lub inne gazy.

Szyba zespolona musi spełniać parametry normy: PN-EN 13079 i PN-EN 1279.

Wykonawca zobowiązany jest przy doborze grubości szyb uwzględnić obciążenia statyczne i wymagania izolacyjności akustycznej.

Przy wyznaczeniu grubości szkła trzeba zwrócić uwagę na to, że w przypadku szkła refleksyjnego, zewnętrzna szyba powinna być zawsze grubsza, aby uniknąć zniekształceń spowodowanych soczewkowaniem szyby pod wpływem wysokiej temperatury i zmiany ciśnienia.

2.4. Rodzaje szkła

Rodzaj szkła i jego jakość uzgadnia się między producentem o odbiorcą.

Można użyć następujące rodzaje szkła:

- Szkło „floatacyjne" w szybie zespolonej, albo jako szyba pojedyncza (PN-EN 572-2)
- Szkło „hartowane" w szybie zespolonej, albo jako szyba pojedyncza (PN-EN 12150-1)
- Szkło laminowane w szybie zespolonej, albo jako szyba pojedyncza (PN-EN 12543)
- Szkło powlekane (PN-EN 1096) np. niskoemisyjne lub przeciwsłoneczne (badane zgodnie z normą PN-EN 410, PN-EN 674).

<u>Szkło floatacyjne:</u>

Szkło float jest to szkło sodowo-wapniowo-krzemianowe płaskie, przeźroczyste bezbarwne lub zabarwione o równoległych i ogniowo wypolerowanych powierzchniach, otrzymywane metodą ciągłego wylewania i przepływania po powierzchni roztopionego metalu.
Odchylenia od płaskości szyby nie mogą być większe, jak 1 mm na 1 m długości krawędzi szyby.
Szkło floatacyjne musi spełniać parametry normy PN-EN 572.

<u>Szkło hartowane:</u>

- Termicznie hartowane bezpiecznie szkło sodowo-wapniowo-krzemianowe: szkło, w obrębie którego trwałe powierzchniowe naprężenie ściskające zostało wywołane poprzez kontrolowane procesy ogrzewania i studzenia w celu uzyskania znaczącego zwiększenia odporności na mechaniczne i cieplne naprężenie oraz zapewnienia mu właściwej siatki spękań po rozbiciu.
- Termicznie hartowane bezpieczne szkło sodowo-wapniowo-krzemianowe płaskie: szkło któremu nie nadano specjalnego kształtu podczas produkcji.
- Termiczne hartowane bezpieczne emaliowane szkło sodowo-wapniowo-krzemianowe: pokryte jest szkliwem ceramicznym wtapiającym się w powierzchnię podczas procesu hartowania. Po tym procesie szkliwo ceramiczne staje się integralną częścią szkła.

Należy używać (jako wymaganie minimalne) tylko szyby z dobrze zatępionymi lub oszlifowanymi krawędziami. Jakość hartowania szyb powinna gwarantować, żeby rozkruszenie przy rozbiciu nie przekroczyło ich 1-2-krotnej grubości. Nie mogą zostać użyte szyby z uszkodzeniami, np. odłamanymi krawędziami. Wszystkie przeznaczone do użytku szkła hartowane, muszą zostać poddane testowi leżakowania w wysokich temperaturach (Heat-Soak-Test). Przed wysyłką musi zostać przedstawiony dowód, że przetestowano całą dostawę szkła przez 8 godzin przy średniej temperaturze pieca 290^{o}C (DIN 181516).

Szkło hartowane musi spełniać parametry normy PN-EN 12150-1.

Szkło laminowane:

Szkła laminowane składają się z co najmniej dwóch szyb z przekładką foliową z PVB odporną na światło i promieniowanie UV o min. grubości 0,38 mm. Przy oszkleniu z pozostawieniem swobodnych krawędzi należy ochraniać brzeg szyby przed wilgocią, zwłaszcza wystawione na wpływ środowiska krawędzie poziome, aby uniknąć przebarwienia przekładki foliowej.

Dopuszczalne jest stosowanie szyb laminowanych przy zastosowaniu żywic syntetycznych, o ile ich parametry mechaniczne po zestaleniu odpowiadają folii poliwinylobutyralowej.

Szkło laminowane musi spełniać parametry normy PN-EN 12543.

Szkło powlekane:

Szkło powlekane - podłoże szklane (szkło podstawowe, szkło bezpiecznie hartowane, borokrzemianowe szkło, szkło wzmacniane termicznie, borokrzemianowe szkło wzmacniane termicznie, szkło wielowarstwowe lub szkło bezpieczne warstwowe) na które została naniesiona powłoka (jedna warstwa lub więcej cienkich stałych warstw z materiałów nieorganicznych naniesionych na powierzchnię szkła różnymi metodami osadzania) w celu zmodyfikowania jednej lub więcej z jego własności.
Powłoka powinna być umieszczona na powierzchni 2 lub 3.

Szkło powlekane musi spełniać parametry normy PN-EN 1096, EN-410.

2.5. Szkło: izolacja termiczna i izolacja akustyczna

Izolacja termiczna:

Konstrukcję elementów elewacji należy wykonać i zamontować jako wodo i gazoszczelną, zarówno z zewnątrz jak i z wewnątrz, odpowiednio do wymogów aktualnego rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, gdzie poszczególne wartości zostały sprawdzone obliczeniowo w sposób określony w PN-EN ISO 6946 oraz PN-EN ISO10211-1 i określonych w dalszym ciągu parametrów szczegółowych.

Wykazane w projekcie materiały i grubości warstw izolacji, względnie wykazane tam i wymagane materiały budowlane zostały przyjęte przez projektanta i winny być przez Wykonawcę sprawdzone. Elementy konstrukcji elewacji należy tak zaprojektować, aby na ich wewnętrznych powierzchniach nie występowało roszenie.

Temperatura ram okiennych, elementów konstrukcyjnych i paneli od strony wewnętrznej nie może spaść poniżej akceptowanych dla otoczenia +16^{o}C.

Izolacja akustyczna:

Konstrukcja elewacji powinna zostać tak ukształtowana i wbudowana, aby zapewniona była, mierzona w stanie wbudowanym, łącznie z przyłączami i wypełnieniami szkieletu ściany, izolacyjność akustyczna co najmniej Rw>=35 dB dla elewacji zewnętrznej i Rw >= 32 dB dla elewacji wewnętrznej /w zależności od potrzeb, funkcji, przeznaczenia budynku można dobrać poziom izolacyjności, tu podano wartości minimalne/.
O ile w opisach pozycyjnych nie podano innych danych, to żądanie to obowiązuje dla wszystkich elementów elewacji.
Wartości izolacyjności akustycznej szyb powinny zostać dopasowane przez Wykonawcę na własną odpowiedzialność do łącznej wartości izolacji akustycznej elementu elewacji zamontowanego w budynku. Wymagane wartości izolacyjne należy potwierdzić przez świadectwa i pomiary po zamontowaniu.
Należy zwrócić szczególną uwagę na właściwe ukształtowanie połączenia między konstrukcją elementów elewacji ścian osłonowych i korpusem budynku.
Należy przewidzieć konsekwentne zapobieganie przewodzeniu dźwięków wzdłuż styków elewacji za ścianami wewnętrznymi poprzez zastosowanie elastycznych przekładek. Wymagane jest Rw >= 45-47 dB.

Szkło zwykłe (jednorodne):

Podwojenie grubości szkła powoduje redukcję hałasu o około 4 dB. Teoretycznie powinno to wynosić około 6 dB, lecz ze względu na częstotliwość rezonansową koincydencji redukcja wynosi tylko 4 dB.
Częstotliwość rezonansowa koincydencji (częstotliwość krytyczna fc) jest odwrotnie proporcjonalna do grubości szkła i wyraża się wzorem:

fc = 12000 Hz / d

d – grubość szkła w mm

Szkło hartowane, powlekane i zbrojone o jednakowej grubości posiada parametry akustyczne, takie jak produkt podstawowy (szkło float).

Izolacyjność akustyczna właściwa dla szyb i całych przegród szklanych powinna być określana zgodnie z normą: PN EN 20140-3, PN EN ISO 717-1.

Szkło laminowane:

Szkło laminowane, zazwyczaj stosowane jako bezpieczne, czy antywłamaniowe może również dawać pewne akustyczne korzyści, szczególnie dla tłumienia częstotliwości rezonansowej koincydencji. Istnieją dwa podstawowe typy materiału używanego jako warstwa międzyszybowa.
Poliwinylobutyral (PVB) w postaci folii używany w typowym szkle laminowanym, oraz polimetylometrakrylan (pmma) – żywica używana w szkle laminowanym poprzez odlewanie. Istnieją znaczące różnice dotyczące parametrów akustycznych tych produktów, przede wszystkim ze względu na fakt, iż pmma jest miększe aniżeli PVB.
Przy stosowaniu pmma, rezonans szczątkowy pojawia się przy częstotliwościach, które są prawie zgodne z częstotliwościami własnymi poszczególnych składników szklanych laminatu, natomiast dla produktów z PVB pojawia się on przy częstotliwościach, które odpowiadają częstotliwości rezonansowej całkowitej grubości szkła wielowarstwowego (tzn. niższa częstotliwość).
Tak więc pmma przesuwa częstotliwość rezonansową na wyższy poziom częstotliwości, które z kolei odgrywają mniej znaczącą rolę w ogólnych parametrach akustycznych oszklenia.
Norma PN-EN-12354-3.

Szklenie podwójne:

Podwójne szklenie, stosowane zazwyczaj dla zmniejszenia utraty ciepła przez okna, po użyciu odpowiednich komponentów szklanych, może dać również dobrą izolację akustyczną. Głównym założeniem jest użycie grubego szkła i zapewnienie przynajmniej 30% różnicy w grubości tafli szklanych (np. 10 mm + 6 mm, lub 6 mm + 4 mm, zestawy asymetryczne). Laminowanie szyb daje niewielkie polepszenie warunków i nie ma znaczenia, która z szyb jest laminowana.
Norma PN-EN-12354-3.

Instalacja odwrotna:

Sposób instalacji szyby zespolonej nie wpływa na zmianę izolacji dźwiękowej. Zestaw 10/12/6 będzie miał identyczną redukcję hałasu co zestaw 6/12/10.

Wpływ szerokości zestawu:

Przy zastosowaniu typowych szerokości dystansu pomiędzy szybami w zakresie od 6 mm do 20 mm zmiana parametrów akustycznych jest bardzo niewielka, natomiast dość znacznie zmienia się izolacja termiczna.

Wpływ wypełniania gazem:

Często w zestawach dwuszybowych zawierających szkła niskoemisyjne, powietrze zastępowane jest argonem dla podniesienia właściwości termicznych.
Nie ma to najmniejszego wpływu na parametry akustyczne.
Dla zastosowań, gdzie najbardziej krytyczne są średnie częstotliwości (np. mowa), szyba zespolona może zostać wypełniona mieszanką gazową z sześciofluorkiem siarki (SF_6). Poprawia to znacznie wartość R_w, ale w tym samym czasie powstaje rezonans przy częstotliwości 200-250 Hz, tak więc dla hałasu zdominowanego przez niskie częstotliwości (hałas uliczny, kolej, startujące samoloty) użycie tego gazu jest niewskazane. Generalnie takie szyby zespolone oferują w takich sytuacjach niższy efekt izolacyjności akustycznej niż standardowe szyby wypełnione powietrzem.

Norma: PN-EN ISO 717-1.

Okna dwuskrzydłowe z szeroką przerwą międzyszybową:

W celu uzyskania bardzo wysokiej izolacji akustycznej dla okien, można zastosować przerwy powietrzne 100-200 mm. Obowiązują tu podobne uwarunkowania, dotyczące różnych grubości szkieł, jak w szybach zespolonych. Preferowana grubość dla jednej z szyb 10 mm. Wykładanie ościeży materiałem akustycznie absorbującym (płyta pilśniowa) może poprawić ogólne parametry akustyczne o 2-6 dB, w zależności od powierzchni i parametrów absorbcyjnych.
Okna te uzyskują najwyższe parametry tylko wtedy, gdy przerwa powietrzna zostanie skutecznie uszczelniona.
Norma: EN 14351-1.
Wpływ powierzchni:
Jeżeli izolacja dźwiękowa ściany jest przynajmniej o 10 dB lepsza niż izolacja oszklenia, możemy pominąć wartość przepływu hałasu przez ścianę.
Ściana z cegły dziurawki ma wartość R_m lepszą niż 50 dB, tak więc parametry akustyczne fasady są zdeterminowane przez oszklenie.
Im większe okno, tym więcej hałasu będzie się przez nie dostawać, ale biorąc pod uwagę sposób w jaki poziomy głośności są dodawane, to ma to relatywnie niewielki skutek. Podwojenie powierzchni okien kosztować będzie podniesienie hałasu o 3 dB, wartość zaledwie zauważalną.

Szczelność ram otwieranych:

Jeśli okno zawiera elementy otwieralne dowolnego rodzaju, ważne jest aby skuteczne uszczelnienia były również dopasowane.
Szczeliny powietrzne równe 1% całej powierzchni oszklenia, mogą zredukować potencjalną izolację akustyczną o 10 dB, co oznacza, że słyszany przedostający się hałas będzie dwa razy głośniejszy, niż byłoby to w przypadku pełnego uszczelnienia.

Wpływ tworzywa ramy:

Zwykle, nowoczesne ramy okienne, wykonane z drewna, aluminium czy z PCV nie posiadają żadnych poważnych nieszczelności wobec hałasu, tak więc może być przyjęta, za wielkość reprezentatywną dla całego okna, izolacyjność oszklenia, jako poziom redukcji hałasu do 35 dB.
Poza R_m, ważne jest oszacowanie parametrów dla proponowanej ramy.

Izolacja elementów międzyokiennych (spandrel panels):

Wiele nowoczesnych budynków zaprojektowanych zostało z elewacjami w pełni przeszklonymi, gdzie pewne elementy są nieprzeźroczyste. Uzyskuje się to poprzez
zastosowanie szkła powlekanego i pokrytego silikonem, od strony wewnętrznej stykającego się z materiałem izolacyjnym (włókno szklane) osadzone w metalowej formie, dla zredukowania strat cieplnych budynku. Dodanie materiału izolacyjnego i metalowej formy, ze względu na rezonans, pogorszy parametry szkła podstawowego dla bardzo niskich częstotliwości, ale poprawi je dla częstotliwości powyżej 125 Hz.

Wpływ wysokości budynku:

Zazwyczaj, hałas uliczny zmniejszy się o 3 dB wraz z podwojeniem odległości od drogi, mierzonej pod kątem prostym. Zależność ta nie może być jednak stosowana dla budynków o dużej wysokości, chociaż wyższe kondygnacje znajdują się dalej od źródła hałasu aniżeli niższe kondygnacje. W terenach zabudowanych, wewnętrzne odbicia fal dźwiękowych pomiędzy graniczącymi budynkami wykazują tendencje do utrzymania poziomu hałasu na wyższych kondygnacjach.
Efektem tych tendencji jest fakt, iż pionowe pole hałasu jest w rzeczywistości jednolite i nie uwzględnia się korekt obliczeniowych związanych z wysokością budynku.

3. SPRZĘT

Przenoszenie:

Przenoszenie szkła i ich opakowań wymaga zasad bezpieczeństwa.

Opakowania:

- Należy stosować belki do podnoszenia ciężarów lub uchwyty, odpowiednio dostosowane do rodzaju przenoszonego szkła, w celu uniknięcia jego odkształceń.
- Puste opakowania winny być tak przechowywane, aby umożliwić ich ponowne zużytkowanie.

Szczególną uwagę należy zwrócić na produkty szklane dostarczone w skrzyniach. Niezbędne jest przestrzeganie specjalnych zaleceń, podanych przez producenta.

Produkty szklane:

- Należy stosować opaski lub ssawki, w dobrym stanie, odpowiednio dostosowane do rodzaju, kształtu i ciężaru przenoszonego produktu szklanego.
- Produkty winny być czyste i suche oraz nie posiadać zarysowań na brzegach powierzchni.

Kompetentny personel powinien przestrzegać obowiązujących zaleceń, jak również regulaminu bezpieczeństwa higieny pracy /PN-EN 1279-6/.
Poprawnie zamontowane szkło nie wymaga zapewnienia szczególnych środków ostrożności.

4. TRANSPORT

4.1. Transport szkła budowlanego

Pakowanie, znakowanie i przechowywanie szyb zespolonych:

- Szyby zespolone powinny być pakowane w skrzynie, klatki, lub ustawione na stojakach. Skrzynie i klatki powinny być wykonane z tarcicy, płyt pilśniowych, sklejki lub innego materiału drewnopodobnego, przy czym każda szyba zespolona powinna być przy pakowaniu przekładana na całej powierzchni cienkim papierem lub przekładkami, np. z parafiny.
- Wolne przestrzenie w skrzyni i klatce należy wypełnić materiałem amortyzującym. Skrzynie lub klatki powinny być tak wykonane, aby nie było w nich wystających gwoździ. Masa skrzyni lub klatki z szybami zespolonymi nie powinna przekraczać 1 500 kg.
- Stojaki do pakowania szyb zespolonych powinny być metalowe, przy czym podstawa stojaka z oparciem powinna tworzyć kąt prosty.
- Szyby zespolone w ten sposób pakowane powinny być oddzielone przekładkami.
- Szyby zespolone ustawione na stojakach powinny być zabezpieczone przed przesuwaniem się. Wszystkie części metalowe stojaka, które stykają się z szybami zespolonymi powinny być wyłożone filcem lub innym materiałem amortyzującym.

Inny sposób pakowania jest dopuszczalny, jeżeli zabezpiecza szyby zespolone nie gorzej niż przewidziana w normie /PN-B-13079/.

Znakowanie

W górnej części każdej skrzyni lub klatki, bezpośrednio na skrzyni lub nalepce należy nanieść trwały napis zawierający następujące dane:

a) znak lub nazwę producenta
b) nazwę wyrobu
c) wymiary grubości, szerokości i długości
d) liczbę szyb i metrów kwadratowych
e) numer skrzyni
f) znaki manipulacyjne np. („Ostrożnie kruche”, „Chronić przed wilgocią”).

Przechowywanie:

Szyby zespolone powinny być przechowywane w pomieszczeniach krytych, suchych, przewiewnych i zabezpieczonych przed opadami atmosferycznymi, temperaturze nie przekraczającej 40 ^{o}C. Skrzynie lub klatki powinny być ustawione w pozycji pionowej. Szyby zespolone powinny być ustawione w pozycji pionowej. Każda szyba zespolona powinna być oddzielona przekładką /PN-B-13079/.

4.2. Magazynowanie szkła

Przechowywanie w specjalistycznych magazynach
Odpowiednia konserwacja szkła w magazynach uzależniona jest przede wszystkim od warunków jego magazynowania.
W oczekiwaniu na montaż szkło powinno być przechowywane w warunkach zabezpieczających je przed uszkodzeniem:

- chemicznym
- „wykwity" wynikające ze zbyt dużej wilgoci początkowej:
- deszczem: woda padająca bezpośrednio na szkło
- kondensacja: zmiana poziomu hydrotermicznego powietrza, połączona ze zmianami temperatury.
- mechanicznym
- ukruszenie krawędzi, uszkodzenie powierzchni, stłuczenia.

W konsekwencji:

- tuż po dostawie, szkła powinny zostać wyjęte z ich opakowania (za wyjątkiem szkieł powlekanych, których krawędzie zabezpieczone są taśmami zawierającymi środki odwadniające).
  Szkła ze śladami wilgoci, związanymi ze zmianami temperatury podczas transportu, należy przed magazynowaniem umyć i osuszyć.
- Magazyny powinny być zadaszone, zamknięte i suche, ogrzewane podczas zimnych pór roku do temperatury minimalnej wynoszącej około 10 stopni C, natomiast wietrzone podczas upałów. Pomieszczenia powinny być oddalone od miejsc zakurzonych, a wewnątrz nie powinny znajdować się żadne substancje ścierne (w tym kurze).
- Stojaki wykorzystywane do przechowywania szkła o nachyleniu 6% w stosunku do podłoża, powinny być obłożone giętkim materiałem (w rodzaju filcu lub neoprenu) w dobrym stanie, nie zawierającym żadnych ciał obcych.
  Stojaki przeznaczone dla szyb zespolonych powinny posiadać płaską podstawę, aby uniknąć przesuwania się poszczególnych „elementów szkła".
  Przestrzeń pomiędzy stojakami powinna pozwalać na swobodne przemieszczanie się osób, bez ryzyka uszkodzenia powierzchni szkła.

  Skrzynie nie są odpowiednimi opakowaniami dla przechowywania szkieł, nawet w pomieszczeniach suchych.

  - Szkła powinny być przechowywane na stojakach, oddzielone od siebie wkładkami (papier, korkowe podkładki, etc, za wyjątkiem pofałdowanego papieru), w jak najbardziej jednolitych stosach, których wysokość nie przekracza 30 cm. W przypadku nierównych wymiarów tafli szkła powinny być rozmieszczone jedno na drugim, przy czym największa tafla powinna znajdować się na spodzie stosu.

Szkła powinny być dobrze dosunięte do siebie, w celu uzyskania takiego samego nachylenia wszystkich tafli.
Należy przewidzieć układanie w stosy szkieł różnego rodzaju.
W stosy należy układać tylko szkła idealnie wysuszone.
Generalnie należy przestrzegać jak najczęstszych rotacji przechowywanych szkieł.

Normy: PN-B-13079, PN-EN 1279-6

4.3. Dostawa i magazynowanie szkieł na placach budowy

Wymagane jest przechowywanie szkieł w miejscach suchych, niedostępnych dla promieni słonecznych, kurzu i odprysków cementu, spoin i odpadów szlifierskich. Szkła powinny być przechowywane w miejscach płaskich i stabilnych, z dala od miejsc najczęściej uczęszczanych.
W razie przechowywania szkła na zewnątrz, niezbędne jest jego nakrycie przewiewną plandeką.

Należy odpowiednio rozmieścić szkła w miejscach ich przechowywania:

- Ułożone w stosy o maksymalnej grubości 25 cm i nachyleniu rzędu 6% w stosunku do podłoża, stale podtrzymywane przez zabezpieczające szyny, uniemożliwiające spadek szkła
- Ułożone na dwóch poziomych poprzeczkach, pokrytych giętkim materiałem
- Zabezpieczone przed kurzem za pomocą plastiku lub kartonu.

Przechowywanie szkła na słońcu jest zdecydowanie odradzane, gdyż powoduje ono pęknięcia natury termicznej, zwłaszcza szkieł zbrojonych, barwionych i szyb zespolonych.
Dodatkowo, przechowywanie na zewnątrz szkła w stosach, może być przyczyną uszkodzeń powierzchni składowych szkieł (iryzacja).

Normy: PN-B-13079, PN-EN 1279-6

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Wykonawca przedstawi Inspektorowi nadzoru inwestorskiego do akceptacji harmonogram robót uwzględniający wszystkie warunki, w jakich roboty będą wykonywane.

5.2. Szklenie - montaż szkła

Montaż:

Montaż szkieł powinien przebiegać zgodnie z warunkami technicznymi poszczególnych produktów lub szczególnymi zaleceniami dotyczącymi użytkowania i montażu.
Poprawnie zamontowane szkło nie wymaga zapewnienia szczególnych środków ostrożności. Szkło należy myć czystą wodą lub znajdującymi się na rynku środkami czyszczącymi nie zawierającymi substancji zasadowych.
Szkła powinny być konserwowane i montowane tak, aby w czasie montażu, lub po jego zakończeniu, nie doznały żadnych uszczerbków lub naprężeń, mogących doprowadzić do uszkodzenia lub stłuczenia szkła, bez względu na ich przyczynę (poza przypadkami uderzeń przypadkowych, nieprzewidzianych przesunięć konstrukcji, etc...).

W konsekwencji, należy przestrzegać następujących zasad:

- Szkła

Wymiary szkła powinny zostać określone przy uwzględnieniu wielkości wpustów, podpór i koniecznych luzów, a także tolerancji ram.
Cięcie powinno być czyste i bez odprysków: każde szkło zawierające chociażby zaczątek rysy nie może być użyte do dalszej obróbki.
Podczas prac montażowych, jak również po ich zakończeniu, należy chronić szkło przed wszelkimi zanieczyszczeniami cementem lub krzemianami (w razie przypadkowego zabrudzenia, szkło należy natychmiast oczyścić) oraz odpryskami żużla lub spawów, które mogłyby dostać i wtopić się na powierzchni szkła.
Podczas mycia, zwłaszcza po zakończeniu prac montażowych, należy chronić szkło przed ryzykiem zarysowań, spowodowanych substancjami ściernymi (cementem lub innymi).
Przewidzieć okapy, zwłaszcza betonowe, w celu ochrony szkła przed naciekami wody, pochodzącej z wyższych części konstrukcji.

- Ramy

Powinny być płaskie i posiadać odporność na działania czynników zewnętrznych np.: przesunięcia budynku, ciężar własny szkła. Powinny spełniać następujące wymagania odporności mechanicznej:
- ugięcie odpowiednie do ramy (szkła pojedyncze i szyby zespolone):
  <Szer./200 przy 500 Pa,
- ugięcie odpowiednie na brzegu szyby zespolonej:
  <1/500 dla V1 = 500 Pa
  <1/150 dla V2 =1500 Pa

Za wyjątkiem testów specjalnych, 4 boki szyb zespolonych powinny być mocowane we wpustach.
Przypadek dla szyb zespolonych posiadających niektóre wolne krawędzie:
Ugięcie krawędzi nie podpartych boków, narażonych na działanie wiatru jest ograniczone do:
- 1/100 odległości pomiędzy podporami w przypadku pojedynczych szkieł monolitycznych lub laminowanych,
- 1/150 odległości pomiędzy podporami w przypadku szyb zespolonych.

- Wpusty i listwy przyszybowe

Powinny być odpowiednio zwymiarowane. Listwy i inne elementy mocujące powinny posiadać odporność na obciążenia wywoływane przez szkło.
Wpusty i listwy powinny być nierdzewne lub zabezpieczane przed korozją i gniciem.

Szkła powinny spoczywać na odpowiednich przekładkach (klocki).

Klockowanie:

- Funkcja klocka

Klockowanie zapewnia odpowiednie umiejscowienie szyby we wpuście.
Generalnie odbywa się to dzięki podkładkom punktowym, uniemożliwiającym stykanie się szyby i ramy i pozwalającym na przeniesienie ciężaru szyby na precyzyjnie określone punkty ramy.

- Klocki podstawowe

Przenoszą ciężar szyby na ramę.

- Klocki brzegowe

Zamocowane w głębi wpustu uniemożliwiają ślizganie się szyby, zwłaszcza podczas poruszania skrzydłami okna i większości przypadków (klocki wyrównawcze), pozwalają na zachowanie odpowiedniego kąta ram ruchomych. Inne klocki brzegowe, zwane klockami zabezpieczającymi, pozwalają na uniknięcie ewentualnego kontaktu szyby z podstawą wpustu, podczas poruszania okien.

- Klocki boczne

Zapewniają regularną grubość kitu szklarskiego, służącego do uszczelniania okna i przenoszą na ramy prostopadłe do szyby obciążenia. Ich mocowanie nie jest konieczne w przypadku elastomerowych profili.

- Rodzaj i wymiary klocków

Generalnie stosowane są klocki z utwardzonego drewna lub elastomeru.
W przypadku szyby zespolonej, zalecane jest stosowanie klocków polistyrenowych.

- Klocki podstawowe i brzegowe

Ich grubość powinna umożliwić w miarę równomierne rozłożenie luzu pomiędzy krawędziami szyb i podstawą wpustów, zapewniając równocześnie minimalne luzy i wystarczający chwyt wpustu.

- Wymiary klocków

	Klocki podstawowe	**Klocki brzegowe**	**Klocki boczne**
Szerokość	Cała grubość szkła spoczywa na klockach. W praktyce, co najmniej równa grubości szkła powiększonej o luz boczny	Cała grubość spoczywa na klockach.	Klocek nie powoduje przerwania szczelności złącza.
Długość (mm)	- drewniane: l =10 x S* - gumowe: l = 30 x S* - z materiałów syntetycznych: w zależności od odporn. na ściskanie, dla temperatur pomiędzy -20 stopni C a + 55 stopni C lecz równa co najmniej 50 mm.	Równa co najmniej 50 mm.	Równa co najmniej 50 mm.
Grubość	Równa co najmniej luzowi minimalnemu	Równa co najmniej luzowi minimalnemu	Odrobinę mniejsza od luzu bocznego

S* Powierzchnia szkła m2

- Umiejscowienie klocków

Za wyjątkiem ram o pionowej osi obrotu, klocki podstawowe (zawsze w ilości 2), umieszcza się w podstawie wpustu dolnego, w pobliżu kątów, w odległości około 1 / 10 długości wpustu (lub na prawo od punktów łożyska w przypadku poziomych ram przesuwnych).

W przypadku ram o poziomej osi obrotu, należy przewidzieć tylko jeden klocek w dolnym wpuście:
- zawiasa w przypadku ram francuskich

- oś w przypadku ram obrotowych.

W tym przypadku niezbędny jest dodatkowy klocek podstawowy umieszczony w podstawie wpustów.
Klocki boczne rozmieszczane są parami naprzeciwko siebie, pośrodku boków i w pobliżu kątów.
Należy ewentualnie przewidzieć dodatkowe pary klocków, aby odległość pomiędzy nimi nie przekraczała 1.

- Umiejscowienie klocków podstawowych i brzegowych

Odległość pomiędzy osią klocków podstawowych i brzegiem szyby równa jest mniej więcej 1/10 długości szyby.
Odległość pomiędzy zewnętrznym bokiem klocka i brzegiem szyby wynosi mniej więcej 1/20 długości szyby.

- Uszczelnienia

Uszczelnienia powinny być wystarczająco giętkie, aby umożliwić przesunięcia różnicowe pomiędzy szkłem a ramą, bez ryzyka uszkodzenia uszczelnień.
Szkła niehartowane są montowane w odpowiednich ramach z wpustami, które mogą być „otwarte" lub „zamknięte" (drewno, metal, plastik, beton).

6. KONTROLA JAKOŚCI

6.1. Szyby zespolone:

Oznaczenie:

Oznaczenie szyb zespolonych powinno zawierać następujące dane:
a) nazwę wyrobu
b) numer normy
c) grubość szyby zespolonej (grubość szkła + szerokość elementu dystansowego + grubość szkła) itd.
d) wymiary i długości i szerokości szyby zespolonej

Grubości szyb i elementów dystansowych należy podawać w kolejności występowania ich w układzie.
Oznaczenie szyb zespolonych zgodnie z normą PN-B-13079.

Wymagania:

Odchyłki wymiarowe szyb zespolonych prostokątnych
Odchyłki długości i szerokości
Szyba zespolona nie może być większa niż wyznaczony prostokąt otrzymany przez powiększenie wymiarów nominalnych, o dopuszczalną odchyłkę plusową lub mniejsza niż wyznaczony prostokąt pomniejszony o dopuszczalną odchyłkę minusową. Boki wyznaczonych prostokątów powinny być równoległe do siebie i mieć wspólny środek /norma PN-B-13079/.

Wykonanie

Wewnętrzne powierzchnie szyb zespolonych powinny być czyste. W szybach nie dopuszcza się skorodowanych ramek, przecieków szczeliwa do wnętrza szyby oraz nieciągłości pasma szczeliwa na ramce i narożnikach.
W szybach zespolonych z przekładką w postaci pustej ramki, przestrzeń między szybami a podstawą ramki powinna być wypełniona szczeliwem. Dopuszcza się menisk wklęsły nie większy niż 1 mm. Nie dopuszcza się pęcherzy w szczeliwie.
W szybach zespolonych z uszczelnieniem dwustopniowym pasmo butylu powinno być ciągłe oraz stykać się na całym obwodzie z drugim materiałem uszczelniającym. Butyl nie powinien mieć kontaktu z powietrzem zewnętrznym.
W szybach jednokomorowych niedopuszczalne jest przesunięcie szyb względem siebie powyżej 1 mm. W szybach dwukomorowych niedopuszczalne jest przesunięcie szyb względem siebie powyżej 1 mm, a szyb skrajnych powyżej 2 mm.
W przestrzeni między szybami mogą być trwałe zamocowane elementy dekoracyjne, np. szczebliny, przy czym nie mogą one wydzielać lotnych substancji /PN-B-13079/.

Wyroszenie pary wodnej wewnątrz szyby:

Wyroszenie pary wodnej wewnątrz szyby nie powinno wystąpić w temperaturze wyższej niż minus 35^{o} C. Wymaganie to dotyczy tylko szyb zespolonych wykonanych ze szkła o grubości do 5 mm /PN-EN-1279-2/.

Szczelność:

Szyba zespolona powinna być szczelna. Po przeprowadzeniu 10 cykli podgrzewania do temperatury 70^{o}C i chłodzenia do temperatury (18 +/- 5)^{o}C wyroszenie pary wodnej, sprawdzone po 24 h nie powinno wystąpić w temperaturze wyższej niż minus 35^{o}C /PN-EN-1279/.

Cechowanie:

Wewnątrz każdej szyby zespolonej, np. na ramce lub na zewnętrznej powierzchni obrzeża szyby lub na szczelinie, należy umieścić w sposób czytelny i trwały następujące dane:
- nazwę lub znak producenta
- datę produkcji (dwie ostatnie cyfry roku, miesiąc lub kwartał)
- znak bezpieczeństwa

/PN-B-13079/.

7. OBMIAR ROBÓT

Oblicza się w nakładach na 1m^2.

8. ODBIÓR ROBÓT

Przy odbiorze osadzenia okien powinny zostać sprawdzone:
- zgodności wbudowanego elementu z projektem,
- wynik odbioru jakościowego dostarczonych elementów przeznaczonych do wbudowania,
- prawidłowość osadzenia,
- stan i wygląd powłok wykończeniowych,

Z dokonanego odbioru robót należy sporządzić protokół, w którym należy wymienić zauważone usterki. Jeżeli wszystkie przeprowadzone sprawdzenia dadzą wynik dodatni roboty należy uznać za zgodne z warunkami technicznymi. W razie zakwestionowania całości lub części robót, należy całkowicie lub częściowo odrzucić roboty, lub dokonać odpowiednich poprawek.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

Podstawa płatności wg uzgodnień kontraktu na roboty budowlane.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

- Dz. U. nr 10/95 „Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.”;

- Polskie normy:

PN-EN 13079
PN-EN 1279
PN-EN 572
PN-EN 572-2
PN-EN 12150-1
PN-EN 12543
PN-EN 1096
PN-EN 410
PN-EN 674
PN EN 20140-3
PN EN ISO 717-1
PN-EN-12354-3
PN-B-13079
PN-EN 1279-6