

PODREČCZNIK MONTAŻOWY

OKNA I DRZWI Z TWORZYW SZTUCZNYCH



5. Planowanie montażu

Po obmiarze można zacząć planowanie montażu. Przy tym należy przestrzegać następujących punktów:

- w celu prawidłowego przebiegu montażu należy dokładnie podzielić zakresy kompetencji i jasno określić (czy firma montażowa odpowiada za wszystkie uszczelnienia? Czy należy wykonać prace tynkarskie? itd.)
- ogólnie podczas pomiarów należy zwrócić uwagę na usługi dodatkowe zawarte w ofercie
- szczególnie przy renowacji starych budynków stan ościeży okiennych pod wbudowywanym oknem jest ważny dla wyboru właściwego środka mocującego.
- Należy również wyjaśnić, czy demontaż starych okien jak i usunięcie ich przez producenta stanowi świadczenie dodatkowe lub usługę specjalną.

5.1. Projekt organizacyjny

- **Ustalanie zakresów odpowiedzialności**
 - zatarcie ościeży okiennych w nowych budowlach
 - uszczelnienie okien
 - zatynkowanie ościeży wewnętrznych
- **Kontrola dokumentacji roboczych**
 - obmiar i plany pozycji
 - rysunki techniczne
 - instrukcje robocze
 - listy materiałowe
- **Wymiana starych okien przy renowacjach**
 - planowanie przebiegu

- zapowiadanie prac
- usuwanie lub recykling starych okien

▪ **Montaż nowych okien**

- planowanie czasu
- czyszczenie, usuwanie folii ochronnej
- dokonanie odbioru

▪ **Wskazówki ogólne**

- szkolenie personelu montażowego
- stosowanie tylko dozwolonych środków montażowych
- unikanie zabrudzeń szczególnie w przypadku kolorowych profili

5.2. Planowanie montażu

Wszystkie elementy należy, nawet jeśli nie ma wyraźnie określonych innych wymagań, zamontować pionowo, poziomo i stycznie.

Dokładne położenie okien i drzwi w budynku, jeśli nie ma innych ustaleń, należy skonsultować ze zlecającą, względnie projektantem.

5.2.1. Mocowanie w budynku

Mocowanie okien i drzwi w budynku jest podstawą montażu. Wszystkie siły działające na okno muszą być przenoszone, z koniecznym bezpieczeństwem i przy uwzględnieniu ruchów występujących w obszarze połączenia, na budynek.

5.2.2. Zasady ogólne

Według rozporządzenia krajowego należy zamocować okna w taki sposób, aby nie zagrażały życiu ani zdrowiu ludzi, jak również nie naruszały bezpieczeństwa publicznego.

Ta reguła podstawowa z rozporządzenia budowlanego obowiązuje zarówno dla transportu i składowania elementów okiennych.

W przypadku ścian okiennych wg DIN 18056 istnieje wymaganie, by dla konstrukcji i mocowania stworzyć możliwe do sprawdzenia obliczenia statyczne. Mocowanie można dokonać tylko przy pomocy dozwolonych przez nadzór budowlany środków mocujących.

Wg DIN 18056 o ścianach okiennych jest mowa wówczas, kiedy:

- Powierzchnia jest większa lub równa 9m^2 i
- mniejszy boczny wymiar jest większy lub równy 2 m

Reguły podstawowe

Okna muszą być zamocowane w sposób mechaniczny.

Pianki, kleje lub podobne materiały nie są dozwolone jako materiały mocujące.

Przy mocowaniu musi być zagwarantowana możliwość ruchu wywołanego zmianami temperatury.

Siły z ruchów budowlanych nie mogą być przenoszone na okna.

5.3. Ustalanie szczegółów montażu

Wymagania statyczne

- DIN 1055
- Dopuszczalne ugięcie pod obciążeniem wiatrem wynosi $l/300$ przy czym maks. 8 mm
- DIN 18056 ściany okienne
- Połączenia opracować zgodnie z wymaganiami statyki, uwzględnić mocowanie do ościeży
- Uwzględnić mocowanie ramy przy istniejącej roletce

Wymagania fizyczno - budowlane

- izolacja cieplna z przedstawieniem przebiegu izoterm
- ochrona akustyczna
- ochrona przed wilgocią
- szczelność powietrzna, wentylacja wg testu Blower-Door
- rozszerzalność termiczna, zachowanie wymiarów szczelin

Środki mocujące

- mocowanie na śruby z i bez dybla
- kotwy montażowe
- systemy montażowe

Uszczelnienie

- natryskowe materiały uszczelniające
- impregnowane taśmy z tworzywa sztucznego
- pasma uszczelniające
- taśmy uszczelniające

Uszczelnienie

- izolacja z pianki PU
- wełna mineralna
- paski filcowe z włóknem mineralnym
- korek

Ochrona antywłamaniowa

- zabezpieczenie podstawowe
- wytyczne AhS
- norma DIN V ENV 1627 / DIN V ENV 1628/ DIN V ENV 1629 DIN V ENC 1630

Szczegóły przyłącza

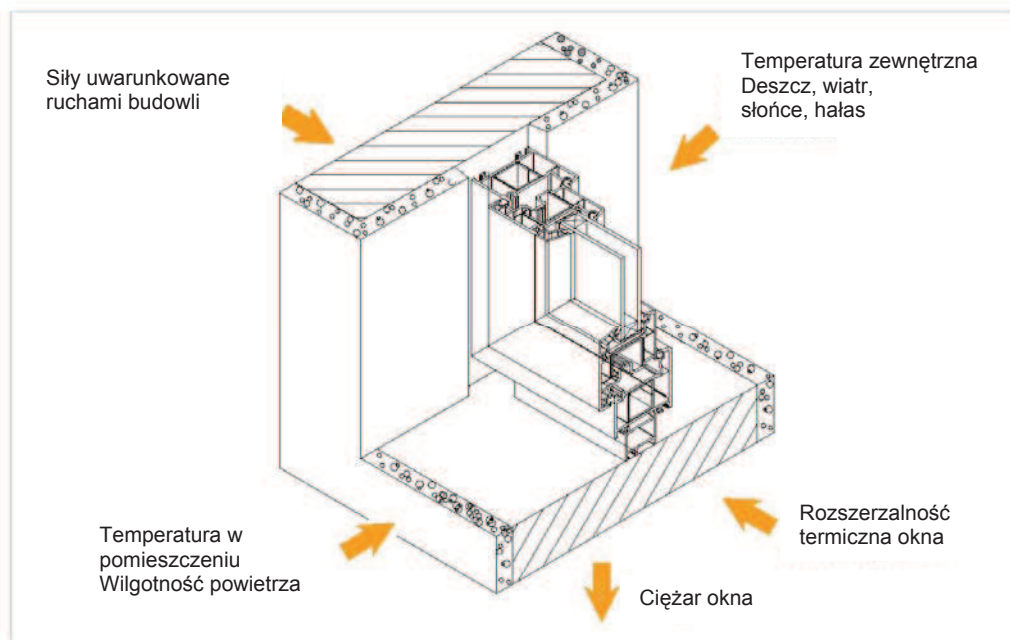
- skrzynka do rolet (element nakładany lub skrzynka zleceńodawcy)
- parapety (przyłącze i izolacja, zapewnić odwodnienie ramy, zagwarantować uszczelnienie itd.)
- dodatkowe mocowanie dla okiennic lub markiz

6. Wykonanie montażu

Prawidłowe mocowanie i ukształtowanie szczelin połączeniowych ma decydujące znaczenie dla trwałości, szczelności i prawidłowego funkcjonowania okien.

Należy uwzględnić wszystkie siły budowlano-fizyczne działające na okno (patrz rysunek 9).

Rys 9: Działanie na okno



Poza podanymi obciążeniami spowodowanymi działaniem wiatru, obciążeniami eksploatacyjnymi, na występujące siły mają wpływ m.in.

- Sztywność profili ramy
- Położenie i liczba punktów mocowania
- Różnica temperatury wewnątrz/zewnątrz
- Współczynniki rozszerzalności cieplnej materiału ram
- Podatność (sprężystość) środków mocujących

W przypadku nie przestrzegania tych warunków może dojść do uszkodzeń ramy (np. pęknięcia naroży) lub do awarii elementów mocujących

6.1. Mocowanie

Aby zagwarantować zdatność okien, drzwi i fasad przez dłuższy okres wszystkie siły działające na okno muszą być bezpiecznie odprowadzone do budowli.

Przy tym występują następujące siły:

- obciążenie wiatrem
- obciążenia eksploatacyjne (także obciążenia spowodowane przez użytkownika)
- ciężar własny

6.1.1. Ogólne wskazówki odnośnie mocowania okna

- prawidłowe wiercenia, nie pracować z udarowem (poza pracami w betonie)
- w przypadku muru wiercić jeśli to możliwe w fudze z zaprawą
- przestrzegać długości i nośności dybli z uwzględnieniem budowy ściany i wskazówek producenta
- stosować śruby, kotwy, łączniki, systemy montażowe pasujące do systemu dyblowania
- przedmuchać otwory
- należy przestrzegać podanych przez producenta dybli odstępów osi i krawędzi, zależnych od materiału
- równomiernie dokręcać śruby, w odniesieniu do ramy bez napięć (stosować śrubokrętów i młotki udarowych z ogranicznikiem momentu obrotowego)
- stosować odpowiednią kombinację klocków nośnych i elementu mocującego
- nie jest dozwolone wbijanie gwoździ, także w wykonaniu specjalnym
- przy skręcaniu dolnego poziomego profilu ramy należy wybrać oś skręcania możliwie daleko wewnątrz (ewentualnie

przedostająca się woda może wskutek tego bez przeszkód odpływać otworami odwodnieniowymi)

- aby do komór stalowych nie mogła dostać się woda należy uszczelnić w sposób trwały łby dybla.

6.1.2. Znoszenie obciążeń

Mocowanie musi następować mechanicznie, aby zagwarantować zdefiniowane wcześniej znoszenie obciążeń.

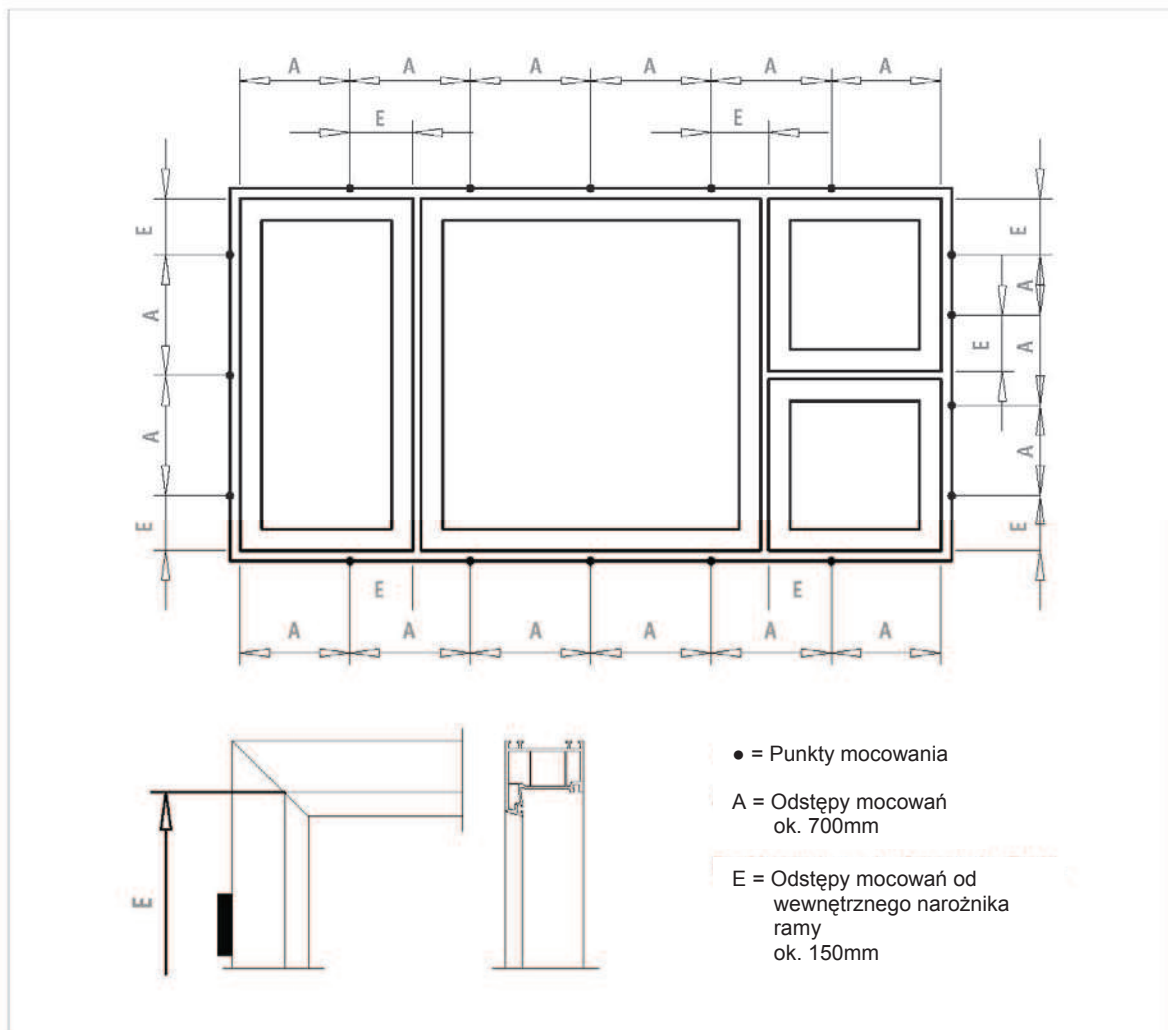
▪ Obciążenie wiatrem

Prawidłowy wybór środków mocujących opiera się w pierwszym rzędzie na analizie występującym obciążeniach. Jest ono zależne od lokalizacji geograficznej, wysokości budynku, kategorii terenu, istniejącej sytuacji budowlanej i systemu przyłączenia do ścian (patrz 3.4.2.)

Dzięki zastosowanym środkom mocującym znoszone jest w pierwszym rzędzie obciążenie wiatrem i eksploatacyjne. Pianki PUR, natryskowe materiały uszczelniające lub pozostałe inne materiały izolacyjne nie są według obecnego stanu techniki środkami mocującymi.

Rozmieszczenie środków mocujących jest dla okien z tworzyw sztucznych takie, jak na rys. 10

Rys. 10 Rozmieszczenie mocowań dla okien z tworzyw sztucznych

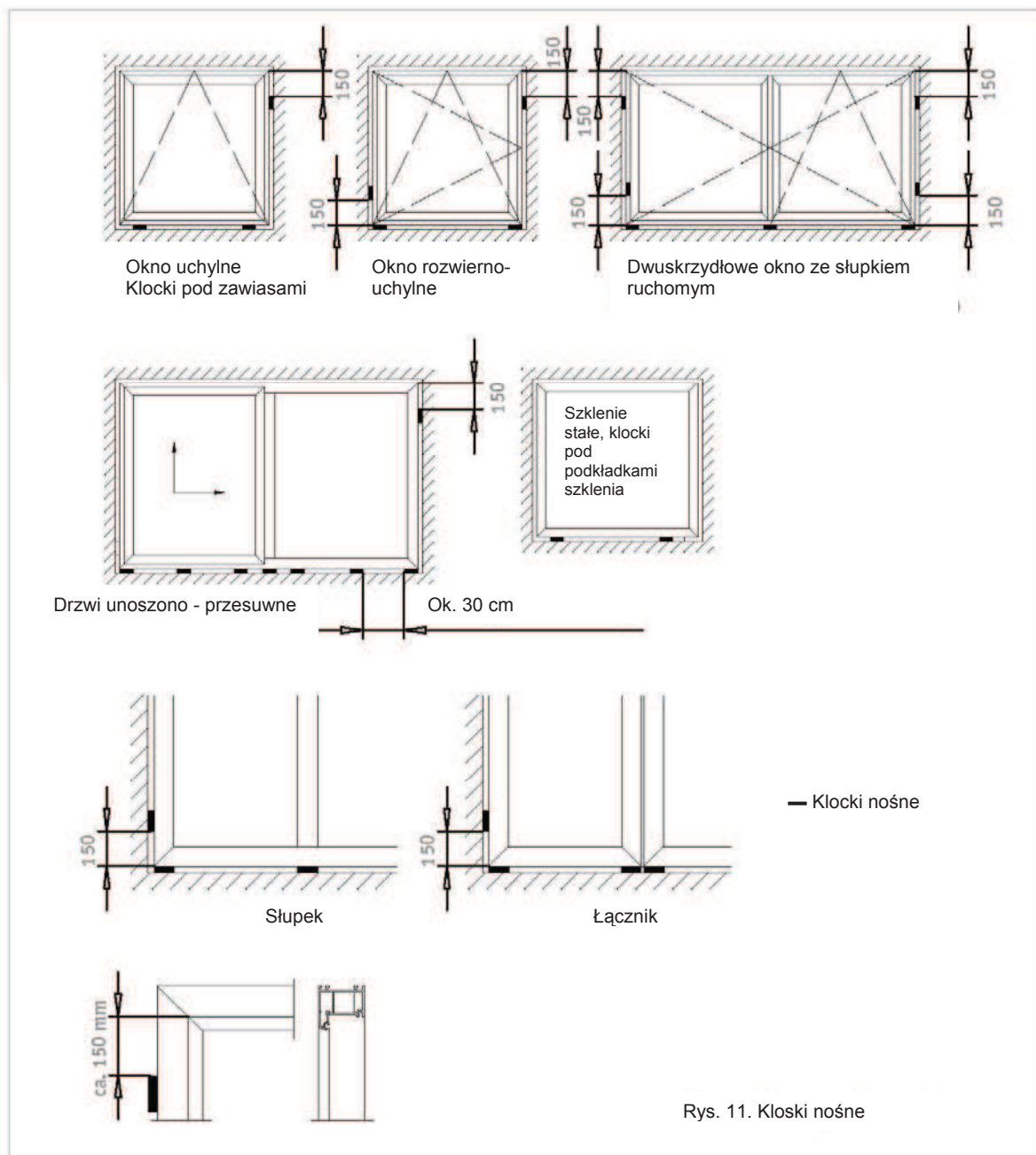


Wytyczne szczegółowe patrz ust. 6.2.2.

Ciężar własny i obciążenia eksploatacyjne

Mowa tutaj o siłach, które pochodzą od ciężaru własnego elementów okiennych lub drzwi i zmiennych obciążeń, np. wskutek działania ludzi.

Ramy muszą być wsparte dla zniesienia obciążenia o mur i zamocowane przy pomocy dostępnych na rynku środków mocujących (patrz rys. 11)



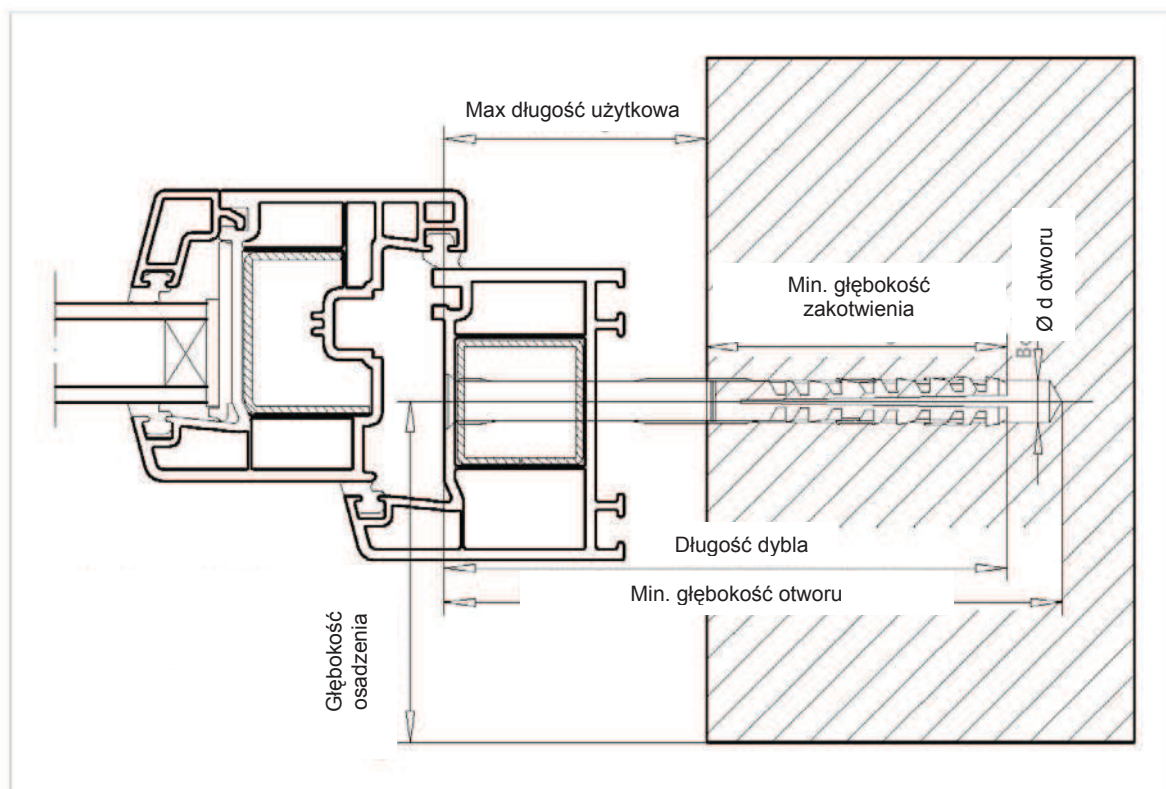
Należy przestrzegać następujących wskazówek:

- klocki muszą być wykonane z odpowiedniego materiału (np. PCV-U)
- rozmieszczenie klocków nie może wpływać w sposób negatywny na rozszerzalność elementy
- klocki muszą pozostać w szczelinie montażowej, aby trwale przenosić obciążenie
- w przypadku elementów osadzonych przed murem należy zastosować odpowiednio stabilne kątowniki stalowe lub konsole
- warunkiem jest zapewnienie właściwej sztywności profilu ramy, zgodnie z pkt 3.4.2.
- Klocki nie mogą negatywnie wpływać na dalsze prace

6.1.3. Środki mocujące

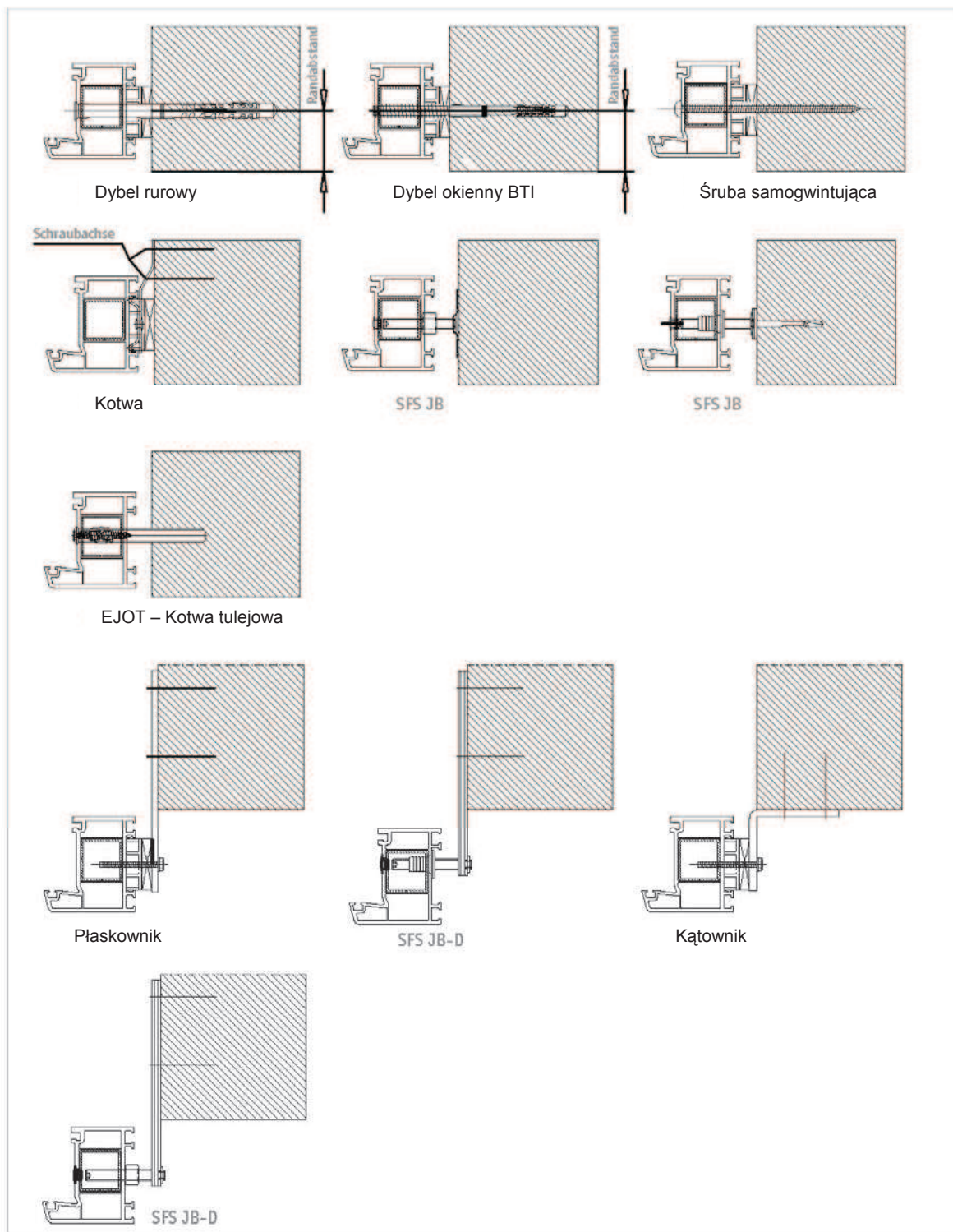
Do wyboru odpowiednich środków mocujących miarodajna jest dana sytuacja budowlana, rodzaj muru i wzajemne dopasowanie. Tutaj należy zgodnie z rys. 4 przestrzegać koniecznie danych producenta:

- obciążenia poprzeczne
- maksymalna odległość między ramą a murem, maksymalna długość użytkowa d_a
- minimalna głębokość zakotwienia h_v
- odstęp krawędzi dybla
- średnica otworu d i głębokość otworu t_d
- długość dybla L

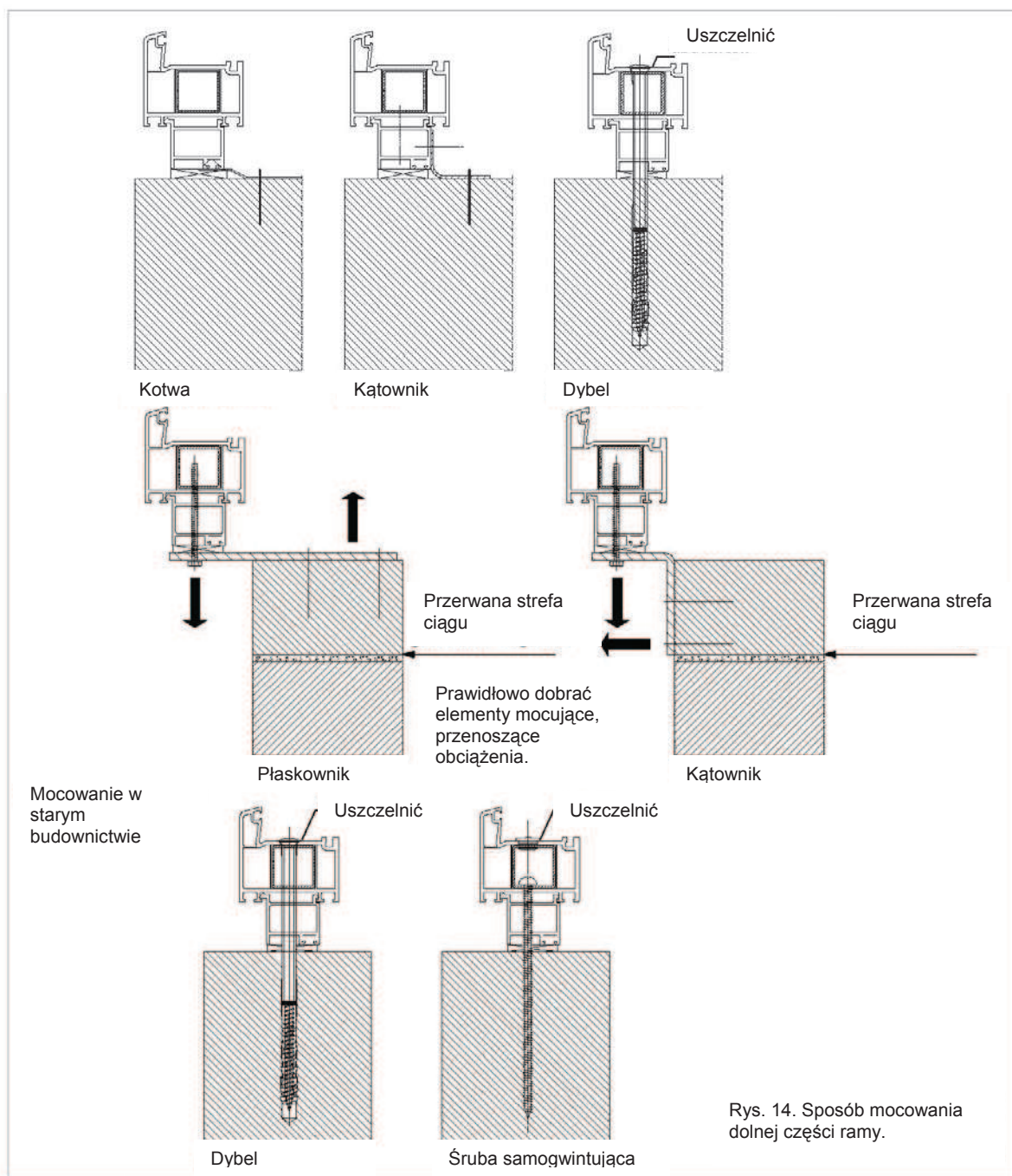


Rys 12: Mocowanie na dyble

Przykłady środków mocujących przedstawiono na rysunkach 13 i 14.
Należy przestrzegać danych odpowiedniego producenta.



Rys. 13 Środki mocujące do okien.



Rys. 14. Sposób mocowania dolnej części ramy.

Przy mocowaniu ościeżnicy w dolnej części należy dobrać takie środki mocujące, które nie powodują otwarcia komory wzmocnienia przy samej podstawie przyłgi. Jeśli nie jest to możliwe, należy w sposób trwały uszczelnić komorę wzmocnienia.

Wybór środka mocującego jest uzależniony od budowy muru. W przypadku muru z pustaków przestrzeń w obszarze dybli musi być wypełniona (np. zastosowanie zaprawy wtryskowej Fischer FIS VS 150 C). Możliwe są różne warianty połączenia zgodnie z rysunkiem 14.

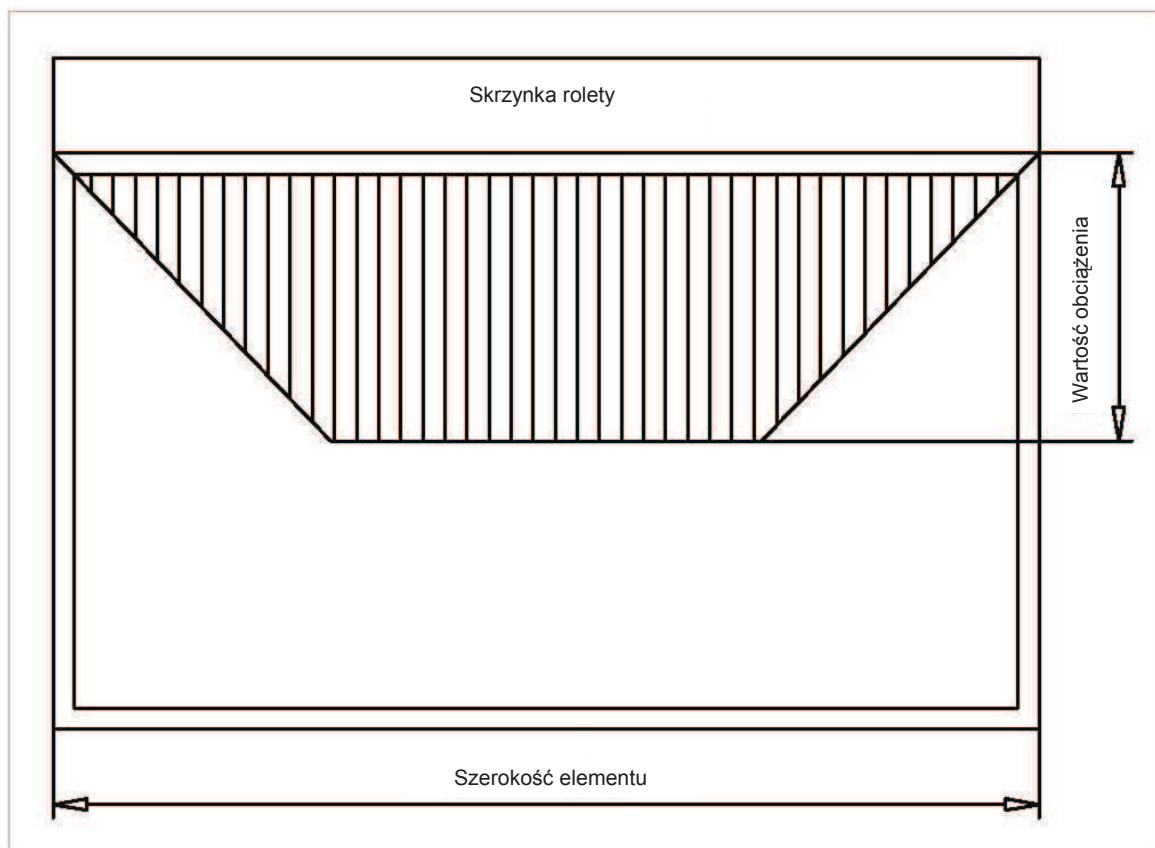
6.2. Połączenia specjalne

6.2.1. Profile dodatkowe

Profile dodatkowe takie jak profile podokienne, poszerzenia itd. należy skrócić z profilami głównymi i w razie

konieczności uszczelnić (np. taśmami z pianki)

6.2.2. Skrzynki rolet



Rys. 15. Okno ze skrzynką do rolet

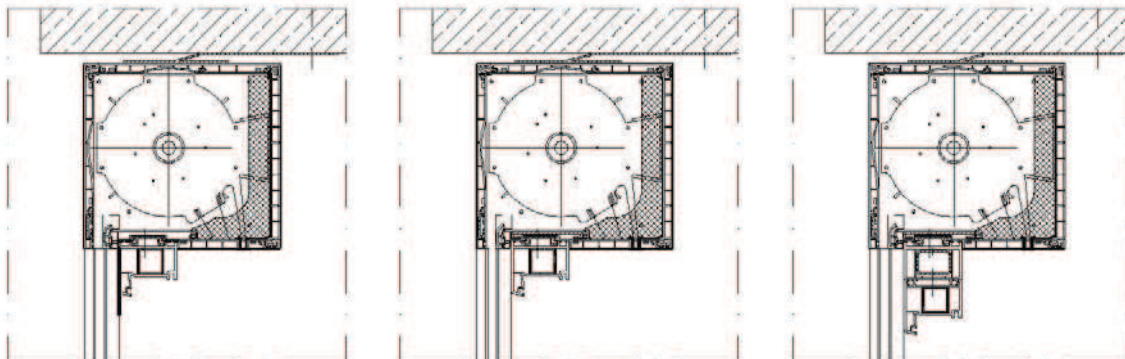
Jeśli okna są montowane w połączeniu ze skrzynkami do rolet niezależnie od konstrukcji skrzynki (skrzynka nasadzana lub skrzynka w nadprożu) mocowanie od góry jest problematyczne. W tym wypadku należy przeliczyć statycznych górnego poziomu ościeżnicy (patrz statyka okna).

W tym celu ościeżnicę traktuje się jako rygiel z jednostronnym obciążeniem (patrz rysunek 15).

Wzmocnienie lub mocowanie jest możliwe zgodnie z rys. 16.

Wzmocnienia statyczne przy nakładanych skrzynkach roletowych

Mocowanie skrzynek z łącznikami według danych producenta.



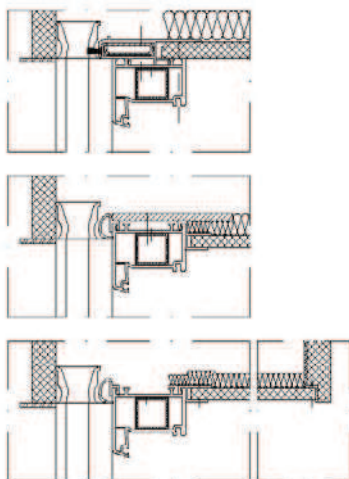
1. Wzmocnienie w ramie

2. Wzmocnienie w ramie i w skrzynce

3. Wzmocnienie w ramie i w skrzynce i dodatkowym poszerzeniu

Wzmocnienia statyczne przy roletach montowanych w nadprożach

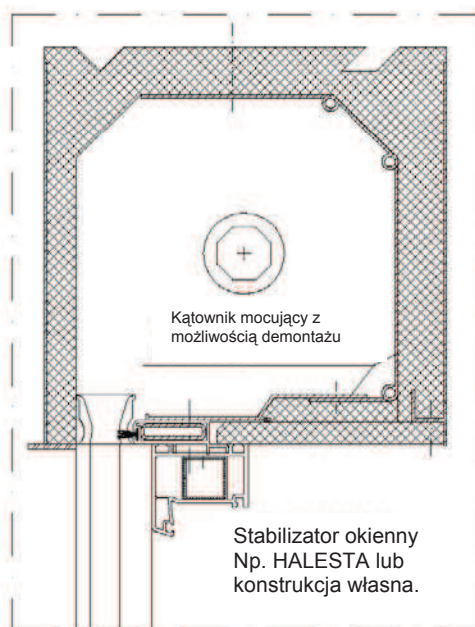
Wg danych producenta



Wskutek skreślenia pokryw rewizyjnej rolety z profilem głównym profil ramy jest wzmocniony dodatkowo. Liczba pozostałych środków mocujących jest uzależniona od wymagań, które należy uwzględnić zgodnie z punktem 6.1.

Rys. 16. Wzmocnienie i mocowanie skrzynek do rolet.

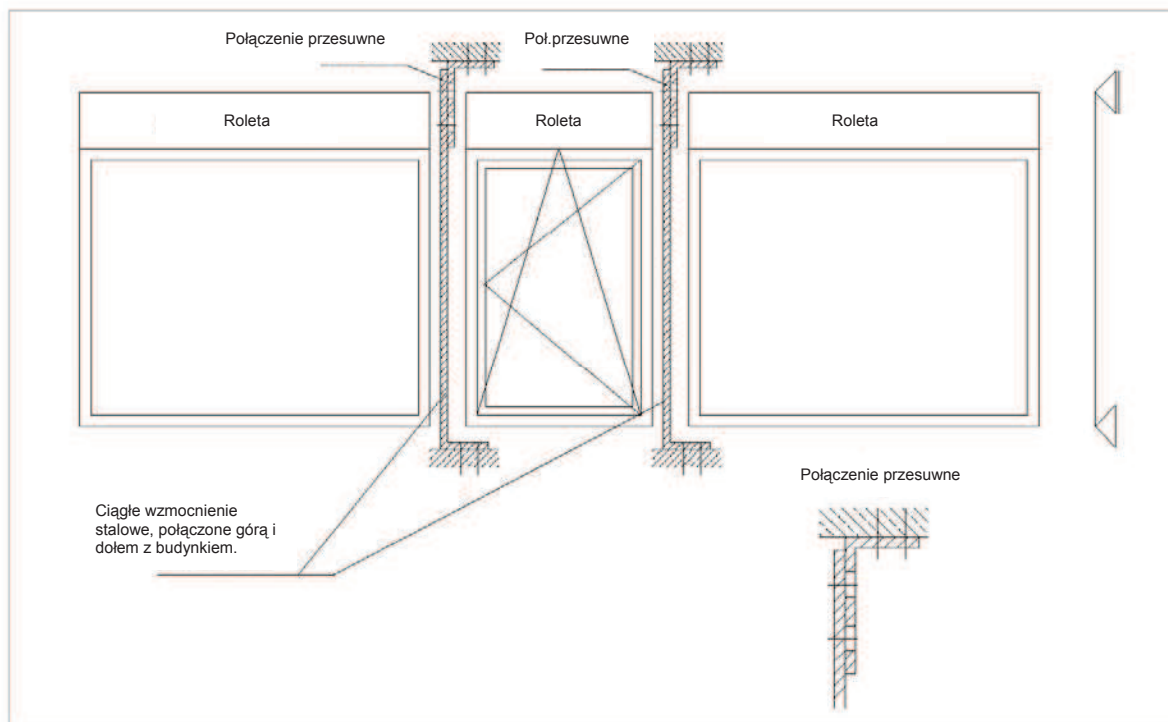
Mocowanie przy pomocy stabilizatora okiennego



W przypadku elementów o większej szerokości dla zapewnienia właściwej sztywności i właściwego zamocowania

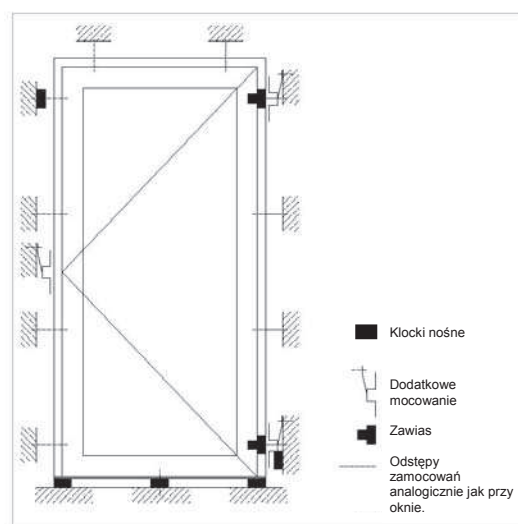
niezbędny jest podział elementu. Ukształtowanie połączenia następuje zgodnie z rys. 17.

Rys. 17. Połączenia elementów ze skrzynkami do rolet



6.2.3. Drzwi do domu

Drzwi domowe są podlegają poza obciążeniami statycznymi również obciążeniami dynamicznymi (np. silne zamykanie). W drzwiach wejściowych występuje mniejsza ilość punktów ryglowania niż w przypadku okna. Dlatego poza opisanymi wcześniej punktami mocowania należy zastosować dodatkowe mocowania (rys. 18).

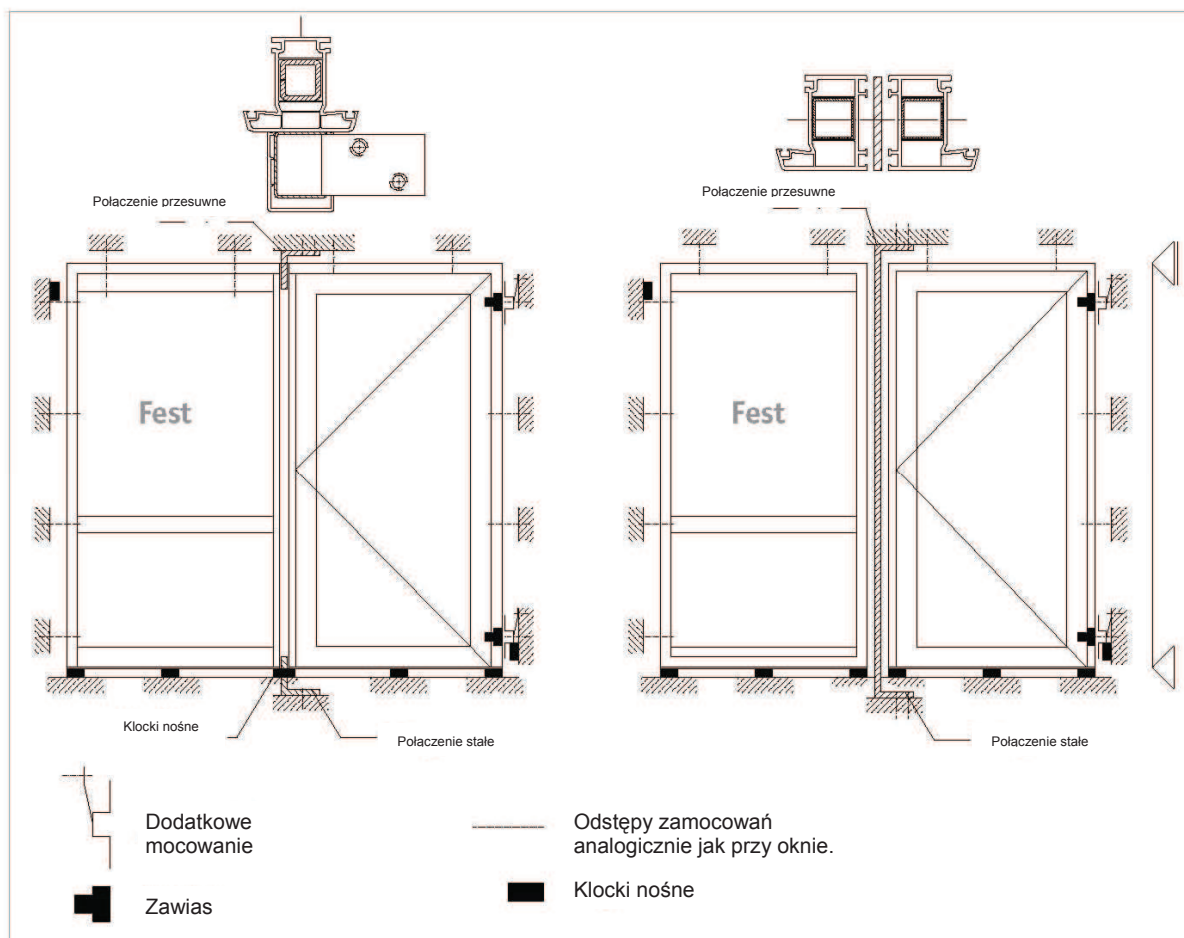


Rys. 18. Mocowanie drzwi wejściowych

W przypadku wieloczęściowych drzwi wejściowych ze słupkiem lub jako połączone elementy jednostkowe należy

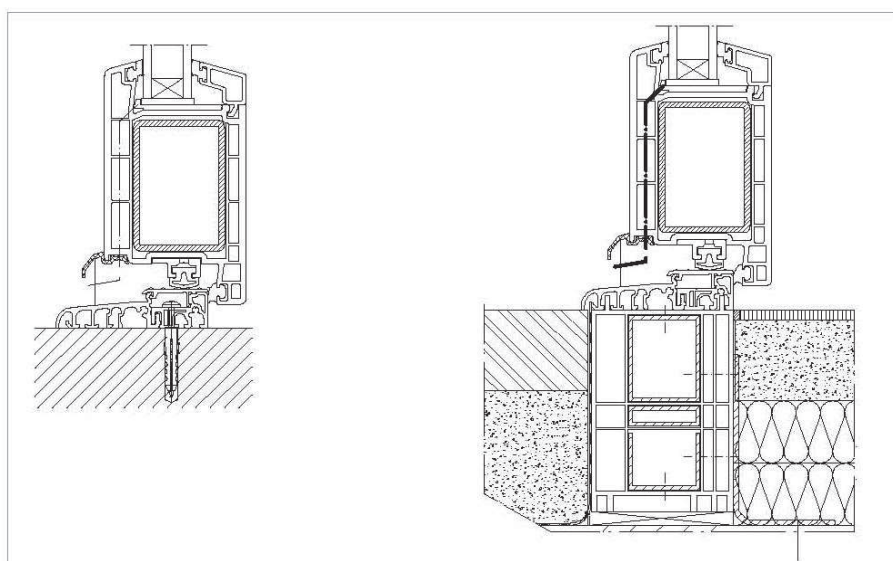
zastosować dodatkowo łączniki wzmacniające (rys. 19).

Rys. 19. Mocowanie wieloczęściowych drzwi wejściowych



Mocowanie w dolnym obszarze przeprowadza się zgodnie z rys. 20.

Rys. 20. Mocowanie progu

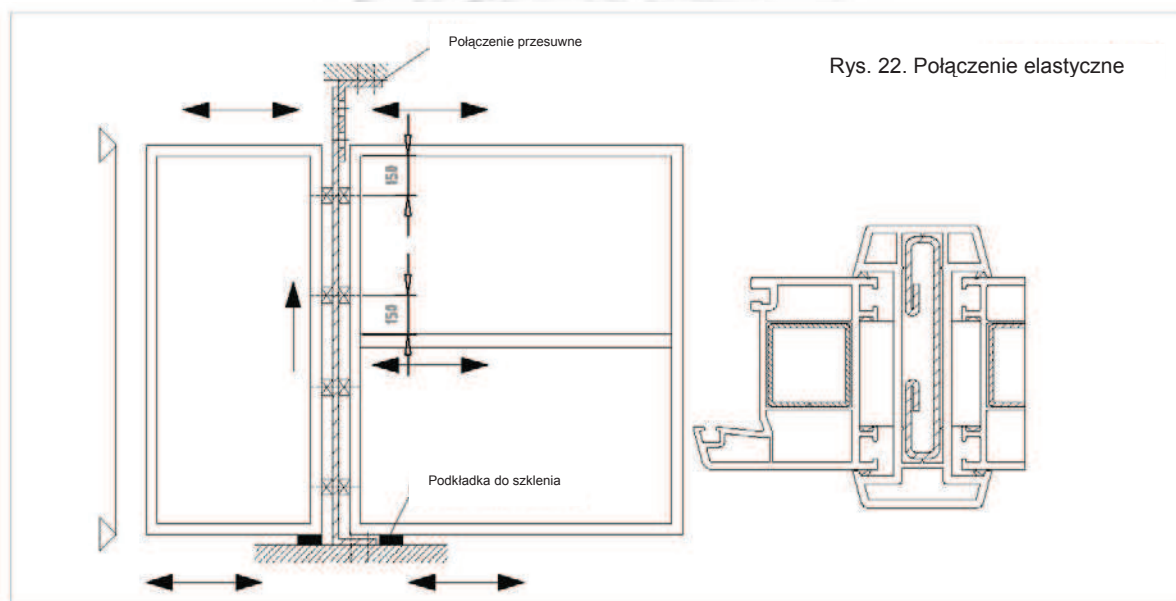
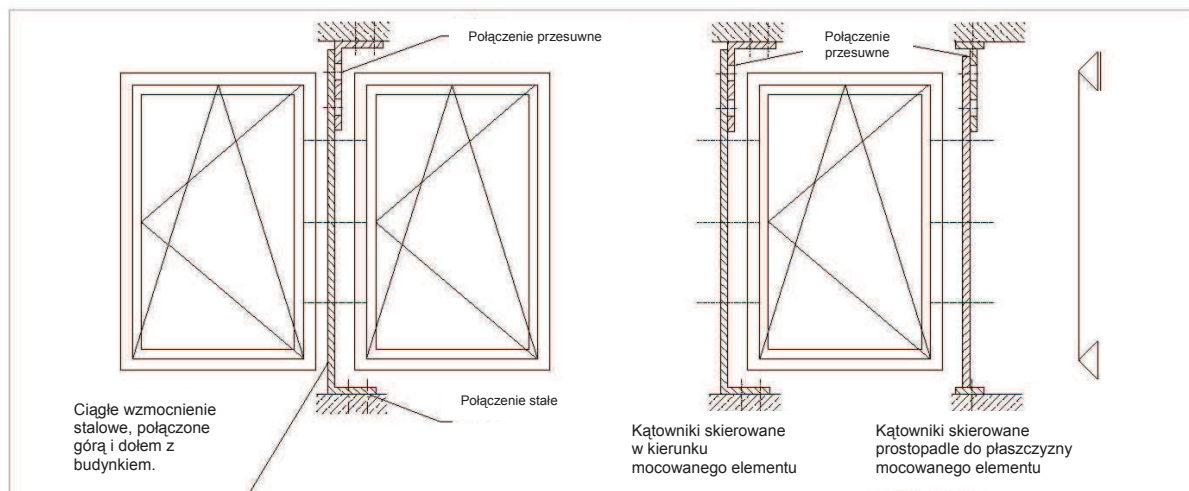


6.2.4. Łączniki

Aby zapewnić bezpieczne znoszenie działających w budowni sił wzmocnienie statyczne zastosowane do usztywnienia połączenia muszą być zamocowane do budowni.

Przy tym należy pamiętać, aby wzmocnienia nigdy nie były zamocowane na stałe lecz swobodnie aby mogły kompensować ruchy występujące w budowni zgodnie z rys. 21.

Rys. 21. Mocowanie łączników statycznych



Rys. 22. Połączenie elastyczne

Tabela 3: Wskaźniki dla termicznej zmiany długości profili PCV i okien.

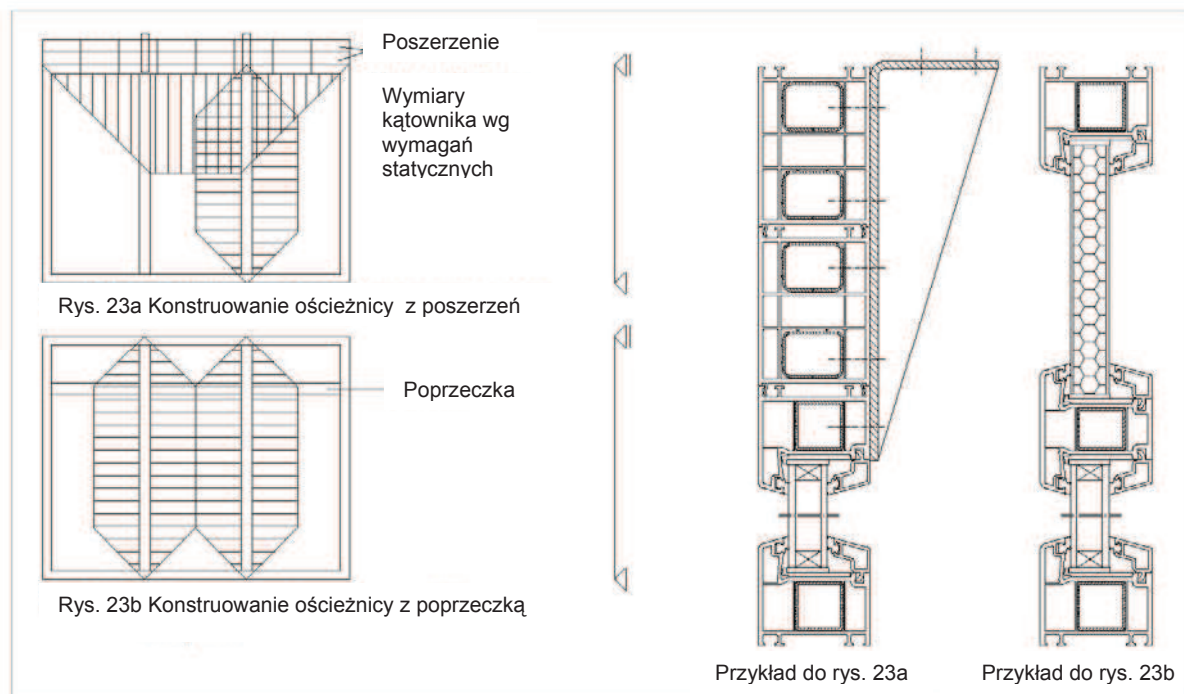
Szerokość okna (cm)	Zmiana długości Δ przy $\alpha_{PVC-U} 70 \cdot 10^{-6}/k$	(mm) przy $\pm 30^{\circ}C$ $\alpha_{Okna} 42 \cdot 10^{-6}/k$
150	$\pm 3,15$	$\pm 1,9$
250	$\pm 5,25$	$\pm 3,2$
350	$\pm 7,35$	$\pm 4,4$
450	$\pm 9,45$	$\pm 5,7$

W przypadku dużych szerokości względnie wysokości elementów należy zastosować połączenie elastyczne, aby zapewnić zarówno w poziomie jak i w pionie swobodny ruch wywołany rozszerzalnością profili (Rys. 22).

6.2.5. Przenoszenie siły przez poszerzenia

Przy zastosowaniu poszerzeń z wysokością licową ponad 60 mm nie jest

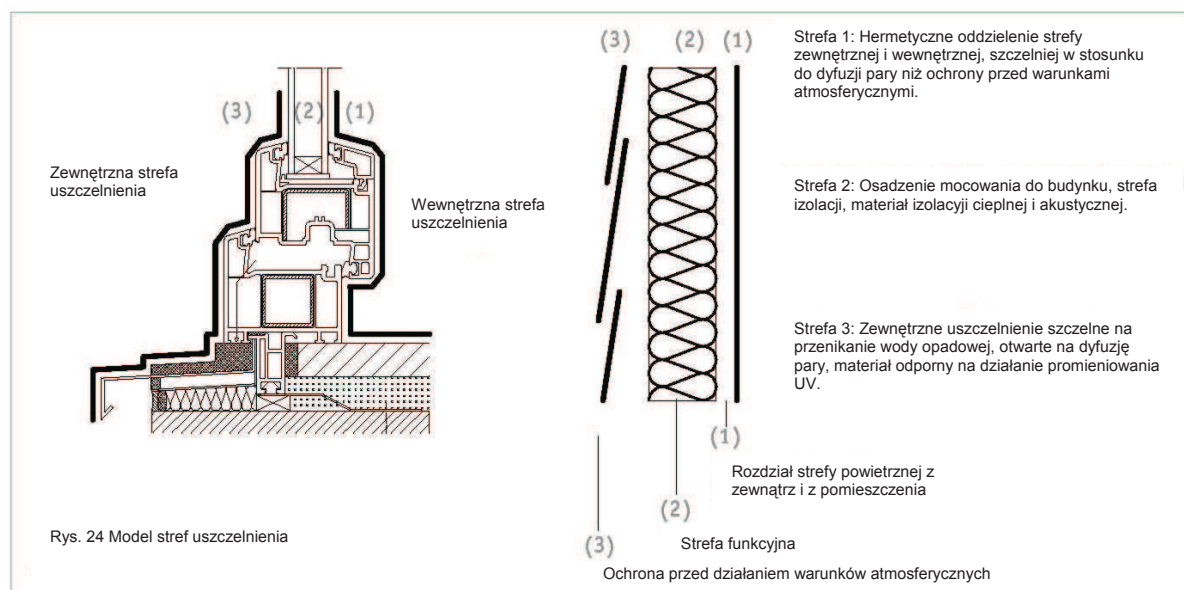
wystarczające mocowanie do muru przy pomocy dybli względnie kotew lub śrub. W tym wypadku należy zamocować profile poszerzające przy pomocy kątowników (Rys. 23a i b).



6.3. Izolacja / uszczelnienie

Rozporządzenie o izolacji cieplnej wymaga:
Szczeliny muszą być trwale hermetycznie uszczelnione.

Opór dyfuzji pary musi być większy od strony pomieszczenia niż od strony zewnętrznej. Pozostałą część szczeliny montażowej należy całkowicie wypełnić materiałami izolacyjnymi.



6.3.1. Izolacja szczelin montażowych

Do izolacji Można stosować następujące materiały:

- pianka PUR jednoskładnikowa
- pianka PUR dwuskładnikowa
- wełna z włókien szklanych
- wełna mineralna
- korek
- taśmy izolacyjne

UWAGA

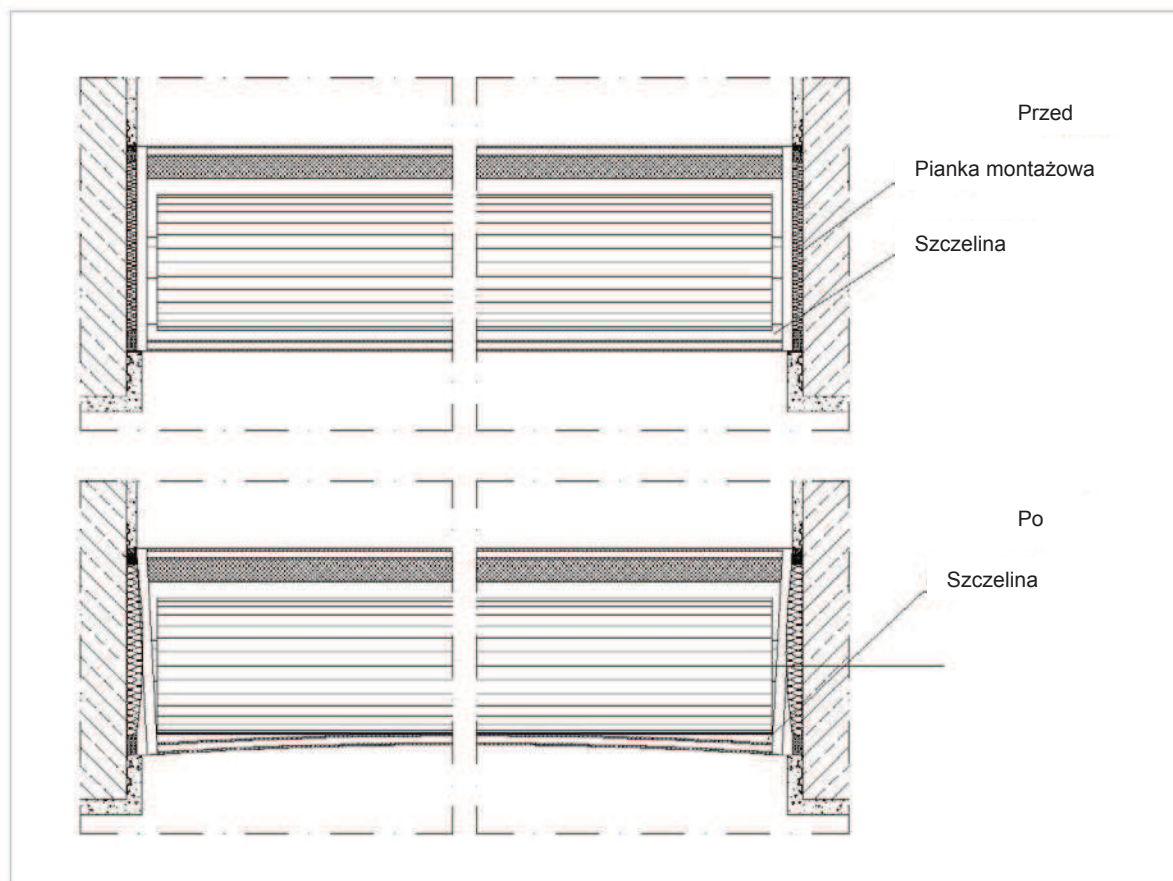
W czasie montażu należy zwrócić uwagę na to, że zastosowane materiały izolacyjne muszą pozostać suche, aby zachować swoją funkcję izolacyjną.

Pianki PUR wytwarzają przy twardnieniu mniejszy lub większy nacisk, co musi zostać przyjęte przez konstrukcję okna.

Otwarte profile dodatkowe na poziomie okna należy zamknąć przy montażu w stronę pomieszczenia a otworzyć na stronę zewnętrzną.

Szczególnie należy pamiętać o nakładanych skrzynkach do rolet w obszarze części wieńczącej, tutaj nie mogą występować deformacje spowodowane twardniejącą pianką PUR. Należy przestrzegać danych producenta (rys. 25).

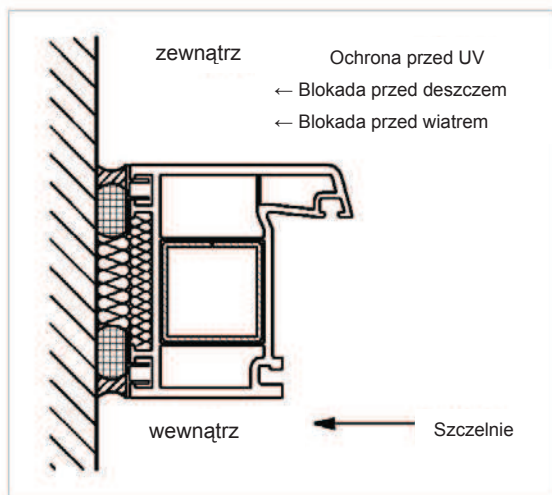
Rys. 25. Izolacja w obszarze skrzynki do rolet (Rysunek przekrojowy)



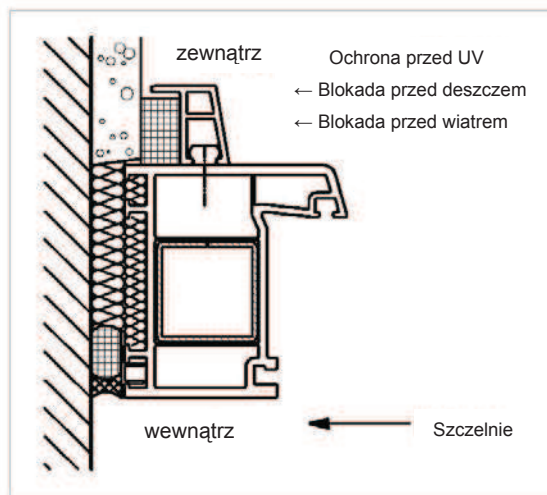
6.3.2. Kształtowanie szczelin montażowych

Przy kształtowaniu szczelin montażowych należy uwzględnić kartę nr 9 IVD.

Budowa jednostopniowa: deszcz i wiatr zostają równocześnie odporne przez odpowiedni środek uszczelniający (Rys. 26).



Rys. 26. Uszczelnienie jednostopniowe



Rys. 27. Uszczelnienie dwustopniowe

Dwustopniowo : pierwszy poziom uniemożliwia wdzieranie się deszczu (pokrycie gontowe), woda jest odprowadzana w sposób kontrolowany w dół. Konstrukcja nie jest w żadnym wypadku systemem zamkniętym dookoła, drugi poziom jest blokadą od wiatru (Rys. 27).

Szczeliny dylatacyjne

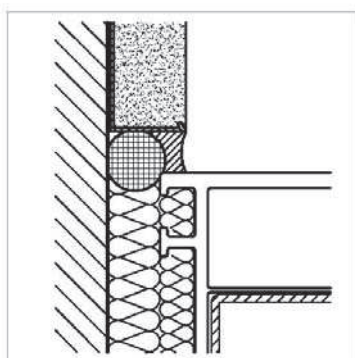
Szczeliny dylatacyjne: szczeliny, w przypadku których należy w czasie użytkowania liczyć się ze zmianami długości w wyniku wahań temperatury uwarunkowanych porami roku.

W przypadku okien z tworzywa sztucznego konieczna jest tutaj szczególna uwaga i staranne zaprojektowanie.

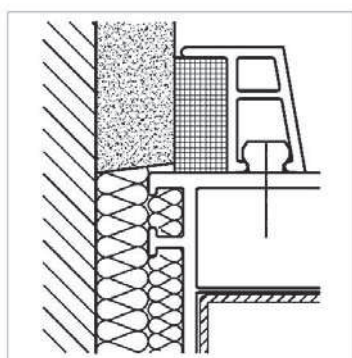
Szczeliny konstrukcyjne

Szczelina konstrukcyjna uszczelniona przy użyciu odpowiednich systemów połączeń, uszczelek, profili z tworzyw sztucznych nie wymaga dalsze uszczelnienie.

Te szczeliny dylatacyjne mogą być uszczelnione natryskiwanyymi materiałami uszczelniającymi, impregnowanymi taśmami izolacyjnymi z pianki lub systemami uszczelniającymi z folii.

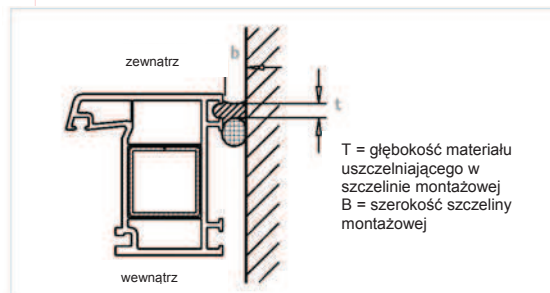


Rys. 28. Z lewej: Uszczelnienie z materiałem uszczelniającym między profilem podtynkowym i oknem.



Rys. 29. Z prawej: Uszczelnienie ze sprężoną wstępnie taśmą uszczelniającą i olistwowaniem na tynku.

W przypadku wrębowych powierzchni przyczepnych (powierzchnia ramy od strony muru) zalecane jest, aby materiał uszczelniający wszedł w rowek co spowoduje powstanie dodatkowego zakotwienia.

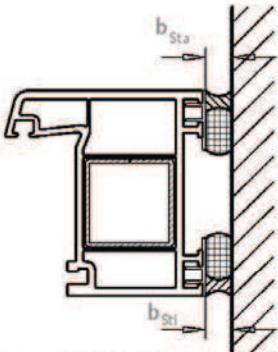
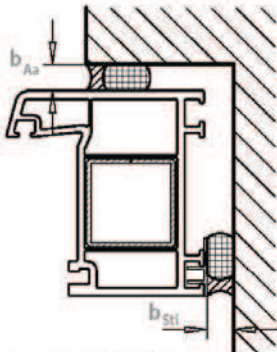
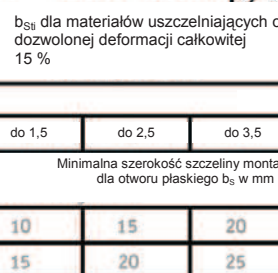
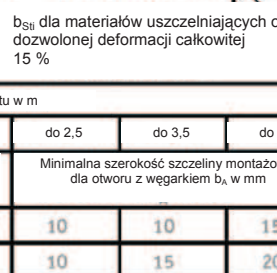


Rys. 30. Materiał uszczelniający w szczelinie montażowej przy wrębowej powierzchni przyczepnej

6.3.3. Systemy uszczelniające

Szerokości szczelin dla materiałów uszczelniających muszą wynosić $t = 0,5 \times b$, przy czym min. 6mm (Rysunek w tabeli 4).

Szerokość szczeliny jest określana na podstawie zmian wymiaru profili wywołanego wahaniami temperatury (Tabela 4).

Rodzaj profili okiennych	b_{Sta} dla materiałów uszczelniających o dozwolonej deformacji całkowitej 25% 	b_{Aa} dla materiałów uszczelniających o dozwolonej deformacji całkowitej 25% 					
	b_{Sti} dla materiałów uszczelniających o dozwolonej deformacji całkowitej 15 % 	b_{Sti} dla materiałów uszczelniających o dozwolonej deformacji całkowitej 15 % 					
	Długość elementu w m						
	do 1,5	do 2,5	do 3,5	do 4,5	do 2,5	do 3,5	do 4,5
	Minimalna szerokość szczeliny montażowej dla otworu płaskiego b_s w mm				Minimalna szerokość szczeliny montażowej dla otworu z węgarkiem b_k w mm		
PCV-U (białe)	10	15	20	25	10	10	15
PCV-U (kolorowe)	15	20	25	30	10	15	20

b_{Sti} - minimalna szerokość szczeliny dla węgarka płaskiego, od strony wewnętrznej
 b_{Sta} - minimalna szerokość szczeliny dla węgarka płaskiego od strony zewnętrznej
 b_{Aa} - minimalna szerokość szczeliny dla węgarków wewnętrznych, od strony zewnętrznej

Tabela 4: Minimalne szerokości szczelin montażowych b z materiałem uszczelniającym.

6.3.4. Uszczelnianie szczelin montażowych

Zadaniem uszczelnienia jest powstrzymanie wilgoci z dala od fug budowlanych. Obowiązuje to zarówno dla wody opadowej od strony zewnętrznej jak i dla wilgoci z powietrza w pomieszczeniu od strony wewnętrznej.

Musi ono być:

- wiatroszczelne, izolujące akustycznie, izolujące termicznie
- przyjmować ruchy budowli lub okna wskutek zmian długości
- odporne na działanie warunków atmosferycznych

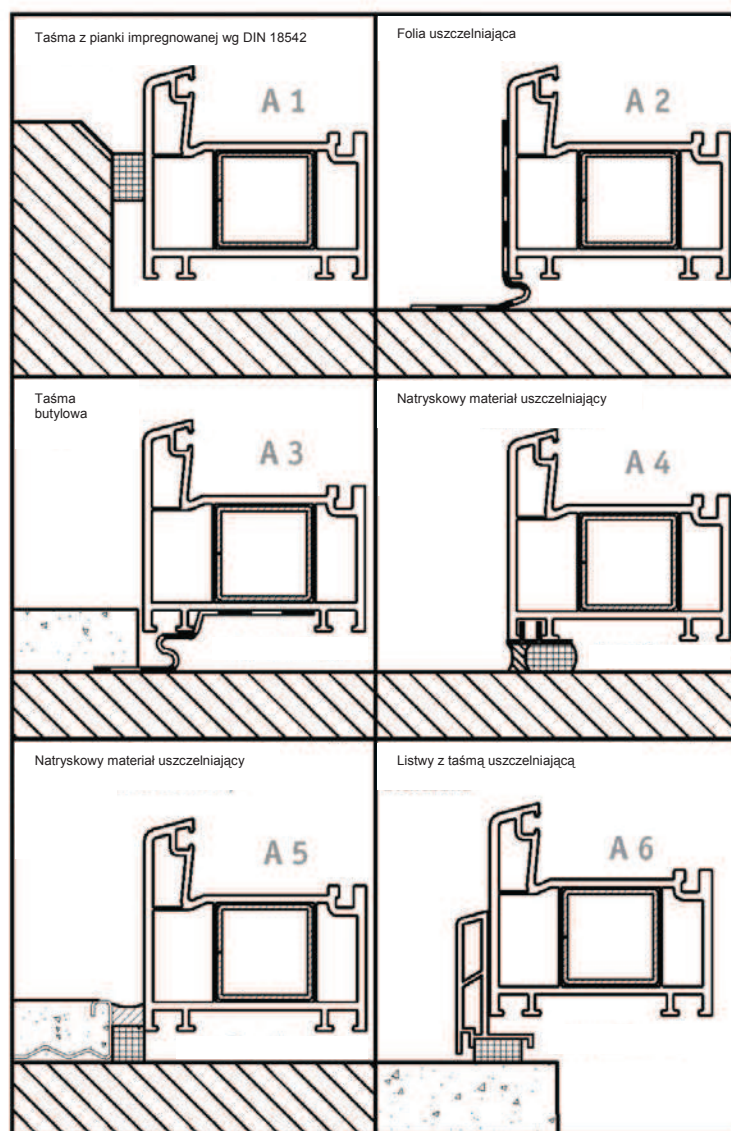
**Obowiązuje zasada:
Od wewnątrz szczelniej
niż na zewnątrz.**

Przy tym rozróżnia się:

- poziom funkcjonalny 1: wewnętrzne uszczelnienie powoduje rozdział powietrza z pomieszczenia i zewnętrznego.
- poziom funkcjonalny 2: mocowanie do budowli i izolacja jako ochrona akustyczna i ciepła
- poziom funkcjonalny 3: zewnętrzne uszczelnienie dla ochrony przed działaniem czynników atmosferycznych

Poziomy funkcjonalny 1 i 3 (patrz rysunek 9) są łączone według zasady **od wewnątrz szczelniej niż na zewnątrz**.

Przy czym należy przestrzegać danych producenta systemów uszczelniających. Szczegółowe rysunki odnośnie geometrii szczelin oraz wykonania powierzchni przyczepnych są zawarte w karcie IVD nr 9: „Materiały uszczelniające w szczelinie montażowej okien i drzwi zewnętrznych- podstawy projektowania i wykonania”.



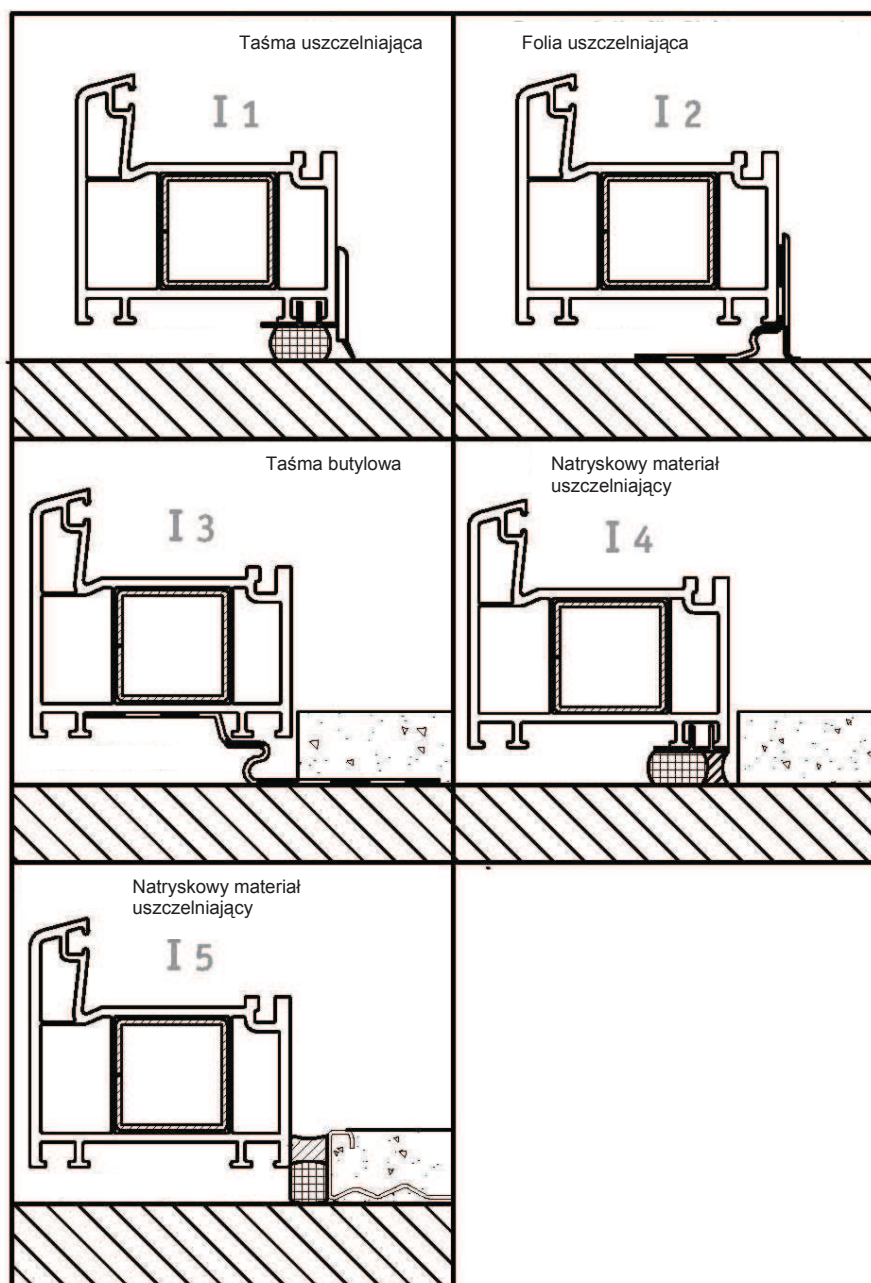
Rys. 31: Przykłady uszczelnienia szczelin montażowych od strony zewnętrznej. Wybór izolacji wg pkt. 6.3.1.

Poziom funkcjonalny 3 musi być zaprojektowany jako szczelny na deszcz, poziom funkcjonalny 1 służy rozdzielowi powietrza z pomieszczenia i z zewnątrz. Na poziomie funkcjonalnym 2 należy tak umieścić materiały uszczelniające, by był on zamknięty dookoła. W przypadku nie

gładkich powierzchni należy zastosować kleje o konsystencji pasty.

Nie wolno stosować folii bitumicznych.

Przykłady odpowiednich uszczelnień szczelin przedstawione są na rysunkach 31 do 33.



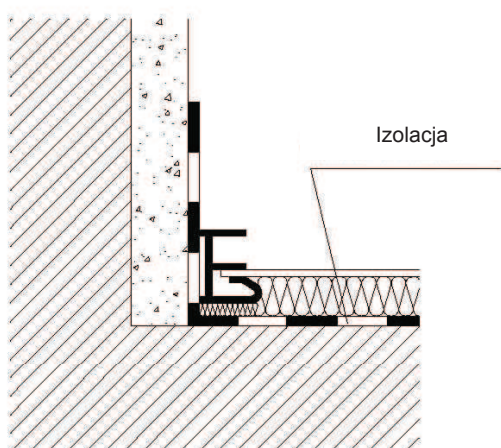
Rys. 32: Przykłady uszczelnienia szczelin od strony wewnętrznej.

Poziom uszczelnienia należy kontynuować także w obszarze bocznego połączenia parapetu (Rys. 33).

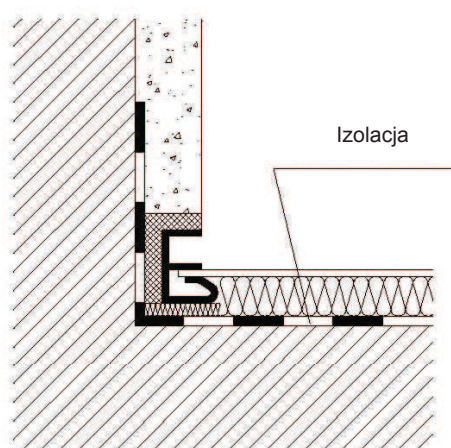
Wybór stosowanego materiału uszczelniającego jest określany rodzajem połączenia. Kryteriami wyboru są: geometria szczeliny jak i materiał ścian

budynku. Należy tutaj przestrzegać danych producenta.

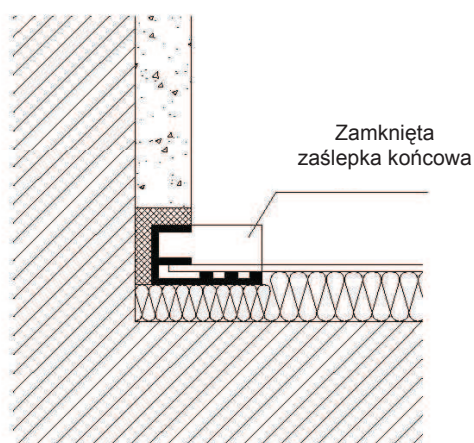
Prawidłowe zastosowanie natryskiwanych materiałów uszczelniających. Uwzględnić wilgotności powierzchni, wytrzymałości na ściskanie, temperaturę, obojętność materiału i przyczepność do powierzchni. W szczególnych przypadkach należy nanieść wstępnie klej.



Otwarte części czołowe stare budownictwo



Otwarte części czołowe nowe budownictwo



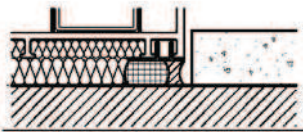
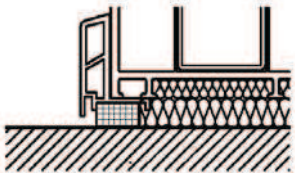
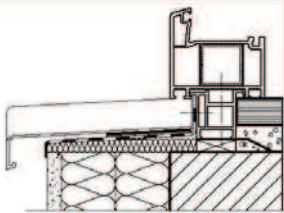
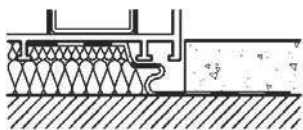
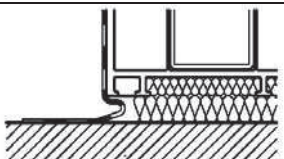
Zamknięta część czołowa

Rys. 33: Uszczelnienie w obszarze bocznego połączenia parapetu.

6.3.4. Materiały uszczelniające

Przykłady odpowiednich materiałów uszczelniających podano w tabeli 5.

Tabela 5.: Przegląd odpowiednich systemów uszczelniających

Materiał uszczelniający	Przykład	Przestrzegać przy projektowaniu i wykonawstwie
Natraskowe materiały uszczelniające		
Silikon Wielosiarczek Poliuretan Polieter (CMP) Dyspersja akrylu		- przyczepność i obojętność - dozwolona deformacja całkowita - kolejność prac - uksztaltowanie przekroju - obciążenia powierzchni przyczepnych
Impregnowane taśmy uszczelniające z pianki		
Pianka poliuretanowa z impregnatem		- stopień kompresji - powierzchnie ściskające - styki, ukształtowanie naroży - obojętność - przekrój
Pasma uszczelniające		
Poliizobutylen EPDM, PCV miękkie		- mechaniczne zabezpieczenie przy niewielkiej szerokości klejenia - wystarczająca przyczepność - klejenie zachodzących na siebie powierzchni - obróbka wstępna powierzchni przyczepnych - obojętność kleju
Taśmy uszczelniające		
Butyl poliizobutylen		- wystarczająca przyczepność - klejenie zachodzących na siebie powierzchni - obróbka wstępna powierzchni przyczepnych - nacisk przy klejeniu - pętla ruchowa
Taśmy do fug z elastomeru		
Polisulfid Silikon Poliuretan		- obojętność - obróbka wstępna powierzchni przyczepnych - uksztaltowanie naroży, styki - przykrycie

6.4. Ochrona widocznych powierzchni ramy

Odnosnie ochrony wykonanych usług obowiązuje DIN 18 355 - Prace stolarskie. Zaleca się uzgodnienie poszczególnych środków ze zleceniodawcą. Dla ochrony powierzchni ramy przeciw zabrudzeniu, szkodom transportowym i montażowym, piankom montażowym itd. zaleca się przykrycie powierzchni widocznych folią ochronną, jeśli nie jest ona nałożona fabrycznie. Folia ochronna, także nałożona fabrycznie, należy usunąć po montażu.

6.5. Czyszczenie okien

Czyszczenie okien obejmuje usunięcie zabrudzeń, które zostały spowodowane przez zleceniobiorcę do momenty bezpośrednio po montażu okien (do tego nie należą np. zanieczyszczenia z atmosfery).

Wolno stosować tylko środki czyszczące zalecane przez producenta systemu.

Resztki pianki montażowej przyklepione do okien należy usunąć natychmiast, po stwierdzeniu tego faktu.

6.6. Kontrola końcowa

Po zakończeniu prac montażowych należy sprawdzić funkcjonowanie wszystkich części otwieranych oraz sporządzić odczyt protokołu.

6.7. Utrzymanie w dobrym stanie i pielęgnacja

Konieczna jest bieżąca konserwacja i pielęgnacja w celu utrzymania zdolności do użytkowania. Ten aspekt objął również ustawodawca i wymaga w rozporządzeniach budowlanych lub też w rozporządzeniu budowlanym wzorcowym (§ 3(2)): „Wyroby budowlane mogą być zastosowane tylko wówczas, jeśli przy prawidłowym utrzymaniu w dobrym stanie

wypełniają wymagania niniejszej ustawy w czasie odpowiednim do celu oraz są zgodne do użytku.”

Dalsze środki utrzymania w dobrym stanie są zawarte także w wytycznych dotyczących wyrobów budowlanych jak i w ustawie o wyrobach budowlanych. W DIN 31051 są zdefiniowane konieczne do tego pojęcia i środki.

Po zakończeniu montażu należy z tego powodu pouczyć użytkownika odczyt tych okoliczności oraz uwzględniając karty „Konserwacja i pielęgnacja” WP01 do WP04 Związku producentów okien i fasad, wskazać na możliwość zawarcia umów konserwacyjnych.

6.8. Wentylacja

Wentylacja winna być realizowana niezależnie od okna przez regulowane urządzenia wentylacyjne wg DIN 1946-2 i 6, które należą do podstawowego wyposażenia budynków.

Jest to zadanie projektowe. Zabezpieczenie wentylacji podstawowej (0,5/h) nie jest zadaniem okien.

Uwzględniając szkody budowlane wskutek działania wilgoci z pomieszczenia należy szczególnie w przypadku odnawiania w starym budownictwie, w których z reguły brak systemów wentylacyjnych, należy pouczyć użytkownika o konieczności wietrzenia poprzez regularne otwieranie okien.

6.9. Odbiór

Po zakończeniu montażu i oczyszczeniu zamontowanych okien i drzwi należy wykonać ze zleceniodawcą odbiór wykonanej usługi (VOB-B § 12) i potwierdzić go pisemnie.

6.10. Recycling zdemontowanych okien

Przy wymianach w starym budownictwie należy z reguły usunąć stare okna.

Jeśli chodzi przy tym o okna z tworzyw sztucznych, należy poddać je recyklingowi.



7. Podstawy fizyczno - budowlane

Okna i drzwi zamykają otwory w ścianach budynku i muszą włącznie ze szczeliną montażową być ich integralną częścią składową.

Szczególnie w ścianach zewnętrznych muszą spełniać podane obok zadania:

- rozdział powietrza z zewnątrz i z pomieszczenia
- naświetlenie pomieszczeń światłem dziennym
- sprawne funkcjonowanie przy otwieraniu i zamykaniu
- napowietrzanie pomieszczeń przez otwarte okna i drzwi

Oznacza to, że okna i drzwi włącznie ze szczelinami montażowymi w czasie ich zastosowania muszą w sposób trwały sprostać podanym w tabeli 6 działaniom

Tabela 6. Oddziaływanie na okna, drzwi i szczeliny montażowe.

	Oddziaływanie	Norma
▪ Od strony zewnętrznej	Zmiana temperatury, deszcz, wiatr, promieniowanie UV, hałas, obciążenia dynamiczne itd.	DIN 18 055 DIN EN 1026 DIN EN 1027 DIN 4109 DIN EN 12211 DIN EN 513
▪ Od strony pomieszczenia	Wilgotne powietrze Temperatura powietrza w pomieszczeniu	DIN 4108
▪ Z budowli	Zmiany długości, zmiany formy, ciężar własny	DIN EN 107 DIN EN 514
▪ Od użytkowania	Siły ciągnięcia, gięcia	DIN EN 107 EN 12046-1, EN 12400
▪ Z budowli	Ruchy budowli	DIN EN 18201 DIN 18202 DIN 18203-1 DIN 18203-3

Sytuacja fizyczno - budowlana wymaga przy montażu okien i wykonaniu szczelin montażowych przestrzegania podanych dalej zasad.

7.1. Działanie wody i wilgoci

Woda jest obecna wszędzie i istnieje w normalnym zakresie temperatur – jako jedyna substancja - we wszystkich trzech stanach skupienia (gazowym jako para wodna, płynnym jako woda, stałym jako śnieg i lód) , co jest powodem wielu szkód w budynkach. Jeśli woda przedostanie się, czy to bezpośrednio np. wskutek opadów

deszczu lub dyfuzji pary wodnej z wnętrza do ściany lub innych części budynku i dojdzie tam do kondensacji, prowadzi to do szkód budowlanych. Uzewnętrzniają się one jako zawilgocenie, spęcznienie i skurcz, szkody mrozowe i/lub w wyższych stratach ciepła i osłabieniu wytrzymałości mechanicznej. W połączeniu z tlenem atmosferycznym występują także szkody korozyjne.

Na okna i szczeliny montażowe działają – deszcz oraz stosunkowo wysoka wilgotność powietrza we wnętrzu.

7.1.1. Woda deszczowa

Ochrona od wody deszczowej musi następować po zewnętrznej stronie budynku. Musi zapobiegać przedostawaniu się wody deszczowej do pomieszczeń i szczelin montażowych. Woda, która dostanie się do ściany budynku oraz szczelin montażowych musi być odprowadzona na zewnątrz a woda, która dostanie się do obszaru funkcyjnego musi być odprowadzona w sposób kontrolowany na zewnątrz.

Uwaga: Beton licowy nie jest najczęściej przepuszczalny.

Pożądany efekt osiąga się najlepiej przy pomocy wielostopniowego uszczelnienia (patrz rys. 27).

7.1.2. Wilgotność w pomieszczeniu

Budynki zbudowane w sposób tradycyjny zawierają dosyć otworów lub nieszczelności, przez które wilgoć może uciec z wnętrza budynku na zewnątrz. Współczesne budynki natychmiast wskutek nowych wymagań ustawowych dotyczących ochrony cieplnej i akustycznej są „szczelne”.

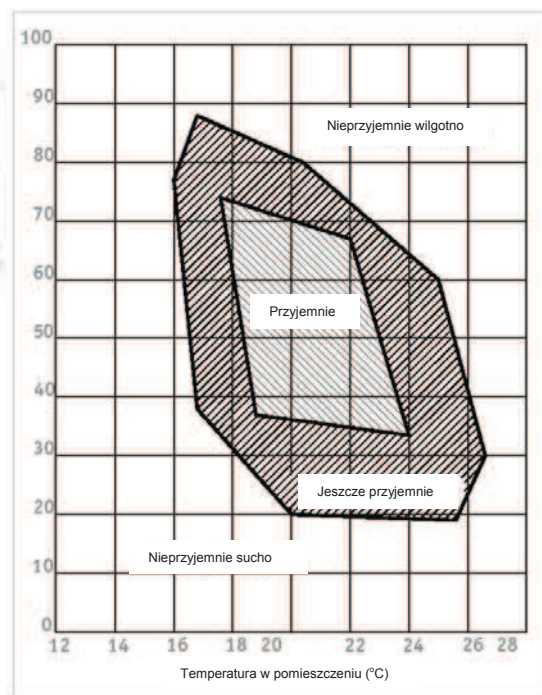
Z powyższego wynika dla zastosowanego wewnątrz rozdziału powietrza z pomieszczenia i z zewnątrz:

- musi on tworzyć pozbawiony luk szczelny system całkowity przez okno - szczeliny montażowe - ścianę budynku
- temperatura w pomieszczeniu musi leżeć powyżej temperatury punktu rosy
- musi być wewnątrz hermetyczny

Rozpatrując zagadnienie wilgoci w pomieszczeniu należy nie tylko uwzględnić uwalnianą w czasie gotowania i kąpieli parę wodną, ale także ilość wilgoci

wydechanej przez mieszkańców. W normalnych warunkach mieszkalnych czteroosobowa rodzina odparowuje dziennie około 12 do 14 litrów wody. Ta wilgoć musi zostać odprowadzona przez kontrolowane wietrzenie.

Za wysoka wilgotność powietrza we wnętrzu budynku nie jest jednak tylko źródłem uszkodzeń budynku, jeśli kondensuje się na zbyt zimnych ścianach lub w nich. Wpływa ona także negatywnie na klimat w pomieszczeniu. Zależność tą przedstawia wykres pola komfortu Leusdena i Feymarka (Rys. 34). Oprócz temperatury powietrza w pomieszczeniu oraz względnej wilgotności powietrza dla komfortu miarodajne są także temperatura powierzchni otaczających, która powinna leżeć w zakresie 20-25°C i doprowadzenie zimnego, świeżego powietrza.

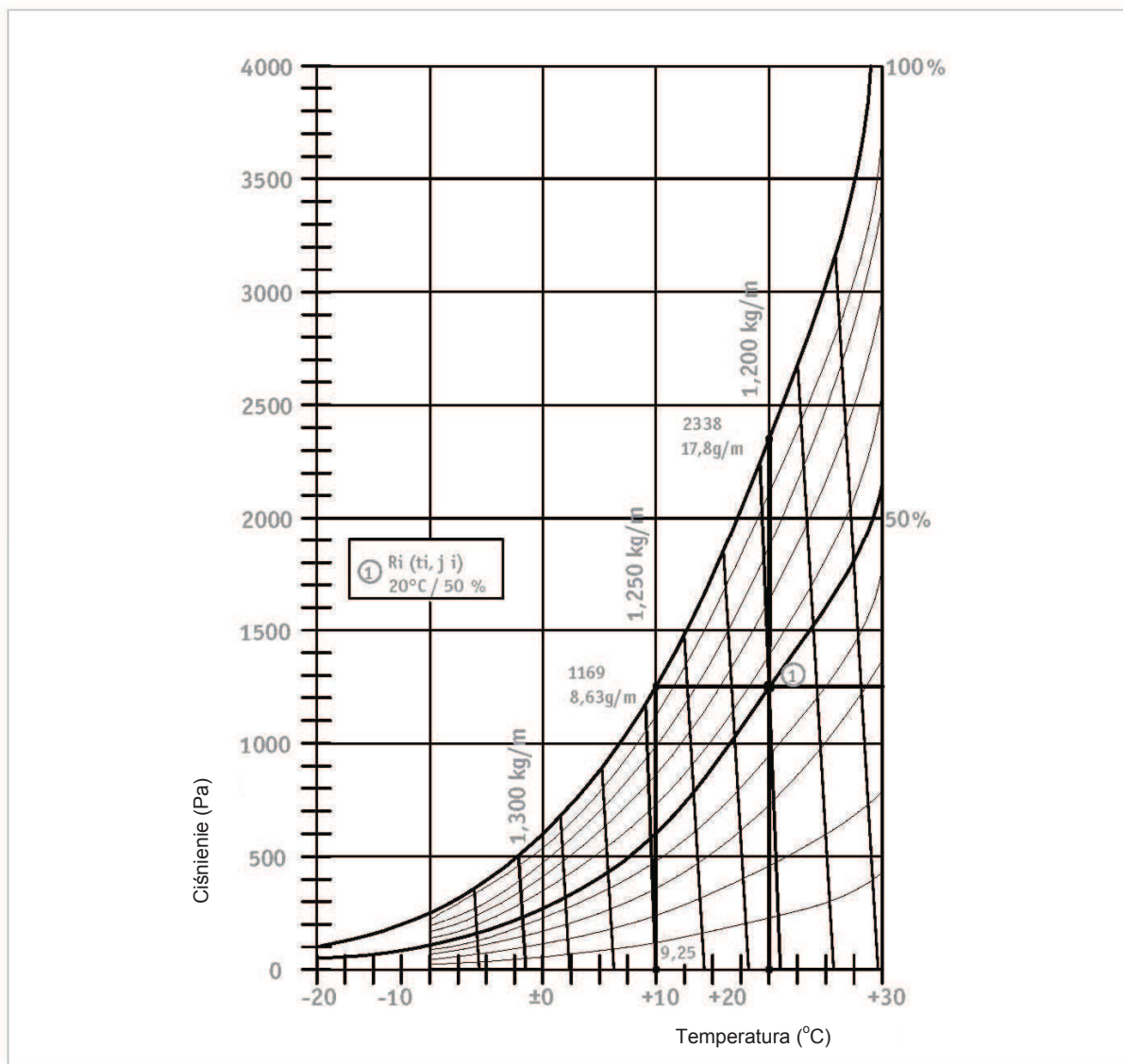


Rys. 34. Pole komfortu według Leusdena i Freymarka

7.1.2.1. Wilgotność powietrza

Zdolność przyjmowania wody przez powietrze jest ograniczona i zależna od temperatury. Jeśli zostanie przekroczona maksymalna możliwa ilość pary wodnej, stan nasycenia, nadmierna ilość pary wodnej wytrąci się jako kondensat wodny.

Ciepłe powietrze może przyjąć więcej wody niż zimne. Przy 100% względnej wilgotności powietrza zostaje osiągnięty punkt rosy. Jeśli ciepłe powietrze ochłodzi się i wskutek tego wzrośnie względna wilgotność powietrza, przy osiągnięciu punktu rosy nadmiar para wodnej ulegnie kondensacji i osiadzie jako woda.



Rys. 35: Krzywa punktu rosy

Klimat pomieszczenia $R_i = 20^\circ\text{C}$, względna wilgotność powietrza 50%
 Istniejące ciśnienie pary 1169 Pa
 Ciśnienie pary nasyconej 2338 Pa
 Temperatura punktu rosy z diagramu = 9,25 °C

Tabela 7: Temperatura punktu rosy w zależności od temperatury i wilgotności względnej

Temp. pow. °C	Temperatura punktu rosy w °C przy względnej wilgotności powietrza													
	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
30	10.6	12.9	14.9	16.8	18.4	20.0	21.4	22.7	23.9	25.1	26.2	27.2	28.2	29.1
29	9.7	12.0	14.0	15.9	17.5	19.0	20.4	21.7	23.0	24.1	25.2	26.2	27.2	28.1
28	8.8	11.1	13.1	15.0	16.6	18.1	19.5	20.8	22.0	23.2	24.2	25.2	26.2	27.1
27	8.0	10.2	12.2	14.1	15.7	17.2	18.6	19.9	21.1	22.2	23.3	24.3	25.2	26.1
26	7.1	9.4	11.4	13.2	14.8	16.3	17.6	18.9	20.1	21.2	22.3	23.3	24.2	25.1
25	6.2	8.5	10.5	12.2	13.9	15.3	16.7	18.0	19.1	20.3	21.3	22.3	23.2	24.1
24	5.4	7.6	9.6	11.3	12.9	14.4	15.8	17.0	18.2	19.3	20.3	21.3	22.3	23.1
23	4.5	6.7	8.7	10.4	12.0	13.5	14.8	16.1	17.2	18.3	19.4	20.3	21.3	22.2
22	3.6	5.9	7.8	9.5	11.1	12.5	13.9	15.1	16.3	17.4	18.4	19.4	20.3	21.1
21	2.8	5.0	6.9	8.6	10.2	11.6	12.9	14.2	15.3	16.4	17.4	18.4	19.3	20.2
20	1.9	4.1	6.0	7.7	9.3	10.7	12.0	13.2	14.4	15.4	16.4	17.4	18.3	19.2
19	1.0	3.2	5.1	6.8	8.3	9.8	11.1	12.3	13.4	14.5	15.5	16.4	17.3	18.2
18	0.2	2.3	4.2	5.9	7.4	8.8	10.1	11.3	12.5	13.5	14.5	15.4	16.3	17.2
17	-0.6	1.4	3.3	5.0	6.5	7.9	9.2	10.4	11.5	12.5	13.5	14.5	15.3	16.2
16	-1.4	0.5	2.4	4.1	5.6	7.0	8.2	9.4	10.5	11.6	12.6	13.5	14.4	15.2
15	-2.2	-0.3	1.5	3.2	4.7	6.1	7.3	8.5	9.6	10.6	11.6	12.5	13.4	14.2
14	-2.9	-1.0	0.6	2.3	3.7	5.1	6.4	7.5	8.6	9.6	10.6	11.5	12.4	13.2
13	-3.7	-1.9	-0.1	1.3	2.8	4.2	5.5	6.6	7.7	8.7	9.6	10.5	11.4	12.2
12	-4.5	-2.6	-1.0	0.4	1.9	3.2	4.5	5.7	6.7	7.7	8.7	9.6	10.4	11.2
11	-5.2	-3.4	-1.8	-0.4	1.0	2.3	3.5	4.7	5.8	6.7	7.7	8.6	9.4	10.2
10	-6.0	-4.2	-2.6	-1.2	0.1	1.4	2.6	3.7	4.8	5.8	6.7	7.6	8.4	9.2

Nasycenie, przy względnej wilgotności powietrza 100% wynosi np.:

Temperatura (°C)	Nasycenie (g/m ³)
- 10 °C	2,14
± 0 °C	4,84
+ 10 °C	9,4
+ 20 °C	17,3
+ 30 °C	30,3

Tabela 8: Para wodna –nasycenie

Jest ono przedstawiona na krzywych punktu rosy (rys. 35) lub w tabelach (tabela 7)

7.1.2.2. Przebieg izoterm

Izotermie są to linie lub powierzchnie, na których panuje równa temperatura. Ruch ciepła następuje od wyższej temperatury do niższej, tzn. od ciepłych obszarów w

kierunku zimnych obszarów. Prąd dyfuzyjny pary wodnej skierowany od wewnątrz do zewnątrz schładza się odpowiednio do spadku temperatury. W wyniku tego schłodzeniem spada nasycenie. Po osiągnięciu punktu rosy wytrąca się nadmierna ilość pary wodnej jako woda. Idealna sytuacja jest wówczas, kiedy punkt rosy jest osiągany najpierw na powierzchni zewnętrznej budynku.

Aby uniknąć szkód spowodowanych wodą kondensacyjną norma DIN 4108-3 podaje dla nie klimatyzowanych budynków mieszkalnych i biurowych, na zimowy okres roszczenia następujące uproszczone założenia dla obliczeń:

Klimat zewnętrzny: -10°C, 80% względnej wilgotności powietrza

Klimat wewnętrzny: 20°C, 50% względnej wilgotności powietrza

Czas trwania: 60 dni

W tych warunkach osiągana jest temperatura punktu rosy przy 9,3°C. W praktyce oblicza się przebieg izotermy 10°C w powłoce zewnętrznej. **Zgodnie z tym ustala się poziom montażu okna tak, by izoterma 10°C nie przebiegała na powierzchni wewnętrznej lub w pomieszczeniu.**

Jeśli punkt rosy leży jednak w obrębie powłoki zewnętrznej lub na powierzchni wewnętrznej:

- woda kondensacyjna musi mieć możliwość przenikania na zewnątrz
- względnie musi być odprowadzona w taki sposób, aby nie doszło do uszkodzenia budowli

Pierwotnie jest to osiągane, jeśli poziom montażu leży:

- w przypadku ściany monolitycznej po środku ściany
- w przypadku warstwowej budowy ściany w obszarze ocieplenia.

Przykładowe przebiegi izoterm dla typowych sytuacji montażowych zawierają rysunki 36 do 39.

Aby zmniejszyć ryzyko tworzenia się pleśni, które istnieje już od względnej wilgotności powietrza wynoszącej 80%, należy przestrzegać wg DIN 4108-2 temperatury powierzchni od strony pomieszczenia $\Theta_{si} \geq 12,6^\circ\text{C}$ (same okna są wyłączone z powyższego).

Oznacza to, że współczynnik temperatury $t_{Rsi} \geq 0,70$. Obowiązuje zasada:

$$t_{Rsi} = \frac{\Theta_{si} - \Theta_e}{\Theta_i - \Theta_e}$$

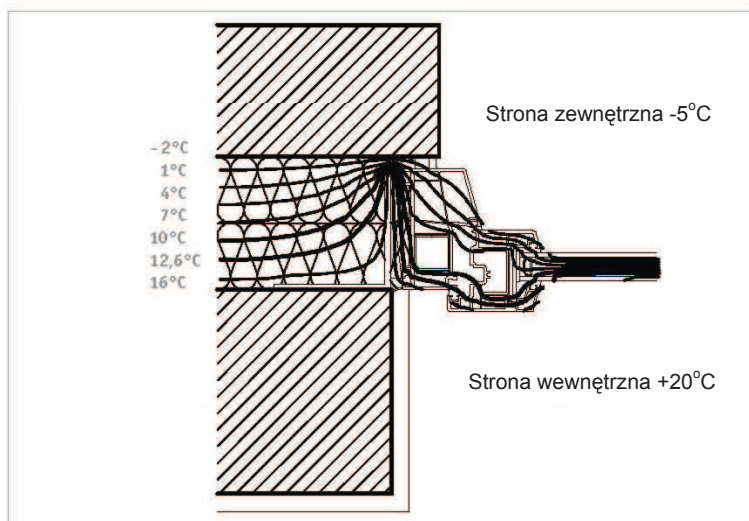
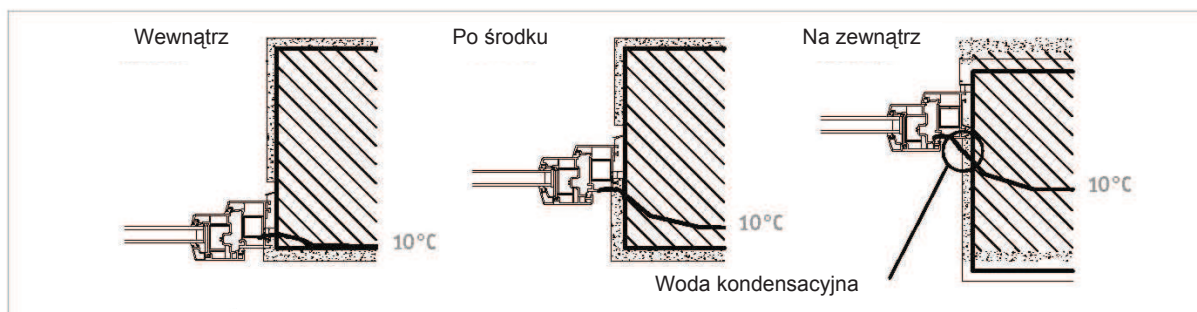
Gdzie:

Θ_{si} = temperatura powierzchni od strony pomieszczenia

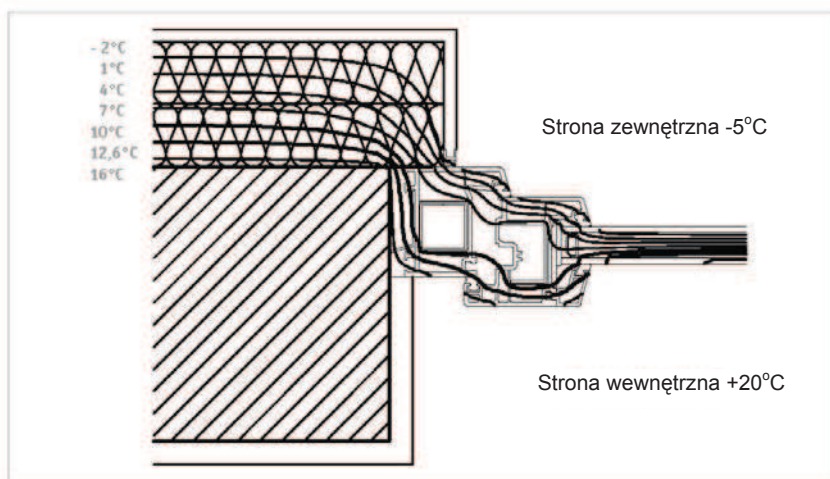
Θ_i = temperatura powietrza wewnątrz = 20°C

Θ_e = temperatura powietrza na zewnątrz

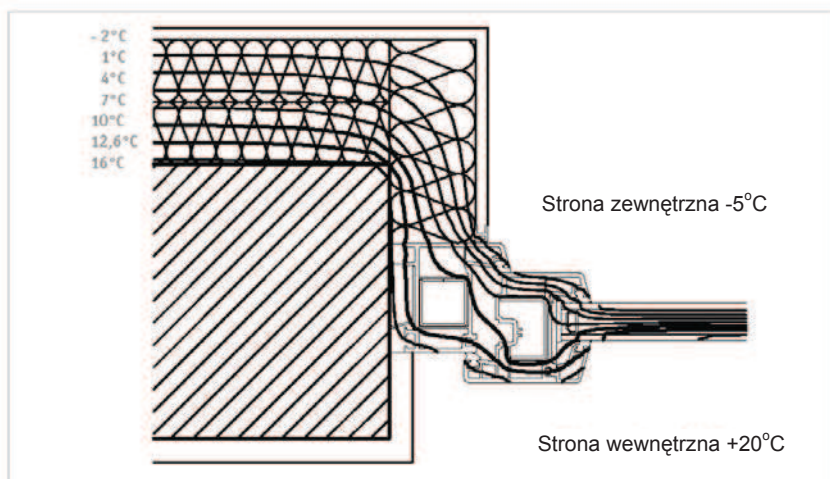
Rys. 36: Wpływ pozycji montażu na przebieg izotermy 10°C



Rys. 37: Ściana betonowa z murem oraz wentylowaną strefą izolacyjną, okno z tworzywa sztucznego z obokiem w obszarze strefy izolacji.



Rys. 38: Ściana betonowa z systemem zespolonym izolacji cieplnej, okno z tworzywa sztucznego montaż z przodu, styczne.



Rys. 39: Ściana betonowa z systemem zespolonym izolacji cieplnej, okno z tworzywa sztucznego, montaż centralnie, izolacja ościeża.

7.1.2.3. Dyfuzja pary wodnej

W gazach, cieczach, nawet w ciałach stałych następuje wyrównanie koncentracji, które m.in. jest zależne od temperatury, różnicy ciśnienia i koncentracji i jest nazywane dyfuzją.

Wyższe ciśnienie częściowe pary wodnej jak i wyższa temperatura w pomieszczeniu powodują dyfuzję pary wodnej od strony

pomieszczenia przez powłokę budynku na zewnątrz.

Każdy materiał stawia specyficzny opór powstającemu przy tym strumieniowi pary wodnej, który jest oznaczany przez liczbę oporu dyfuzji pary wodnej μ . Im mniejsza wartość μ , tym większa ilość pary wodnej może przenikać przez materiał (patrz tab. 9).

Materiał	Opór dyfuzji pary wodnej μ
Powietrze	1
Tynk ścienny i sufitowy	6 – 10
Tynk gipsowy i wapienny	4 – 10
Beton normalny	60 – 100
Beton ceramiczny	2 – 10
Płyty gipsowo- kartonowe	4 – 10
Mur z klinkieru	100
Mur z cegieł pełnych lub pustaków	10 – 16
Obudowa ścienna z klinkieru cienkowarstwowego	200
Płyty korkowe	5 – 10
Drewno	50
Płyta wiórowa	10 – 50
Wełna mineralna, związana	1
Pianka poliesterowa	60 – 100
Pianka poliuretanowa (gęstość 0,030 – 0,040 g/cm ³)	60
Pianka z żywicy fenolowej (gęstość 0,020 – 0,100 g/cm ³)	50
Pasma bitumiczne dachowe i uszczelniające, grubość 3,0 mm	10.000 – 80.000
Pasmo bitumiczne z wkładką z folii metalowej, grubość 2,2 mm	paroszczelne
Folia PCV	50.000
Folia polietylenowa	100.000
Folia aluminiowa (125 g/m ²)	paroszczelne
Szkło	paroszczelne

Tabela 9: Opór dyfuzji pary wodnej μ materiałów budowlanych. Obszerne dane patrz DIN 4108-4.

Wartość oporu dyfuzyjnego pary wodnej μ jest liczbą porównawczą, która podaje o ile razy opór w warstwie materiału jest większy niż w warstwie powietrza o tej samej grubości. Wartość μ należy pomnożyć przez grubość warstwy d (m) i wówczas otrzymuje się odpowiednią grubość warstwy powietrza $s_d = \mu \times d$ (m)

Z powyższego wynika:

- od strony pomieszczenia należy stosować materiały o wysokiej wartości oporu dyfuzyjnego pary wodnej
- od strony zewnętrznej materiały o niższej wartości μ
- **Aby para wodna, która wniknęła do wnętrza mogła przeniknąć na zewnątrz cała powłoka budynku włącznie ze szczelinami montażowymi musi być wewnątrz bardziej szczelna niż na zewnątrz.**

- woda, która przeniknęła z zewnątrz musi mieć możliwość odpływu ponownie na zewnątrz
- w przypadku wielowarstwowych zewnętrznych elementów:
 - opór dyfuzyjny warstw części budynku powinien zmniejszać się do zewnątrz
 - wartość izolacji cieplnej warstw budynku powinna wzrastać na zewnątrz
- należy uwzględnić cały system włącznie z drogami pobocznymi

7.2. Wpływ temperatury

Wszystkie materiały rozszerzają się wraz z wzrostem temperatury lub skracają się wraz z jej obniżaniem. Oznacza to, że okna stale zmieniają szerokość i wysokość zgodnie z ciągle zmieniającą się temperaturą.

Zmiany długość muszą być przejmowane przez szczeliny i należy je uwzględnić przy szerokości doborze ich wielkości. Ponadto należy także pamiętać o spowodowanych przez temperaturę ruchach innych materiałów i elementów.

7.2.1. Współczynnik rozszerzalności liniowej

Ruch termiczny jest cechą specyficzną materiału i charakteryzuje go współczynnik rozszerzalności liniowej α_t .

Materiał	Współczynnik rozszerzalności liniowej α_t ($10^{-6}/K$)	Zmiana długości Δl (mm/mK)
Aluminium	24	0,024
Miedź	16	0,016
Żelazo	12	0,012
Stal	12	0,012
Beton	12	0,012
Szkło	3 – 9	0,003 – 0,008
Drewno	3 – 6	0,003 – 0,009
PCV-U	70	0,07
Polietylen	200	0,20
Polipropylen	160	0,16

Tabela 10: Współczynnik rozszerzalności liniowej α_t wybranych materiałów w zakresie temperatur od 0°C - 100°C.

Z różnicy temperatur ΔT , długości wyjściowej l_1 oraz współczynnika rozszerzalności liniowej α_t można obliczyć oczekiwaną zmianę długości Δl :

$$\Delta l = \alpha_t \cdot l_1 \cdot \Delta T$$

Przy czym należy uwzględnić kolor okien. W Niemczech białe okna osiągają temperaturę powierzchni około 45°C. Na powierzchniach okien kolorowych osiągane są temperatury do 75°C.

W zamontowanych oknach rzeczywiste zmiany długości są jednak mniejsze niż wyrażone przez specyficzny dla materiału

współczynnik rozszerzalności liniowej $\alpha_{PVC-U} = 70 \times 10^{-6}/K$. Pomiary między -20°C oraz + 80°C na białym oknie o wielkości 130 cm x 150 cm wykazały tylko współczynnik rozszerzalności liniowej $\alpha_{OKNA} = 25 \times 10^{-6}/K$ (patrz tabela 11).

Jeśli z przyczyn bezpieczeństwa przy obliczeniu przyjmie się 60% współczynnika α_{PVC} , tzn. nie $70 \times 10^{-6}/K$ lecz $\alpha_{OKNA} = 42 \times 10^{-6}/K$ przy temperaturze 15 °C z różnicą temperatur ± 30 °C, dla zamontowanych okien w tabeli 11 wynikają obok wartości teoretycznych podane rzeczywiste zmiany długości.

Tabela 11

Szerokość okna (cm)	Zmiana długości Δl (mm) przy $\pm 30^\circ C$	
	$\alpha_{PVC-U} = 70 \times 10^{-6}/K$	$\alpha_{OKNA} = 42 \times 10^{-6}/K$
150	$\pm 3,15$	$\pm 1,9$
250	$\pm 5,25$	$\pm 3,2$
350	$\pm 7,35$	$\pm 4,4$
450	$\pm 9,45$	$\pm 5,7$

Przedstawiając powyższe w sposób uproszczony należy przy projektowaniu szczelin montażowych, dla białych okien z PCV uwzględnić na 1 m szerokości okna zmianę długości wynoszącą $\pm 1,25$ mm. W przypadku okien o kolorowych powierzchniach ta wartość ulega podwojeniu, ponieważ latem różnica temperatur powierzchni osiąga $\Delta T = 60^{\circ}\text{C}$ zamiast 30°C .

Z powodu niewielkiej przewodności cieplnej profili PCV-U należy w przypadku okien o kolorowych powierzchniach oprócz zmiany długości poziomu okna uwzględnić także ugięcia w kierunku pionowym.

7.3. Ochrona termiczna

Ochronie termicznej w wysokim budownictwie (patrz DIN 4108 i rozporządzenie o oszczędności energii) ustawodawca w Niemczech nadaje najwyższy priorytet obok oszczędności energii i stawia w tych punktach stale wzrastające wymagania w stosunku do budowli. Przy całej orientacji na oszczędność energii nie należy jednak zapominać o komforcie klimatycznym w pomieszczeniu.

Środki ochrony termicznej powinny:

- zmniejszyć straty ciepłe
- zapobiec przegrzaniu letniemu
- unikać wychłodzenia w zimie
- zapobiegać kondensacji ale także, o czym się najczęściej zapomina:
- zapewnić odpowiedni komfort

Obie ustawy regulujące wymagają:

„Szczeliny w zewnętrznej powłoce budynku należy uszczelnić hermetycznie w sposób trwały zgodnie ze stanem techniki.”

DIN 4108 zawiera wszystkie wskaźniki cieplne i dotyczące wilgoci, techniki obliczeniowe jak i wymagania i wskazówki dotyczące planowania i wykonawstwa.

7.3.1. Przewodność cieplna

Aby sprostać tym wymaganiom miarodajną cechą jest przewodność cieplna materiałów budowlanych. Wskutek przewodzenia ciepła przez materiały ciepło jest transportowane od cząstki do cząstki. Jest ono scharakteryzowane przez przewodność cieplną λ . Podaje ona, jaka ilość ciepła w czasie jednej sekundy jest transportowana między dwoma równoległymi równymi powierzchniami 1m^2 przez warstwę materiału o grubości 1m przy różnicy temperatury 1K

Przewodność cieplna nie jest jednak wielkością stałą, zależy od:

- temperatury
- zawartości wilgoci
- gęstość
- wielkość, rodzaj i rozmieszczenie porów
- ciśnienie gazowe w porach
- rodzaj gazu w porach

Mimo tego przewodność cieplna λ , najczęściej obliczona przy 20°C podaje ważne wskazówki do wyboru materiałów budowlanych odpowiednich w danym przypadku (Tabela 12).

Material	Gęstość (g/cm ³)	Przewodność cieplna λ (W/mK)
Aluminium	2,7	220
Żelazo	7,86	50
Stal	7,84	50
Miedź	8,9	380
Beton normalny	2,4	2,1
Gazobeton	0,5	0,22
Pełna cegła	1,5-1,8	0,5-0,83
Żelbet	2,4	2,3
Karton-gips		0,42
Granit	2,8	2,9
Pustaki 30 cm	0,53-1,28	0,42-0,58
Drewno świerkowe	0,6	0,13
Szkło	2,5	0,8
Płytki	2,0	0,58
PCV-U	1,4	0,14
Polietylen	0,96	0,33-0,50
Polipropylen	0,81	0,24
Korek	0,25	0,036-0,045
Wata z włóknem szklanym	0,015-0,10	0,04-0,037
Pianka polistyrolowa	0,012-0,035	0,037-0,044
Pianka poliuretonowa	0,03-0,035	0,029-0,035
Woda	1	0,60
Powietrze	0,0012	0,025
Para wodna	0,0025	0,031
Dwutlenek węgla (CO ₂)	0,0019	0,014

Tabela 12: Przewodność cieplna niektórych materiałów budowlanych w zakresie temperatur między 0°C a 100°C (dalsze obszerne dane patrz DIN 4108-4).

7.3.2. Mostki cieplne

Mostki cieplne powstają przez materiały budowlane, których przewodność cieplna λ jest większa niż materiałów otaczających je. Prowadzą one do przeniesienia przebiegu izoterm i tym samym do przeniesienia punktu rosy. Oznacza to np.: nie stosować metalowych klocków nośnych!

Powstanie mostków cieplnych ma wpływ na przebieg temperatury na powłoce zewnętrznej i tworzenie wody kondensacyjnej na wewnętrznej powierzchni części budowlanych. Oczekiwane temperatury powierzchni i

straty ciepła w czasie transmisji można obliczyć przy pomocy równania przewodzenia ciepła oraz metody elementów skończonych. Jeśli współczynnik temperatury t_{RSi} opadnie do wartości poniżej 0,7 i temperatura powierzchni od strony pomieszczenia poniżej 12,6 °C konieczne są budowlane środki do zneutralizowania mostków cieplnych.

Dzisiaj można obliczyć przy pomocy odpowiednich programów rachunkowych izotermi dla najróżniejszych sytuacji montażowych (patrz 7.1.2.2.).

7.4. Ochrona akustyczna

Wymagania wobec „Ochrony akustycznej w budownictwie” są określane przez DIN 4109 oraz „Izolacja akustyczna okien i ich dodatkowych urządzeń” przez wytyczną VDI 2719. Oba rozporządzenie nie są identyczne.

W zależności od wykorzystania i położenia budynku należy uwzględnić specjalne wymagania odnośnie ochrony akustycznej przy produkcji i montażu okien.

W przypadku okien miarodajna jest izolacja akustyczna powietrzna podczas gdy pobudzenie przez dźwięk materiałowy okna z pewnością rzadziej odgrywa rolę

7.4.1. Dźwięk szczelinowy

Oba rozporządzenia wskazują także na znaczenie uszczelniania szczelin w celu ochrony akustycznej, które jest realizowany przez wprowadzenie wytłumienia dźwięku.

Poprzez całkowite wypełnienie szczelin odpowiednimi materiałami izolacyjnymi (patrz punkt 5.3. izolacja) poprawia się oprócz izolacji akustycznej także izolacja cieplna.

Ważne jest hermetyczne zamknięcie szczelin, ponieważ już niewielka rysa w znacznie pogarsza ochronę akustyczną.

7.5. Obciążenia mechaniczne

Okna podlegają w czasie użytkowania obciążeniom mechanicznym wynikającym z:

- obciążenia wiatrem
- wagi własnej
- użytkowania
- komunikacji
- warunków budowlanych

Wszystkie siły działające na okno muszą być przenoszone bezpiecznie do budowli. Aby to osiągnąć, należy przestrzegać następujących punktów:

- muszą być zamocowane mechanicznie
- połączenie z budynkiem nie może być sztywne
- należy przestrzegać minimalnych odstępów mocowania
- ciężar własny należy odprowadzić przez klocki nośne

Szczególnie należy uwzględnić:

- nie jest dozwolone mocowanie wyłącznie przy pomocy pianek montażowych
- ruchy budowli nie mogą prowadzić do obciążeń i zakleszczenia okien, ponieważ
- okna nie są nośnymi częściami budowli.