

Plan rozwoju: Projektowanie konstrukcji płatwiowej

Podano informacje wymagane dla projektowania konstrukcji płatwi ramy stalowej budynku. Podano również szczegóły interakcji między płatwiami a pokryciem dachowym.

Zawartość

1.	Wprowadzenie – funkcje płatwi	2
2.	Różne typy płatwi	5
3.	Interakcja między płatwią a pokryciem	9
4.	Płatwie ciągłe	13
5.	Połączenie płatwi do konstrukcji głównej	17
6.	Ściagi i ściagi ukośne	20
7.	Charakterystyka obciążeń	23

1. Wprowadzenie – funkcje płatwi

1.1 Funkcje podstawowe

Główną funkcją płatwi dachowych jest przeniesienie sił z dachu budynku na jego konstrukcję główną. Rygle ścienne spełniają tę samą rolę w elewacjach. Płatwie i rygle ścienne są ważnymi elementami drugorzędnymi w konstrukcji budynku.

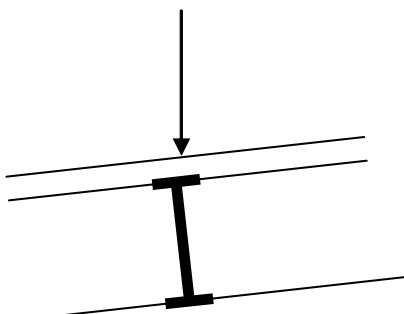
Należy zaznaczyć, że w dużej liczbie stalowych parterowych budynków ramowych, waga płatwi i rygli ściennych stanowi ważny składnik jeżeli chodzi o ogólną wagę konstrukcji (15 do 20%); błędy w ich optymalizacji mogłyby prowadzić do straty w sytuacji dużej konkurencji.

Konstrukcja płatwiowa budynku powinna być projektowana ze względu na rodzaj pokrycia dachu. Rodzaj pokrycia dachu, szczególnie bezpośrednio wpływa na rozstaw między płatwiami; określa też jaką możemy oczekiwać interakcję między płatwią a pokryciem przy wymiarowaniu płatwi (patrz Rozdział 3).

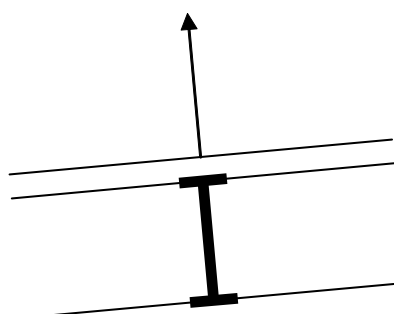
Konstrukcja płatwiowa zawiera nie tylko same płatwie (zobacz różne rodzaje w Rozdziale 2), ale też wszystkie styki, które uciągają płatwie (patrz Rozdział 4), kątowniki, które dołączają płatwie do konstrukcji głównej (patrz Rozdział 5) i wszystkie ściągi i stężenia odpowiedzialne za usztywnienie boczne płatwi (patrz Rozdział 6).

Rozważane obciążenia (patrz dalsze informacje w Rozdziale 7) to głównie:

- rzeczywista masa pokrycia, płatwi i ich dodatków
- rzeczywista masa całego wyposażenia przenieszonego przez dach
- obciążenie użytkowe zawieszone wewnątrz (na przykład system spryskiwaczy, oświetlenie, itp.)
- obciążenie związane z utrzymaniem pokrycia dachem
- śnieg
- wiatr



Obciążenia grawitacyjne (ciężar własny, śnieg, utrzymanie, etc.), płatwie są poddane ugięciom względem mocnej osi bezwładności przekroju, i odkształceniom bocznym jej górnego pasa (do której przyłożone jest obciążenie) które może albo nie może się powiększać, zależnie od roli pokrycia dachowego.



Obciążenie prostopadłe do pochylenia dachu (wiatr, obciążenie dociążające lub odciążające), płatwie są poddane ugięciom względem mocnej osi bezwładności przekroju.

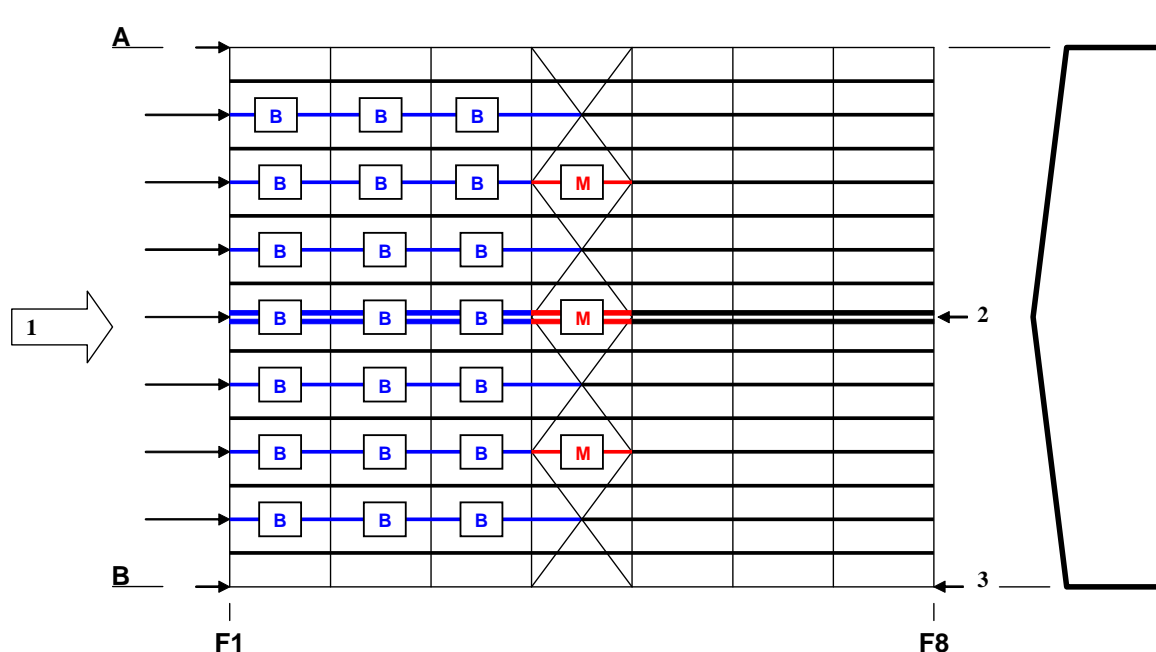
Rysunek 1.1 Obciążenia płatwi

Uwaga: Na Rysunek 1.1, płatew jest przedstawiona ze środkiem prostopadłym do spadku dachu, która prawie zawsze jest tak stosowana. Stosowanie płatwi z pionowym środkiem jest bardzo rzadkie: wtedy pokrycie dachowe umieszcza się na skośnych klinach.

1.2 Płatwie prętowe

Oprócz głównej funkcji opisanej powyżej, płatwie mogą też być przeznaczone do przenoszenia obciążeń od wiatru ze słupków ściany szczytowej na tęcznik połaciowy poprzeczny (jeżeli ten tęcznik nie jest położony w polu przyległym do szczytu): patrz Rysunek 1.2.

Oprócz ugięcia spowodowanego przez ich główną funkcję, płatwie są wtedy poddane działaniu siły osiowej, zarówno ściskającej jak i rozciągającej, które mogą być nieosiowe.



- 1 Kierunek wiatru
- 2 Podwójna płatew w kalenicy
- 3 Płatew okapowa

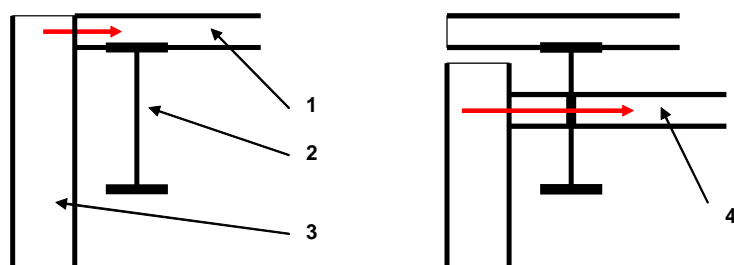
Rysunek 1.2 Dach budynku – Rzut

Przedstawione na Rysunku 1.2 siły to przyłożone obciążenia od wiatru, przenoszone przez słupki konstrukcji ściany szczytowej w osi F1, które oparte są górną na niektórych płatwiach. Pod wpływem tych sił płatwie, które są narysowane na niebiesko i z opisem B, są ściskane i pracują jako pręty. Płatwie pracujące jako słupki w tęczniku połaciowym poprzecznym są narysowane na czerwono i opisane jako M (patrz punkt 1.3 poniżej).

Należy zaznaczyć, że pod tym samym obciążeniem wiatrem (ten sam kierunek i wartość), słupki ściany szczytowej w osi F8 (strona zawietrzna) wywołują w płatwiach siłę rozciągającą, które ją przenoszą dalej: efekt ten nie jest przedstawiony na Rysunku 1.2, ale jego skutki muszą być uwzględnione, szczególnie w obliczeniach tęcznika połaciowego poprzecznego.

Widzimy tu znowu, że przy kalenicy, w połowie rozpiętości między rzędami A i B, płatew jest podwójna: płatew kalenicowa na górze każdej połaci dachu tworzy zwykle układ, który pozwala na możliwie najlepszy sposób układania pokrycia dachowego.

Jeżeli chcemy uniknąć, prócz głównej funkcji, dodatkowej pracy płatwi jako pręta, możemy umieścić oddzielne pręty pomiędzy słupkami ściany szczytowej a tężnikiem połączeniowym poprzecznym (patrz Rysunek 1.3).



- 1 Płatew prętowa
- 2 Rygiel portalowej ściany szczytowej
- 3 Słupek ściany szczytowej
- 4 Oddzielny pręt

Rysunek 1.3 Przenoszenie siły osiowej przez płatew prętową lub przez oddzielny pręt

1.3 Płatwie jako słupki tężnika połączeniowego poprzecznego

Płatwie mogą też pełnić funkcję słupków tężnika połączeniowego poprzecznego: na Rysunku 1.2, płatwie jako słupki tężnika połączeniowego poprzecznego są opisane jako M i narysowane kolorem czerwonym. Płatwie te w działaniu jako tężnik mogą być ściskane znaczną siłą: krzyżulce ustawione w formie krzyża św. Andrzeja są zwykle wymiarowane tylko na siłę rozciągającą i, z tego powodu, słupki są ściskane.

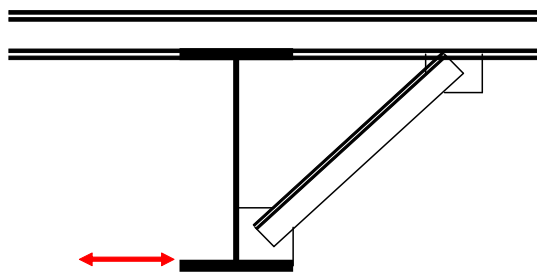
Jak z funkcją “pręta”, jeżeli chcemy uniknąć pracy płatwi jako słupka tężnika połączeniowego poprzecznego, mogą być używane dla tej funkcji oddzielne elementy (zwykle przekroje rurowe), szczególnie wtedy gdy siła ściskająca w słupka tężnika połączeniowego poprzecznego, ze względu na wiatr jest znaczna (obszary z mocnymi wiatrami, duża rozpiętość budynku).

1.4 Stabilizacja elementów konstrukcji głównej

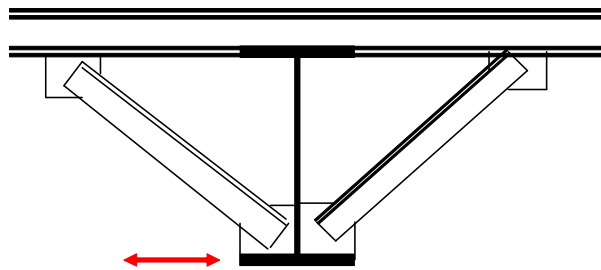
Płatwiom pokrycia dachowego budynku często też stawia się zadanie zapewnienia stateczności poprzecznej elementów konstrukcji głównej, które je bezpośrednio podpierają (np. rygli dachowych ramy portalowej).

Płatwie mogą stabilizować pas rygla dachowego ramy portalowej (albo pas wiazara kratowego), do którego są przyłączone (ogólnie pas górny wewnątrz ramy portalowej budynku). Wszystkie płatwie współpracujące z tężnikiem połączeniowym poprzecznym mogą być uważane jako punkty poparcia; by rozważyć inne płatwie jako punkty poparcia, należy wziąć pod uwagę dach jako tarczownicę (więcej na ten temat zobacz w Rozdziale 3).

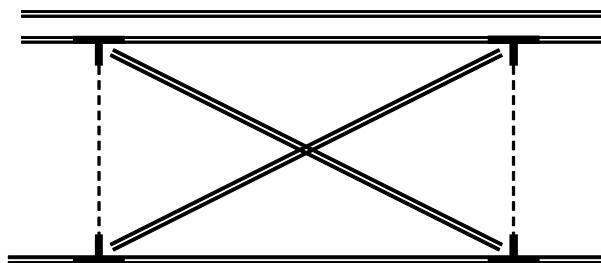
Płatwie mogą być także używane do usztywnienia dolnego pasa rygla dachowego ramy portalowej (lub dolnego pasa wiazara dachowego): zastrzały są wtedy zainstalowane jak pokazano na Rysunek 1.4.



Stężenie tylko z jednej strony: nie tworzy ono dodatkowego podparcia dla płatwi; schemat statyczny nie ulega zmianie. Płatew przejmuje siłę stabilizującą od podtrzymującego pasa.



Stężenia z dwóch stron rygła dachowego i usztywnia go bocznie: tworzą one dodatkowe podparcia dla płatwi. Odnosimy się do nich jako do “płatwi stężonych”.



Podparcie więzara dachowego łącząc dolny pas przez pionowe stężenie płatwi (podparcie nożycowe)

Rysunek 1.4 Boczne podparcie konstrukcji głównej przez płatew

2. Różne typy płatwi

Jednym z elementów projektowania konstrukcji płatwiowej jest wybór typu płatwi. Z reguły, ogranicza się to od wyboru między płatwiami z belek walcowanych na gorąco, najczęściej z dwuteowników IPE, z cienkich przekrojów zimnogiętych, lub bardzo rzadko używanych płatwi kratowych.

Wybór ten, jeżeli będzie należał do konstruktora konstrukcji stalowej, będzie oparty raczej na organizacji produkcji niż na zaletach któregośkolwiek z wyrobów. Płatwie z dwuteowników IPE i płatwie z cienkich kształtowników zimnogiętych, w rzeczywistości, spełniają te same funkcje.

Cienkie płatwie zimnogięte i ich dodatki są częściej projektowane i wykonywane przez wyspecjalizowanych producentów, posiadających odpowiednie maszyny: konstruktor odpowiedzialny za wykonanie konstrukcji stalowej budynku nabywa płatwie od jednego z tych producentów. Jednak płatwie z dwuteownika IPE są częściej projektowane i wykonywane przez projektanta głównej konstrukcji. Jednym z kryteriów dla wyboru między dwoma opcjami zależy od obciążenia projektanta pracą: jeżeli jest on bardzo zajęty, będzie wolał nabyć płatwie zimnowalcowane; jeżeli będzie mniej zajęty, zaprojektuje je sam.

Jakikolwiek będzie użyty typ płatwi, typ pokrycia dachem określa maksymalny rozstaw między płatwiami. Dokumenty określające charakterystykę produktów pokrycia dachu

ogólnie dostarczają tabele określające ich maksymalną rozpiętości (a zarazem maksymalny rozstaw między płatwiami) zależnie od obciążenia na ich rozpiętości.

Typ izolacji cieplnej pokrywającej dach, jeżeli jest ona umieszczona od strony wewnętrznej budynku może też wpływać na wybór płatwi: rozstaw, minimalna wysokość przekroju.

2.1 Płatwie belkowe z kształtowników walcowanych na gorąco (IPE)

Na płatwie szeroko używany jest zakres belek o małej wysokości IPE (do około IPE 240).

W Tablica 2.1 poniżej, podano wytyczne do wyboru zakresu przekroju z dwuteownika IPE, zależnie od rozpiętości płatwi (zmieniającej się w zakresie od 5 do 10m) i obciążenia liniowego na metr bieżący płatwi w stanie granicznym użytkowalności.

Te wskazania są oparte o kryterium ugięć o wartości $1/200$ rozpiętości w stanie granicznym użytkowalności i na kryterium nośności pod obciążeniem 1,5 razy większym niż w stanie granicznym użytkowalności. Kryterium nośności jest ograniczone do sprężystej wytrzymałości przekroju przy swobodnym ugięciu elementu, z następującymi założeniami:

- Stal S235
- Brak redukcji momentów na podporowych ze względu na istniejące styki
- Brak siły osiowej w płatwi (nie uwzględniono funkcji prętowej)
- Częściowe współczynnik bezpieczeństwa : $\gamma_{M0} = \gamma_{M1} = 1,0$
- Brak uwzględnienia bocznych odkształceń
- Brak zwichrzenia

Ostatnie dwa założenia są, w szczególności, zależne od użytej metody bocznej stabilizacji płatwi (przez pokrycie dachowe: patrz Rozdział 3; stężenia prętowe: patrz Rozdział 6).

Podane w Tablicy 2.1 opcje dostarczają **przybliżone wytyczne** projektowania: i w żaden sposób nie zastępują one obliczeń wytrzymałościowych płatwi.

W Tablica 2.1, oznaczenie (f) odróżnia między przypadkami , w których kryterium ugięć daje większe wartości wybranego przekroju od otrzymanego z kryterium nośności: zdarza się to zawsze – albo prawie zawsze – w konfiguracjach płatwi jako “belki swobodnie podparte”, jak również “belki ciągłej” dla dużych. Należy zaznaczyć, że kryterium ugięcia stałoby się dominującym w dużo większej liczbie przypadków przy zastosowaniu stali S355.

W tablicy możemy też zobaczyć, że projektując płatwie ciągłe, systematycznie otrzymujemy redukcję ich przekroju.

Tablica 2.1 Wybór przekroju płatwi z zakresu dwuteowników IPE

		wielkość dwuteowników IPE, dla obciążenia zewnętrznego			
rozpiętość		1,0 KN/m	1,5 KN/m	2,0 KN/m	2,5 KN/m
5 m	swobodnie podparte	IPE 100	IPE 120 (f)	IPE 120 (f)	IPE 140
	ciągłe	IPE 100	IPE 100	IPE 100	IPE 120
6 m	swobodnie podparte	IPE 120 (f)	IPE 140 (f)	IPE 140	IPE 160 (f)
	ciągłe	IPE 100	IPE 120	IPE 120	IPE 140
7 m	swobodnie podparte	IPE 140 (f)	IPE 160 (f)	IPE 160 (f)	IPE 180 (f)
	ciągłe	IPE 120	IPE 120	IPE 140	IPE 160
8 m	swobodnie podparte	IPE 160 (f)	IPE 180 (f)	IPE 180 (f)	IPE 200 (f)
	ciągłe	IPE 120	IPE 140	IPE 160	IPE 160
9 m	swobodnie podparte	IPE 180 (f)	IPE 200 (f)	IPE 200 (f)	IPE 220 (f)
	ciągłe	IPE 140 (f)	IPE 160 (f)	IPE 180 (f)	IPE 180
10 m	swobodnie podparte	IPE 180 (f)	IPE 200 (f)	IPE 220 (f)	IPE 240 (f)
	ciągłe	IPE 160 (f)	IPE 180 (f)	IPE 180	IPE 200

Uwaga: w tablicy, płatwie ciągłe mają przynajmniej 4 podpory

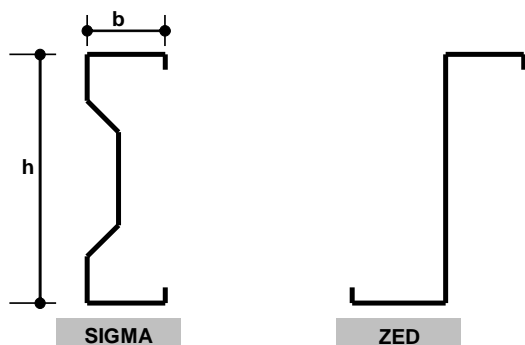
Legenda: (f) : o wielkości przekroju decyduje ugięcie

Uwaga: w niektórych krajach, płatwie IPE są projektowane jako "belki Gerberowskie" z przegubami umieszczonymi w miejscach zerowych momentów zginających nad podporami i na długości przęsła (zazwyczaj w każdym przęśle)

2.2 Płatwie z cienkościennych przekrojów zimnogiętych

2.2.1 Informacje ogólne

Płatwie z cienkościennych przekrojów zimnogiętych są ogólnie wytwarzane przez profilowanie kawałka blachy stalowej, w procesie produkcyjnym możemy otrzymywać wszystkie wyobrażalne kształty. Jednak głównymi kształtami przekrojów używanych dla płatwi są kształtowniki zetowe i sigma.



Rysunek 2.1 Zimnogięte przekroje płatwi

Dla przekrojów zetowych i sigma, zakresy wysokości i grubości są w większości takie same:

- Wysokość h przekroju, między 140 a 350 mm
- Grubość blachy profilowanej, między 1,5 i 4 mm

Szerokość pasa b wynosi często około 70 mm. Należy zaznaczyć, że dla płatwi zetowej, szerokości pasa górnego i dolnego różnią się nieznacznie by uczynić płatwie ciągłymi przez odpowiadanie ich dostosowywanie.

Podczas gdy dla płatwi z kształtowników walcowanych na gorąco, rozpiętości ogólnie nie przekracza 10 m, dla kształtowników zimnogiętych, rozpiętości mogą osiągnąć 12 do 15 m, pozwalając na zmniejszenie liczby głównych ram portalowych. Wartości te w odniesieniu do rozpiętości mogą się różnić w różnych krajach.

2.2.2 Rozwiązania systemowe

Płatwie i rygle ściennie z cienkościennych przekrojów zimnogiętych są często dostarczane jako rozwiązania systemowe, które są wyszczególnione w danych producentów. Dane projektowe są zwykle liczone przy użyciu modeli empirycznych opartych na obszernych programach badawczych. Badania te uwzględniają kierunek obciążenia (obciążenie i odciążenie) i interakcje między profilowanym pokryciem stalowym a płatwiami.

Gdy jest używane rozwiązanie systemowe, zwykle inżynier budowlany ma za zadanie wybrać odpowiednią wielkość przekroju z podanej przez producenta tabeli obciążenie/rozpiętość albo z oprogramowania bez wykonywania dodatkowych obliczeń nośności płatwi. To podejście jest dopuszczone przez fakt, że sami producenci przedsięwzięli konieczną ocenę konstrukcyjną (przez analizę, badania, albo kombinację analiz i badań) zgodnie z odnośnymi Wytycznymi, Normami i Regulacjami.

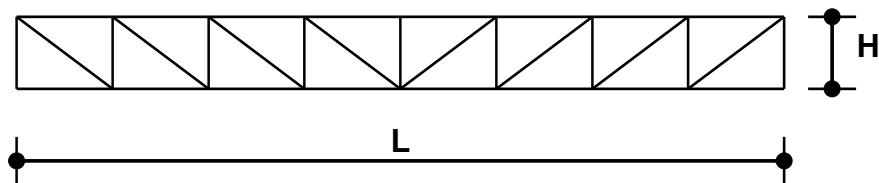
2.3 Płatwie kratowe

Są rzadko stosowane.

Płatwie kratowe z pasami równoległymi mogą być projektowane, jak pokazano na Rysunek 2.2. Główne problemy związane z projektowaniem tego typu płatwi są takie jak w przypadku projektowania wszystkich belek kratowych:

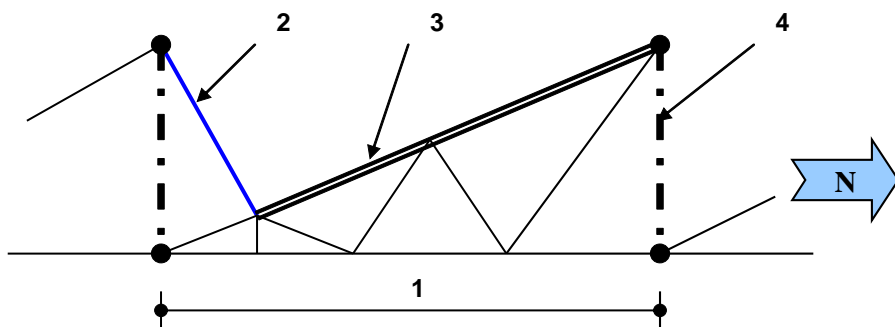
- Konieczność uwzględniania drugorzędnych momentów i ugięć spowodowanych przez:
 - Ciągłość prętów albo wzajemne stężenia prętów na końcach
 - Jakakolwiek nieosiowość w wykresach sił wewnętrznych
 - Obciążenie przyłożone między węzłami
- Konieczność uwzględniania dodatkowych przemieszczeń spowodowanych luzami w połączeniach śrubowych

Stosunek L/H jest przyjmowany w przybliżeniu 15.



Rysunek 2.2 Płatew kratowa

W przekrojach płatwi kratowych, możemy wyróżnić trójkątne belki nośne w dachu pilastym (patrz Rysunek 2.3), rozpięte między głównymi dźwigarami kratowymi: takie rozwiązanie jest ciągle używane dla budynków przemysłowych (np.: przemysłu samochodowego). Pochylona północna strona, dachu pokryta szkłem zapewnia efektywne oświetlenie naturalne.



- 1 Płatew kratowa
- 2 Pokrycie szklane
- 3 Pokrycie nieprzeźroczyste
- 4 Główna belka kratowa

Rysunek 2.3 Płatew kratowa w dachu pilastym

3. Interakcja między płatwią a pokryciem

Innym ważny parametr projektowania konstrukcji płatwiowej to funkcja związana z pokryciem. Czy może być pokrycie użyte do usztywnienia bocznego płatwi?

Ważnym jest aby wybrana opcja była jasno określona w dokumentacji kontraktowej, szczególnie jeżeli konstrukcja budynku stalowego, oraz wykonanie pokrycia dachem jest powierzone różnym spółkom (co w pewnych krajach występuje dość często, zwłaszcza we Francji). Takie kontraktowe wyjaśnienie umożliwi wszystkim zaangażowanym podmiotom uwzględnić te same założenia.

3.1 Przypadek, gdy pokrycie dachowe jest wykonane ze stalowej blachy fałdowej, połączonej lub nie połączonej z innymi materiałami i przykręconej do płatwi

Usztywnienie płatwi przez pokrycie jest zawarte w EN 1993 1-3.

Jeżeli dokumentacja kontraktowa wyklucza użycie takiej funkcji pokrycia, o konstrukcji mówi się, że jest **“klasy 3”**, według EN 1993 1-3. Jeśli jednak dokumentacja kontraktowa wymaga takiej funkcji pokrycia, o konstrukcji mówi się, że jest **“klasy 2”**. Uzupełniając, **“klasa 1”** konstrukcji, to taka, gdzie pokrycie jest używane dla całkowitego usztywnienia budynku (przypadek tutaj nie przedstawiony).

W klasie 3 konstrukcji, jakiegokolwiek typu płatwi (walcowane na gorąco – przekroje IPE – albo płatwie zimnogięte):

- ❑ Składowa obciążenia równoległa do połąci dachowej (patrz Rysunek 1.1) jest przejęta przez boczne stężenie górnego pasa płatwi. Wszystko co należy zrobić, to przenieść obciążenia i przemieszczenia spowodowane przez to obciążenie, przez zastosowanie odpowiedniej liczby ściągów (patrz Rozdział 5). Wielkość tych bocznych przemieszczeń musi być ściśle ograniczona aby była zgodna z założeniem, że siły nie będą się przenosić na płaszczyznę poziomą pokrycia (na przykład, 1/500 odległości między ściągami).
- ❑ Płatwie muszą być zabezpieczone przed zwichrzeniem (i wyboczeniem jeżeli pełnią funkcję pręta) bez odwoływania się do pokrycia.

W klasie 2 konstrukcji:

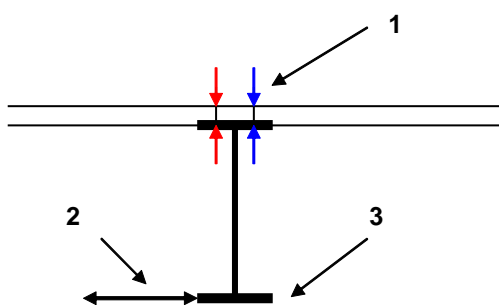
- ❑ Składowa obciążenia równoległa do połąci dachowej jest przejęta przez pokrycie dachem bezpośrednio do konstrukcji głównej (np. ramy portalowej), bez poddawania płatwi ugięciom bocznym.
- ❑ Płatwie są zabezpieczone przed zwichrzeniem przez pokrycie:
 - Sztynne stężenie przed zwichrzeniem jest zapewnione gdy ściskany pas jest jeden i do niego jest przykręcone pokrycie (w ogólnym przypadku: ściskany pas górny płatwi przy dodatnim momencie zginającym)
 - Półsztywne stężenie przed zwichrzeniem jest zapewnione gdy ściskany pas nie jest jeden do którego jest przykręcone pokrycie, (w ogólnym przypadku: ściskany pas dolny płatwi przy ujemnym momencie zginającym). To półsztywne stężenie jest uzyskiwane przez końcowe stężenie płatwi przez pokrycie; patrz Rysunek 3.1.
- ❑ Pokrycie przyjmuje funkcję konstrukcyjną:
 - Osoba odpowiedzialna za projektowanie konstrukcji płatwiowej musi też wziąć pod uwagę stężenie płatwi przez pokrycie, podczas określania sił występujących w płaszczyźnie poziomej pokrycia (działanie tarczownicowe)
 - Osoba odpowiedzialna za projektowanie pokrycia musi wziąć pod uwagę te siły od współpracy podczas wymiarowania nośności zastosowanego produktu i jego mocowania.
 - Właściciel budynku jest odpowiedzialny za używanie innego osprzętu w budynku, który mógłby zmienić nośność przekroju poziomego pokrycia, niż uwzględniono w obliczeniach płatwi.

Wiadomo, że stabilizacja płatwi przez pokrycie pozwala na **dużą oszczędność kosztów płatwi z powodu mniejszych przekrojów i mniejszej liczby ściąгов (albo ich eliminacja).**

Zysk ten jest otrzymany kosztem wprowadzenia sił współdziałania w przekroju poziomym pokrycia. W większości przypadków, siły te nie mają żadnego wpływu na wymiarowanie pokrycia (zwykle są one znacznie mniejsze niż nośność pokrycia w płaszczyźnie poziomej). Jednak szczególna uwaga powinna, być zwrócona na nośność połączenia między tarczownicą pokrycia a konstrukcją główną (patrz rozdział 5), gdzie jest opisane przenoszenie sił w płaszczyźnie poziomej pokrycia.

Taka uwaga powinna być też zrobiona przy zmianach w “stanie wykonawczym” pokrycia, które przyjmuje rolę konstrukcyjną.

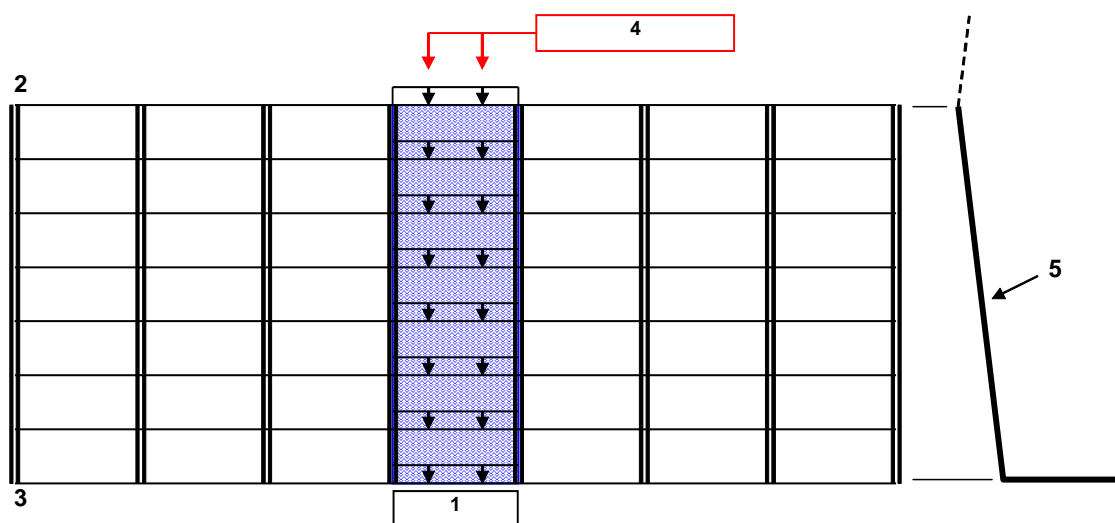
Należy pamiętać, że usztywnienie płatwi przez przymocowanie pokrycie z profilowanej blachy stalowej od dłuższego czasu były domyślnie używane, ponieważ jest fizycznie bezsporne, że takie pokrycie, w swojej płaszczyźnie poziomej, jest znacznie sztywniejsze niż płatwie obciążone w płaszczyźnie bocznej. Według klasyfikacji podanej przez PN-EN 1993 1-3, użycie takiego pokrycia jest wyraźnie określone.



- 1 Połączenie płatew - pokrycie, położone na przemian po obydwu stronach środka
- 2 Siła stabilizująca (zwichrzenie)
- 3 Ściskany pas dolny (przy zginaniu odciążającym)

Ogólnie sztywność stężenia zależy od sztywności bocznej środka płatwi, sztywności obciążonego pokrycia dachowego i miejscowej sztywności połączenia płatwi z pokryciem dachowym. Może być ono określone doświadczalnie albo przy użyciu procedur podanych w Eurokodzie 3 Rozdział 1.3 (EN 1993-1-3).

Rysunek 3.1 Usztywnienie dolnego pasa przez sprężyste stężenie końcowe płatwi z pokryciem



- | | | | |
|---|---------------------------------|---|-------------------------|
| 1 | Tarcza | 4 | Siły |
| 2 | Ściana szczytowa | 5 | Ramy portalowe elewacji |
| 3 | Dolna część połączenia dachowej | | |

Każda usztywniona płatew przenosi siły interakcyjne na pokrycia dachu. Zakresowany panel pokrycia dachem tworzy tarczownicę spoczywającą na dwóch ramach portalowych (konstrukcji głównej), które ją ograniczają; funkcja tej tarczownicy jest przenosić wszystkie siły interakcji pochodzące od płatwi, na główną konstrukcję, bez płatwi bocznie odkształconych. Powinno się zapewnić, że połączenie tarczownicy z konstrukcją główną jest wystarczająco nośne.

Obciążenie w płaszczyźnie dachu jest reprezentowane tylko dla jednego panelu, panelu ograniczonego przez dwa rygle dachowe.

Rysunek 3.2 Rzut połączenia dachowej – podstawowa tarczownica pomiędzy ramami portalowymi

3.2 Inne materiały

Dla innych materiałów pokrycia dachowego, które zachowują się w podobny sposób do profilowanych blach stalowych, może być przyjęte podobne podejście.

Dla materiałów przezroczystych (światliki dachowe) używanych w budynkach przemysłowych by dostarczyć naturalne oświetlenie, zwykle nie uwzględnia się ich funkcji do usztywnienia płatwi.

Jeżeli wymaga się uwzględnienie funkcji tarczowej pokrycia, wykonanego głównie z przymocowanej profilowanej blachy stalowej, do których są łączone elementy przezroczyste (światliki dachowe), muszą być przestrzegane następujące reguły:

- Przezroczysta płyta (światlik dachowy) nie powinna być umieszczona wewnątrz pasa o szerokości przynajmniej 1 metra po obu stronach linii środkowej ramy portalowej lub belki popierającej płatwie.
- Płatwie kalenicowe i dolnej część okapu dachu nie mogą być używane do podparcia przezroczystych płyt (światlików dachowych).
- Wszystkie przezroczyste płyty (światliki dachowe) są podparte tylko przez dwie płatwie i są zawsze wstawiane wzdłuż spadku dachu między dwoma blachami stalowymi

4. Płatwie ciągłe

4.1 Jak ciągłość zapewnia ugięcia momenty i reakcje nad podporami

Zastosowanie ciągłej płatwi pokrycia dachowego na trzech lub więcej podporach zmienia znacznie naprężenia i odkształcenia.

Dla płatwi przy jednoosiowym ugięciu (wzdłuż jej większej bezwładności):

□ Maksymalne ugięcie od obciążenia równomiernie rozłożonego q :

- Płatwie statycznie wyznaczalne, swobodnie podparte: $f_0 = 5 q L^4 / (384EI)$
- Płatwie trzypunktowo podparte, idealnie ciągłe: $f = 0,4 f_0$
- Płatwie cztero lub więcej punktowo podparte: $f = 0,5 f_0$

Wykonanie płatwi ciągłej, obciążonej obciążeniem równomiernie rozłożonym, umożliwia zmniejszenie ugięcia o połowę (w stosunku do płatwi na dwóch podporach swobodnych).

□ Maksymalne momenty od obciążenia równomiernie rozłożonego q :

- Płatwie statycznie wyznaczalne, na dwóch podporach swobodnych

$$M_0 = q L^2 / 8$$

- Płatwie trzypunktowo podparte, idealnie ciągłe

$$M_{\min} = -M_0 \text{ (na podporze środkowej)}$$

$$M_{\max} = 0,56 M_0 \text{ (w przęśle)}$$

- Płatwie cztero lub więcej punktowo podparte

$$M_{\min} = -0,84 M_0 \text{ (na pierwszej i ostatniej podporze wewnętrznej)}$$

$$M_{\max} = 0,63 M_0 \text{ (w przęśle wewnętrznym)}$$

Wykonanie płatwi ciągłej na więcej niż czterech podporach zmniejsza całkowite wartości głównego momentu zginającego.

□ Maksymalne wartości reakcji podporowych od obciążenia równomiernie rozłożonego q :

- Reakcja otrzymana dla płatwi statycznie wyznaczalnej: $R_0 = q L$
- Płatwie trzypunktowo podparte, na podporze środkowej: $R = 1,25 R_0$
- Płatwie cztero lub więcej punktowo podparte, na pierwszej podporze wewnętrznej: $R = 1,1 R_0$

W płatwiach ciągłych występuje wzrost wartości reakcji płatwi na niektórych podporach. Powinno być to wzięte pod uwagę gdy wymiarujemy konstrukcję podpierającą (np. ramę portalową).

Z powyższego mogą być wyciągnięte następujące wnioski:

- Płatwie ciągłe są szczególnie korzystne gdy decydującym jest kryterium ugięć, dlatego używa się ich przy dużych rozpiętościach (powyżej około 6 m)

- Jeżeli płatwie są ciągłe na całej długości budynku, reakcje na pierwszym i ostatnim poparciu pośrednim są zwiększone odnośnie do statycznie określonej dystrybucji
- Jeżeli płatwie są wykonane jako ciągły przez segment długości budynku, minimalizacja wzrostu siły w pewnych ramach portalowych jest uzyskiwana przez przesuwanie poparcia ze zwiększoną reakcją z jednej linii podparcia płatwi do innej (zwłaszcza jeżeli płatwie są zaprojektowane jako dwuprzęsłowe).

Uwaga: w niektórych krajach, płatwie IPE są projektowane jako “belki Gerberowskie” z przegubami umieszczonymi w miejscach zerowych momentów zginających nad podporami i na długości przęsła (zazwyczaj w każdym przęsle).

4.2 Metody tworzenia ciągłych płatwi z dwuteowników IPE

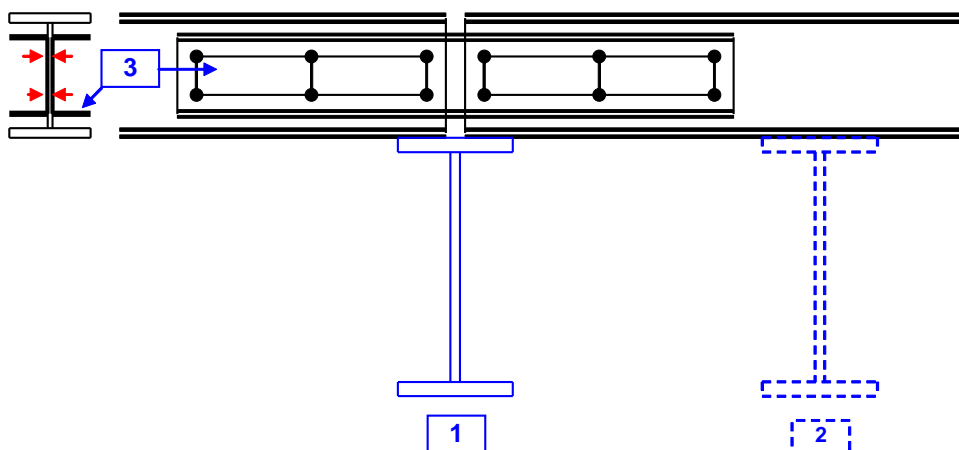
Zwykle, płatwie z kształtowników walcowanych (IPE) wykonuje się jako ciągłe przez montażowe połączenie śrubowe.

Są możliwe dwa typy takich połączeń:

- Połączenie montażowe w którym siły są przenoszone prostopadle do osi łączników
- Połączenie montażowe w którym siły są przenoszone równoległe do osi łączników

W obydwu typach tych połączeń, zwykle nie używa się śrub sprężanych, ale raczej zwykłych połączeń śrubowych. Oznacza to, że w pierwszej grupie połączeń śruby są poddane ścinaniu lub dociskowi do ścianek otworu (a w drugiej, śruby są rozciągane).

Najczęściej używane w praktyce są styki uciągające przy użyciu połączeń śrubowych zakładkowych, jak pokazano na Rysunek 4.1.



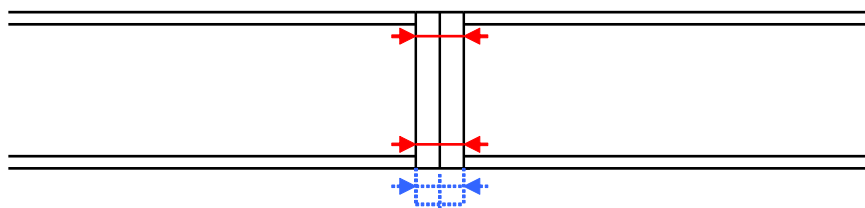
- 1 Styk na podporze: najbardziej ogólny przypadek. Sprawdzanie połączenia - zgodność przyładki (patrz Rozdział 5)
- 2 Styk przesunięty odnośnie do poparcia
- 3 Ceownik

Ciągłość jest osiągnięta przez połączenie środków przekrojów dwóch płatwi, które mają być uciągłone: pasy nie są połączone ponieważ połączenie górnego pasa utrudniałoby podparcie pokrycia przez płatew; a łączenie dolnego pasa utrudniałoby oparcie płatwi na konstrukcji głównej, jeżeli uciąglenie wykonane jest nad podporą.

Styki są symetryczne w stosunku do przekroju poziomego środnika płatwi (połączenia są po obu jego stronach): śruby pracują w dwóch płaszczyznach ścinania.

Uwaga: przez ograniczanie wielkości otworów na śruby można uniknąć tylko częściowej ciągłości połączenia (patrz przykładowe obliczenia w Rozdziale 4.4)

Rysunek 4.1 *Styk uciągający przy użyciu zakładkowego połączenia śrubowego*



Ciągłość jest osiągnięta przez zastosowanie na końcu każdej płatwi przyspawanej spoinami czołowymi blachy czołowej i skręceniu ich razem. Śruby zewnętrzne nie mogą być używane na górnej stronie pasa ponieważ przeszkadzałyby w ułożeniu pokrycia. Zewnętrzne śruby (narysowane niebieską linią kropkową) mogą być tylko używane na dolnej stronie pasa jeżeli połączenie uciągające jest usytuowane daleko od poparcia; jednak to rozwiązanie jest odpowiednie jeżeli tylko pas dolny jest mocno obciążony w przekroju styku, a to jest bardzo rzadkie.

Zwykle rozwiązanie konstrukcyjne połączeń doczołowych jest bez zewnętrznych śrub.

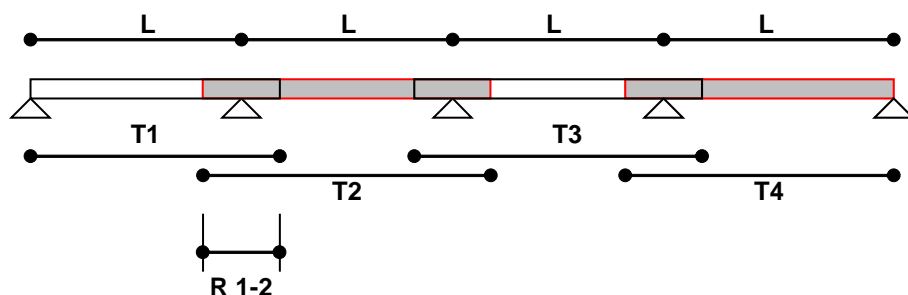
Zakładkowe połączenie uciągające jest częściej używane niż połączenie doczołowe ponieważ ułatwia ono montaż.

Rysunek 4.2 *Styk uciągający przy użyciu doczołowego połączenia śrubowego*

4.3 Metody uciąglenia płatwi z przekrojów zimnogiętych: przypadki , gdzie przekroje zetowe pasują do siebie i przekroje Sigma są łączone w styk

We wszystkich uprzemysłowionych płatwiowych systemach konstrukcyjnych opartych na kształtownikach zimnogiętych, ze względu na łatwość wykonania, ciągłość płatwi jest osiągnięta na poparciach.

- Ciągłość **płatwi zetowych** jest osiągnięta przez dopasowanie jednego przekroju do drugiego:



T1, T2, Płatew 1, Płatew 2, itd.
 R 1-2 Strefa zakładu 1-2

Rysunek 4.3 *Ciągłość płatwi zetowych*

Zakłady są osiągnięte przez wykonywanie elementów o większej długości niż rozpiętości. Ogólnie, ta dodatkowa długość jest w przybliżeniu równa $0,1 L$ na każdą stronę podparcia (więc typowa płatew ma długość $1,2 L$). Dla płatwi skrajnej, jest często projektowana nieco większa dodatkowa długość, w przybliżeniu $0,15 L$ poza podporę przyskrajną, ze względu na to, że moment na tej podporze ma maksymalną wartość bezwzględną (więc płatew skrajna ma długość $1,15 L$).

Sztywność montażowa, zwłaszcza w przypadkach z krótkim zakładem, musi być oszacowana badawczo (albo doświadczenie).

- Ciągłość **płatwi Sigma** jest osiągnięta przez styki.

Styki są ogólnie zimnogięte, jak płatwie, ale używając grubszej blachy stalowej (w przybliżeniu 4 mm). Metody wytwarzania dają im kształt doskonale dopasowany do ich funkcji i ciągłość jest osiągnięta zarówno przez ścinanie/docisk śrub (jak pokazano na Rysunku 4.1) jak i przez dopasowywanie przykładek połączenia do środka przekrojów Sigma.

Dla danego kształtu przekroju płatwi, przykładkę umieszcza się po jednej stronie, ze śrubami pracującymi w jednej płaszczyźnie ścinania.

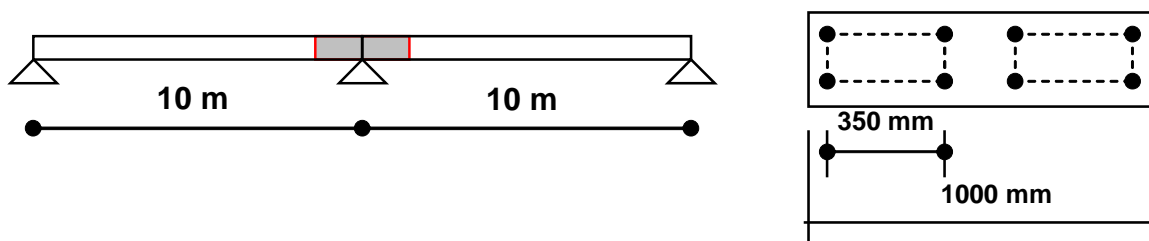
Sztywność montażowa, zwłaszcza w przypadkach z krótkim zakładem, musi być oszacowana doświadczenie.

4.4 Pólsztywność ciągłych połączeń montażowych: proste obliczenia ilustrujące wzrost obrotu z powodu luzów w połączeniach z krótkimi przykładkami

Należy zwrócić uwagę, że korzyści ciągłych płatwi mogą szybko być stracone jeżeli połączenie montażowe wykonane między dwoma kolejnymi elementami nie jest

wystarczająco sztywne. EN 1993-1-3 1993 podaje wymaganie, że jakakolwiek półsztywność tego połączenia musi być wzięta pod uwagę przy obliczaniu naprężeń i odkształceń. Ten warunek musi być uwzględniony we wszystkich typach płatwi, zarówno z dwuteowników IPE jak również cienkościennych kształtowników zimnogiętych.

Jeżeli na przykład weźmiemy dwie płatwie o rozpiętości 10 m, i zrobimy ich uciąglenie przez połączenie ich za pomocą przykładek:



Rysunek 4.4 Przykład: płatew dwuprzęsłowa

Całkowita długość łączących przykładek wynosi 1 m (500 mm po każdej stronie podparcia); przykładki połączone są do każdego elementu płatwi przy użyciu 4 śrub o średnicy 16 mm, w otworach o średnicy 18 mm (luz 2 mm).

Ten luz powoduje obrót o kąt $4/350 = 0,0114$ rad, który odpowiada zmniejszeniu momentów na podporze o $0,0114 (3EI/L)$.

Jeżeli przyjmiemy, że płatew była wymiarowana na kryterium ugięcia o $L/200$ do stanu granicznego użytkowalności, używając założenia pełnej ciągłości:

$$L/200 = 2 q_{SLS} L^4 / 384EI \rightarrow EI = 400 q_{SLS} L^3 / 384$$

Zmniejszenie momentu nad podporą wynosi: $0,0114 \times 1200 q_{SLS} L^2 / 384 = q_{SLS} L^2 / 28$

Dodatkowe ugięcie w przybliżeniu wynosi: $(q_{SLS} L^2 / 28)(L^2 / 16) = q_{SLS} L^4 / (448EI)$

Dlatego ugięcie zwiększy się o 43% i nie jest większe od dopuszczalnego.

Pod uwagę należy wziąć jakikolwiek luz w montażowych połączeniach uciągających.

5. Połączenie płatwi do konstrukcji głównej

5.1 Funkcje połączenia płatwi do konstrukcji głównej

Funkcją tego połączenia jest przenoszenie sił przyłożonych do pokrycia (zawierające całość konstrukcji płatwiowej i pokrycia) do konstrukcji głównej.

Siły przenoszone mają:

- składową prostopadłą do płaszczyzny połąci dachowej, w górę albo w dół
- składową równoległą do płaszczyzny połąci dachowej, ogólnie w kierunku pochyłości.

Składowa prostopadła do płaszczyzny połaci dachowej jest wynikiem ugięcia płatwi względem jej większej bezwładności. Składowa równoległa do płaszczyzny dachu jest spowodowana:

- Zarówno przez boczne odkształcenie górnego pasa płatwi, jeżeli pokrycie nie ma funkcji stabilizującej.
- Albo przez działanie pokrycia jako podstawowej tarczownicy, jeżeli pokrycie ma funkcję stabilizującą (patrz Rozdział.3)

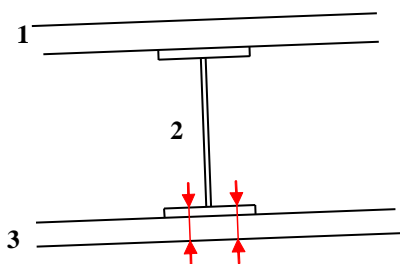
5.2 Różne typy połączeń

Połączenie płatwi do konstrukcji głównej może być osiągnięte przez:

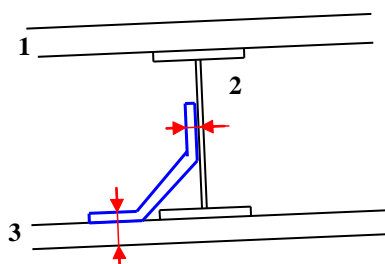
- (1) bezpośrednie przykręcenie dolnego pasa płatwi do górnego pasa belki głównej (ogólnie, rygła dachowego ramy portalowej)
- (2) za pomocą pojedynczego albo podwójnego stolika
- (3) przez podwójne kątowniki do środka belki głównej

Rozwiązanie (2), za pomocą stolika, jest jednym z najczęściej używanych dlatego, że jest najłatwiejsze w montażu, ponieważ dostarcza wymaganą sztywność do połączenia odnośnie do sił równoległych do połaci dachu. Ponadto, w wypadku płatwi z cienkościennych profili zimnogiętych, unika się problemu uszkodzenia środka na podporze.

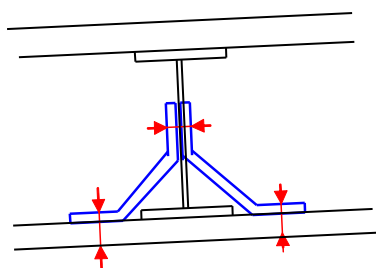
Rozwiązanie (3) jest rzadko stosowane.



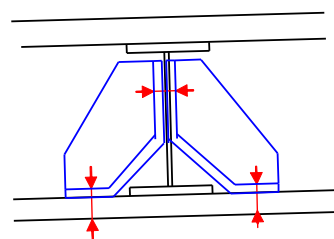
Rozwiązanie 1: Bezpośrednie przykręcenie płatwi do pasa rygla ramy portalowej. Pod działaniem siły od ssania wiatru, dolny pas płatwi jest odrywany i śruby mocujące są rozciągane. Pod działaniem siły równoległej do połączenia dachowej, środek płatwi jest odkształcany.



Rozwiązanie 2-a: Montaż przy użyciu prostego stolika: stolik jest wykonany za pomocą wygiętego pasma płaskiej blachy; która jest wymiarowana na obciążenia siłą odrywającą i siłą równoległą do połączenia dachowej. Ten typ mocowania jest odpowiedni tylko dla niewielkich sił.

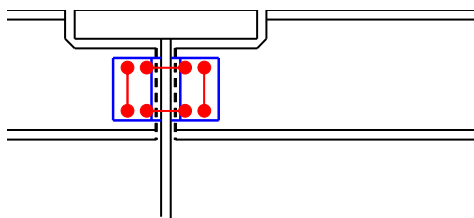


Rozwiązanie 2-b: Montaż przy użyciu podwójnego stolika: pozwala, na przenoszenie większych sił.



Rozwiązanie 2-c: Montaż przy użyciu usztynwionego podwójnego stolika

Uwaga: Należy zwrócić uwagę na zgodność między stolikiem a połączeniem przykładek uciągających, gdy styki są położone na podporach.

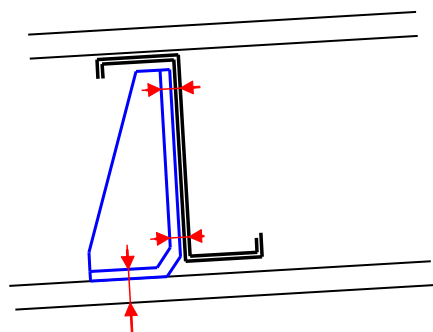
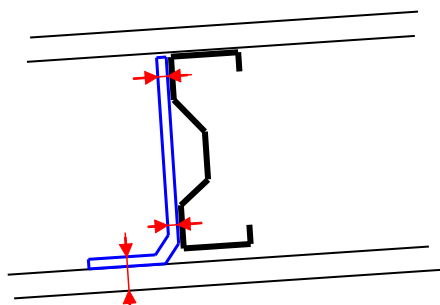


Rozwiązanie 3: Montaż przy użyciu podwójnych kątów dla połączenia każdego przekroju płatwi do środka belki (rygla ramy portalowej)

Legenda:

- 1 Pokrycie
- 2 Płatew
- 3 Pas górny rygla ramy portalowej

Rysunek 5.1 Różne typy połączeń płatwi do konstrukcji głównej



Połączenie przy użyciu płaskiego wygiętego pojedynczego stolika dla płatwi z kształownika Sigma – płatew jest “zawieszona” by uniknąć miejscowego zgniecenia środkiem – używanej też do łączenia płatwi z kształownika Zet.

To samo połączenie z usztywnionym stolikiem

Rysunek 5.2 *Różne typy połączeń płatwi do konstrukcji głównej dla płatwi z kształowników Sigma lub Zet*

6. Ściąg i ściąg ukośne

6.1 Funkcja ściągów i ściągów ukośnych

Łączenia płatwi z pokryciem dachu ma następujące funkcje:

- ❑ Podczas wznoszenia budynku, zapewnić, żeby płatwie były proste przed układaniem pokrycia dachu:
 - Zapewnienie poprawnego umocowania pokrycia do płatwi (samo-wierzące śruby w płaskiej części pasa płatwi)
 - Otrzymać zadowalający wygląd płatwi jak można zobaczyć z wnętrza budynku
 - Nie naruszać konstrukcyjnego zachowania się płatwi
- ❑ Podczas użytkowania budynku, do stężenia bocznego płatwi:
 - Razem z pokryciem, jeżeli pokrycie ma funkcję tarczownicy by ustabilizować płatwie
 - Samodzielnie, jeżeli pokrycie dachem nie ma funkcji stabilizującej (patrz Rozdział 3)

Usztywnienie boczne płatwi znaczy, że:

- Ograniczanie rozpiętości płatwi usztywnianej (albo tylko jej górnego pasa) w odniesieniu do bocznych sił (w płaszczyźnie dachu)
- Ograniczanie długości zwichrzeniowej przy dodatnim bądź ujemnym momencie zginającym
- Ograniczanie bocznej długości wyboczeniowej dla płatwi ściskanych (gdy mają funkcję prętową)

By spełnić poprawnie te funkcje, musi być stworzony sztywny element konstrukcyjny w przekroju poziomym każdej połąci dachowej: same ściąg nie są wystarczające (same ściąg

przejmują boczne przemieszczenia płatwi ale ich nie eliminują), muszą być one połączone ze ściągami ukośnymi, które tworzą belkę kratową w połaci dachowej i której pasami są dwie przyległe płatwie, słupki to ściągi proste, a krzyżulcami ściągi ukośne.

Ta belka kratowa jest ogólnie tworzona na górze połaci dachowej w taki sposób, że ściągi są pod obciążeniem rozciągane, poza ich górną częścią (w poziomie belki kratowej), ściągi ukośne też są tak ustawiane aby były rozciągane.

Wzdłuż spadku połaci dachowej, może być konieczne umieszczenie pośredniej belki ściągow: uwzględniając przebieg ściągow ukośnych w przybliżeniu co 15 metrów połaci dachowej.

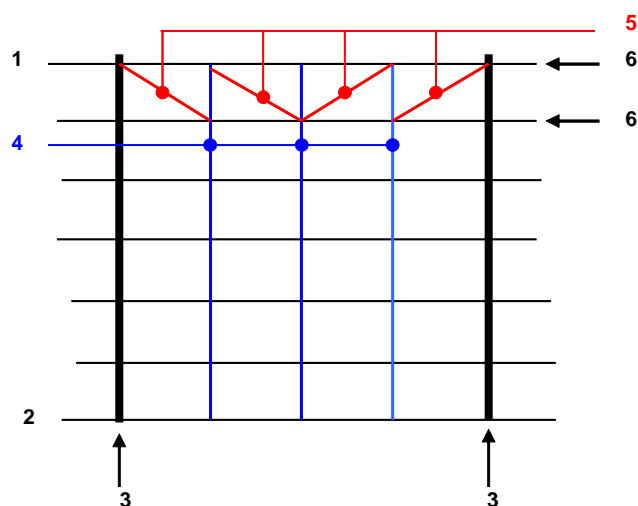
Jeżeli pokrycie pracuje jako tarczownica, stateczność niektórych płatwi może być zapewniona bez użycia ściągow; ściągi (albo równoważne elementy) są jednak konieczne podczas montażu.

Przybliżony rozstaw między ściągami jest podany przez:

- Rozpiętość płatwi mniejsza niż 6 metrów: ściągi w środku rozpiętości
- Rozpiętość między 6 a 8 metrów: dwa ściągi w jednej trzeciej rozpiętości
- Rozpiętość między 8 a 10 metrów: trzy ściągi w jednej czwartej rozpiętości

W przypadkach, gdy ściągi są tylko używane w stadium montażu (niekoniecznie dla nośności z pokryciem dachowym), wartości tych rozstawów mogą być zwiększone rozważając proces montażu.

Elementy opisane powyżej są pokazane na Rysunku 6.1.



Legenda:

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1 Kalenica | 4 Ściągi w jednej czwartej rozpiętości |
| 2 Dolna część połaci dachowej | 5 Ściągi ukośne |
| 3 Rama portalowa | 6 Płatwie jako pasy belki ściągow |

Rysunek 6.1 Rzut połaci dachowej

6.2 Różne typy ściąгов

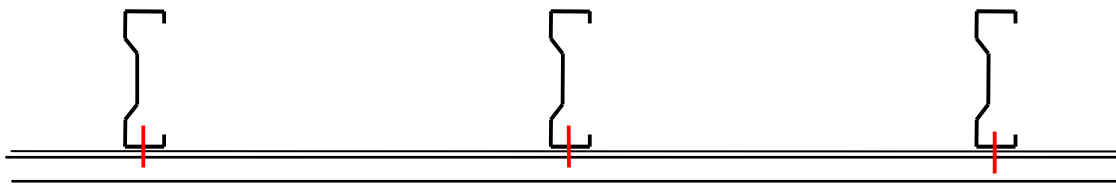
Jeżeli są używane ściągi, ważne jest aby były one efektywne w swej funkcji, głównie w fazie w której jest układane pokrycie dachowe: czy mogą być one już użyte do bocznej stężenia górnego pasa płatwi? dolnego pasa? czy obydwu pasów?

Funkcja jaką pełnią ściągi, można zauważyć, że zależy od funkcji pokrycia dachowego. Np. jeżeli pokrycie dachem pełni funkcję tarczownicy (pokrycie dachu z arkuszy stali profilowanej, przykręcone do płatwi), ściągi nie muszą pełnić funkcji stabilizującej górnego pasa płatwi (tego, na którym pokrycie jest ułożone). Jeżeli końcowe stężenie płatew/ pokrycie jest wystarczające, może nie być konieczne usztywnienie dolnego pasa przez jakiekolwiek ściągi.

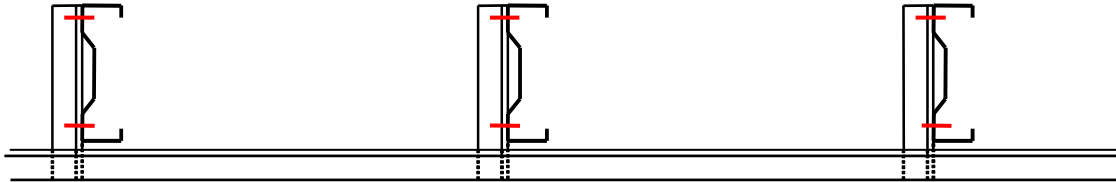
Jeżeli, jednak, pokryciu dachowemu nie jest przypisana funkcja tarczownicy, połączenie płatwi jest używane dla jej bocznej stabilizacji:

- pas górny: ściągi tworzą poparcie dla pasa górnego odnośnie do obciążeń wzdłuż połąci dachowej i odnośnie do zwichrzenia płatwi przy dodatnim momencie zginającym (w przęśle pod obciążeniem dociążającym, na poparciach pod obciążeniem odciążającym)
- pas dolny: ściągi tworzą poparcie dla pasa dolnego odnośnie do zwichrzenia płatwi przy ujemnym momencie zginającym (w przęśle pod obciążeniem odciążającym, na poparciach pod obciążeniem dociążającym)

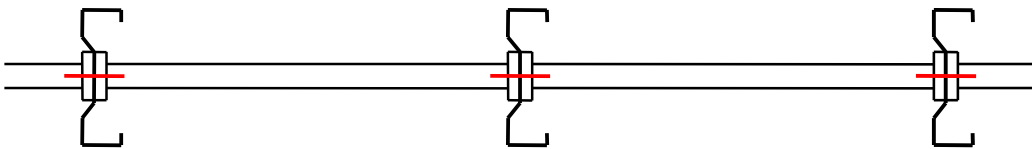
By były efektywne, ściągi muszą być stosunkowo sztywne: gwintowany pręt o średnicy 8 mm umieszczona w środku wysokości środnika (jak można czasem zobaczyć) ogólnie jest nieefektywny; preferowaną opcją są ściągi wykonane z kątownika albo z rury. Możliwe są również inne rozwiązania, dając podobną sztywność.



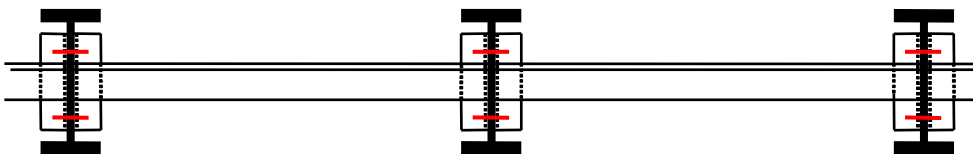
Uchwycenie dolnego pasa – pas górny usztywniony przez pokrycie w funkcji tarczownicy



Uchwycenie obydwu pasów : ściąg jest z kątownika, mocowanie przez kątownik przyspawany do ściagu i 2 śrubami do płatwi



Uchwycenie obydwu pasów : ściąg jest rurą, ciągly bezpośrednio na wylot przez płatwie



Uchwycenie obydwu pasów : ściąg jest z kątownika, mocowanie przez kątownik przyspawany do ściagu i 2 śrubami do płatwi

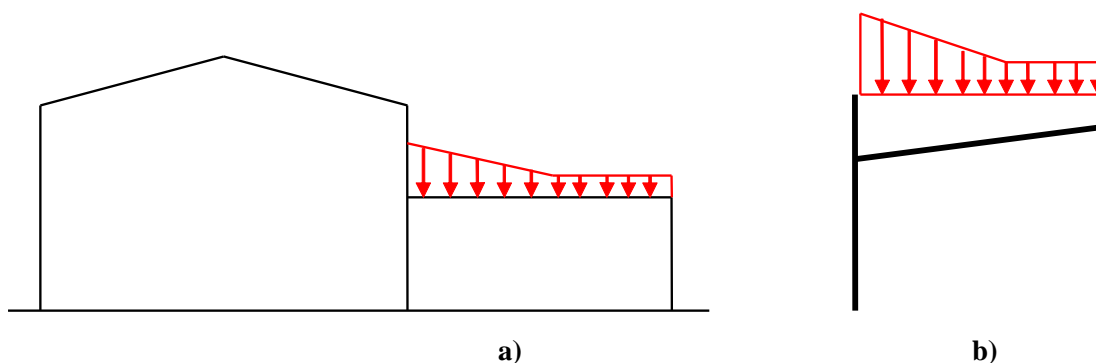
Rysunek 6.2 Różne typy ściągów

7. Charakterystyka obciążeń

7.1 Śnieg

Śnieg jest często jednym z dominujących obciążeń dla wymiarowania płatwi dachowych, szczególnie wtedy gdy ciężar pokrycia jest mały. Obciążenie śniegiem, które jest rozważane w obliczeniach zależy od obszaru, w którym budynek jest zlokalizowany, wysokość konstrukcji i kształtu dachu.

Uwaga powinna być skupiona w szczególności na akumulacji zjawisk (nawiewanie) (niejednorodny rozkład śniegu na pokryciu dachowym) związanych z kształtem konstrukcji.



Rysunek 7.1 Akumulacja śniegu na dachu

Rysunek 7.1 a) W konstrukcji o różnych poziomach elewacji: obciążenie śniegiem na m^2 jest większe na części niższej niż ogólnie na całym obszarze. Jeżeli jest utrzymany stały rozstaw płatwi, płatwie muszą mieć większą nośność na powierzchni tam, gdzie obciążenie jest większe; ze względu na poprawnie ułożenie pokrycia dachem, płatwie muszą być tej samej wysokości.

Dla płatwi z kształtowników zimnogiętych, łatwo jest otrzymać większą nośność przy stałej wysokości profilu: wszystko co jest wymagane, to zwiększenie grubości blachy użytej do produkcji płatwi.

Z drugiej strony, dla płatwi z kształtowników IPE, ogólnie nie jest ekonomiczne użycie dwuteowników HEB o tej samej wysokości, ale lepiej przyjąć rozwiązanie, które zagęszcza rozstaw płatwi w obszarze o największym obciążeniu.

Rysunek 7.1 b) To samo zjawisko występuje wzdłuż długiej atyki (dolna część połączenia dachowej): w tym obszarze są potrzebne, płatwie o większej nośności przy stałym rozstawie, albo płatwie zagęszczone.

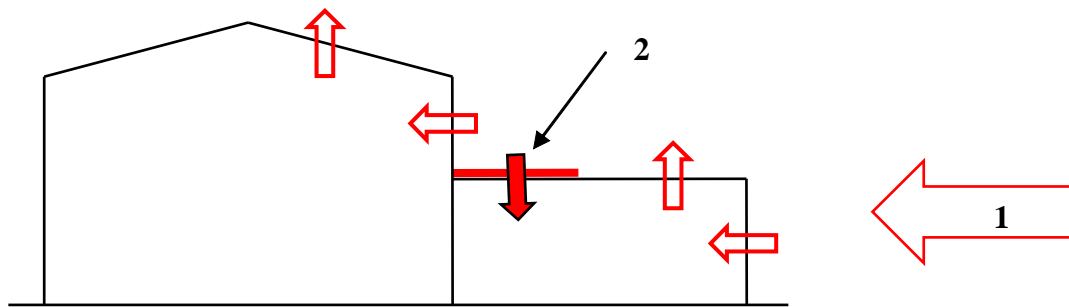
7.2 Wiatr

Podrywanie pokrycia dachowego w budynkach otwartych

W większości ogólnych konfiguracji, siła wywoływana przez wiatr na pokrycie dachowe jest ssąca. Szczególną uwagę należy zwrócić przy pojedynczych ścianach pionowych budynku, które mogą powodować znaczny wzrost tej siły. Znaczna siła ssąca działająca na pokrycie dachu ma duży wpływ na projekt konstrukcji płatwi: dolny pas płatwi jest ściskany w przęśle (dla zabezpieczenia przed zwichrzeniem), są stosowane mocno obciążone zastrzały, itd.

Siły od parcie wiatru na budynki z elewacją o różnych wysokościach

W pewnych specyficznych przypadkach, wiatr może powodować znaczące obciążenie docierające na części pokrycia dachowego. Występuje to szczególnie na dachach budynków z elewacją o różnych wysokościach.



Legenda: 1 Kierunek wiatru

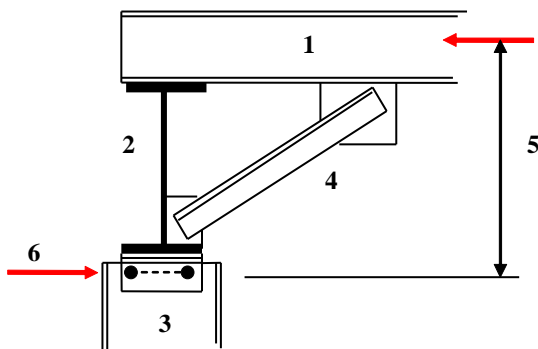
Obszar, gdzie wiatr wywołuje parcie na pokrycie dachowe. Powinno się zwrócić uwagę na kumulację skutków obciążenia ze śniegiem!!!

Rysunek 7.2 Siły parcia wiatru na pokrycie dachowe

Płatwie ściskane

Kiedy szczyt tradycyjnego budynku jest obciążony przez wiatr (patrz Rysunek 1.2), płatwie pracują jako ściskane pręty albo słupki w tężniku połaciowym poprzecznym.

Podczas projektu konstrukcyjnego jest ważne, aby przewidzieć jakiegokolwiek nieosiowości w przenoszeniu tych sił ściskających.



- | | | | |
|---|-----------------------------------|---|--------------------|
| 1 | Płatew | 4 | Stężenie |
| 2 | Rygiel szczytowej ramy portalowej | 5 | Nieosiowość |
| 3 | Słupek ściany szczytowej | 6 | Obciążenie wiatrem |

Uwaga: jeżeli chcemy uniknąć ściskania słupka ściany szczytowej, w połączeniu słupka z ryglem ściany szczytowej powinno się stosować otwory owalne z pionową linią środkową.

Rysunek 7.3 Projekt ściany szczytowej powodującej duży moment w płatwi

7.3 Obciążenia stałe

Obciążenie długotrwałe

Sposoby przyłożenia obciążeń stałych wewnątrz budynku wpływają na projektowanie płatwi.

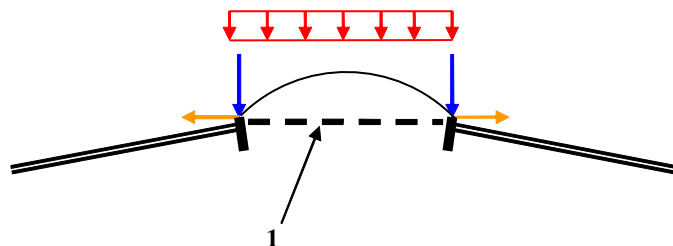
Obciążenia przyłożone do dolnego pasa mogą generować miejscowe naprężenia, które powinny być jak najbardziej ograniczone:

- Obciążenia grawitacyjne dają składową w płaszczyźnie połączenia dachowej, która powoduje boczne odkształcenie pasa dolnego: by zmniejszyć to odkształcenie, obciążenia te powinny być przekazane na pobliskie ściągi stabilizujące pas dolny.
- Obciążenia przyłożone do krawędzi pasa wywołują odkształcenie tego pasa (powstałe naprężenia prostopadłe do naprężeń głównych sumują się według hipotezy Von Missesa).

☐ Wyposażenie umieszczone na pokryciu dachowym

Kiedy wyposażenie jest umieszczone na pokryciu dachowym, obciążenia wynikające z jego wagi powinny oczywiście być wzięte pod uwagę w obliczeniach płatwi. Ich wpływy na obciążenia klimatyczne pokrycia dachu powinny też być oszacowane (gromadzenie się śniegu dookoła wyposażenia, miejscowy wzrost sił od wiatru, kombinacja wiatr + śnieg).

Także w tym rozdziale należy wspomnieć o świetlikach dachowych w formie łuków, które wywołują siły przy podstawie łuku wzdłuż ich linii podparcia (przeważnie poziome).



1 Położenie ściągow do przejścia poziomych składowych reakcji

Rysunek 7.4 Świetlik dachowy

7.4 Obciążenie utrzymaniem dachu

Obciążenie pokrycia, które bywa często zapomniane przy wymiarowaniu płatwi to obciążenie utrzymania. Może mieć ono duży wpływ gdy pokrycie dachu jest nieprzemakalne wielo-warstwowe, powinno się uwzględnić obciążenie utrzymania związane z magazynowaniem na dachu materiałów zmienianych podczas prac naprawczych.

Dlatego obciążenie utrzymania, często ma wartość na m^2 większą niż od obciążenia śniegiem. (z którym to nie jest w kombinacji, ponieważ uważa się, że poważnych prac naprawczych pokrycia dachowego nie wykonuje się podczas śnieżnej pogody) i może mieć dlatego bezpośredni wpływ na wymiarowanie płatwi.

W dodatku, obciążenie utrzymania jest miejscowe: i oddziałuje tylko na pojedyncze przęsło płatwi ciągłej, powodując wzrost momentów zginających w przęśle i odkształceń.

Powinno się zwrócić uwagę na odkształcenia płatwi, aby obciążenie utrzymania nie tworzy przeciwnej pochyłości na dachu (wielowarstwowe pokrycia mają niewielki spadek): kombinacja obciążeń utrzymania i śniegu może być pominięta ale nie powinna być wykluczona możliwość ulewnego deszczu podczas prac naprawczych. Obecność przeciwnej pochyłości powoduje zjawisko akumulacji wody („ponding”).

7.5 Ryzyko akumulacji wody: topniejący śnieg, deszcz

Pokrycie dachowe z niewielkim spadkiem (mniejszym niż 5%) jest podatne na zjawisko akumulacji wody (ponding) (EN 1993 1-3 wymaga także wzięcie tego pod uwagę, ale nie podaje jak).

Przykładowy scenariusz: na skutek dużych opadów śniegu, płatwie i pokrycie dachu odkształcają się. Jeżeli te odkształcenia są takie, że pochyłość pokrycia dachu będzie odwrócona, kiedy śnieg topnieje, spływ strumienia stopionej wody na dół jest zatamowany i powstaje forma basenu. Sprężystość pokrycia i płatwi, powoduje wzrost głębokości i wielkości tych basenów. Obciążenie wodą może stać się większe niż obciążenie śniegiem, albo nawet większe niż nośność płatwi. Ponadto, następstwo opady śniegu, tajanie, opady śniegu i tajanie, itd. nie jest wykluczone i pogarsza zjawisko. Dlatego ważnym jest aby zaprojektować wystarczająco sztywną strukturę płatwiową tak, aby woda z topniejącego śniegu mogła zawsze spływać: brak przeciwnej pochyłości przy kombinacji obciążeń w **stanie granicznym nośności** z obciążeniem śniegiem włącznie: jednym z rzadkich przykładów jest konieczność sprawdzania kryterium ugięć dla kombinacji **stanu granicznego użytkowalności**.

Inny przykład scenariusza: kiedy wielowarstwowy dach jest naprawiany, płatwie i pokrycie dachem uginają się pod obciążeniem utrzymania. Jeżeli te ugięcia są takie, że pokrycie dachu będzie miało odwrotne pochylenie i spadnie ulewny deszcz, jego strumień jest zatrzymany i zaczyna się zjawisko akumulacji, itd. Dlatego ważnym jest aby zaprojektować wystarczająco sztywną strukturę płatwiową tak, aby woda deszczowa mogła odpłynąć, w takich okolicznościach: sprawdzania kryterium ugięć wykonuje się dla kombinacji **stanu granicznego nośności** uwzględnieniem obciążenia utrzymania dachu.

Protokół jakości

TYTUŁ ZASOBU	Plan rozwoju: Projektowanie konstrukcji płatwiowej		
Odniesienie(a)			
ORYGINAŁ DOKUMENTU			
	Nazwisko	Instytucja	Data
Stworzony przez	P. Le Chaffotec	CTICM	26/09/2005
Zawartość techniczna sprawdzona przez	A. Bureau	CTICM	26/09/2005
Zawartość redakcyjna sprawdzona przez			
Techniczna zawartość zaaprobowana przez następujących partnerów STALE:			
1. Wielka Brytania	G W Owens	SCI	23/5/06
2. Francja	A. Bureau	CTICM	23/5/06
3. Szwecja	B Uppfeldt	SBI	23/5/06
4. Niemcy	C Müller	RWTH	23/5/06
5. Hiszpania	J Chica	Labein	23/5/06
Zasób zatwierdzony przez Technicznego Koordynatora	G W Owens	SCI	04/9/06
DOKUMENT TŁUMACZONY			
To Tłumaczenie wykonane i sprawdzone przez:	Zdzisław Pisarek		
Przetłumaczony zasób zatwierdzony przez:	B. Stankiewicz	PRz	

Informacje ramowe

Tytuł*	Plan rozwoju: Projektowanie konstrukcji płatwiowej	
Seria		
Opis*	Podano informacje wymagane dla projektowania konstrukcji płatwi ramy stalowej budynku. Podano również szczegóły interakcji między płatwiami a pokryciem dachowym.	
Poziom Dostępu*	Ekspertyza	Publiczne, Praktyka
Identyfikatory	Nazwa pliku	D:\ACCESS_STEEL_PL\SS\SS049a-PL-EU.doc
Format	Microsoft Office Word; 29 Stron; 1140kb;	
Kategoria*	Typ zasobu	Plan rozwoju
	Punkt widzenia	Inwestor, Architekt
Przedmiot*	Obszar zastosowań(a)	Budynki jednokondygnacyjne
Daty	Data utworzona	05/06/2006
	Data ostatniej modyfikacji	02/06/06
	Data sprawdzenia	02/06/06
	Ważny Od	
	Ważny Do	
Język(i)*		Polski
Kontakty	Autor	P. Le Chaffotec, CTICM
	Sprawdzony przez	A. Bureau, CTICM
	Zatwierdzony przez	
	Redaktor	
	Ostatnio modyfikowany przez	
Słowa kluczowe*	Płatwie, projektowanie koncepcyjne, dachy	
Zobacz Też	Odniesienie do Eurokodu	
	Przykład(y) obliczeniowe	
	Komentarz	
	Dyskusja	
	<i>Inny</i>	
Omówienie	Narodowa Przydatność	Europe
Szczególne Instrukcje		