

Plan rozwoju: Szczegóły ram portalowych z elementów walcowanych

Ten dokument podaje typowe szczegóły i informacje dla podstawowych elementów ram portalowych wykonanych z przekrojów walcowanych.

Zawartość

1.	Wprowadzenie	2
2.	Skos okapowy	4
3.	Skos kalenicowy	8
4.	Stężenia	9
5.	Drugorzędne elementy konstrukcyjne	11
6.	Bibliografia	15

1. Wprowadzenie

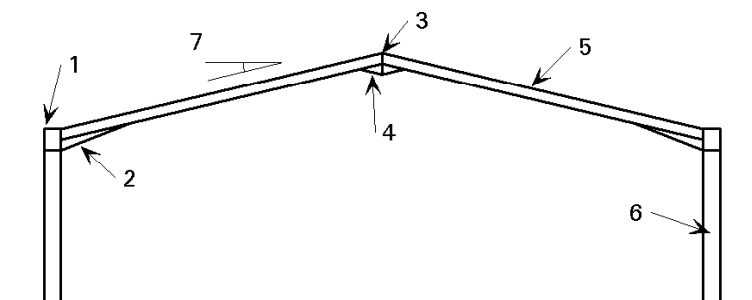
Stalowe ramy portalowe są częstą i ekonomiczną formą konstrukcji dla budynków jednokondygnacyjnych. Ramy portalowe są używane w wielu aspektach życia współczesnego, takich jak sklepy detaliczne, magazyny handlowe, hale produkcyjne i centra wypoczynkowe.

1.1 Rama portalowa z dachem dwuspadowym (używając przekrojów dwuteowych)

Jednonawowa symetryczna rama portalowa z dachem dwuspadowym (Rysunek 1.1) ma typowo:

- Rozpiętość między 15 m a 50 m
- Wysokość do okapu między 5 m a 10 m
- Nachylenie połaci dachowej 5° do 10° stopni (zwykle przyjmuje się 6°)
- Rozstaw ram pomiędzy 5 m a 8 m (większe rozstawy związane są z większymi rozpiętościami ram portalowych)
- Skosy rygli dachowych przy okapie i w kalenicy.

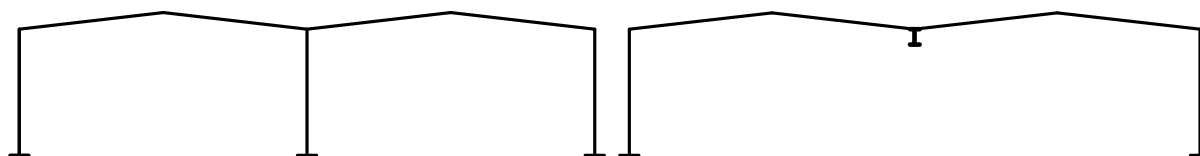
Większość z tych charakterystyk jest podyktowane przez ekonomię ram portalowych względem innych form konstrukcji. Użycie skosów przy okapie i kalenicy zmniejsza wymaganą wysokość rygla dachowego i pozwala na osiągnięcie wymaganej nośności połączenia w tych miejscach.



Legenda:	3	Kalenica	6	Słup	
1	Okap	4	Skos kalenicowy	7	Nachylenie połaci dachowej
2	Skos okapowy	5	Rygiel dachowy		

Rysunek 1.1 Jednonawowa symetryczna rama portalowa

W wielonawowych ramach portalowych jest zazwyczaj w praktyce używanie podciągów podwiązarowych do usunięcia niektórych słupów (patrz Rysunek 1.2)



(a) ze słupem wewnętrznym

(b) z podciągami podwiązarowymi

Rysunek 1.2 Ramy wielonawowe

1.2 Rodzaje śrub

Opinie na temat rodzaju stosowanych śrub są różne.

Dla połączeń niesprężanych (ogólnie stosuje się śruby, w otworach normalnych, o średnicy 20 mm albo 24mm) klasa używanych śrub zwykle zależy od kraju budowy: klasa śrub 10.9 jest używana w większości Europy, ale w Wielkiej Brytanii jest używana klasa śrub 8.8 a we Francji jest używana klasa śrub 6.8.

Śruby sprężane mogą też być używane, zwłaszcza w przypadku sił spowodowanych dużym obciążeniem dynamicznym, takim jak, wtedy gdy rama jest zaprojektowana by podpierać belki podsuwnicowe. Takie śruby mogą być używane w bezpośrednio połączeniach belek podsuwnicowych do uniemożliwienia drgań elementów i odkręcaniu się śrub. Inne połączenia, które są poddane wibracjom mogą być dokręcone z przeciwnakrętkami albo podkładkami sprężynowymi by zapobiec odkręcaniu się śrub.

Dla elementów drugorzędnych zwykle są używane śruby o średnicy, 12 mm klasy 4.6.

1.3 Rodzaje połączeń spawanych

Ogólnie zalecane są spoiny pachwinowe niż czołowe.

Spoiny środkika i naokoło żeber usztywniających mogą prawie zawsze być spoinami pachwinowymi. Zalecana, minimalna grubość spoin wynosi 4 mm (tj. długość boku 6 mm).

Jeżeli grubość spoiny pachwinowej do pasa rozciąganego rygla jest większa (powiedzmy grubość większa niż 8 mm to jest długość boku 12 mm), w niektórych krajach, wytwórca może chętniej użyć spoiny czołowej z pełnym bądź niepełnym przetopem.

Ścinanie na długości skosu ma zwykle niewielkie i może być przeniesione przez odpowiednio zaprojektowaną przerywaną spoinę pachwinową łączącą środkik skosu z pasem rygla, chociaż ciągle spoiny pachwinowe mogą być zalecane ze względów estetycznych lub korozyjnych.

Spoiny między pasem skosu a pasem rygla są zwykle wykonywane jako spoiny pachwinowe o długości boku równej grubości pasa skosu.

1.4 Detale połączeń

Powinien być odczuwalny związek między rozstawem śrub, średnicą śrub i grubością blachy. Skutecznym rozwiązaniem jest przyjęcie grubości blachy w przybliżeniu równą średnicy śrub.

Dla początkowego wybrania szczegółów i rozmiarów, może być konieczne odniesienia się do informacji dostępnej w poszczególnym kraju.

W Wielkiej Brytanii, wstępne oszacowane wielkości połączenia i szczegóły mogą być przyjęte z „Joints in steel construction: Moment connections (P207/95)”[1], które przedstawia pewna liczba standardowych połączeń w tabelarycznej i łatwo stosowalnej formie. W zasadzie, podejście to jest ogólnie zgodne z PN-EN 1993-1-8.

W Niemczech odnośna publikacja to DStV/DAS: Typisierte Verbindungen im Stahlhochbau, Stahlbau Verlags [2], też znany jako DAS – Ringbuch, które jest w pełni zgodny z 1993-1-8 EN.

2. Skos okapowy

2.1 Postanowienia ogólne

Skos okapowy jest wymagany by spełniać następujące funkcje:

- Zwiększa nośność na zginanie rygla dachowego w obszarze największych momentów, pozwalając na zastosowanie mniejszego przekroju rygla.
- Zapewnia odpowiednią wysokość przekroju w styku rygiel/słup by otrzymać skuteczne połączenie. Wysokość skosu jest często określona przez ramię dźwigni dla śrub wymagane dla osiągnięcia koniecznej nośności na zginanie.

Skos okapowy może być wycięty z kształtownika gorącowalcowanego albo ze spawanych blach. Ścinki przekrojów walcowanych są ogólnie preferowane i wygodniejsze w użyciu przekroje podobne do słupa albo rygla, chociaż rzeczywisty wielkość mogłaby być podyktowana przez stateczność i wymogi połączenia. Jeżeli wybrany przekrój walcowany nie jest wystarczająco duży by zapewnić wystarczającą wysokość skosu, mogą być użyte blaszane wypełnienia.

To powinno być przyjęte, że jeżeli skos jest zrobiony z tego samego przekroju i masy jak rygiel, to nie zawsze może być możliwe dla połączenia osiągnięcia jego wymaganej nośności na zginanie. Jeżeli chodzi o projektowanie połączenia, wyższy i cięższy skos może być bardziej odpowiedni. To zmniejszy siłę rozciągającą w śrubach i siłę w pasie ściskanym na dole skosu i dlatego zmniejsza wielkość śrub i wymaganych usztywnień. To też zmniejszy siłę ścinającą (wywołaną przez siłę rozciągającą w śrubach) na górze słupa. Zwiększając wielkość przekroju, z którego jest ucięty skos powiększa również stateczność skosu.

Skos może wpływać na ogólną wysokości konstrukcji, ponieważ klienci mogą wymagać wolnej wysokości do spodu skosu. Z tego punktu widzenia, jest ważne aby zmniejszyć wysokość skosu. Jest powszechnie przyjęte, że skos będzie zwykle najefektywniejszy w ogólnym projekcie ramy jeżeli:

- Wysokość skosu poniżej rygla jest w przybliżeniu równa wysokości rygla.
- Długość skosu od linii środkowej słupa jest w przybliżeniu równa 10% rozpiętości ramy portalowej.

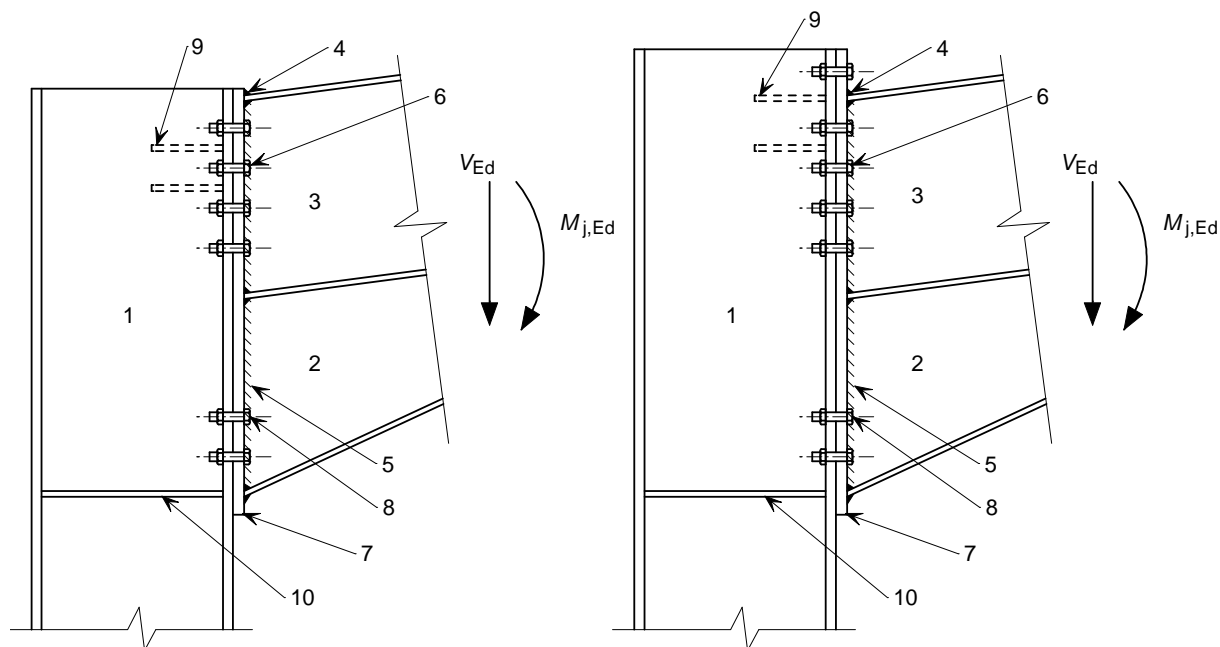
2.2 Blacha czołowa połączenia okapowego

Rysunek 2.1 pokazuje typową blachę czołową wpuszczoną i wystającą, połączenia okapowego ramy portalowej ze skosem. Rysunek 2.2 Pokazuje alternatywne szczegóły połączenia okapowego.

Połączenie przy okapie jest wymagane by było połączeniem sztywnym i aby posiadało zarówno odpowiednią sztywność i nośność na zginanie. Projekt połączenia nie musi być wykonany szczegółowo przy projekcie wstępnym, chociaż to będzie konieczne aby podać odpowiednią wysokość połączenia do przeniesienia momentu zginającego. Także, słup musi przenieść ścinanie wywołane przez siłę rozciągającą w śrubach na górze skosu. W niektórych przypadkach, może być potrzebne wzmacnianie środka. Procedury projektowe dla połączeń okapowych są podane w [SN041](#) a przykłady obliczeniowe w [SX031](#).

Ponieważ jest osiągnięta duża wysokość połączenia, jest ono bardziej elastyczne przy przenoszeniu obciążeń przez połączenie. Główne śruby rozciągane są przesunięte w dół połączenia jak pokazano na Rysunek 2.1, przenosząc siłę rozciągającą od linii pasa rygla do

wyższej strefy środka ryglu i słupa. To zwykle znaczy, że wszystkie usztywnienia rozciągane środka mogą być niepotrzebne, ze względu na większą pionową rozciągłość naprężeń zarówno w środku słupa jak i ryglu. Jednak małe żebra usztywniające mogą być konieczne aby zwiększyć sprężystą nośność pasa słupa pod lokalnym obciążeniem siłami ze śrub, szczególnie jeżeli słup jest lekkim przekrojem walcowanym.



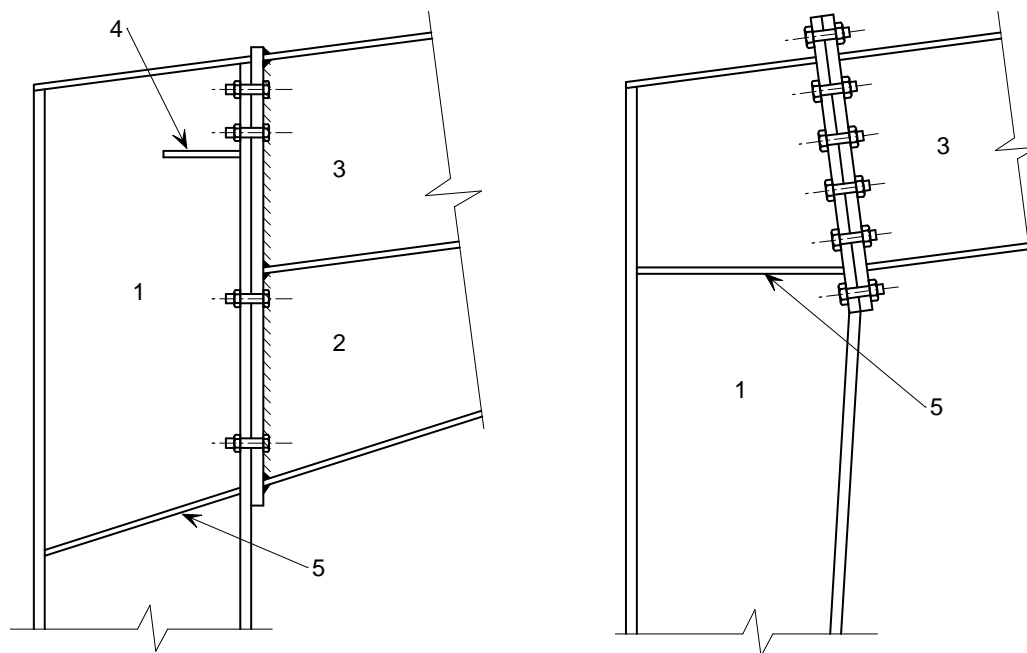
(a) Połączenie okapowe śrubowe z blachą czołową wpuszczoną

(b) Połączenie okapowe śrubowe z blachą czołową wystającą

Legenda:

- | | |
|-----------------|--------------------------------------|
| 1 Słup | 6 Śruby rozciągane |
| 2 Skos okapowy | 7 Blacha czołowa |
| 3 Rygiel | 8 Śruby ścinane |
| 4 Spoiny pasa | 9 Opcjonalne usztywnienia rozciągane |
| 5 Spoiny środka | 10 Usztywnienia ściskane |

Rysunek 2.1 Typowe połączenia okapowe śrubowe z blachą czołową w ramach portalowych



Legenda:

- | | | | |
|---|--------------|---|-------------------------|
| 1 | Słup | 4 | Usztywnienia rozciągane |
| 2 | Skos okapowy | 5 | Usztywnienia ściskane |
| 3 | Rygiel | | |

Rysunek 2.2 Alternatywne połączenie okapowe w ramie portalowej

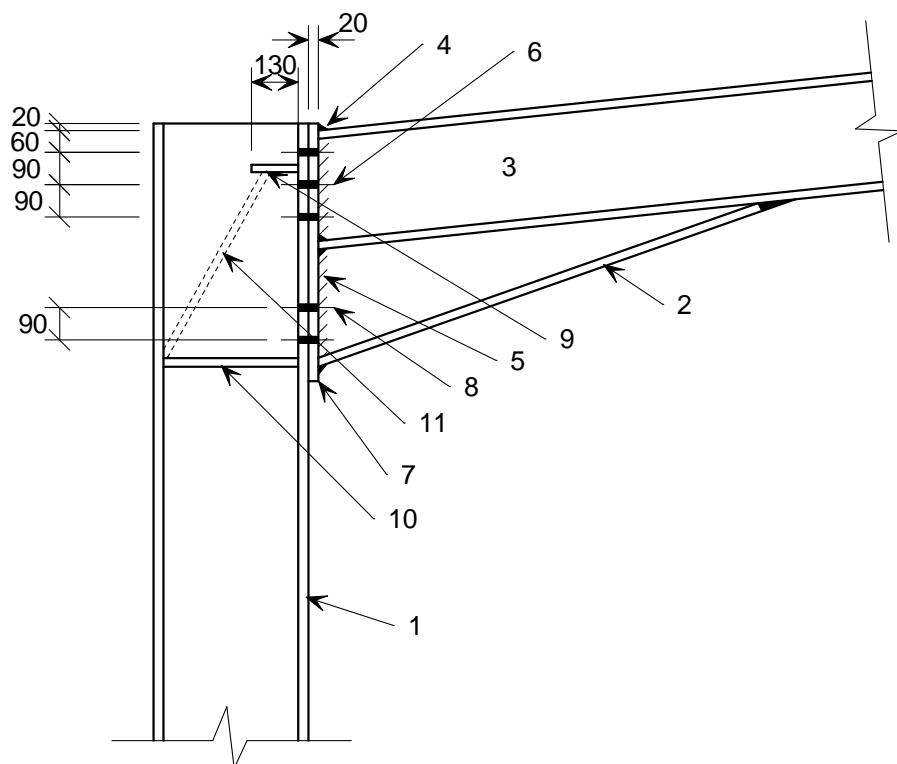
2.3 Szczegóły

Typowe szczegóły połączenia okapowego są pokazane na Rysunek 2.3.

Alternatywny szczegół przy ostrym końcu skosu okapowego jest pokazany na Rysunek 2.4

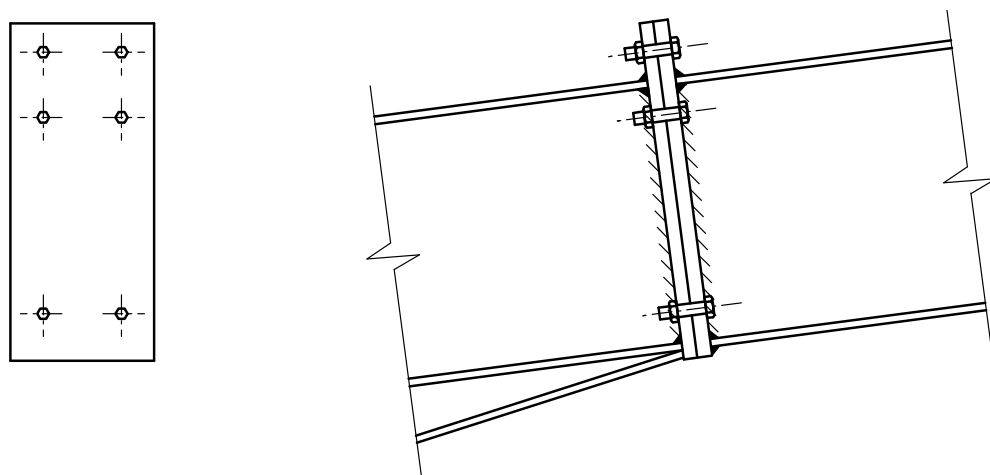
Seria typowych tabel projektowych połączeń ze skosami są podane w P207/95[1]. Tabele te nie obejmują wszystkich przypadków projektowych, ale są użyteczne w początkowej fazie projektowania.

Końcowe projektowanie może być wykonany zgodnie z uproszczonymi, bezpiecznymi podejściami podanymi w [SN041](#) albo przez użycie łatwo dostępnego odpowiedniego pakietu oprogramowania.



Legenda:	6	Śruby rozciągane
1	7	Blacha czołowa
2	8	Śruby ścinane
3	9	Usztywnienia rozciągane
4	10	Usztywnienia ściskane
5	11	Opcjonalne usztywnienia

Rysunek 2.3 Szczegóły typowego połączenia okapowego w ramie portalowej



Rysunek 2.4 Alternatywne szczegóły połączenia okapowego przy ostrym końcu skosu

3. Skos kalenicowy

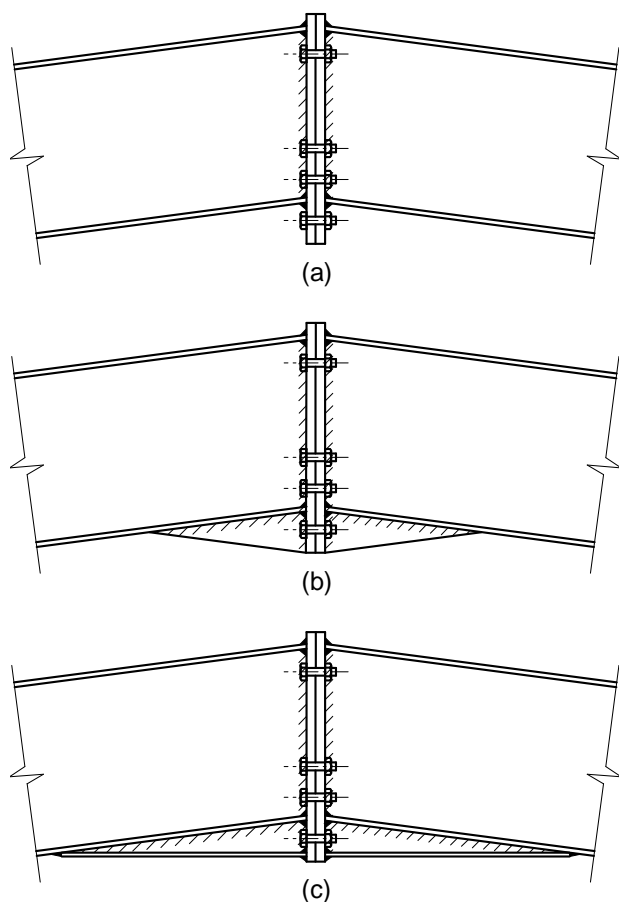
3.1 Postanowienia ogólne

Celem skosu kalenicowego jest osiągnięcie skutecznego połączenia między elementami rygla dachowego. Zwykle jest ono wykonywane z blach a ich projekt szczegółowy jest częścią projektu połączenia. Wielkość i szczegóły tego połączenia nie muszą zwykle być zawarte w projekcie wstępnym.

3.2 Doczołowe połączenie kalenicowe

Połączenie przy kalenicy jest wymagane by było połączeniem sztywnym i aby posiadało zarówno odpowiednią sztywność i nośność na zginanie. Projektowanie połączeń nie musi być wykonany szczegółowo przy projektowaniu wstępnym, chociaż to będzie konieczne by określić odpowiednią wysokość połączenie do przeniesienia przyłożonego momentu zginającego.

Rysunek 3.1 pokazuje podstawowe typy połączeń z blachą czołową wystającą. Na Rysunek 3.1(a) blacha czołowa jest po prostu rozszerzona na dół. Na Rysunek 3.1(b) pokazano proste żeberko usztywniające wzmacniające blachę wystającą a na Rysunek 3.1 (c) jest przedstawiony pełny skos.



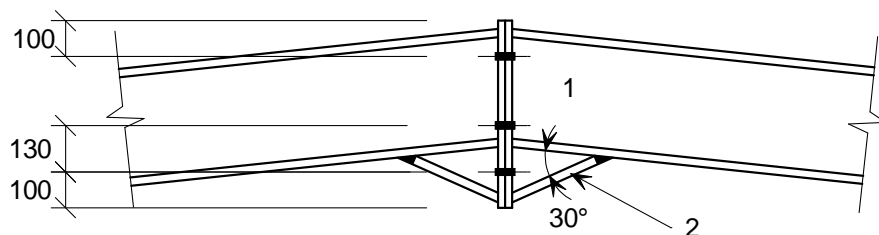
Rysunek 3.1 Typowe połączenia kalenicowe śrubowe z blachą czołową w ramie portalowej

3.3 Szczegóły

Typowe szczegóły połączenia kalenicowego są pokazane na Rysunku 3.2

Seria typowych tabel projektowych połączeń ze skosami są podane w P207/95[1]. Tabele te nie obejmują wszystkich przypadków projektowych, ale są użyteczne w początkowej fazie projektowania.

Końcowe projektowanie może być wykonany zgodnie z uproszczonymi, bezpiecznymi podejściami podanymi w [SN042](#) albo przez użycie łatwo dostępnego odpowiedniego pakietu oprogramowania.



Legenda:

- 1 Rygiel
- 2 Skosy kalenicowe

Rysunek 3.2 Szczegóły typowego połączenia kalenicowego w ramie portalowej

4. Stężenia

4.1 Postanowienia ogólne

Dla projektowanych plastycznie ram, zawsze powinno być przewidziane stężenie skrętne na górze słupa tj. na dole skosu okapowego. Dodatkowo, dalsze skrętne stężenia mogą być wymagane na wysokości słupa ponieważ rygle ściennie są przymocowane do zewnętrznego rozciąganego pasa słupa a nie do ściskanego pasa słupa.

Podobne stężenia mogą być przewidziane dla ramy zaprojektowanych według metody sprężystej, albo alternatywnie położenie górnego stężenia może być przesunięte na górę słupa.

4.2 Stężenia skrętne na górze słupa

W miejscach przegubów plastycznych

Jest dostępna pewna liczba metod projektowania stężenia skrętnego; kilka z nich to:

- Dla słupów o szerokości mniejszej niż 600 mm, mogą być używane stężenia słupa jak pokazano na Rysunek 4.1. By zapewnić odpowiednią sztywność, jest zalecane, żeby szerokość rygla ściennego była przynajmniej 25% szerokości słupa.
- Dla wszystkich rozpiętości, możliwa metoda ma przewidzieć wzdłużny element blisko pasa ściskanego na dole skosu, który jest powiązany do stężenia pionowego (Rysunek 4.2). Nośność skrętne może być wtedy przewidziana przez rurę okrągłą

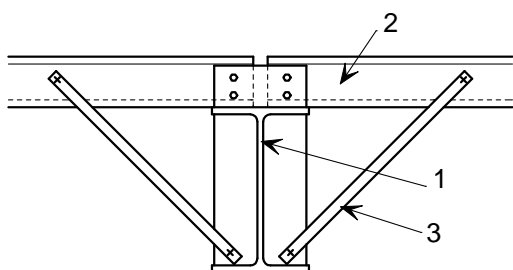
działającą z ryglami ściennymi na zewnętrznej stronie kolumny. Jest ważne, aby przewidzieć płaszczyznę stężenia między tymi elementami w jakimś punkcie na długości konstrukcji.

Dla ram projektowanych sprężystie

Jeżeli rama jest zaprojektowana sprężystie, skrętne stężenie na górze słupa może być zaprojektowane w ten sam sposób jak podano powyżej, albo alternatywnie pozycja górnego stężenia może być przesunięta na górę słupa.



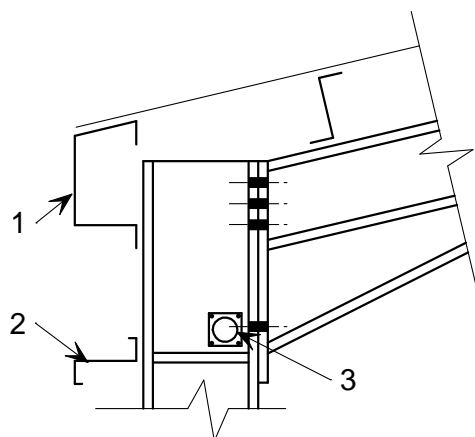
(zaczepnięte z Caunton Engineering Ltd)



Legenda:

1. Słup 2. Rygiel ścienny 3. Zastrzał słupa

Rysunek 4.1 *Typowy szczegół okapowy przy użyciu zastrzału słupa*



Legenda:

- 1 Zimnogięta belka okapowa 2 Rygiel ścienny 3 Przekrój z rury okrągłej

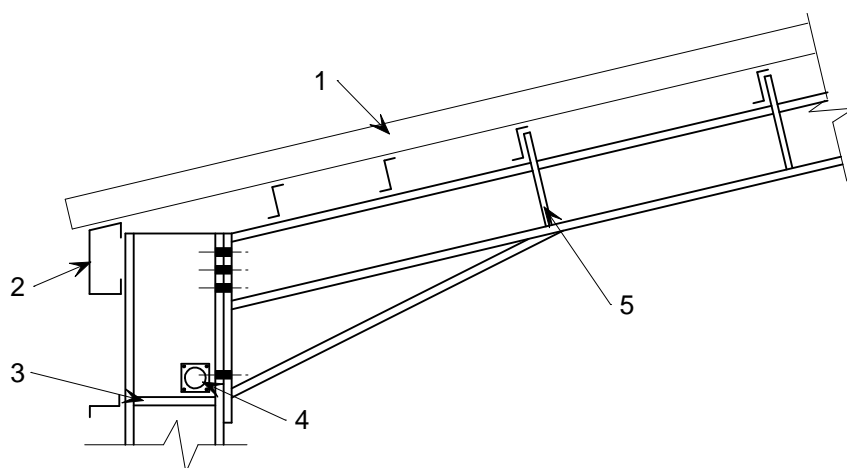
Rysunek 4.2 *Typowy szczegół okapowy przy użyciu przekroju z rury okrągłej jako wzdłużny element stężący*

5. Drugorzędne elementy konstrukcyjne

5.1 Belka okapowa

Belka okapowa łączy poszczególne ramy w poziomie okapów (Rysunek 5.1)

Jej podstawową funkcją jest podparcie pokrycia dachu, ścian bocznych i rynny wzdłuż okapu, ale to może też być używana aby zapewnić boczne podparcie zewnętrznego pasa słupa na jego na górze.



Legenda:

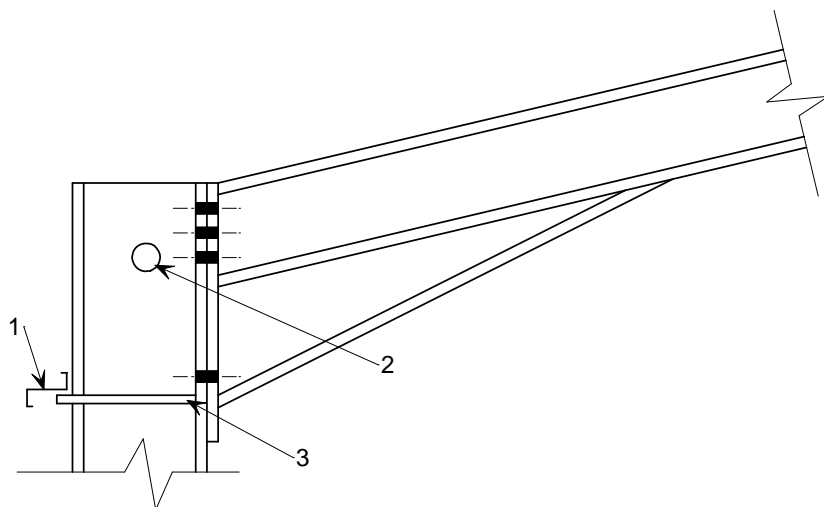
- | | | | |
|---|------------------------------------|---|--|
| 1 | Wzmocnione albo zespolone pokrycie | 3 | Usztywnienie |
| 2 | Zimnogięta belka okapowa | 4 | Przekrój z rury okrągłej pracujący jako okapowy pręt/ściąg |
| | | 5 | Zastrzał rygla |

Rysunek 5.1 *Szczegół skosu z belką okapową*

5.2 Okapowy pręt/ściąg

Jeżeli pionowe stężenie ścienne zdolne do przeniesienia rozciągania i ściskania jest przewidziane przy obu końcach konstrukcji, pręt okapowy nie jest wymagany poza końcowym przedziałem. Jednak dobrą praktyką jest aby zastosować element między słupami który będzie działał jako ściąg podczas montażu i dawać dodatkową odporność konstrukcji.

Jeżeli rura okrągła jest używana by stężyć przegub plastyczny na dole skosu okapowego (Rysunek 5.2), to może ona pełnić rolę wzdłużnego pręta/cięgna, jak również stężając przegub plastyczny. Jeżeli element zaprojektowany jako pręta/cięgno okapowy jest powyżej tego poziomu (Rysunek 5.2), to jest on nieefektywny przy stężaniu przegubu plastycznego na dole skosu.



Legenda:

1 Rygiel ścienny 2 okapowy pręt/ściąg 3 Zastrzał słupa

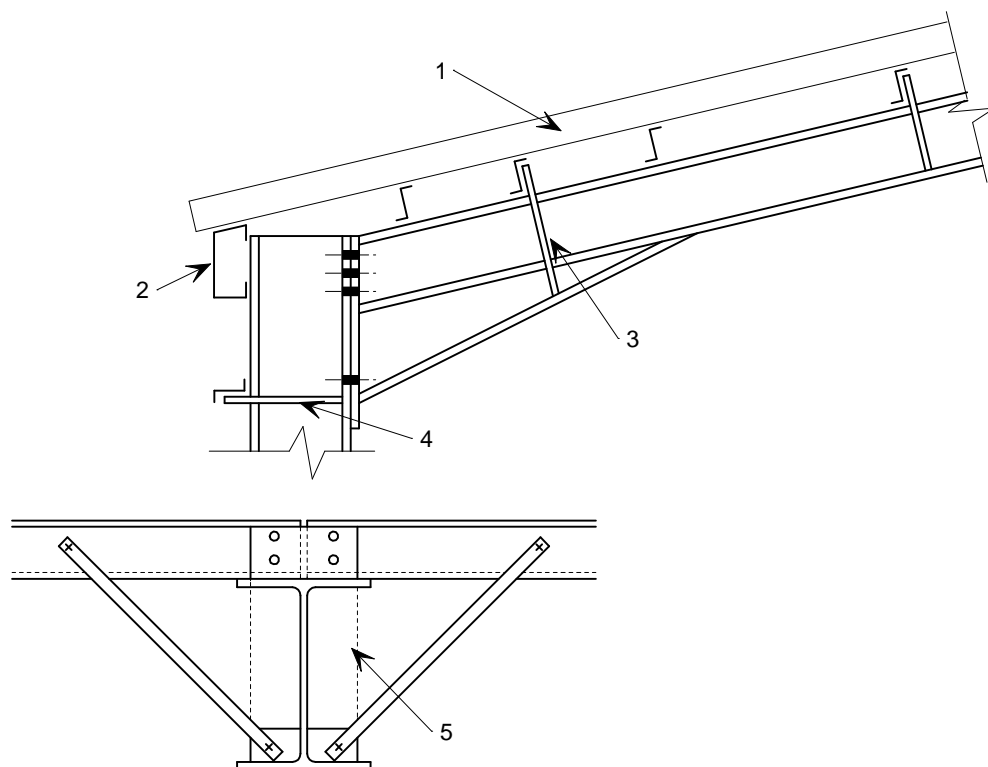
Rysunek 5.2 Szczegół okapowy gdzie okapowy pręt/ściąg nie zapewnia stężenia na dole skosu

5.3 Zastrzały słupów i rygli

Zastrzał słupa albo rygla to wygodna metoda zapewnienia stężenia pasa ściskanego, który jest odległy od pasa, do którego są przyłączone płatwie albo rygle ścienne. Zapewniają one stężenie skrętne w miejscu gdzie są połączone do odpowiedniej płatwi albo rygla ściennego (patrz Rysunek 5.3 i Rysunek 5.4).

Jako zastrzały być mogą używane płaskowniki albo kątowniki. Jeśli jako zastrzały są używane płaskowniki, powinno być przyjęte, że będą one działać tylko jako rozciągane. Dlatego są one wymagane z każdej strony rygla albo słupa. Jeżeli, ze szczegółowych powodów, może być użyty tylko jeden zastrzał, powinien być użyty kątownik o minimalnej wielkości 40×40 mm. Zastrzał i jego połączenia powinny być zaprojektowane by przenieść siłę równą 2.5% maksymalnej siły w słupie albo pasie ściskanym rygla między sąsiednimi stężeniami.

To jest ważne, aby płatwie lub rygle ścienne były dość duże by zapewnić wymaganą sztywność do stężenia rygla dachowego czy słupa. Z reguły kciuka, odpowiednim będzie by zastosować płatew albo rygiel o wysokości przynajmniej 25% wysokości elementu stężanego.



Legenda:

- | | | | |
|---|------------------------------------|---|---------------------|
| 1 | Wzmocnione albo zespolone pokrycie | 3 | Zastrzał rygla |
| 2 | Zimnogięta belka okapowa | 4 | Zastrzał słupa |
| | | 5 | Żebra usztywniające |

Rysunek 5.3 Szczegół zastrzałów słupa i rygla oraz połączeń

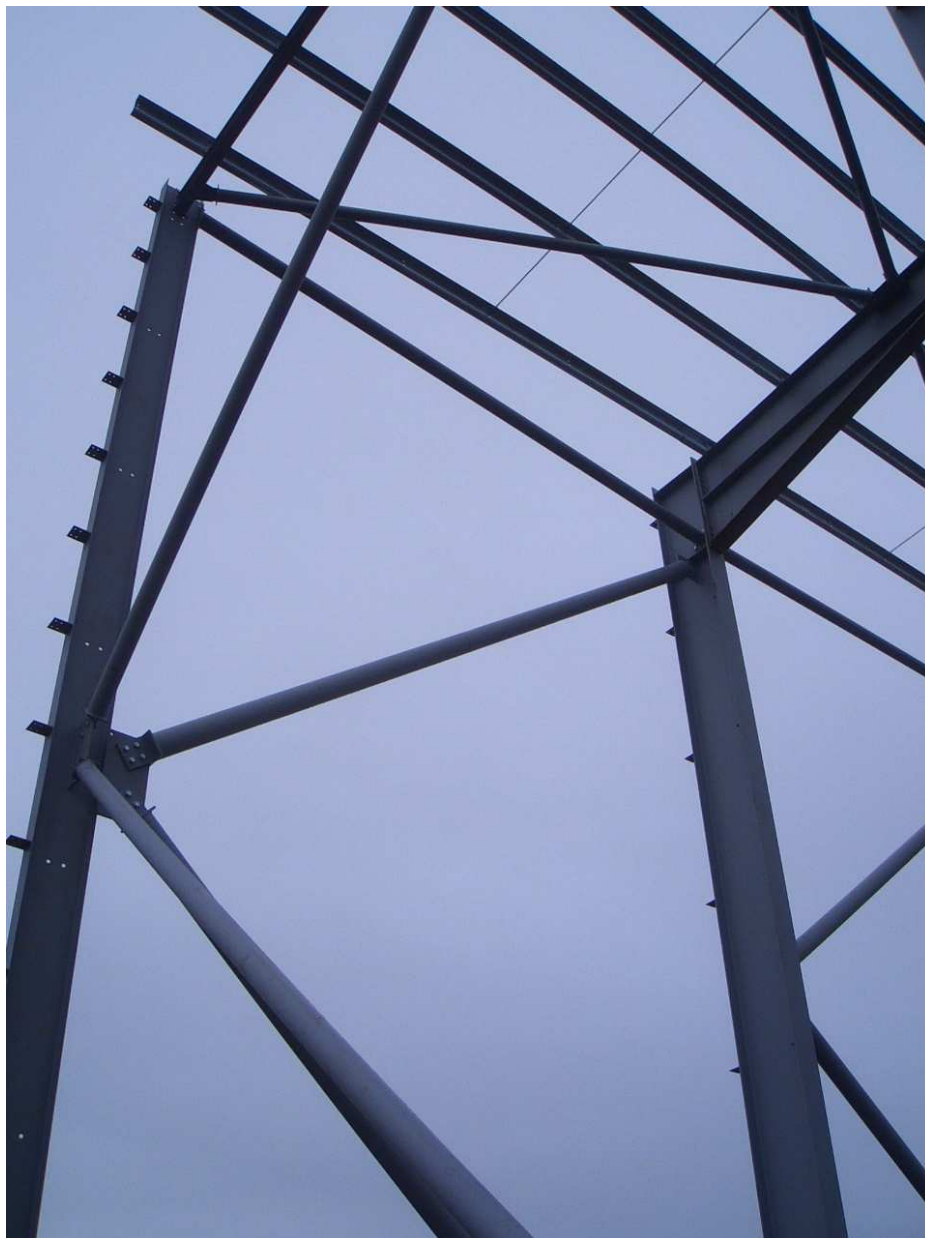


Rysunek 5.4 Szczegół zastrzałów rygla
(zaczepnięte z Caunton Engineering Ltd)

5.4 Stężenia

Stężenie jest wymagane zarówno w płaszczyźnie rygli i pionowe w ścianach bocznych (patrz Rysunek 5.5) by zabezpieczyć:

- Stateczność, zarówno podczas montażu jak i w budynku ukończonym.
- Nośności ze względu na obciążenie wiatrem w kierunku wzdłużnym.
- Odpowiednie zakotwienie dla płatwi i rygli ściennych w ich funkcji stężenia rygli dachowych i słupów.



Rysunek 5.5 *Szczegół stężenia*
(zaczepnięte z Caunton Engineering Ltd)

6. Bibliografia

- (1) Joints in Steel Construction – Moment Connections (P207/95). The Steel Construction Institute and The British Constructional Steelwork Association Ltd., 1995.
- (2) DStV/DASt: Typisierte Verbindungen im Stahlhochbau, Stahlbau-Verlags. GmbH, Köln, 1984 (neu bearbeitete Auflage 2001).

Protokół jakości

TYTUŁ ZASOBU	Plan rozwoju: Szczegóły ram portalowych z elementów walcowanych		
Odniesienie(a)			
ORYGINAŁ DOKUMENTU			
	Nazwisko	Instytucja	Data
Stworzony przez	A S Malik	SCI	
Zawartość techniczna sprawdzona przez	G W Owens	SCI	
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	14/7/06
DOKUMENT TŁUMACZONY			
To Tłumaczenie wykonane i sprawdzone przez:	Zdzisław Pisarek		
Przetłumaczony zasób zatwierdzony przez:	B. Stankiewicz	PRz	

Informacje ramowe

Tytuł*	Plan rozwoju: Szczegóły ram portalowych z elementów walcowanych	
Seria		
Opis*	Ten dokument podaje typowe szczegóły i informacje dla podstawowych elementów ram portalowych wykonanych z przekrojów walcowanych.	
Poziom Dostępu*	Ekspertyza	Praktyka
Identyfikatory	Nazwa pliku	D:\ACCESS_STEEL_PL\SS\SS051a-PL-EU.doc
Format	Microsoft Office Word; 17 Stron; 1364kb;	
Kategoria*	Typ zasobu	Plan rozwoju
	Punkt widzenia	Architekt, inżynier, konstruktor
Przedmiot*	Obszar zastosowań(a)	Budynki jednokondygnacyjne
Daty	Data utworzona	24/05/2006
	Data ostatniej modyfikacji	
	Data sprawdzenia	
	Ważny Od	
	Ważny Do	
Język(i)*	Polski	
Kontakty	Autor	A S Malik, SCI
	Sprawdzony przez	G W Owens, SCI
	Zatwierdzony przez	
	Redaktor	
	Ostatnio modyfikowany przez	
Słowa kluczowe*	Ramy portalowe, połączenia, połączenia śrubowe, połączenia okapowe	
Zobacz Też	Odniesienie do Eurokodu	PN-EN 1993-1-1:2006, PN-EN 1993-1-8:2006
	Przykład(y) obliczeniowe	T2706
	Komentarz	
	Dyskusja	
	<i>Inny</i>	T2409
Omówienie	Narodowa Przydatność	EU
Szczególne Instrukcje		