

Plan rozwoju: Projektowanie koncepcyjne rozwiązań kratownic i słupów

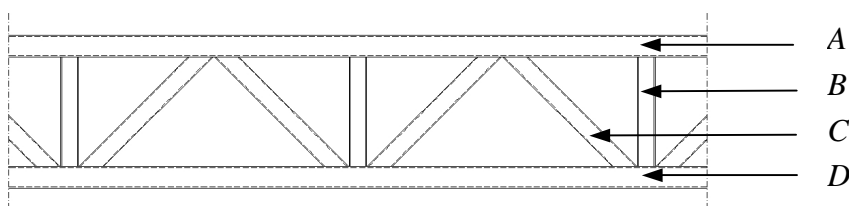
Ten dokument prezentuje różne zastosowania kratownic, oraz przykłady projektowania koncepcyjnego kratownic i słupów dla budynków jednokondygnacyjnych.

Zawartość

| | |
|-----------------------|---|
| 1. Wprowadzenie | 2 |
| 2. Kratownice | 2 |
| 3. Słupy | 6 |
| 4. Materiały źródłowe | 8 |

1. Wprowadzenie

Kratownica może być zdefiniowana jako belka z otwartym środkiem, tworzonym przez trójkątne rozmieszczenie elementów liniowych. Typowe rozmieszczenie elementów w kratownicy jest pokazane na Rysunek 1.1. To rozmieszczenie ma równoległe 'pasy' (równoważne krawężnikom) i 'środek' jest przewidziany z połączenia 'krzyżulców' i 'słupków' albo 'wieszaków' (pod kątem prostym do pasów). Jest wiele alternatywnych rozmieszczeń kratownic: są różne rozmieszczenia krzyżulców; czasami są tylko same elementy krzyżulcowe (bez słupków); czasami pasy nie są nawzajem do siebie równoległe.



Legenda A – Pas górny, B – Słupek lub wieszak, C – Krzyżulec, D – Pas dolny

Rysunek 1.1 Różne elementy kratownicy

2. Kratownice

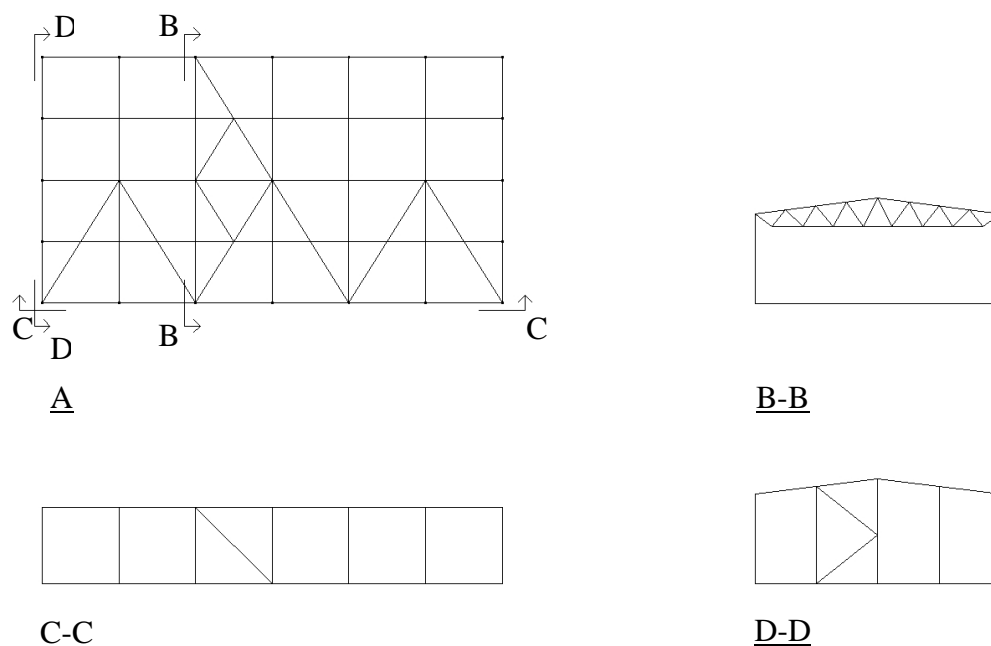
Podstawową przewagą kratownicy w stosunku do innych rozwiązań jest to, że gdy jest dobrze zaprojektowana daje silny, sztywny i stosunkowo lekki element. Często, ekonomiczne aspekty określają czy jest wybrana kratownica czy belka stalowa dla konstrukcji dachu i tutaj ma znaczenie rozpiętość i wielkość obciążenia. Oszczędności na masie stali dla kratownicy w porównaniu z belką stalową stają się większe z większymi rozpiętościami i kiedy oszczędności materiałowe są rekompensowane wyższymi kosztami wykonania. Podczas wybierania między swobodnie podpartą kratownicą a swobodnie podpartą belką walcowaną na gorąco, zwykle kratownica jest najlepszym wyborem dla rozpiętości powyżej około 15 m.

Wiązar dachowy razem z przegubowymi słupami i pokrycie dachowe używane jako stężenie boczne dla rygli i jako tarczownica do przeniesienia sił od wiatru do stężenia połączającego poprzecznego jest ono często najekonomiczniejszym sposobem by ustabilizować otwarty stan budynku. Kiedy jest konieczne zmniejszenie do minimum wysokości budynku albo trudności w rozmieszczeniu pionowego stężenia, powinny być uwzględnione ramy portalowe ponieważ oni mają niższą wysokość konstrukcyjną z powodu innej redystrybucji momentu zginającego.

Czasami gdy jest potrzeba przeprowadzenia instalacji wentylacyjnej i rurociągów przez środek przyjęcie kratownicy jest rozwiązaniem korzystnym i warte rozważanie.

2.1 Zastosowania

Głównie kratownic używa się w wiązarach dachowych i stężeniu wiatrowym, które tutaj jest uważane jako kratownica, patrz Rysunek 2.1. Czasami jest też korzystne by użyć kratownicy dla wymian i słupów, tj. bardzo dużych słupów obciążonych przeważnie przez zginanie.



Legenda:

A – Poziome stężenie wiatrowe (tężnik połaciowy poprzeczny) do użycia ze słupami przegubowymi

B-B – Wiązar dachowy

C-C i D-D – Pionowe stężenia wiatrowe (stężenia ścienne)

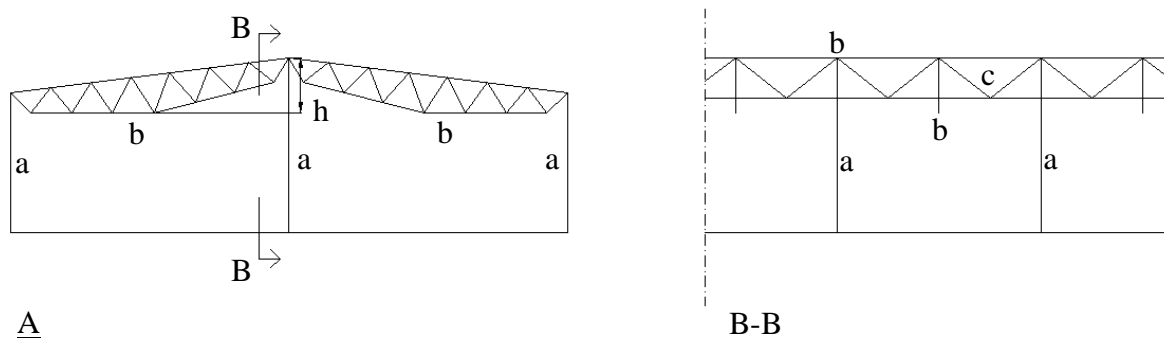
Rysunek 2.1 *Kratownice*

2.2 Projektowanie

Kratownica powinna być zaprojektowana taki, żeby obciążenia były przyłożone przy połączeniach, by otrzymać minimalne wielkości momentów zginających pasy. To znaczy, że płatwie są ustawione nad węzłami pasa górnego a belki podsuwnicowe są powieszono w węzłach pasa dolnego. W dużych elementach pasów małe obciążenia mogą być przyłożone między węzłami.

2.2.1 Wiązary dachowe

Normalne rozpiętości dla budynków przemysłowych to 12 – 35 m. Wiązary dachowe są produkowane w warsztacie i przewożone na teren budowy, w miarę możliwości w całe. Dłuższe elementy mogą być podzielone na dwa albo więcej części i połączone razem na placu budowy. W budynkach szerokich i jeżeli akceptowane są wewnętrzne słupy, korzystne jest podzielenie budynku na dwie nawy. By uniknąć wewnętrznej rynny, który zawsze wiąże się z ryzykiem przeciekania, można utrzymać jedną kalenicę i użyć dwóch kratownic, patrz Rysunek 2.2. Ponieważ zwykle, wymagana wolna wysokość jest przy okapie, dostępna wysokość pośrodku budynku jest duża, i może być wykorzystana dla kratownicy podwiązarowej i może być opuszczony co drugi słup wewnętrzny.



Legenda

A – Wiązár dachowy

a – słuó

B-B – Kratownica podwiázarowa

b – wiázár dachowy

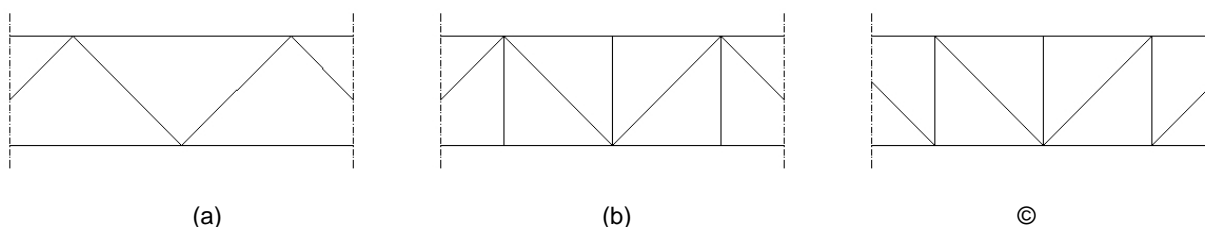
h – Wysokość dostépná dla kratownicy podwiázarowej

c – kratownica podwiázarowa

Rysunek 2.2 Wiázár dachowy i kratownica podwiázarowa

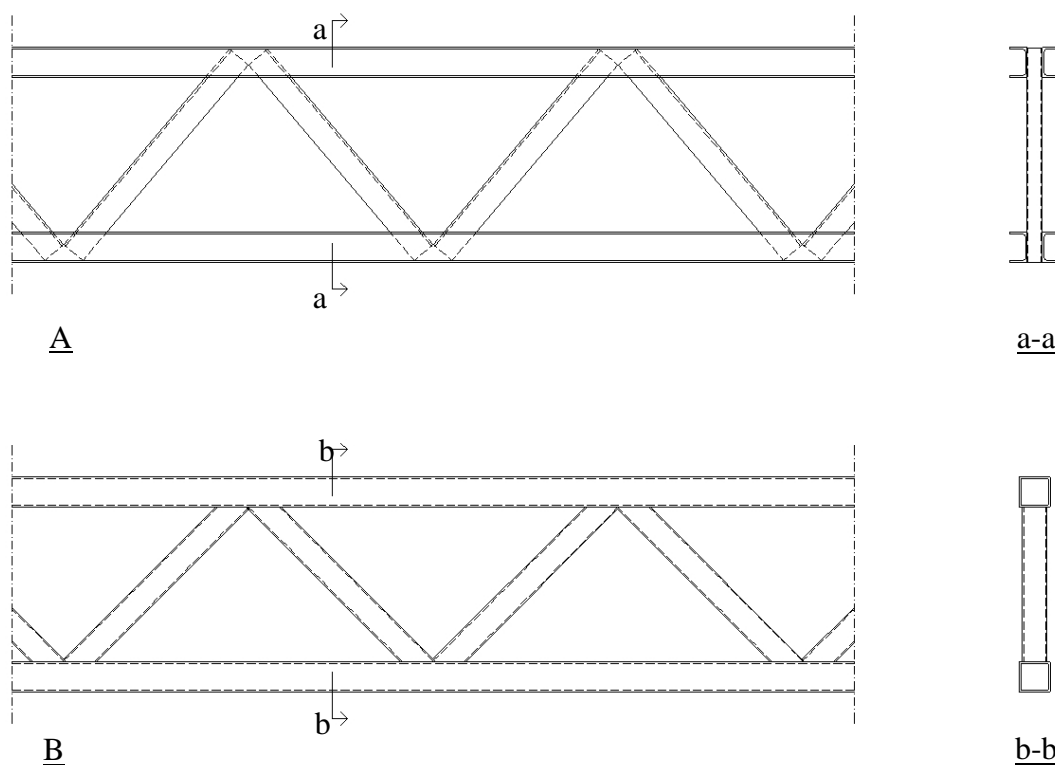
Pochylenie dachu jest zwykle wybierane z przedziału 1:16 do 1:10, zale¿nie od rodzaju pokrycia. Pochylenie mniejsze ni¿ 1:16 powinno byó u¿ywane rozwa¿nie, poniewa¿ ugiécie zmniejsza nachylenie i je¿eli rzeczywista pochyloó dachu staje sié zbyt mała, to mo¿e byó kłopot ze spływem wody i mo¿e byó problemy z akumulacjá wody (ponding). Najmniejsza mo¿liwa pochyloó zale¿y od wielkoóci obciá¿enia sniegiem. Przybli¿one obliczenie wysokoóci przekroju kratownicy trapezowej dla dachu o pochyleniu 1:16 to $H = L/25 - L/30$ a dla pochylenia 1:10 to $H = L/35 - L/40$, gdzie H jest wysokoóciá przy podporze. Dla kratownic o pasach równoległych ten stosunek jest w przybli¿eniu, $H = L/20$.

Na Rysunek 2.3 sá pokazywane schematy zwykle u¿ywaných kratownic, gdzie (a) jest najczéóiej stosowaná kratownicá ze wzgledu na proste szczegóły. Kratownica pokazana na Rysunek 2.3(b) jest tego samego typu ale wzmacniona pionowymi słuókami dla wiékszych rozpiétoóci. Rysunek 2.3(c) pokazuje kratownicé ze wszystkimi krzy¿ulcami poddanymi rozciá¿aniu i krótkimi słuókami przenoszácymi siły óciskajáce; umo¿liwia to u¿ycie krzy¿ulców o małych przekrojach poprzecznych, a w rezultacie otrzymujemy ekonomiczny projekt.



Rysunek 2.3 Typowe schematy kratownic

Ze wzgledu na racjonalná produkcję, najbardziej opłacalne przekroje kratownic sá z ceowników albo kátowników, patrz Rysunek 2.4. Sá firmy wyspecjalizowane w produkcji tego typu wiázarów. Alternatywnym, czéóto u¿ywanym przekrojem jest rura prostokátna (RHS). Kiedy pasy sá obciá¿one miédy wézłami kratownicy i przenoszác momenty zginajáce, najlepszym przekrojem mo¿e okazaó sié dwuteownik.



Legenda: A – Kratownica z przekrojami ceowymi, B – Kratownica z przekrojami z rury kwadratowej RHS

Rysunek 2.4 Wiązary z różnymi przekrojami poprzecznymi

W tym typie budynków ugięcia są zwykle małym problemem. Dlatego często jest ekonomiczne przyjąć stal gatunku co najmniej S355. Najczęściej są używane przekroje gorąco walcowane, ale jest też możliwe użycie przekrojów zimnowalczonych.

2.2.2 Montaż

Wiązary dachowe są zwykle spawane na warsztacie i przewożone w całości. Gdy kratownica jest większa niż możliwa do dogodnego transportu w całości, jest ona wykonywana w kilku częściach i części te łączy się razem na placu budowy. Kratownice do około 20 m długości i do około 3,5 m wysokości mogą być łatwo przewiezione w większości europejskich krajów.

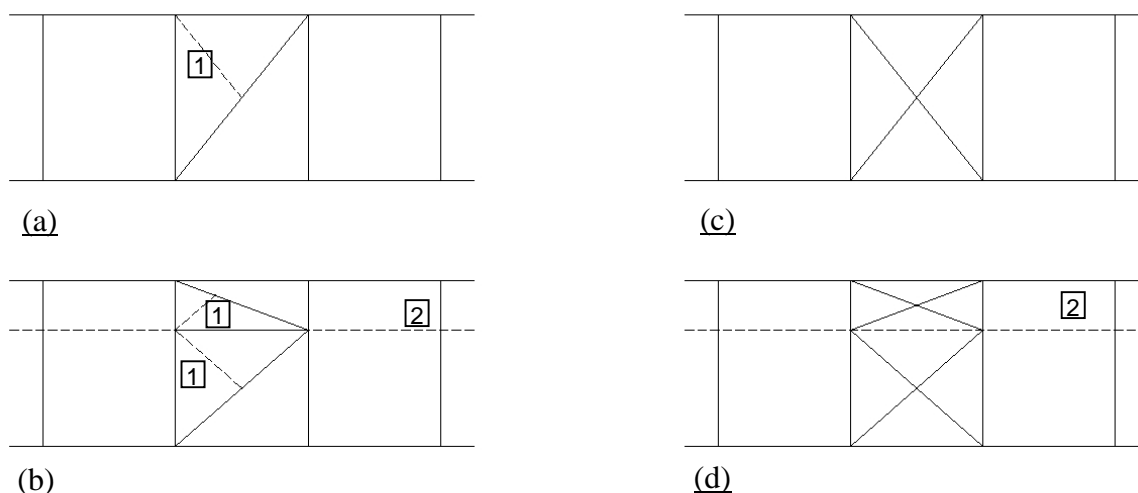
Dla kratownic o dużej rozpiętości jest ważne, aby projekt obejmował stadium montażu. Np., jeżeli kratownica jest podnoszona w całości, powinna być ona zaprojektowana tak, by niestężona przeniosła swój ciężar własny. Budynek może też wymagać tymczasowych stężeń – patrz [SS048](#).

2.2.3 Stężenia wiatrowe

Poziome stężenie wiatrowe w dachu (tężnik poprzeczny), pracuje jak belka podparta przez tężnik pionowy (ściany podłużnej). Ogólnie, płatkowie są używane jako pasy, a kratownica jest tworzona przez dodawanie krzyżulców.

Pionowe stężenia wiatrowe są ustawione w liniach słupów i używają słupów jako pasów. By zmniejszyć skutki zmian temperatury w długich budynkach, kratownice powinny być ulokowane możliwie blisko środka budynku. Zależnie od projektu, krzyżulce mogą być przeznaczone do przenoszenia tylko rozciągania albo zarówno rozciągania i ściskania, patrz Rysunek 2.5. Jeżeli odkształcenia nie są decydujące, projektowanie “ciągnięć” jest

ekonomiczniejsze. Wybór przekroju poprzecznego jest robiony z ekonomicznego punktu widzenia i dla elementów tylko rozciąganych, są używane pręty okrągłe, przekroje kątownikowe lub ceownikowe. Dla elementów ściskanych właściwym wyborem jest rura prostokątna (RHS). Jednak czasami wybór przekrojów dwuteowych H jest bardziej ekonomiczny, z powodu łatwiejszego wykonania połączeń albo z powodu znacznych momentów zginających od suwnicy. Stężenie jest zwykle umieszczane równo z pasem ściskanim belki podsufitowej i pozioma siła od suwnicy wywołuje moment zginający w stężeniu. Takie krzyżulce są zwykle stężane ze względu na wyoboczenie w słabszym kierunku, jak pokazano na Rysunek 2.5(b).



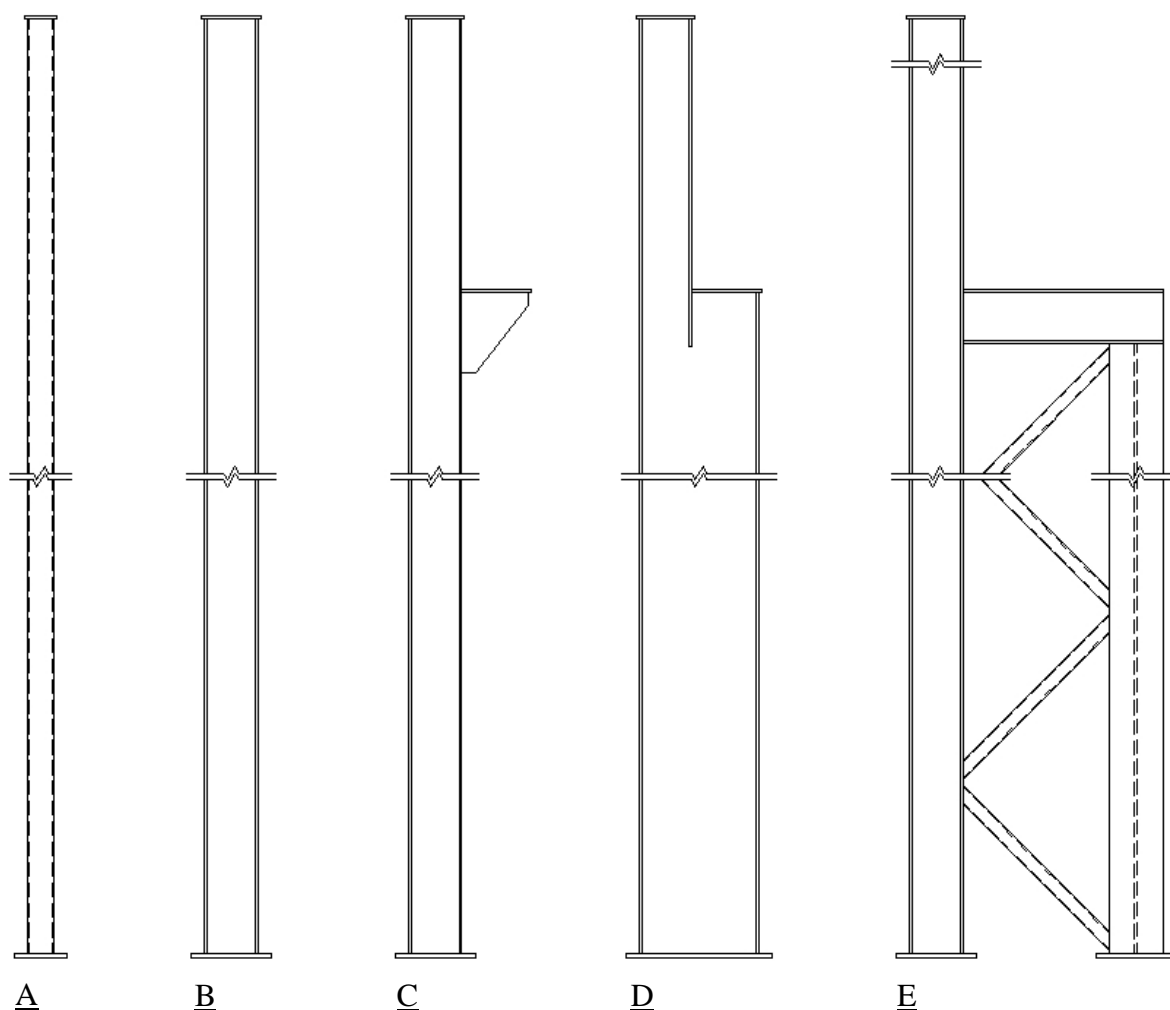
Legenda:

- (a) Stężenie wiatrowe (tężnik ściany podłużnej) poddany ściskaniu i rozciąganiu bez belki podsufitowej
- (b) Stężenie wiatrowe (tężnik ściany podłużnej) poddany ściskaniu i rozciąganiu z belką podsufitową
- (c) Stężenie wiatrowe (tężnik ściany podłużnej) poddany rozciąganiu bez belki podsufitowej
- (d) Stężenie wiatrowe (tężnik ściany podłużnej) poddany rozciąganiu z belką podsufitową
- 1 Opcjonalne stężenia
- 2 Belka podsufitowa

Rysunek 2.5 Typowe rozmieszczenie stężenia wiatrowego (tężnika ściany podłużnej) w ścianie

3. Słupy

Oprócz funkcji przenoszenia pionowych obciążeń od śniegu, suwnicy itp., słupy w budynkach przemysłowych muszą być zaprojektowane by przenieść zginanie spowodowane przez obciążenie wiatrem na zewnętrzne ściany konstrukcji i poziome obciążenia od suwnicy. Ponieważ poziome obciążenia wywołują momenty zginające w słupach, najczęściej stosowane są gorącwalcowane przekroje dwuteowe HEA. Także używane są przekroje HEB-, IPE- i RHS, a dla większych budynków, są wybierane przekroje spawane typu H, albo przekroje skrzynkowe a czasami kratownice. Różne typy słupów są pokazane na Rysunek 3.1.



Legenda:

A RHS

B HEA, HEB, IPE

C HEA, HEB z podparciem dla belki podsuwnicowej

D Przekrój spawany z podparciem dla belki podsuwnicowej

E Kratowe z podparciem dla belki podsuwnicowej.

Rysunek 3.1 Różne typy słupów

3.1 Projektowanie

Słupy z rur kwadratowych RHS mają dużą nośność na obciążenia pionowe, ale są mniej ekonomiczne by przenosić obciążenia poziome. To sprawia, że są one przeznaczone jako wewnętrzne słupy w halach bez suwnic. Dla zewnętrznych słupów w budynkach wysokich z dużym obciążeniem wiatrem i dla wewnętrznych słupów podpierających suwnice, lepszą opcją są przekroje typu H, ze względu na ich lepszą nośność na zginanie w odniesieniu do masy. Dwuteowniki IPE mogą być używane w niektórych przypadkach, ale są one smukłe w słabej płaszczyźnie i wymagają gęstszego rozstawu bocznych stężeń.

W większych budynkach przemysłowych z ciężkimi suwnicami, są używane przekroje spawane typu H albo przekroje RHS. W przypadku nieosiowego obciążenia mogą być używane przekroje niesymetryczne. Zmiana przekroju może być stosowana by osiągnąć naturalną półkę dla belki podsuwnicowej. Słupy kratowe pokazane na Rysunek 3.1E są jedynie używane w bardzo dużych budynkach z bardzo ciężkimi suwnicami, np. w stalowni.

4. Materiały źródłowe

- 1 L. Cederfeldt, Hallbyggnader, SBI Publ. 53, Stålbyggnadsinstitutet, Stockholm 1977

Protokół jakości

| | | | |
|---|--|-------------------|-------------|
| TYTUŁ ZASOBU | Plan rozwoju: Projektowanie koncepcyjne rozwiązań kratownic i słupów | | |
| Odniesienie(a) | | | |
| ORYGINAŁ DOKUMENTU | | | |
| | Nazwisko | Instytucja | Data |
| Stworzony przez | Björn Uppfeldt | SBI | |
| Zawartość techniczna sprawdzona przez | Bernt Johansson | SBI | |
| 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: Projektowanie koncepcyjne rozwiązań kratownic i słupów | |
| Seria | | |
| Opis* | Ten dokument prezentuje różne zastosowania kratownic, oraz przykłady projektowania koncepcyjnego kratownic i słupów dla budynków jednokondygnacyjnych. | |
| Poziom Dostępu* | Ekspertyza | Praktyka |
| Identyfikatory | Nazwa pliku | D:\ACCESS_STEEL_PL\SS\SS050a-PL-EU.doc |
| Format | Microsoft Office Word; 10 Stron; 588kb; | |
| Kategoria* | Typ zasobu | Plan rozwoju |
| | Punkt widzenia | Architekt, inżynier, konstruktor |
| Przedmiot* | Obszar zastosowań(a) | Budynki jednokondygnacyjne |
| Daty | Data utworzona | 29/05/2006 |
| | Data ostatniej modyfikacji | |
| | Data sprawdzenia | |
| | Ważny Od | |
| | Ważny Do | |
| Język(i)* | Polski | |
| Kontakty | Autor | Björn Uppfeldt, SBI |
| | Sprawdzony przez | Bernt Johansson, SBI |
| | Zatwierdzony przez | |
| | Redaktor | |
| | Ostatnio modyfikowany przez | |
| Słowa kluczowe* | Kratownice, słupy, projektowanie koncepcyjne | |
| Zobacz Też | Odniesienie do Eurokodu | |
| | Przykład(y) obliczeniowe | |
| | Komentarz | |
| | Dyskusja | |
| | <i>Inny</i> | |
| Omówienie | Narodowa Przydatność | Europe |
| Szczególne Instrukcje | | |