

OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE BELKI STALOWEJ

Użytkownik: Biuro Inżynierskie SPECBUD

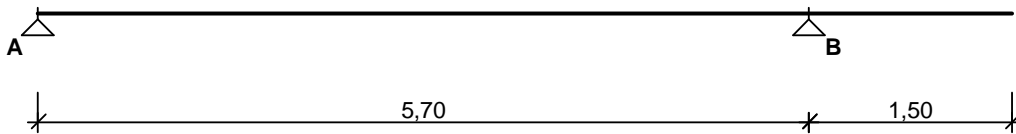
©1997-2010 SPECBUD Gliwice

Autor obliczeń: mgr inż. Jan Kowalski

Tytuł obliczeń: **Belka stalowa ze wspornikiem**

Przykład 1 - Obliczenia przykładowe BS

SCHEMAT BELKI



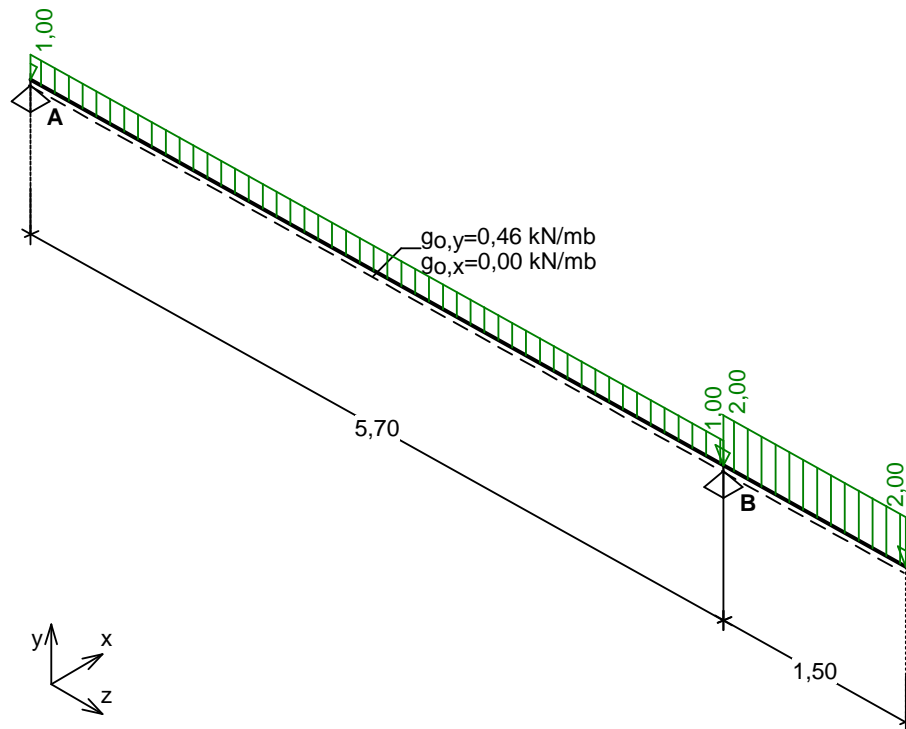
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$
- udział ciężaru własnego na kierunkach wg współczynników:
 - składowa pionowa = 100,0%, składowa pozioma = 0,0%

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: Obc.stałe** ($\gamma_f = 1,18$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):

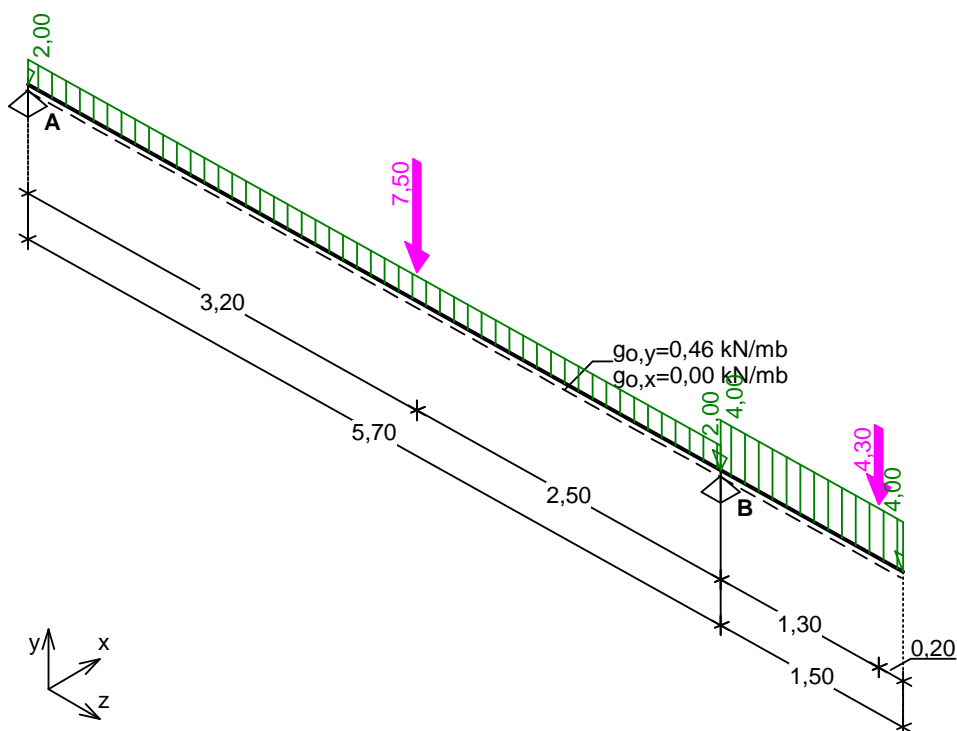


Tablica obciążeń obliczeniowych (dodatkowo ciężar belki $g_{0,y} = 0,46 \text{ kN/m}$, $g_{0,x} = 0,00 \text{ kN/m}$)

Przekrój	z [m]	$q_{y,l}$ [kN/m]	$q_{y,p}$ [kN/m]	F_y [kN]	M_y [kN]	$q_{x,l}$ [kN/m]	$q_{x,p}$ [kN/m]	F_x [kN]	M_x [kN]
A.	0,00	--	1,00	0,00	0,00	--	0,00	0,00	0,00
B.	5,70	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.	7,20	2,00	--	0,00	0,00	0,00	--	0,00	0,00

Przypadek **P2: Obc.zmienne** ($\gamma_f = 1,35$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):

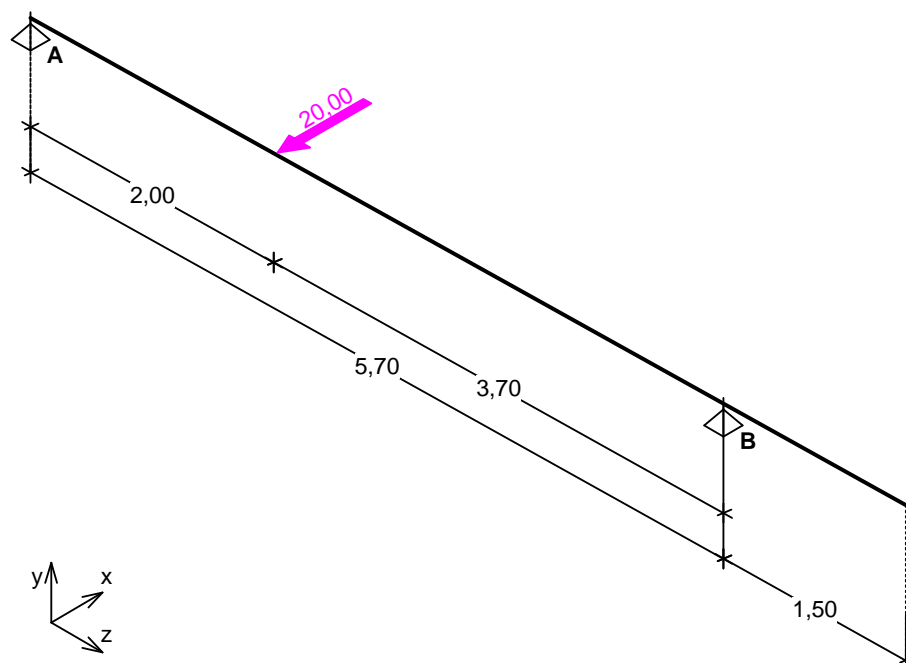


Tablica obciążeń obliczeniowych (dodatkowo ciężar belki $g_{o,y} = 0,46$ kN/m, $g_{o,x} = 0,00$ kN/m)

Przekrój	z [m]	$q_{y,l}$ [kN/m]	$q_{y,p}$ [kN/m]	F_y [kN]	M_y [kN]	$q_{x,l}$ [kN/m]	$q_{x,p}$ [kN/m]	F_x [kN]	M_x [kN]
A.	0,00	--	2,00	0,00	0,00	--	0,00	0,00	0,00
1.	3,20	2,00	2,00	7,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B.	5,70	2,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.	7,00	4,00	4,00	4,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3.	7,20	4,00	--	0,00	0,00	0,00	--	0,00	0,00

Przypadek **P3: Obc.wyjątkowe** ($\gamma_f = 1,0$)

Schemat statyczny:



Tablica obciążeń obliczeniowych

Przekrój	z [m]	$q_{y,l}$ [kN/m]	$q_{y,p}$ [kN/m]	F_y [kN]	M_y [kN]	$q_{x,l}$ [kN/m]	$q_{x,p}$ [kN/m]	F_x [kN]	M_x [kN]
A.	0,00	--	0,00	0,00	0,00	--	0,00	0,00	0,00
1.	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00
B.	5,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.	7,20	0,00	--	0,00	0,00	0,00	--	0,00	0,00

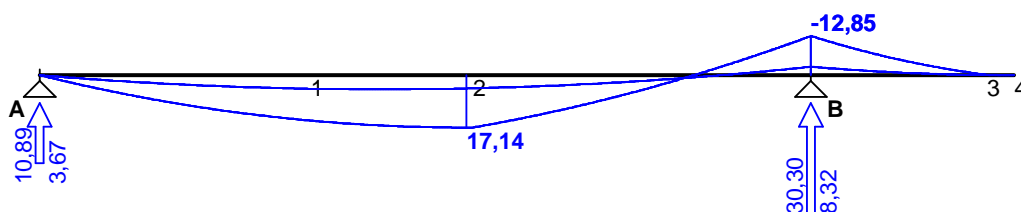
Tablica opisu kombinacji automatycznych:

	nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1:	Obc.stałe	1,0·P1
K2:	Obc.stałe+Obc.zmienne	1,0·P1+1,0·P2
K3:	Obc.stałe+0,80·Obc.zmienne+Obc.wyjatkowe	1,0·P1+0,80·P2+1,0·P3

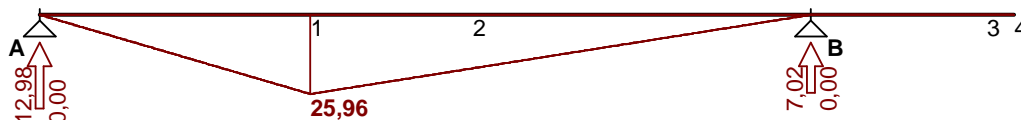
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych

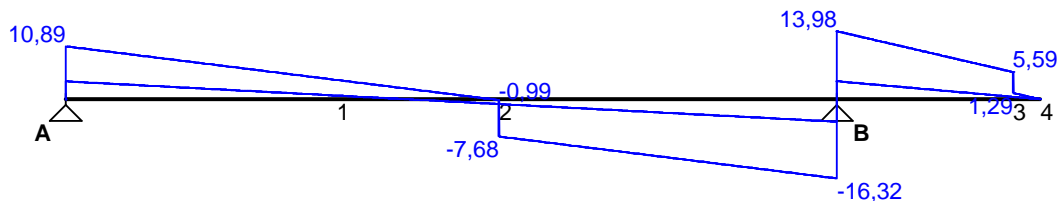
Momenty zginające M_x [kNm]



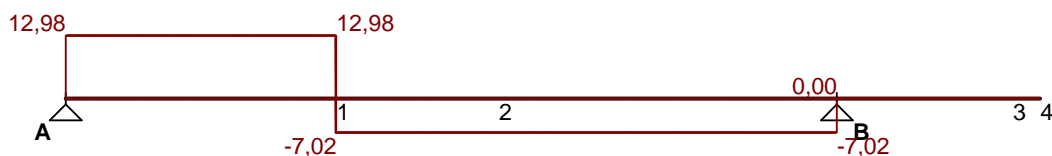
Momenty zginające M_y [kNm]



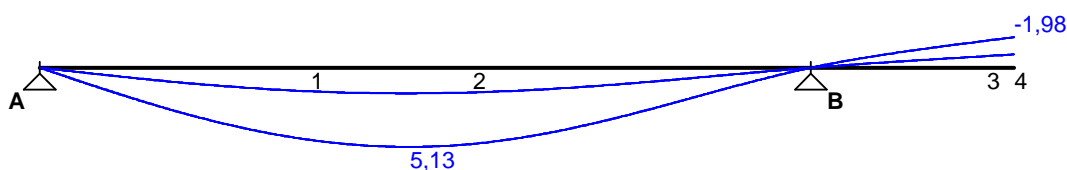
Siły poprzeczne V_y [kNm]



Siły poprzeczne V_x [kNm]



Ugięcia $f_{k,y}$ [mm]



Ugięcia $f_{k,x}$ [mm]



Tablica wyników obliczeń statycznych dla obciążeń pionowych - obwiednia:

Przekrój	z [m]	$M_{x,max}$ [kNm]	$M_{x,min}$ [kNm]	$V_{y,max}$ [kN]	$V_{y,min}$ [kN]	$f_{k,y,max}$ [mm]	$f_{k,y,min}$ [mm]	uwagi
Przęsło A - B ($l_0 = 5,70$ m)								
A.	0,00	0,00	0,00	10,89	3,67	--	--	
1.	2,00	14,86	4,42	3,97	0,75	4,68	1,53	
	2,74	16,85	4,58	1,43	-0,32	5,13	1,66	max $f_{k,y}$
	3,15	17,14	4,32	-0,01	-0,93	4,97	1,61	max M_x
2. (L)	3,20	17,14	4,27	-0,18	-0,99	4,93	1,60	
2. (P)	3,20	17,14	4,27	-0,99	-7,68			
B.	5,70	-2,76	-12,85	-4,64	-16,32	--	--	min M_x
Prawy wspornik ($l_0 = 1,50$ m)								
B.	5,70	-2,76	-12,85	13,98	3,68	--	--	min M_x
3. (L)	7,00	-0,05	-0,13	5,59	0,49	-0,75	-1,75	
3. (P)	7,00	-0,05	-0,13	1,29	0,49			
4.	7,20	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,86	-1,98	min $f_{k,y}$
Reakcje podporowe: $R_{A,y} = 10,89/3,67$ kN $R_{B,y} = 30,30/8,32$ kN								

Tablica wyników obliczeń statycznych dla obciążeń poziomych - obwiednia:

Przekrój	z [m]	$M_{y,max}$ [kNm]	$M_{y,min}$ [kNm]	$V_{x,max}$ [kN]	$V_{x,min}$ [kN]	$f_{k,x,max}$ [mm]	$f_{k,x,min}$ [mm]	uwagi
Przęsło A - B ($l_0 = 5,70$ m)								
A.	0,00	0,00	0,00	12,98	0,00	--	--	
1. (L)	2,00	25,96	0,00	12,98	0,00	0,00	0,00	max M_y
1. (P)	2,00	25,96	0,00	0,00	-7,02			
2.	3,20	17,54	0,00	0,00	-7,02	0,00	0,00	
B.	5,70	0,00	0,00	0,00	-7,02	--	--	
Prawy wspornik ($l_0 = 1,50$ m)								
B.	5,70	0,00	0,00	0,00	0,00	--	--	
3.	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,75	
4.	7,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,86	
Reakcje podporowe: $R_{A,x} = 12,98/0,00$ kN $R_{B,x} = 7,02/0,00$ kN								

ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Belka zginana dwukierunkowo

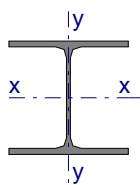
Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;

- ciągłe stężenie pasa górnego, pas dolny swobodny;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **HE 200 A**

$$A_{vy} = 12,3 \text{ cm}^2, A_{vx} = 40,0 \text{ cm}^2, m = 42,3 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 3690 \text{ cm}^4, J_y = 1340 \text{ cm}^4, J_{\omega} = 108000 \text{ cm}^6, J_T = 21,1 \text{ cm}^4, W_x = 389 \text{ cm}^3, W_y = 134 \text{ cm}^3,$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: dla $M_x \rightarrow$ klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,053$) $M_{Rx} = 88,04 \text{ kNm}$

dla $M_y \rightarrow$ klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,250$) $M_{Ry} = 36,01 \text{ kNm}$

- ścinanie: dla $V_y \rightarrow$ klasa przekroju 1 $V_{Ry} = 154,00 \text{ kN}$

dla $V_x \rightarrow$ klasa przekroju 1 $V_{Rx} = 498,80 \text{ kN}$

Belka

Nośność na zginanie

Przekrój z = 2,00 m (**K3**: 1,0·P1+0,80·P2+1,0·P3)

Współczynnik zwirzenia $\phi_L = 1,000$

Momenty maksymalne $M_{x,max} = 12,77 \text{ kNm}$, $M_{y,max} = 25,96 \text{ kNm}$

$$(54) \quad M_{x,max} / (\phi_L \cdot M_{Rx}) + M_{y,max} / M_{Ry} = 0,145 + 0,721 = 0,866 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój z = 5,70 m (**K2**: 1,0·P1+1,0·P2)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{y,max} = -16,32 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{y,max} / V_{Ry} = 0,106 < 1$$

Przekrój z = 0,00 m (**K3**: 1,0·P1+0,80·P2+1,0·P3)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{x,max} = 12,98 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{x,max} / V_{Rx} = 0,026 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

Przekrój z = 5,70 m (**K2**: 1,0·P1+1,0·P2)

$V_{y,max} = (-)16,32 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_{Ry} = 92,40 \text{ kN} \rightarrow$ warunek niemiernodajny

Przekrój z = 0,00 m (**K3**: 1,0·P1+0,80·P2+1,0·P3)

$V_{x,max} = 12,98 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_{Rx} = 149,64 \text{ kN} \rightarrow$ warunek niemiernodajny

Stan graniczny użytkowania

Przekrój z = 2,74 m (**K2**: 1,0·P1+1,0·P2)

Ugięcia maksymalne $f_{k,y,max} = 5,13 \text{ mm}$, $f_{k,x,max} = 0,00 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 250 = 22,80 \text{ mm}$

$$f_{k,max} = (f_{k,y,max}^2 + f_{k,x,max}^2)^{0,5} = 5,13 \text{ mm} < f_{gr} = 22,80 \text{ mm} \quad (22,5\%)$$