

# elementy sprężone

Wykonawstwo elementów sprężonych  
dla wszelkich typów obiektów

Zalety:

- mniejsze przekroje elementów
- zwiększenie rozpiętości konstrukcyjnej
- optymalizacja układów konstrukcyjnych

elementy sprężone



## KONSTRUKCJE SPRĘŻONE - WPROWADZENIE

### Ogólne zasady i zalety technologii betonu sprężonego.

#### Zalety:

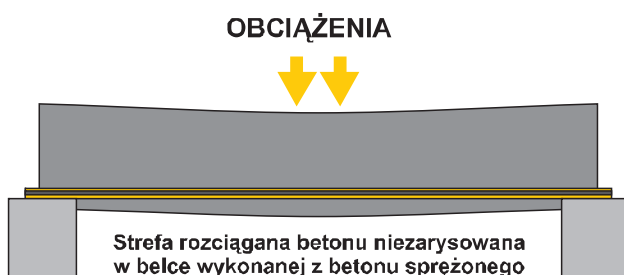
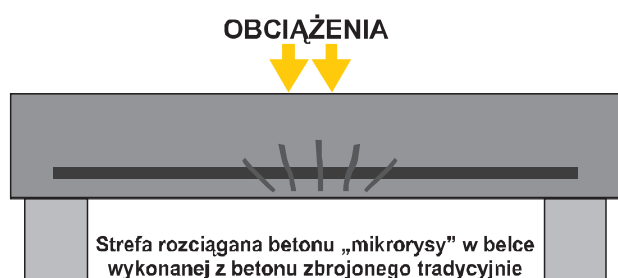
- Wysoka odporność na zarysowanie
- Przenosi znaczne obciążenia i pozwala na wykonywanie elementów o dużej rozpiętości (wyższa nośność w porównaniu do betonu zbrojonego tradycyjnie)
- Mniejsze zużycie betonu i stali
- Zwiększone bezpieczeństwo i wyższa gwarancja jakości elementów wytwarzanych w warunkach przemysłowych zgodnie z normami jakości i pod stałą kontrolą
- Sztywność i jednocześnie lekkość konstrukcji : elementy o mniejszych przekrojach

#### Rys historyczny:

Technologia betonu sprężonego została stworzona w 1928 roku przez francuskiego inżyniera Eugène Freyssinet, w celu realizacji budowli inżynierskich typu mosty i wiadukty. Ta nowoczesna i wydajna technologia, została przyjęta przez KP1 do wykonywania elementów dla budownictwa ogólnego.

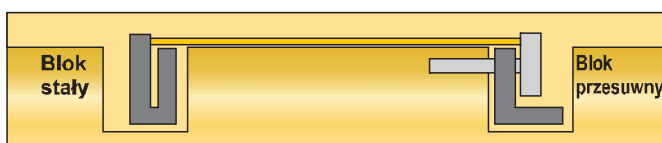
#### Ogólne zasady sprężania:

Po naciągnięciu zbrojenia sprężającego, element jest zalewany betonem i po uzyskaniu odpowiedniej wytrzymałości naciąg jest zwalniany, a siła naciągu przekazywana na związany beton poprzez przyczepność. W belce wykonanej w tradycyjnej technologii, zbrojenie wykonane z prętów stalowych ma za zadanie przejść obciążenia w strefie rozciąganej przekroju, który ulega zarysowaniu wskutek wydłużenia. Zbrojenie przejmuje naprężenia zamiast betonu, którego wytrzymałość na rozciąganie zostaje wyczerpana. Pod obciążeniami, graniczne odkształcenia dla wspólnego przekroju betonu i stali zostają przekroczone, pojawiają się rysy w betonie, wskutek czego stal z racji na wyższą rozciągliwość sama przenosi obciążenia w strefie zarysowanej. W belce sprężonej, stal nie pełni jedynie roli zwykłego zbrojenia, lecz wytwarza istotną siłę wewnętrzną, ustaloną przez projektanta elementu. Siła ta pomaga zrównoważyć siły pochodzące od obciążeń zewnętrznych i pozwala uniknąć zarysowania betonu poddanego obciążeniom. Wstępne ściskanie wprowadzone do elementu dzięki stali sprężającej pozwala zniwelować w dolnej części elementu rozciąganie powstałe od obciążeń zewnętrznych oraz ciężaru własnego belki.

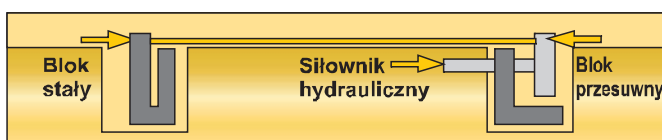


#### Wykonawstwo:

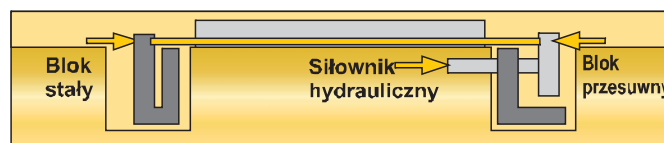
- 1 Tor przed rozpoczęciem produkcji  
Zbrojenie sprężające nienaciągnięte



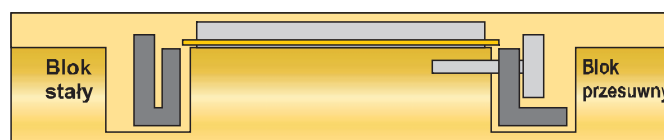
- 2 Naciąg zbrojenia (splotów i/lub Strun sprężających)



- 3 Zalanie formy betonem  
Przykrycie i naparzenie parą wodną

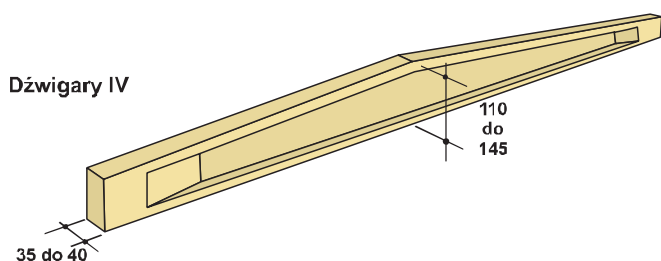
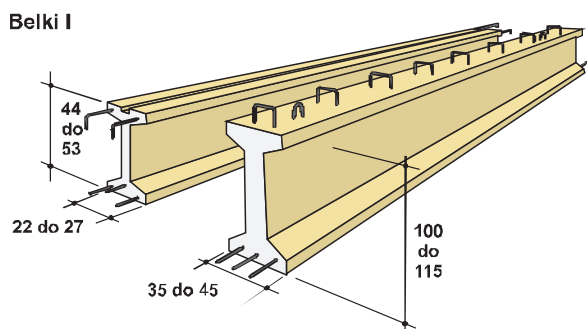
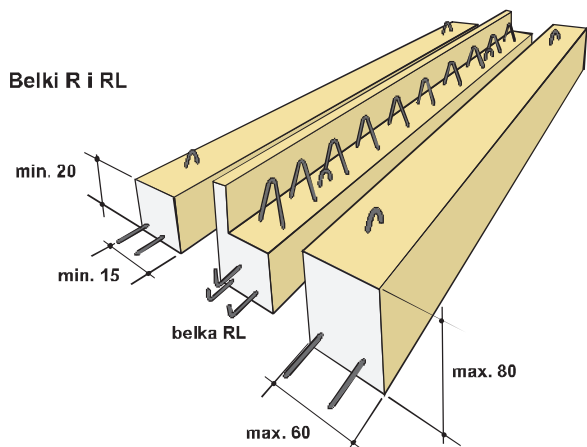


- 4 Przekazanie sprężenia na beton  
Poprzez zwolnienie naciągu



## KONCEPCJA - ELEMENTY SPRĘŻONE

**Belki wykonywane są ze strunobetonu, w którym siła sprężająca jest przekazywana poprzez przyczepność do betonu**



### Belki R - prostokątne

|  |         |  |
|--|---------|--|
|  | B<br>cm | 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60<br>typowe wymiary 35 45  |
|  | H<br>cm | 20 cm do 80 cm<br>Wysokość standardowa w module co 5 cm<br>Możliwość wykonania belek o pośrednich wysokościach w celu dostosowania do konkretnego rodzaju inwestycji |

### Belki I - dwuteowe

|  |            |         |                 |
|--|------------|---------|-----------------|
|  | Płatwie I  | B<br>cm | 22 25 27        |
|  |            | H<br>cm | 44 49 53        |
|  | Dźwigary I | B<br>cm | 35 40 45        |
|  |            | H<br>cm | 100 105 110 115 |

### Dźwigary IV dwuspadowe

|                            |  |
|----------------------------|--|
| IV 35<br>IV 40             |  |
| Rozpiętości od 18 do 30 m. |  |

## Charakterystyki

Zbrojenie sprężone : struny  $\varnothing 5$   $f_{pk}=1860$  MPa; T12.5 -  $f_{pk}=1860$  MPa; T15.2 -  $f_{pk}=1860$  MPa.

Beton wysokiej wytrzymałości :

Wytrzymałości charakterystyczne na ściskanie  $f_{ck}$  rzędu 35 do 55 MPa.

Powierzchnie elementów : 3 strony deskowane w formie metalowej, powierzchnia górna rowkowana lub zacierana.

## Zgodność normowa

Zgodność z obowiązującą normą PN-B-03264/2002 i z normą europejską Eurokod 2 PN-EN-1992.

## KONCEPCJA - ELEMENTY SPRĘŻONE

### Zalety:

- Wysoka wytrzymałość pozwalająca na uzyskanie optymalnych układów konstrukcyjnych
- Zmniejszenie przekrojów
- Estetyczne wykończenie powierzchni widocznych
- Zmniejszenie ilości i łatwość w rozmieszczeniu dodatkowego zbrojenia
- Gwarancja jakości i trwałości produktu wykonywanego w procesie przemysłowym pod stałą kontrolą jakości
- Możliwość wbudowania elementu bez użycia podpór montażowych
- Szybka realizacja robót
- Kompatybilność z pozostałymi elementami
- Odporność ogniowa od 1h do 2h

### Kompletna gama elementów



### Odporność ogniowa

Poniższa tabela pozwala określić typowe klasy odporności ogniowych elementów prefabrykowanych KP1. Jest to tabela poglądowa i klasy te mogą być odpowiednio wyższe w zależności od otuliny zbrojenia danego elementu.

### Instalacje, elementy podwieszane

Wykonanie otworów i wbudowanie elementów do mocowania instalacji w prefabrykatach jest możliwe po konsultacji rozwiązania z biurem projektów KP1 w celu uniknięcia ewentualnych kolizji z zaprojektowanym zbrojeniem.

### TABELA KLAS ODPORNOŚCI OGNIOWYCH ELEMENTÓW (EUROKOD 2)

|                   |              |              |              |              |      |       |       |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------|-------|-------|
| Szerokości        | R 15 do R 20 | R 25 do R 30 | R 35 do R 40 | R 45 do R 60 | I 35 | I 40  | I 45  |
| Odporność ogniowa | R 60         | R 90         | R 120        | R 180        | R 60 | R 120 | R 120 |

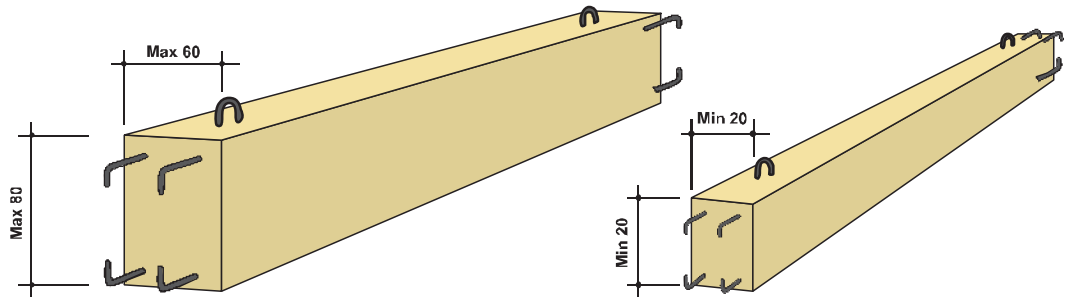


# elementy sprężone

## OBLICZENIA - ELEMENTY SPRĘŻONE

### Belki R - zestawienie poglądowe elementów w zależności od obciążenia

| OBCIĄŻENIE<br>[kN/mb] | ROZPIĘTOŚĆ [m.] |           |           |           |           |           |           |           |
|-----------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                       | 5               | 6         | 7         | 8         | 9         | 10        | 11        | 12        |
| 10                    | R 20 x 25       | R 25 x 30 | R 30 x 30 | R 30 x 30 | R 30 x 30 | R 30 x 40 | R 30 x 40 | R 30 x 45 |
| 15                    | R 25 x 30       | R 30 x 30 | R 30 x 30 | R 30 x 40 | R 30 x 40 | R 30 x 45 | R 30 x 45 | R 40 x 40 |
| 20                    | R 30 x 30       | R 30 x 30 | R 30 x 40 | R 30 x 40 | R 30 x 45 | R 40 x 40 | R 40 x 45 | R 40 x 45 |
| 25                    | R 30 x 30       | R 30 x 30 | R 30 x 40 | R 30 x 45 | R 40 x 40 | R 40 x 45 | R 40 x 45 | R 40 x 50 |
| 30                    | R 30 x 30       | R 30 x 40 | R 30 x 45 | R 30 x 45 | R 40 x 45 | R 40 x 45 | R 40 x 50 | R 40 x 55 |
| 35                    | R 30 x 30       | R 30 x 40 | R 30 x 45 | R 40 x 40 | R 40 x 45 | R 40 x 50 | R 40 x 55 | R 60 x 45 |
| 40                    | R 30 x 40       | R 30 x 45 | R 30 x 45 | R 40 x 45 | R 40 x 50 | R 40 x 55 | R 60 x 45 | R 60 x 50 |
| 45                    | R 30 x 40       | R 30 x 45 | R 40 x 40 | R 40 x 45 | R 40 x 50 | R 40 x 55 | R 60 x 45 | R 60 x 50 |
| 50                    | R 30 x 40       | R 30 x 45 | R 40 x 45 | R 40 x 50 | R 40 x 55 | R 60 x 45 | R 60 x 50 | R 60 x 55 |
| 55                    | R 30 x 40       | R 40 x 40 | R 40 x 45 | R 40 x 50 | R 40 x 55 | R 60 x 45 | R 60 x 55 | R 60 x 55 |
| 60                    | R 30 x 45       | R 40 x 40 | R 40 x 45 | R 40 x 55 | R 60 x 45 | R 60 x 50 | R 60 x 55 | R 60 x 60 |
| 65                    | R 30 x 45       | R 40 x 40 | R 40 x 50 | R 40 x 55 | R 60 x 45 | R 60 x 50 | R 60 x 55 | R 60 x 65 |
| 70                    | R 30 x 45       | R 40 x 45 | R 40 x 50 | R 40 x 55 | R 60 x 50 | R 60 x 55 | R 60 x 60 | R 60 x 65 |
| 75                    | R 30 x 45       | R 40 x 45 | R 40 x 50 | R 40 x 60 | R 60 x 50 | R 60 x 55 | R 60 x 65 | R 60 x 70 |
| 80                    | R 40 x 40       | R 40 x 45 | R 40 x 55 | R 60 x 45 | R 60 x 50 | R 60 x 55 | R 60 x 65 | R 60 x 70 |
| 85                    | R 40 x 40       | R 40 x 45 | R 40 x 55 | R 60 x 45 | R 60 x 55 | R 60 x 60 | R 60 x 65 | R 60 x 75 |
| 90                    | R 40 x 40       | R 40 x 50 | R 40 x 55 | R 60 x 50 | R 60 x 55 | R 60 x 60 | R 60 x 70 | R 60 x 75 |
| 95                    | R 40 x 40       | R 40 x 50 | R 40 x 60 | R 60 x 50 | R 60 x 55 | R 60 x 65 | R 60 x 70 | R 60 x 80 |
| 100                   | R 40 x 45       | R 40 x 50 | R 60 x 45 | R 60 x 50 | R 60 x 55 | R 60 x 65 | R 60 x 75 | R 60 x 80 |
| 105                   | R 40 x 45       | R 40 x 50 | R 60 x 45 | R 60 x 55 | R 60 x 60 | R 60 x 65 | R 60 x 75 | R 60 x 80 |



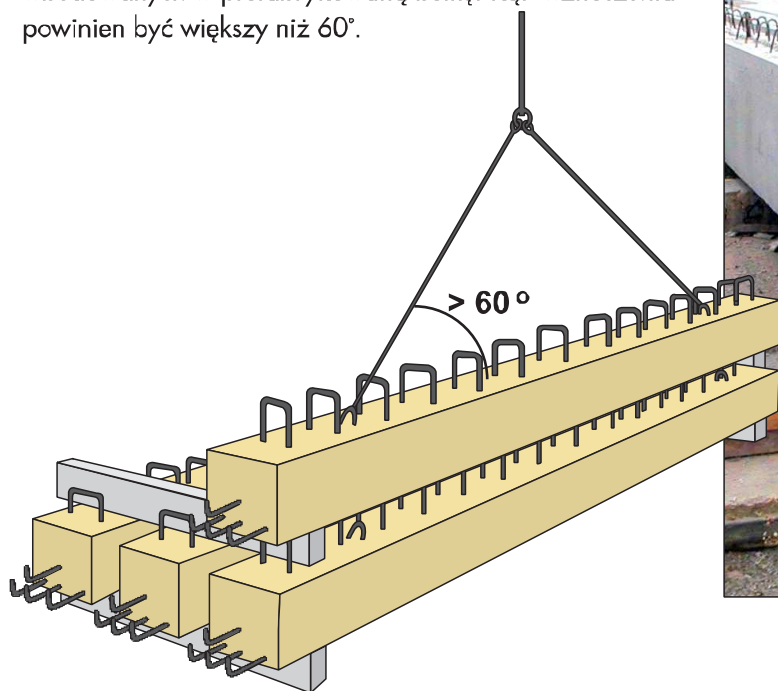
### Dźwigary I - zestawienie poglądowe elementów w zależności od obciążenia

| OBCIĄŻENIE<br>[kN/mb] | ROZPIĘTOŚĆ [m.] |            |            |            |            |            |            |            |
|-----------------------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                       | 16              | 17         | 18         | 20         | 22         | 24         | 26         | 28         |
| 15                    | I 35 x 100      | I 35 x 100 | I 35 x 100 | I 35 x 100 | I 35 x 100 | I 35 x 100 | I 35 x 100 | I 35 x 105 |
| 17,5                  | I 35 x 100      | I 35 x 100 | I 35 x 100 | I 35 x 100 | I 35 x 100 | I 35 x 100 | I 35 x 105 | I 40 x 105 |
| 20                    | I 35 x 100      | I 35 x 100 | I 35 x 100 | I 35 x 100 | I 35 x 100 | I 35 x 105 | I 40 x 100 | I 45 x 105 |
| 22,5                  | I 35 x 100      | I 35 x 100 | I 35 x 100 | I 35 x 100 | I 35 x 100 | I 35 x 110 | I 40 x 110 | I 45 x 110 |
| 25                    | I 35 x 100      | I 35 x 100 | I 35 x 100 | I 35 x 100 | I 35 x 105 | I 40 x 105 | I 45 x 105 | I 45 x 115 |
| 27,5                  | I 35 x 100      | I 35 x 100 | I 35 x 100 | I 35 x 100 | I 35 x 110 | I 45 x 105 | I 45 x 115 | I 45 x 115 |
| 30                    | I 35 x 100      | I 35 x 100 | I 35 x 100 | I 35 x 105 | I 40 x 105 | I 45 x 110 | I 45 x 115 | I 45 x 115 |
| 32,5                  | I 35 x 100      | I 35 x 100 | I 35 x 100 | I 35 x 110 | I 45 x 105 | I 45 x 115 | I 45 x 115 | ---        |
| 35                    | I 35 x 100      | I 35 x 100 | I 35 x 100 | I 40 x 105 | I 45 x 105 | I 45 x 115 | I 45 x 115 | ---        |
| 37,5                  | I 35 x 100      | I 35 x 100 | I 35 x 105 | I 40 x 105 | I 45 x 110 | I 45 x 115 | ---        | ---        |
| 40                    | I 35 x 100      | I 35 x 105 | I 35 x 110 | I 45 x 105 | I 45 x 115 | I 45 x 115 | ---        | ---        |
| 42,5                  | I 35 x 100      | I 35 x 105 | I 40 x 105 | I 45 x 110 | I 45 x 115 | ---        | ---        | ---        |
| 45                    | I 35 x 105      | I 35 x 110 | I 40 x 105 | I 45 x 110 | I 45 x 115 | ---        | ---        | ---        |
| 47,5                  | I 35 x 105      | I 40 x 105 | I 45 x 105 | I 45 x 115 | I 45 x 115 | ---        | ---        | ---        |
| 50                    | I 35 x 110      | I 40 x 105 | I 45 x 105 | I 45 x 115 | ---        | ---        | ---        | ---        |
| 52,5                  | I 40 x 100      | I 40 x 110 | I 45 x 110 | I 45 x 115 | ---        | ---        | ---        | ---        |
| 55                    | I 40 x 105      | I 45 x 105 | I 45 x 110 | I 45 x 115 | ---        | ---        | ---        | ---        |
| 57,5                  | I 40 x 105      | I 45 x 105 | I 45 x 115 | I 45 x 115 | ---        | ---        | ---        | ---        |
| 60                    | I 40 x 110      | I 45 x 110 | I 45 x 115 | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        |
| 62,5                  | I 45 x 105      | I 45 x 110 | I 45 x 115 | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        |

## MONTAŻ - ELEMENTY SPRĘŻONE

### Wznoszenie:

Realizowany przy pomocy 2 lin stalowych lub trawersu (w zależności od ciężaru i przeznaczenia elementu) zaczepionych do haków lub katew montażowych wbudowanych w prefabrykowaną belkę. Kąt wznoszenia powinien być większy niż  $60^\circ$ .



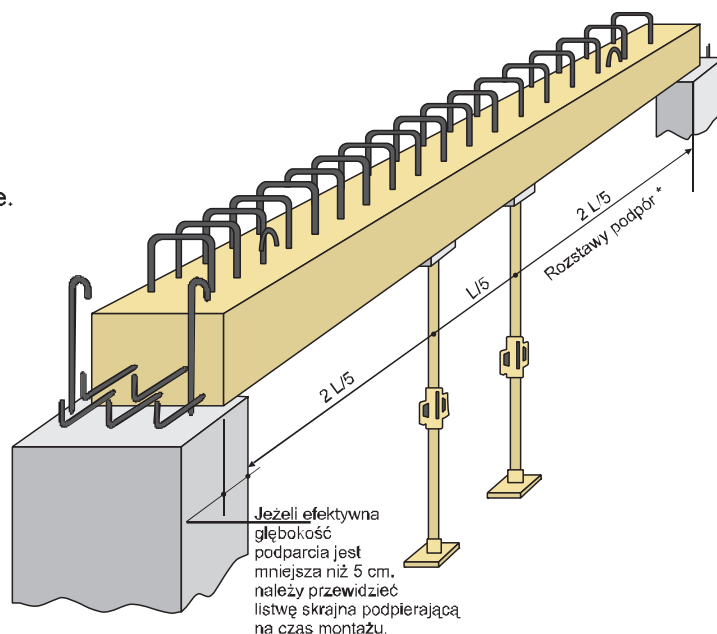
### Składowanie

Jeśli niezbędne jest składowanie, elementy są ustawiane na krawędziakach ułożonych w punktach podparć wskazanych przez KP1.



### Bezpieczeństwo

Możliwe jest wbudowanie w elementy jeszcze przed zabetonowaniem tulei metalowych na barierki ochronne. Te tuleje pozwolą zamontować odpowiednie zabezpieczenia na placu budowy w czasie montażu.



### Podpory montażowe

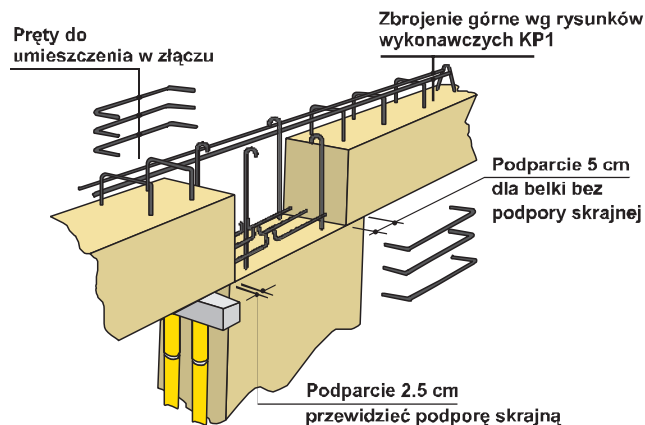
Podpory montażowe należy rozmieścić według zaleceń KP1. Przedsiębiorstwo zapewni ich sprawdzenie obliczeniowe w zależności od obciążenia zewnętrznego i wysokości. Ich podstawy zapewnią brak obsuwania się podpór w trakcie montażu.

(\*) Chyba, że w zaleceniach do montażu podano inaczej

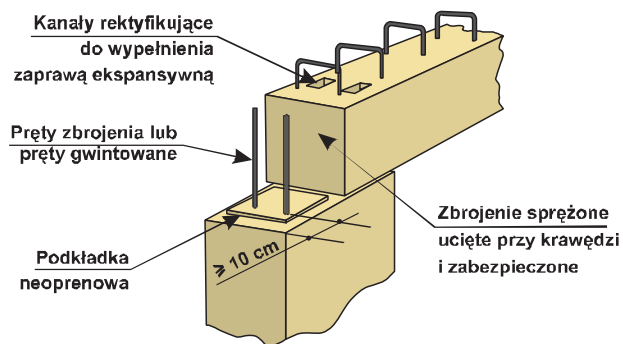
## MONTAŻ - ELEMENTY SPRĘŻONE

### Zalecenia konstrukcyjne

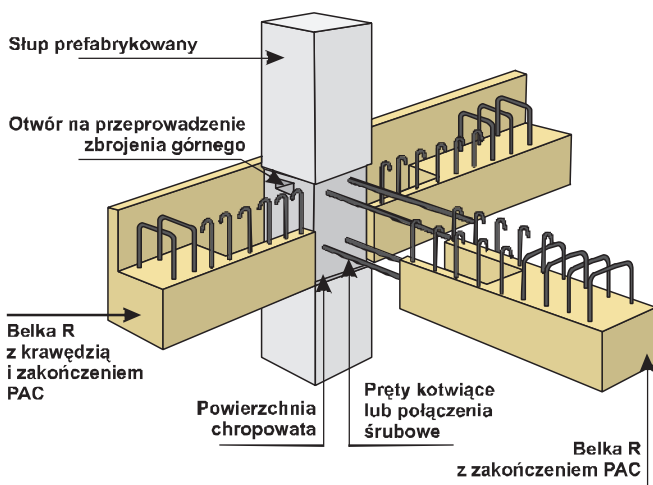
#### Połączenie belka-słup poprzez złącze betonowe



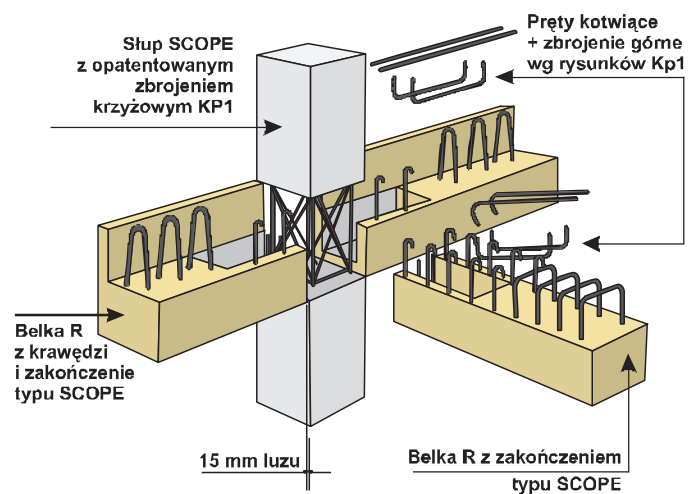
#### Mocowanie belki ze słupem na pręt stali



#### Połączenie belki ze słupem R + N



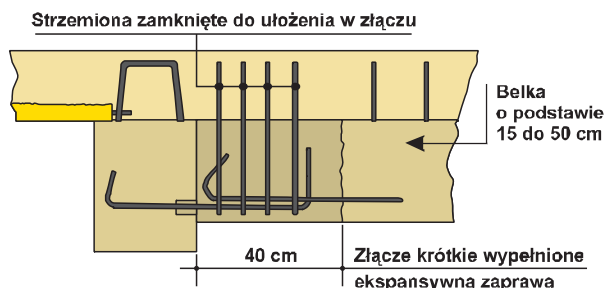
#### Połączenie belki ze słupem SCOPE



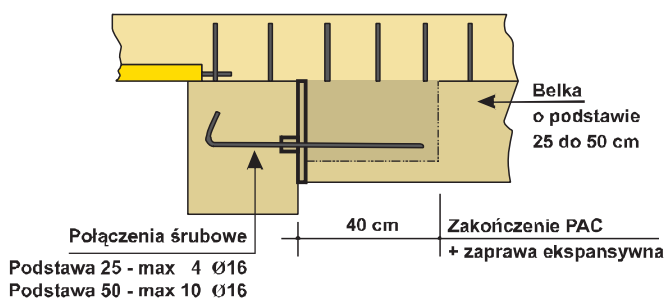
## MONTAŻ - ELEMENTY SPRĘŻONE

### Połączenia pomiędzy belkami sprężonymi

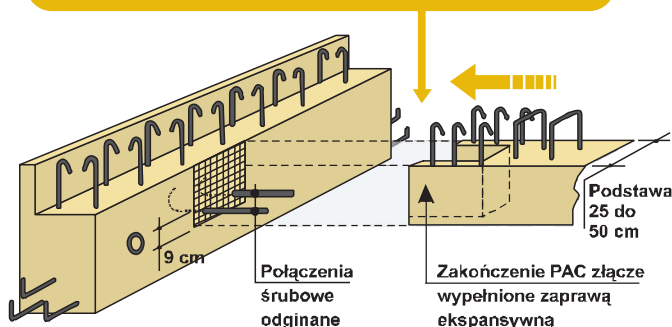
#### Złącze do zadeskowania



#### Połączenie zakończenia PAC

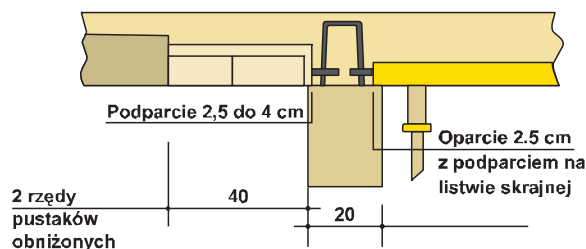


**Zalecenia konstrukcyjne, które powinny podlegać wykonaniu odrębnego projektu.**

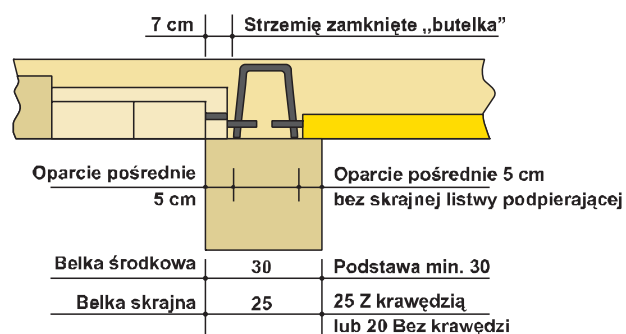


### Sposoby oparcia pustaków

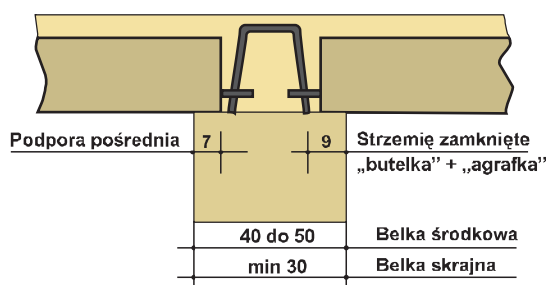
#### Strop Leader lub płyty typu filigran z podporami montażowymi



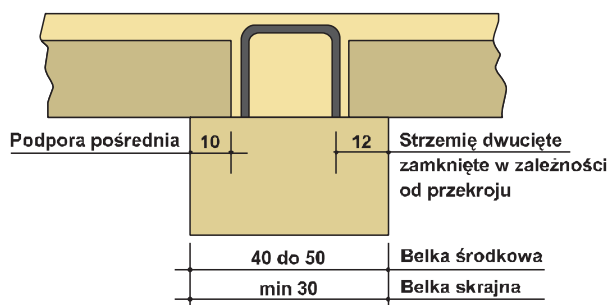
#### Strop Leader lub płyty typu filigran bez podpór montażowych



#### Kanałowe płyty sprężone z wystającymi splotami sprężonymi



#### Płyty typu spiroll bez zbrojenia wystającego





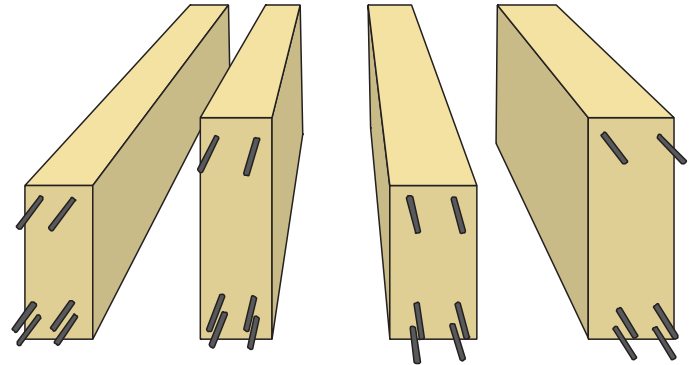
## PODWALINY BUDYNKÓW PRZEMYSŁOWYCH (PBP)

### Charakterystyka:

Podwaliny stanowią podstawę dla budowli przeznaczenia przemysłowego, rolniczego, handlowego lub magazynowego, opasującą budynek i przenoszącą ciężar ścian osłonowych. Typowe rozstawy osiowe podwalin to 5 do 6 metrów.

### Zalety:

- Krótkie terminy realizacji zamówień
- Czas pracy zredukowany w porównaniu z technikami tradycyjnymi : wylewka betonowa + deskowanie + zbrojenie + wylanie betonu
- Montaż przy użyciu typowego sprzętu, zwykle dostępnego na placu budowy
- Wykonywanie złączy ułatwione na placu budowy : niewielkie ilości betonu i zbrojenia dodatkowego
- Brak strzałki ugięcia i dobre wykończenie powierzchni elementu
- Wysokie bezpieczeństwo, beton przemysłowy wykonywany pod ścisłą kontrolą, o wysokiej wytrzymałości.
- Brak zarysowania
- Kompatybilność ze słupami zarówno betonowymi, jak i metalowymi
- Ułatwienie przy kosztorysowaniu



### Ogólne właściwości:

Podwaliny z betonu sprężonego  $f_{ck} = 35 \text{ MPa}$ .

Szerokości 15 i 20 cm.

Wysokości 35 i 50 cm.

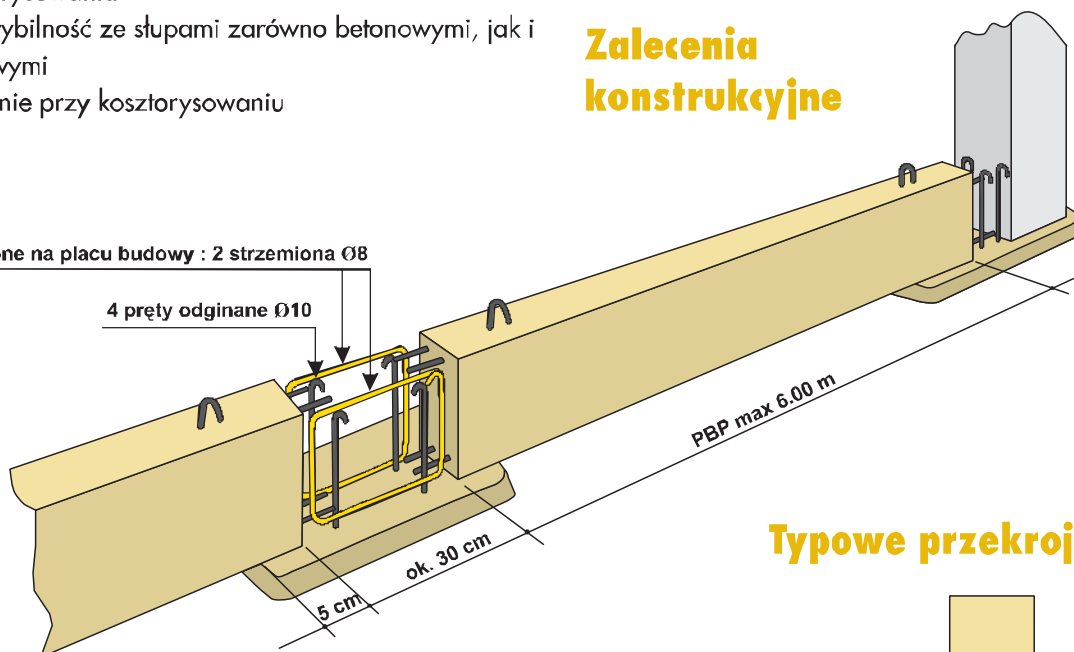
Długości od 4 do 6 m co 10 cm.

Zbrojenie kotwiące wystaje z elementów na długość 15 cm (konieczne jeśli głębokość oparcia belki jest mniejsza niż 20 cm).

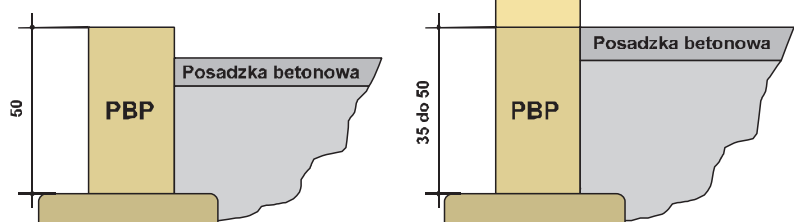
### Zalecenia konstrukcyjne

Zapewnione na placu budowy : 2 strzemiona  $\text{Ø}8$

4 pręty odginane  $\text{Ø}10$



### Typowe przekroje



## PODVALINY BUDYNKÓW PRZEMYSŁOWYCH (PBP)

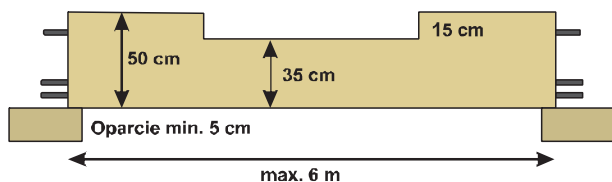
### Podwalina PBP z obniżeniem



### Charakterystyka:

|               |            |            |
|---------------|------------|------------|
| Typ podwaliny | 15 x 35/50 | 20 x 35/50 |
| Masa kg/mb    | 131        | 188        |

Możliwość wykonania w podwalinie obniżenia o maks. wielkości 15cm dla podwaliny o wysokości 50 cm dla umieszczenia ościeżnicy drzwiowej. Poniżej obniżenia można wykonać punktowy fundament w przypadku występowania znacznych obciążeń przewyższających 450 kg/mb. Wykonywane na zamówienie.



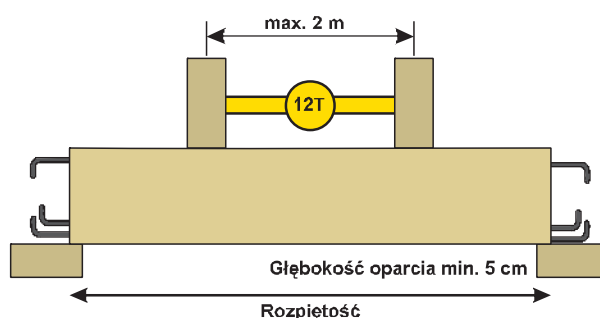
### Zalecenia konstrukcyjne



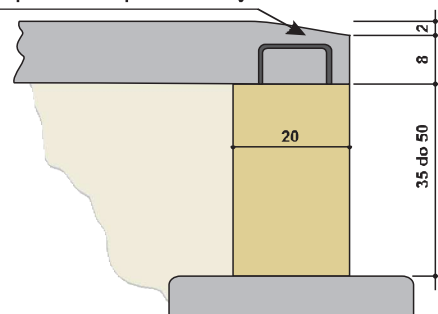
### Właściwości:

|                            |         |         |
|----------------------------|---------|---------|
| Typ podwaliny              | 20 x 35 | 20 x 50 |
| Masa kg/mb                 | 175     | 250     |
| Rozpiętość maksymalna [mb] | 3,00    | 5,80    |

Podwaliny z betonu sprężonego  $f_{ck} = 35$  do 55 MPa. Górna powierzchnia z lub bez wystających sirzemiom. Wykonywane na zamówienie.



### Próg wykonany ze spadkiem na placu budowy

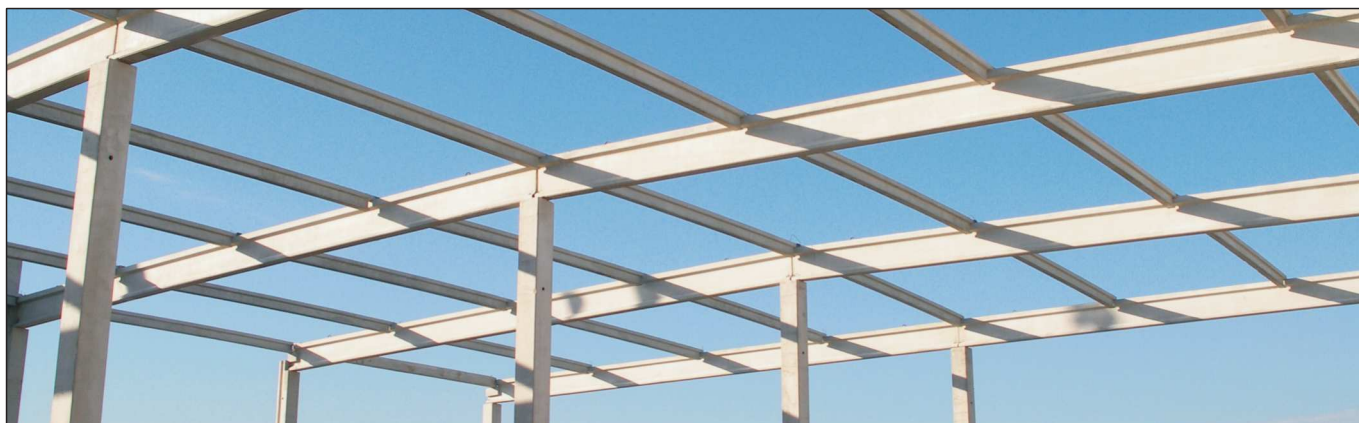


## ZASADY OGÓLNE - BUDOWNICTWO PRZEMYSŁOWE

Przedstawione tutaj rozwiązania spotkać można w wielu realizacjach dla bardzo różnorodnych sektorów : przemysłu, magazynowania, handlu itd. Z reguły architektura tych obiektów charakteryzuje się występowaniem rozległych przestrzeni przeznaczonych na prowadzoną działalność, dużymi rozpiętościami i znaczną wysokością. Poza tym konstrukcje te muszą spełniać liczne wymogi techniczne mające na celu zapewnienie bezpieczeństwa, odpowiedniej wytrzymałości i możliwości montażu dodatkowego wyposażenia, takiego jak suwnice. W grę wchodzi także inne kryteria, jak : odporność ogniowa, łatwa konserwacja, trwałość, koszt eksploatacji, estetyka, a kończąc na ścisłej kontroli wydatków budżetowych przeznaczonych na ten typ inwestycji.

### Budowa

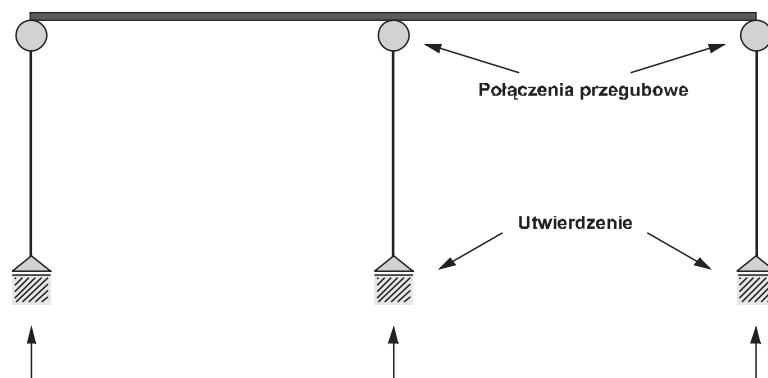
Konstrukcja betonowa stanowi szkielet nośny dla tego typu budowli. Ustroje ramowe konstrukcji są montowane na budowie z elementów wykonanych w zakładzie prefabrykacji. Pokrycia opierają się na tym szkielecie za pośrednictwem elementów pośrednich - płatwii. Dopelnieniem konstrukcji są elementy fasadowe stanowiące ściany osłonowe budowli.



### Sztywność budowli

Analiza stateczności i sztywności całości budowli pociąga za sobą przyjęcie pewnych wstępnych założeń dotyczących schematu statycznego konstrukcji i rozmieszczenia przerw dylatacyjnych. Najczęściej przyjmowana reguła statyki mająca na celu zwiększenie sztywności konstrukcji ze względu na działanie wiatru polega na utwierdzeniu słupów głównych w fundamentach. Dźwigary połączone są ze słupami poprzez więzy o swobodnej możliwości obrotu, a w podobny sposób rozwiązane są połączenia dźwigarów z płatwiami.

Połączenia w czołach dźwigarów powinny pozwalać jedynie na przekazywanie sił poziomych z jednego słupa na kolejny, co sprawia, że te będą pracowały na zasadzie wsporników.

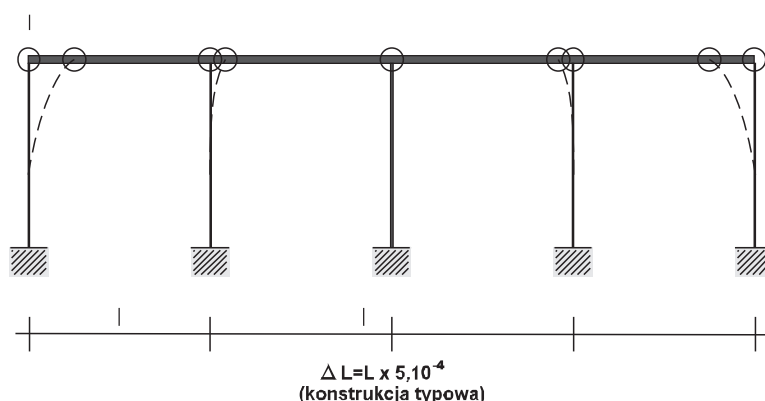


FUNDAMENTY ZDOLNE DO PRZEJĘCIA MOMENTU UTWIERDZENIA SŁUPÓW

## ZASADY OGÓLNE - BUDOWNICTWO PRZEMYSŁOWE

### Przerwy dylatacyjne

W ujęciu globalnym efekty pęcznienia, skurczu i różnic temperatury przekładają się na odkształcenia liniowe dźwigarów i płatwi (patrz schemat). Przy tym typie konstrukcji odległości pomiędzy przerwami dylatacyjnymi należy ustalać indywidualnie dla każdego przypadku. Dla przykładu, można wykonać przerwy dylatacyjne co 50m. Jeżeli jednak odległości pomiędzy przerwami dylatacyjnymi są niewielkie, wówczas nie ma potrzeby wzięcia dodatkowych obciążeń przekazywanych na słupy jako skutek tych odkształceń.

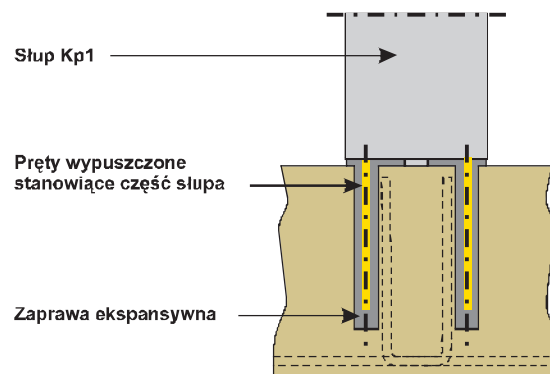
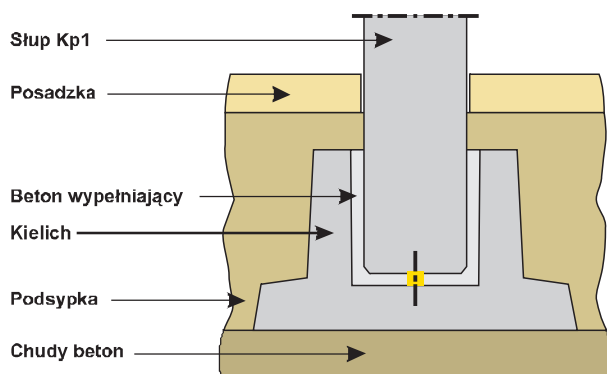


### Stateczność słupów

Słupy stanowią strukturę niezbędną dla przeniesienia obciążeń poziomych wywołanych warunkami klimatycznymi lub suwnicami (normy dotyczące obciążenia śniegiem i wiatrem). Należy zatem uwzględnić w konstrukcji elementy drugorzędne, które przekażą obciążenia zewnętrzne skupione na ścianach osłonowych na słupy główne. Służą do tego: słupki i rygle (stanowiące część ścian osłonowych), specjalne płatwie wiatrownice rozmieszczone na obrzeżach i dźwigary, które pozwalają na przekazanie reakcji od tych obciążeń na słupy główne.

### Połączenia słup fundament

Preferowane są dwa rozwiązania: poprzez zastosowanie stopy szklankowej żelbetowej (słup oparty na płycie łóżyskowej) lub poprzez montaż na pręty stałe (pręty stanowią część słupa) (patrz schemat). Należy zwrócić uwagę na to, że bardzo często, aby zapewnić oparcie dla podwalin niezbędne jest wykonanie dodatkowych podlewek betonowych stanowiących pośrednie podparcie dla tych elementów. Podwaliny te mogą spełniać szereg różnych ról: stanowić krawędź zewnętrzną dla posadzki betonowej, podparcie dla ścian osłonowych, wyrównanie poziomu.

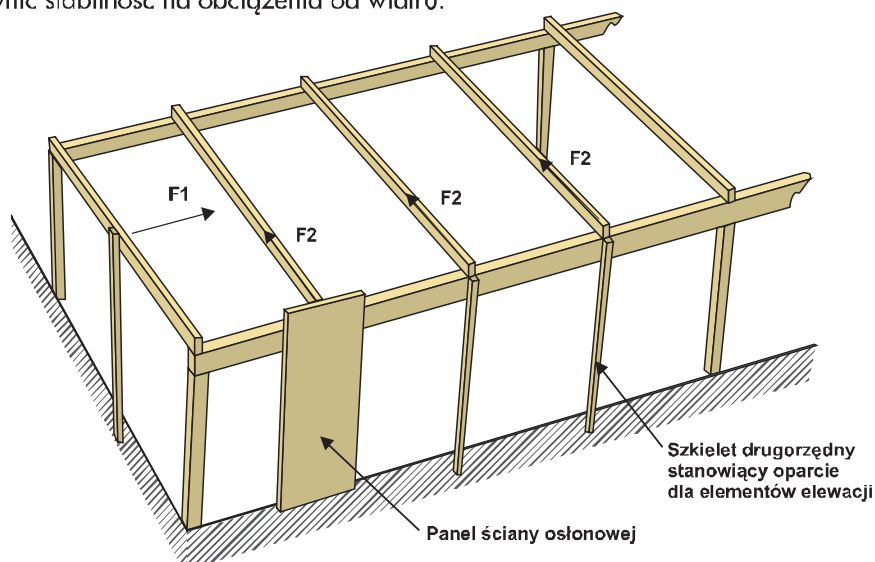




## ZASADY OGÓLNE - BUDOWNICTWO PRZEMYSŁOWE

### Sztywność pozioma w płaszczyźnie pokrycia

Zastosowanie lekkich elementów elewacji (innych niż pionowych ścian osłonowych wykonanych z betonu) wymaga szkieletu drugorzędного, który opiera się na głównym układzie ramowym konstrukcji. Układ szkieletowy w płaszczyźnie pokrycia musi być zdolny przekazać obciążenia w kierunku osi słupów głównych. Według reguły ogólnej sam w sobie musi być w stanie zapewnić stabilność na obciążenia od wiatru.



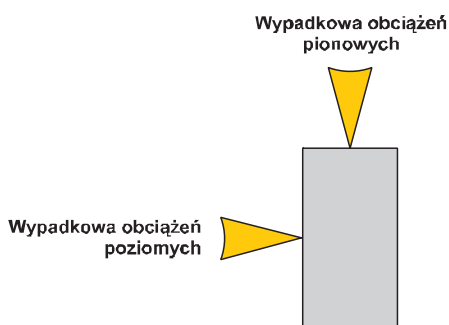
### Przypadki szczególne

Zastosowanie ściany osłonowej wykonanej z paneli betonu komórkowego lub murowanej pozwala na usztywnienie ustroju. Należy wziąć pod uwagę zasady konstrukcyjne w zakresie łączny pomiędzy płytami, jak i połączeń z elementami konstrukcji pokrycia.

Można również uwzględnić sztywność poziomą zapewnianą poprzez pokrycie z blachy stalowej.

### Płatwie usztywniające

W przypadku, gdy struktura pokrycia musi sama spełnić wymogi zapewnienia sztywności podłużnej, płatwie skrajne pracują w stanie zginania dwukierunkowego, które wywołują dwa rodzaje obciążeń (poziome i pionowe). Płatwie o tym przeznaczeniu wymiarowane są tak, aby zapewnić wystarczającą nośność na zginanie dwukierunkowe.



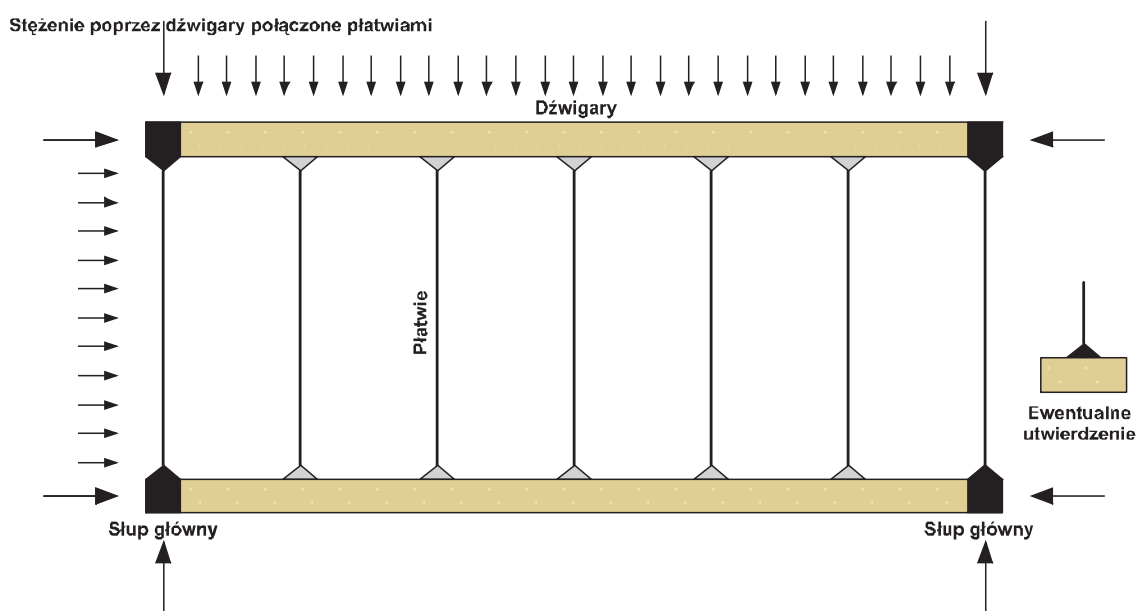
## ZASADY OGÓLNE - BUDOWNICTWO PRZEMYSŁOWE

### Dźwigary usztywniające

W zależności od wymiarów budynku i od wypadkowych obciążeń, należy wybrać jedno z dwóch najczęściej stosowanych rozwiązań przedstawionych poniżej.

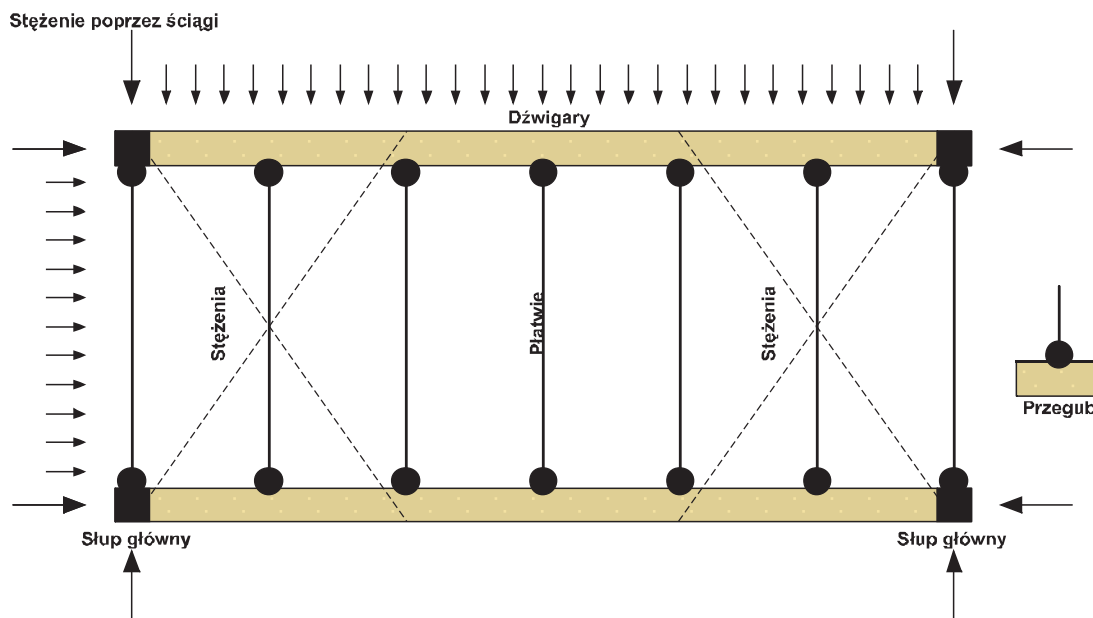
### Sztywność poprzeczna zapewniona przez dźwigary:

W tym przypadku połączenie płattwami prowadzi do tego, że wszystkie dźwigary przenoszą jednakowe odkształcenie poziome. Każdy z dźwigarów absorbuje część poziomego obciążenia zewnętrznego proporcjonalnie do swojej bezwładności poprzecznej. Musi ona zatem być dobrana dla przypadku zginania ze skręcaniem.



### Dźwigary nie zapewniają sztywności poprzecznej

W układ złożony z płattwii i dźwigarów montuje się stężenia metalowe które odgrywają rolę usztywniającą. Zwykle wystarczy zapewnienie takiego usztywnienia w przestrzeni jednego lub dwóch rozstawów płattwii.



## FUNDAMENTY

Jako warianty posadowienia istnieją dwa główne rozwiązania zalecane przez KP1: połączenie w kielichu fundamentowym i połączenie na pręty wyprowadzone. Wybór rozwiązania często zależy od praktyki wykonawcy robót.

### Szklanka fundamentowa

#### KONCEPCJA

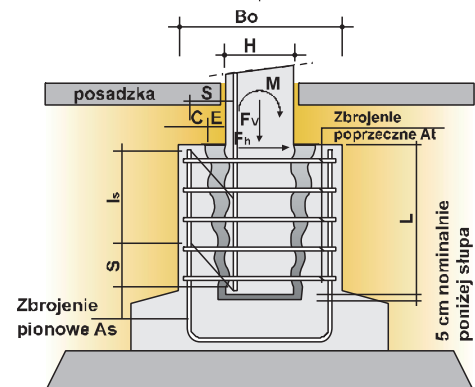
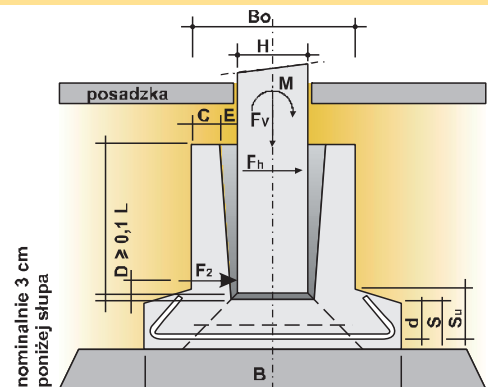
Przekazanie obciążeń ze słupa na stopę fundamentową jest realizowane za pośrednictwem strzemiń przekazujących siły tnące (szklanka o ściankach żebrowanych) lub poprzez docisk (szklanka o ściankach gładkich). W obu przypadkach należy zapewnić zespolenie łozyska z czoła fundamentu z czołem słupa.

#### WYKONAWSTWO

Zalecane jest pozostawienie 50 mm wolnej przestrzeni pomiędzy podstawą słupa a dolną częścią ścianek kielicha i zachowanie do 200 mm odstępu między szczytem ścianek kielichów, a słupem. Luz o maksymalnej wielkości 30 mm w spodzie pozwala na rektyfikację poziomu słupa i właściwe zakotwienie za pośrednictwem zaprawy ekspansywnej.

#### ZASADA KONSTRUOWANIA

Szklanka żelbetowa o ściankach gładkich. Minimalna głębokość:  $L \min 1,2H$ , zalecana  $1,5H$ . Minimalna grubość podstawy fundamentu  $S$  musi być zgodna z ogólnymi zasadami konstruowania według odpowiednich norm, zwykle wynosi ona 35 cm. Grubość  $C$  w czole trzona jest zalecana w wielkości co najmniej 15 cm.



### Fundament na pręty stałe

#### KONCEPCJA

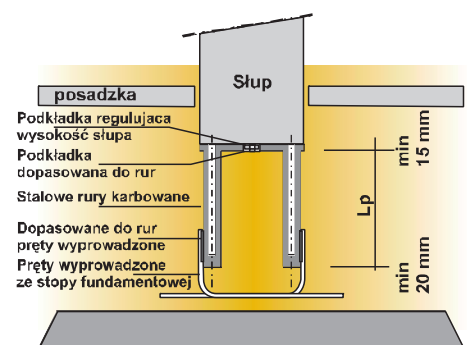
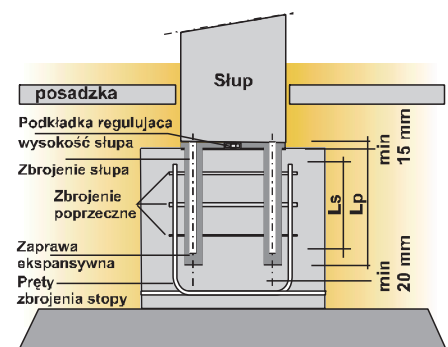
Przekazanie obciążeń ze słupa na stopę fundamentową jest realizowane za pośrednictwem zbrojenia podłużnego wystającego z podstawy słupa na długość  $L_a$  i zakotwionych w otworach przygotowanych do tego celu w fundamencie. Otwory te są zazwyczaj wykonywane poprzez wywiercenie w wylanej stopie, umieszczanie tulei metalowych przed wykonaniem stopy jest rzadziej spotykane.

#### WYKONAWSTWO

Wolna przestrzeń pomiędzy podstawą słupa i fundamentem wynosi 15 do 20 mm i pozwala na rektyfikację. Szparę rektyfikacyjną i pozostałą przestrzeń otworów wypełnia się zaprawą ekspansywną. Słup jest ustawiany na swojej pozycji i podpierany przez podpory montażowe.

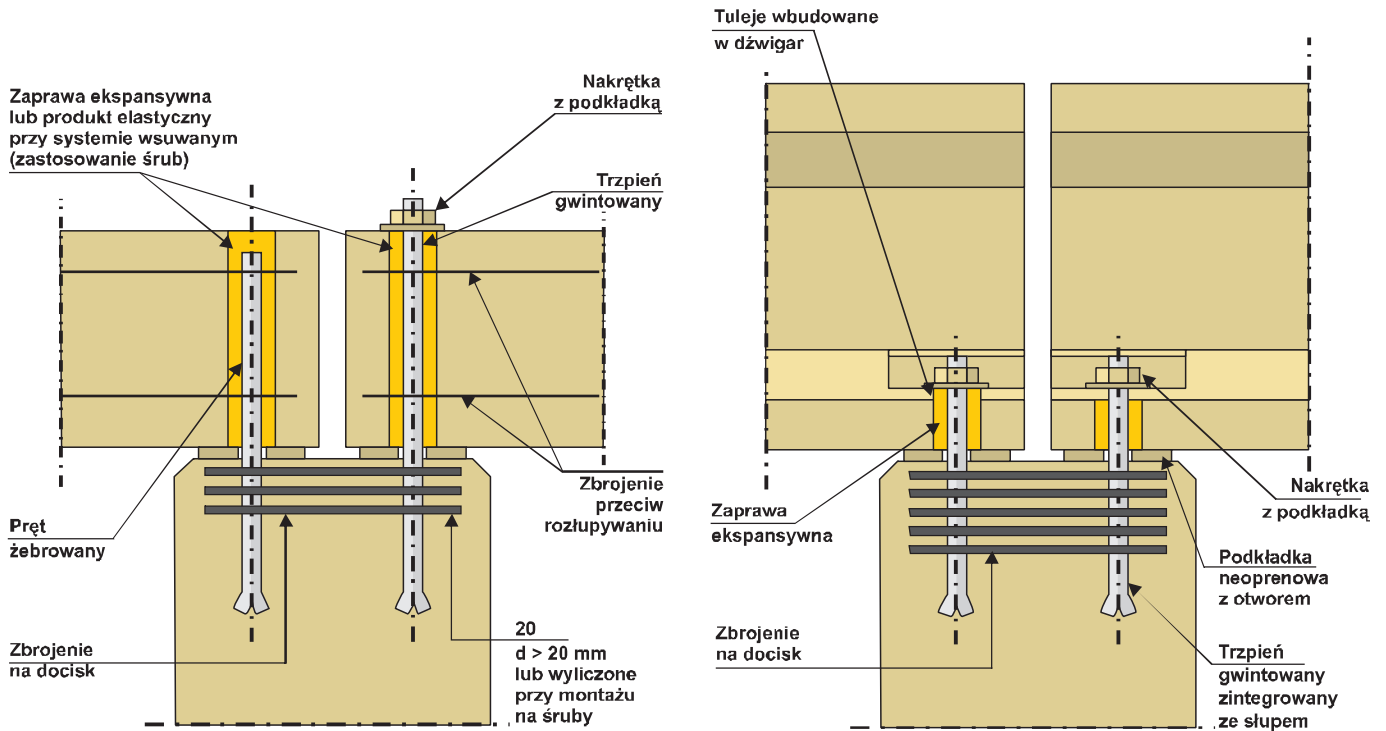
#### ZASADA KONSTRUOWANIA

Długość zakotwienia zbrojenia w fundamencie określa norma. To zbrojenie łączy się na zakład ze zbrojeniem fundamentu. Na styku produktu kotwiącego/betonu fundamentu lub tulei metalowej naprężenie przyczepności jest wyznaczane na podstawie danych producenta produktu wypełniającego zakotwienie.



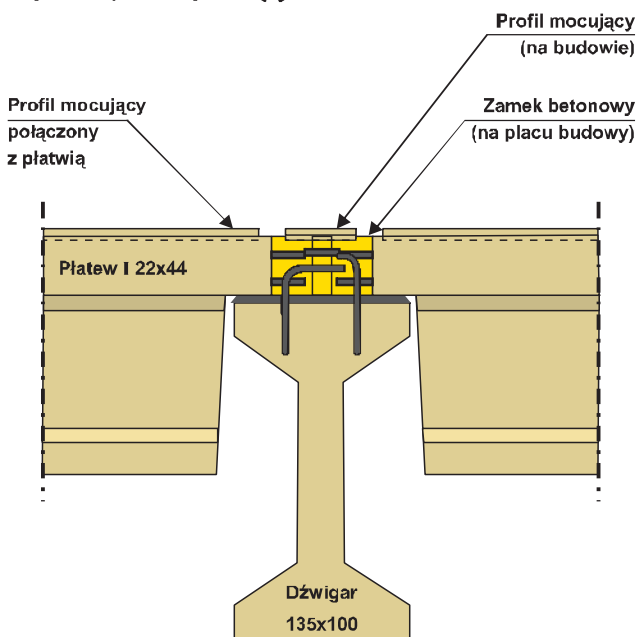
## ZALECENIA KONSTRUKCYJNE

### Dźwigary na słupach

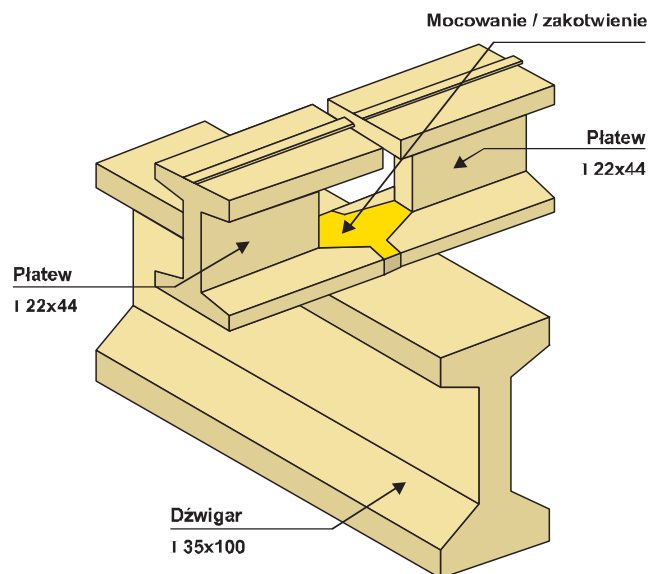


### Płatwie na słupach

#### Oparcie płatwi podciętych



#### Oparcie bezpośrednie





## ZALECENIA KONSTRUKCYJNE

### Przerwy dylatacyjne

Odształcenia gotowych elementów, które wynikają z procesów takich jak skurcz, pęcznienie betonu i różnice temperatury sprawiają, że budowle dużej długości należy dzielić na mniejsze sekcje poprzez zastosowanie przerw dylatacyjnych. Odległość pomiędzy przerwami dylatacyjnymi waha się zwykle w granicach 40 do 80 metrów, przy czym ta ostatnia wartość nie stanowi ostatecznej granicy. Można wykonywać budowle o większych długościach przy spełnieniu warunku, że zostaną wykonane obliczenia stateczności i przewidywanych odształceń.

