

## **Plan rozwoju: Belki drugorzędne w komercyjnych i mieszkaniowych budynkach wielokondygnacyjnych**

*Przedstawiono zarys podstawowych rozważań dotyczących ekonomicznego projektowania belek drugorzędnych w budynkach wielokondygnacyjnych. Podano informacje potrzebne do projektu wstępnego.*

### **Spis treści**

1. Rodzaje konstrukcji	2
2. Korzyści stosowania belek drugorzędnych o dużych rozpiętościach	4
3. Aspekty projektowe	4

## 1. Rodzaje konstrukcji

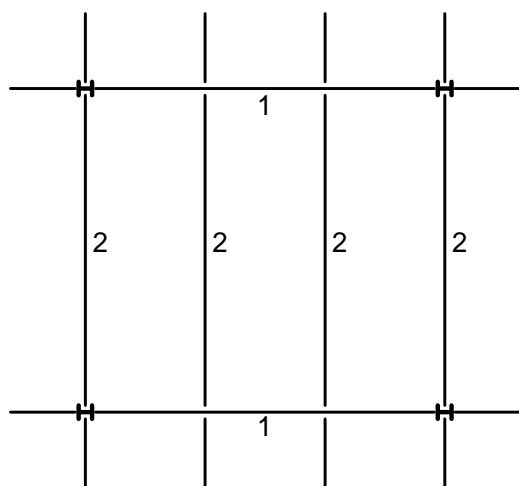
Ruszt belek stropowych zawiera belki drugorzędne, które bezpośrednio popierają płytę stropową, jak to pokazano na Rys. 1.1 i belki główne, z którymi połączone są belki drugorzędne. Zarówno belki drugorzędne i główne mogą być zaprojektowane jako zespolone z płytą. Rozstaw belek drugorzędnych jest zależny od rozpiętości płyty i w konstrukcjach zespolonych rozstaw ten wynosi od 2,5 m do 3,6. Dla kwadratowych siatek słupów, belki drugorzędne są mniej obciążone niż belki główne i dlatego będą lżejsze lub niższe.

Dla prostokątnych siatek słupów, można wyróżnić dwie konfiguracje belek stropowych:

- Belki główne podpierają belki drugorzędne o mniejszej rozpiętości – patrz Rys. 1.2.
- Belki drugorzędne o dużej rozpiętości są łączone bezpośrednio ze słupami, lub opierają się na belkach głównych o mniejszej rozpiętości – patrz Rys. 1.3.

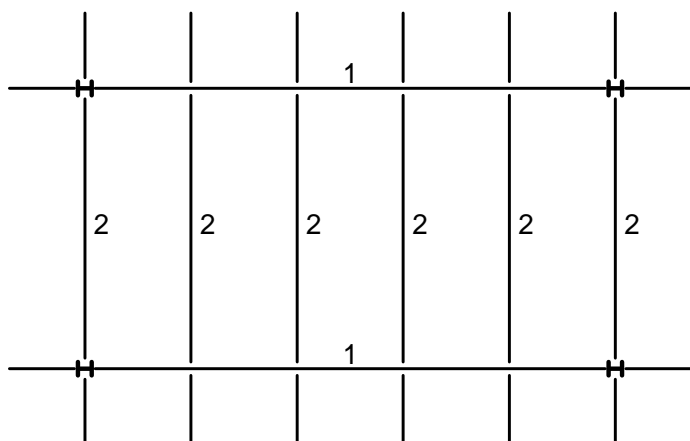
W pierwszym przypadku, belki drugorzędne mają mniejszą wysokość niż belki główne, podczas gdy w drugim przypadku, można tak zaprojektować aby wysokości belek były w przybliżeniu równe. Wybór konfiguracji jest często określony przez strategię integracji konstrukcji i instalacji. Gdy nie występują żadne takie ograniczenia, to drugie rozwiązanie jest zwykle bardziej ekonomiczne.

Belki drugorzędne o dużej rozpiętości mogą być wyprodukowane z wielorakimi regularnymi otworami, dlatego nazywają się 'belkami ażurowymi' (patrz Rys. 1.4). Te belki są wykonane przez przecięcie (wzdłuż środka, kołowy kształt fali) i ponownie spawanie dwuteowników typu I albo H. Belki te są podobne w formie do innego rodzaju belek ażurowych, które mają sześciokątne otwory. Belki ażurowe mają często asymetryczny przekrój poprzeczny przez ponowne spawanie różnych wielkości belek, co w przypadku belek zespolonych prowadzi do optymalnych wyników.



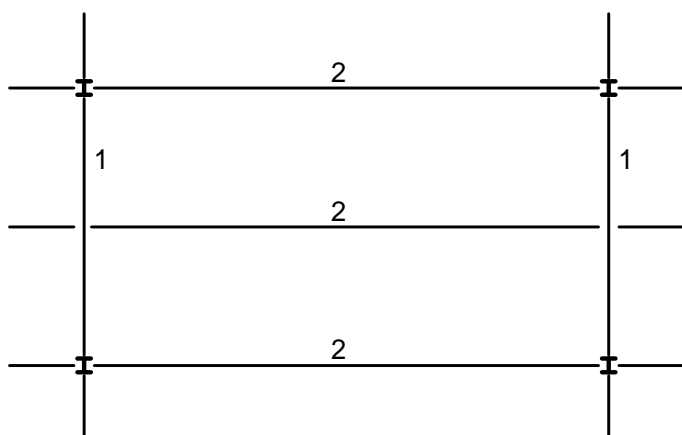
Oznaczenia:  
1 = Belki główne  
2 = Belki drugorzędne

**Rys. 1.1** Belki główne i drugorzędne w kwadratowej siatce konstrukcji



Oznaczenia:  
 1 = Belki główne  
 2 = Belki drugorzędne

**Rys. 1.2 Rozmieszczenie belek w prostokątnej siatce konstrukcji; belki drugorzędne mają mniejszą rozpiętość**



Oznaczenia:  
 1 = Belki główne  
 2 = Belki drugorzędne

**Rys. 1.3 Prostokątna siatka konstrukcji; belki drugorzędne mają większą rozpiętość**



*Rys. 1.4 Belki ażurowe o dużej rozpiętości*

## 2. Korzyści stosowania belek drugorzędnych o dużych rozpiętościach

Korzyści stosowania belek drugorzędnych o dużych rozpiętościach są następujące:

- Efektywne projektowanie wszystkich belek stropowych
  - stosunek rozpiętość / wysokość przy belkach zespolonych wynosi od 20 do 25
- Można zastosować integrację instalacji
  - Regularne otwory w belkach ażurowych mają do 70% wysokości belek. Można zastosować dodatkowe otwory wydłużone.
- Odporność pożarowa
  - Powłoki pęczniące lub inne tradycyjne środki ochrony przeciwpożarowej

## 3. Aspekty projektowe

Projekt konstrukcyjny belek drugorzędnych zależy od rusztu stropu i możliwości integracji instalacji. Poniżej przedstawione są dwa ogólne przypadki: stalowe belki walcowane (przekroje typu IPE/HE albo UB/UC albo HE), w Tablica 3.1, Tablica 3.2 i Tablica 3.3, oraz belki ażurowe o przekroju niesymetrycznym w Tablica 3.4. We wszystkich przypadkach belki są zespolone z zespoloną płytą i są zaprojektowane zgodnie z 1994-1-1 EN. W tablicach są przedstawione różne rozmiary belek.

Wspólnymi danymi w tych tablicach są: typowe obciążenie użytkowe występujące w biurach i ciężar własny określony przez grubość i rozpiętość płyty, oraz rozmiar belki. Ugięcia graniczne są zaczerpnięte z 1993-1-1 EN. Na belki drugorzędne często stosuje się stal S235 lub S275, przy czym projektowanie belek jest ograniczone przez ugięcie. Jednak na belki ażurowe często stosuje się stal S355, przy czym w ich projektowaniu często decydują siły ścinające w środku.

**Tablica 3.1 Rozmiary zespolonych belek drugorzędnych z kształtowników IPE/HE (stal S235)**

Belki stalowe walcowane	Maksymalna rozpiętość belki				
	6 m	7,5 m	9 m	10,5 m	12 m
Minimalny ciężar	IPE 270A	IPE 300	IPE 360	IPE 400	IPE 500
Minimalna wysokość	HE 220A	HE 240A	HE 280A	HE 320A	HE340B

Wszystkie dane dla grubości płyty 130 mm, i rozstawu belek 3 m, oraz obciążenia użytkowego 3 kN/m<sup>2</sup> plus 1 kN/m<sup>2</sup> na ścianki działowe itp.

**Tablica 3.2 Rozmiary zespolonych belek drugorzędnych z kształtowników UB/UC (stal S235)**

Belki stalowe walcowane	Maksymalna rozpiętość belki				
	6 m	7,5 m	9 m	10,5 m	12 m
Minimalny ciężar	254 x 146 x 31 kg/m	305 x 127 x 42 kg/m	356 x 171 x 51 kg/m	406 x 178 x 60 kg/m	457 x 191 x 74 kg/m
Minimalna wysokość	203 x 203 x 46 kg/m	203 x 203 x 71 kg/m	254 x 254 x 89 kg/m	305 x 305 x 97 kg/m	305 x 305 x 158 kg/m

Wszystkie dane dla grubości płyty 130 mm, i rozstawu belek 3 m, oraz obciążenia użytkowego 3 kN/m<sup>2</sup> plus 1 kN/m<sup>2</sup> na ścianki działowe itp.

**Tablica 3.3 Maksymalne rozpiętości belek zespolonych dla typowych, występujących w biurach obciążeń**

IPE	Rozpiętość (m)	HEA	Rozpiętość (m)	HEB	Rozpiętość (m)
200	5,0	200	5,8	200	6,7
220	5,6	220	6,5	220	7,7
240	6,2	240	7,3	240	8,6
-	-	260	8,0	260	9,3
270	7,0	280	8,7	280	9,9
300	7,9	300	9,6	300	10,9
330	8,4	320	10,3	320	11,6
-	-	340	11,3	340	12,3
360	9,4	360	11,9	360	12,9
400	10,4	400	13,1	400	13,8
450	12,2	450	14,2	450	14,7
500	13,6	500	15,1	500	15,6
550	14,7	550	15,9	550	16,4
600	15,7	600	16,6	600	17,1

Obciążenie użytkowe 3 kN/m<sup>2</sup> plus 1 kN/m<sup>2</sup> na ścianki działowe itp.

Grubość płyty = 130 mm, rozstaw belek = 3 m

**Tablica 3.4** Rozmiary drugorzędnych zespolonych belek ażurowych (kształtowniki IPE/HE ze stali S355)

Belka ażurowa	Maksymalna rozpiętość belki (m)				
	12	13,5	15	16,5	18
Średnica otworu (mm)	300	350	400	450	500
Wysokość belki (mm)	460	525	570	630	675
Część górna belki	IPE 360	IPE 400	IPE 400	IPE 450	IPE 500
Część dolna belki	HE 260A	HE 300A	HE 340B	HE 360B	HE 400M

Obciążenie użytkowe 3 kN/m<sup>2</sup> plus 1 kN/m<sup>2</sup> na ścianki działowe itp.

Grubość płyty = 130 mm, rozstaw belek = 3 m

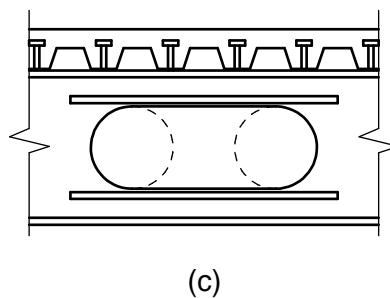
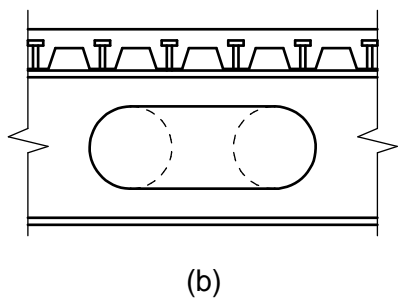
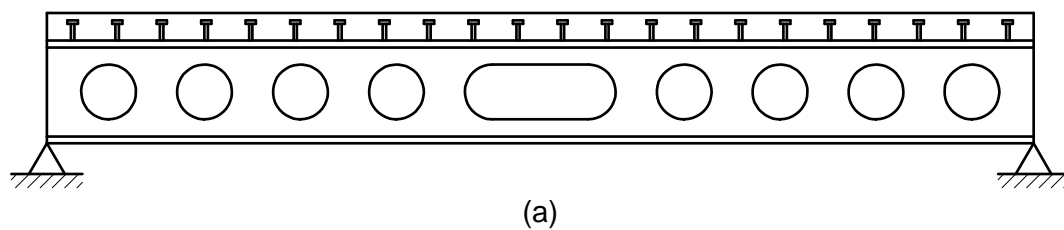
**Tablica 3.5** Rozmiary drugorzędnych zespolonych belek ażurowych (kształtowniki UC ze stali S355)

Belka ażurowa	Maksymalna rozpiętość belki (m)				
	12	13,5	15	16,5	18
Średnica otworu (mm)	300	350	400	450	450
Wysokość belki (mm)	415	490	540	605	625
Część górna belki	305 UC 54	356 UC 67	406 UC 67	457 UC 67	457 UC 82
Część dolna belki	254 UC 89	305 UC 54	305 UC 137	356 UC 153	356 UC 287

Obciążenie użytkowe 3 kN/m<sup>2</sup> plus 1 kN/m<sup>2</sup> na ścianki działowe itp.

Grubość płyty = 130 mm, rozstaw belek = 3 m

Wydłużone otwory mogą być tworzone w belkach ażurowych poprzez wycinanie środka pomiędzy otworami. Najlepszą lokalizacją dla otworów wydłużonych jest strefa blisko środka rozpiętości belki, jak to pokazano na Rys. 3.1.



Oznaczenia:

- (a) Belki ażurowe z otworami wydłużonymi
- (b) Otwór wydłużony (w środku rozpiętości)
- (c) Otwór usztywniony

**Rys. 3.1 Schemat belki ażurowej o dużej rozpiętości z otworem wydłużonym**

## Protokół jakości

<b>TYTUŁ ZASOBU</b>	Plan rozwoju: Belki drugorzędne w komercyjnych i mieszkaniowych budynkach wielokondygnacyjnych		
<b>Odniesienie</b>			
<b>DOKUMENT ORYGINALNY</b>			
	<b>Imię i nazwisko</b>	<b>Instytucja</b>	<b>Data</b>
<b>Stworzony przez</b>	R.M. Lawson	SCI	Jan 05
<b>Zawartość techniczna sprawdzona przez</b>	G.W. Owens	SCI	May 05
<b>Zawartość redakcyjna sprawdzona przez</b>	D.C. Iles	SCI	May 05
<b>Zawartość techniczna zaaprobowana przez:</b>			
<b>1. WIELKA BRYTANIA</b>	G.W. Owens	SCI	26/5/05
<b>2. Francja</b>	A. Bureau	CTICM	26/5/05
<b>3. Szwecja</b>	A. Olsson	SBI	26/5/05
<b>4. Niemcy</b>	C. Mueller	RWTH	11/5/05
<b>5. Hiszpania</b>	J. Chica	Labein	20/5/05
<b>6. Luksemburg</b>	M. Haller	PARE	26/5/05
<b>Zasób zatwierdzony przez Koordynatora Technicznego</b>	G.W. Owens	SCI	09/5/06
<b>TŁUMACZENIE DOKUMENTU</b>			
<b>Tłumaczenie wykonał i sprawdził:</b>		Z. Kiełbasa, PRz	
<b>Tłumaczenie zatwierdzone przez:</b>			



## Informacje ramowe

<b>Tytuł*</b>	<b>Plan rozwoju: Belki drugorzędne w komercyjnych i mieszkaniowych budynkach wielokondygnacyjnych</b>	
<b>Seria</b>		
<b>Opis*</b>	Przedstawiono zarys głównych rozważań dotyczących ekonomicznego projektowania belek drugorzędnych w budynkach wielokondygnacyjnych. Podano informacje potrzebne do projektu wstępnego.	
<b>Poziom dostępu*</b>	Umiejętności specjalistyczne	Praktyka
<b>Identyfikator*</b>	Nazwa pliku	D:\ZBIGNIEW KIELBASA\TŁUMACZENIE ACCES STEEL\CZĘŚĆ 2\012\SS012a-PL-EU.doc
<b>Format</b>		Microsoft Office Word; 9 Pages; 323kb;
<b>Kategoria*</b>	Typ zasobu	Plan rozwoju
	Punkt widzenia	Architekt, Inżynier
<b>Temat*</b>	Obszar stosowania	Budynki wielokondygnacyjne;
<b>Daty</b>	Data utworzenia	27/05/2005
	Data ostatniej modyfikacji	27/05/2005
	Data sprawdzenia	15/05/2005
	Ważny od Ważny do	01/06/2005
<b>Język(i)*</b>		Polski
<b>Kontakt</b>	Autor	Mark Lawson, Steel Construction Institute
	Sprawdził	Graham Owens, Steel Construction Institute
	Zatwierdził	Graham Owens, Steel Construction Institute
	Redaktor Ostatnia modyfikacja	David Iles, Steel Construction Institute Graham Owens, Steel Construction Institute
<b>Słowa kluczowe*</b>	Budynki komercyjne, Projektowanie architektoniczne, Projektowanie koncepcyjne, Projekt wstępny, dwuteowe przekroje I i H, Belki z otworami w środkach	
<b>Zobacz też</b>	Odniesienie do Eurokodu	
	Przykład(y) obliczeniowy	
	Komentarz	
	Dyskusja	
	<i>Inne</i>	
<b>Sprawozdanie</b>	Przydatność krajowa	Europe
<b>Instrukcje szczególne</b>		