

# Obliczenia statyczne nowych elementów konstrukcyjnych w budynku

szkoły w Drohiczynie

Poz. 10 Konstrukcja przy otworach wentylacyjnych

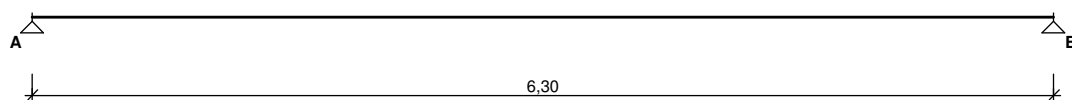
Poz. 10,1 Konstrukcja K-1

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	gres	0,40	1,20	--	0,48
2.	szlichta 0,06x22,00	1,32	1,30	--	1,72
3.	izolacja	0,05	1,20	--	0,06
4.	tynk 0,015x19,00	0,28	1,30	--	0,36
5.	technologiczne	3,00	1,30	--	3,90
6.	płyta kanałowa	3,32	1,10	--	3,65
$\Sigma$ :		<b>8,37</b>	1,22	--	<b>10,17</b>

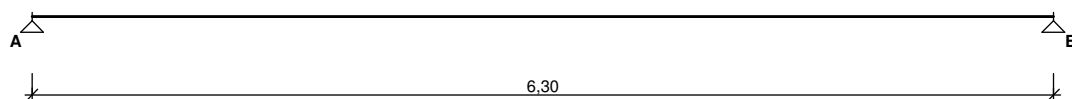
na mb belki  $l=6,30\text{m}$

$g_o=10,17 \times 0,80 \times 0,50=4,10\text{kN/mb}$

## SCHEMAT BELKI



## SCHEMAT BELKI



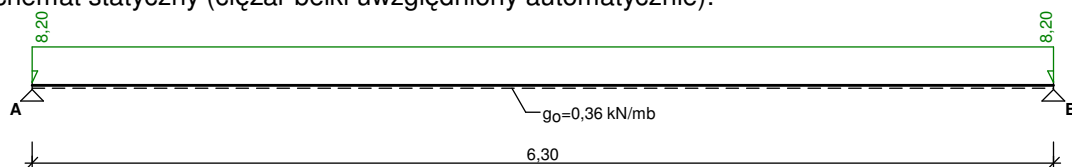
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki  $\gamma_f = 1,10$

## OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ( $\gamma_f = 1,15$ )

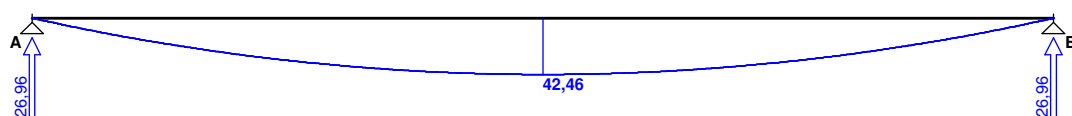
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



## WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

Momenty zginające [kNm]:



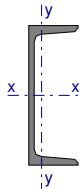
## ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- ciągle stężenie pasa górnego, pas dolny swobodny;

## WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **C 240 ALTERNATYWNIE I240PE**

$$A_v = 22,8 \text{ cm}^2, \quad m = 33,2 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 3600 \text{ cm}^4, \quad J_y = 248 \text{ cm}^4, \quad J_\omega = 22700 \text{ cm}^6, \quad J_T = 20,8 \text{ cm}^4, \quad W_x = 300 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1  $M_R = 48,38 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1  $V_R = 284,32 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój  $z = 3,15 \text{ m}$

Współczynnik zwichrzenia  $\phi_L = 1,000$

Moment maksymalny  $M_{\max} = 42,46 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\phi_L \cdot M_R) = 0,878 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój  $z = 0,00 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna  $V_{\max} = 26,96 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,095 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 26,96 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 85,29 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiernodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój  $z = 3,15 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne  $f_{k,\max} = 20,72 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne  $f_{gr} = l_o / 250 = 25,20 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 20,72 \text{ mm} < f_{gr} = 25,20 \text{ mm} \quad (82,2\%)$$

Poz.1 Daszek nad rampą

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	poliwęglan	0,15	1,20	--	0,18
2.	śnieg/ 2,5+0,80/x0,50x1,60	2,64	1,50	--	3,96
$\Sigma$ :		<b>2,79</b>	1,48	--	<b>4,14</b>

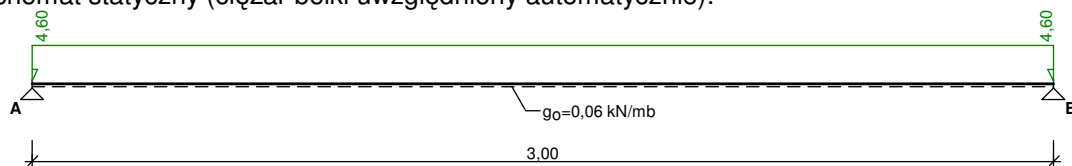
rostaw krokwi  $a=1,10\text{m}$

$$g_o=4,14 \times 1,10=4,60 \text{ kN/m}$$

## OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ( $\gamma_f = 1,15$ , klasa trwania - stałe)

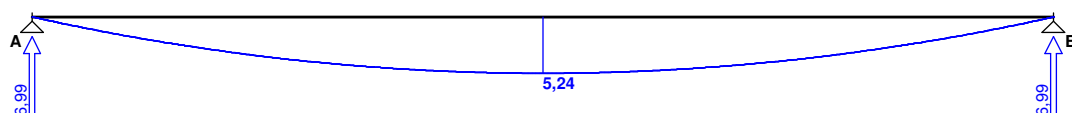
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



## WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

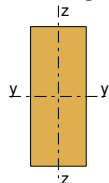
Przypadek **P1**: Przypadek 1

Momenty zginające [kNm]:



## WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

### WYMIAROWANIE WG PN-B-03150:2000



Przekrój prostokątny **8 / 20 cm**

$$W_y = 533 \text{ cm}^3, J_y = 5333 \text{ cm}^4, m = 5,60 \text{ kg/m}$$

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

$$\rightarrow f_{m,k} = 24 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}, f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}, \rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

#### Zginanie

Przekrój  $x = 1,50 \text{ m}$

Moment maksymalny  $M_{max} = 5,24 \text{ kNm}$

$$\sigma_{m,y,d} = 9,83 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,89 < 1$$

Warunek stateczności:

$$k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 9,83 \text{ MPa} < k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa} \quad (88,8\%)$$

#### Ścinanie

Przekrój  $x = 3,00 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna  $V_{max} = -6,99 \text{ kN}$

$$\tau_d = 0,66 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,15 \text{ MPa} \quad (56,8\%)$$

#### Docisk na podporze

Reakcja podporowa  $R_B = 6,99 \text{ kN}$

$$a_p = 10,0 \text{ cm}, k_{c,90} = 1,00$$

$$\sigma_{c,90,y,d} = 0,87 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa} \quad (75,8\%)$$

#### Stan graniczny użytkowości

Przekrój  $x = 1,50 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne  $u_{fin} = u_M + u_T = 14,16 \text{ mm}$

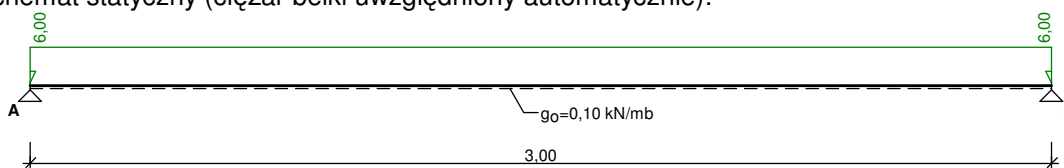
Ugięcie graniczne  $u_{net,fin} = l_o / 200 = 15,00 \text{ mm}$

$$u_{fin} = 14,16 \text{ mm} < u_{net,fin} = 15,00 \text{ mm} \quad (94,4\%)$$

Poz.1,2 Płatew  $l=3,00\text{m}$

## OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

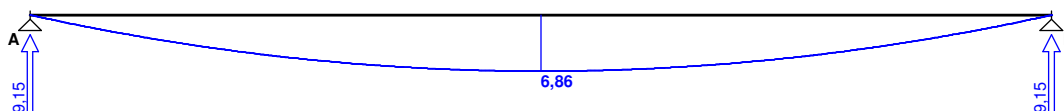
Przypadek **P1: Przypadek 1** ( $\gamma_f = 1,15$ , klasa trwania - stałe)  
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



## WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

Momenty zginające [kNm]:



## ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

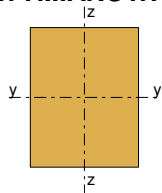
Klasa użytkowania konstrukcji - 2

Parametry analizy zwichrzenia:

- brak stężeń bocznych na długości belki
  - stosunek  $l_0/l = 1,00$
  - obciążenie przyłożone na pasie ściskanym (górnym) belki
- Ugięcie graniczne  $u_{net,fin} = l_0 / 200$

## WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

### WYMIAROWANIE WG PN-B-03150:2000



Przekrój prostokątny **14 / 18 cm**

$$W_y = 756 \text{ cm}^3, J_y = 6804 \text{ cm}^4, m = 8,82 \text{ kg/m}$$

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

$$\rightarrow f_{m,k} = 24 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}, f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}, \rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

#### Zginanie

Przekrój  $x = 1,50 \text{ m}$

Moment maksymalny  $M_{max} = 6,86 \text{ kNm}$

$$\sigma_{m,y,d} = 9,07 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,82 < 1$$

Warunek stateczności:

$$k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 9,07 \text{ MPa} < k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa} \quad (81,9\%)$$

#### Ścinanie

Przekrój  $x = 3,00 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna  $V_{max} = -9,15 \text{ kN}$

$$\tau_d = 0,54 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,15 \text{ MPa} \quad (47,2\%)$$

Docisk na podporze

Reakcja podporowa  $R_B = 9,15 \text{ kN}$

$a_p = 10,0 \text{ cm}$ ,  $k_{c,90} = 1,00$

$\sigma_{c,90,y,d} = 0,65 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa} \quad (56,6\%)$

#### Stan graniczny użytkowalności

Przekrój  $x = 1,50 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne  $u_{fin} = u_M + u_T = 14,28 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne  $u_{net,fin} = l_o / 200 = 15,00 \text{ mm}$

$u_{fin} = 14,28 \text{ mm} < u_{net,fin} = 15,00 \text{ mm} \quad (95,2\%)$

Poz.2 Rampa

Poz. 2,1 Płyta rampy  $l=2,50\text{-}0,50\text{m}$

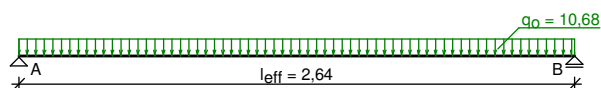
Lp	Opis obciążenia	Obc. char. $\text{kN/m}^2$	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. $\text{kN/m}^2$
1.	gres	0,40	1,20	--	0,48
2.	szlichta 0,02x22,00	0,44	1,30	--	0,57
3.	izolacja	0,05	1,20	--	0,06
4.	technologiczne	5,00	1,30	--	6,50
5.	plyta 0,15x25,00	3,75	1,10	--	4,13
$\Sigma$ :		<b>9,64</b>	<b>1,22</b>	--	<b>11,74</b>

#### ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

Obciążenia powierzchniowe [ $\text{kN/m}^2$ ]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	$k_d$	Obc.obl.
1.		5,60	1,22	--	6,83
2.	Płyta żelbetowa grub.14 cm	3,50	1,10	--	3,85
$\Sigma$ :		<b>9,10</b>	<b>1,17</b>		<b>10,68</b>

#### SCHEMAT STATYCZNY



Rozpiętość obliczeniowa płyty  $l_{eff} = 2,64 \text{ m}$

**Grubość płyty 14,0 cm**

#### WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 9,31 \text{ kNm/m}$

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 7,93 \text{ kNm/m}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 7,93 \text{ kNm/m}$

Reakcja obliczeniowa  $R_A = R_B = 14,10 \text{ kN/m}$

#### WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 (metoda uproszczona)

##### Przęsło:

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 2,40 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto  $\phi 12$  co **16,5 cm** o  $A_s = 6,85 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $\rho = 0,60\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 9,31 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 25,19 \text{ kNm/mb} \quad (36,9\%)$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,061 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm} \quad (20,4\%)$

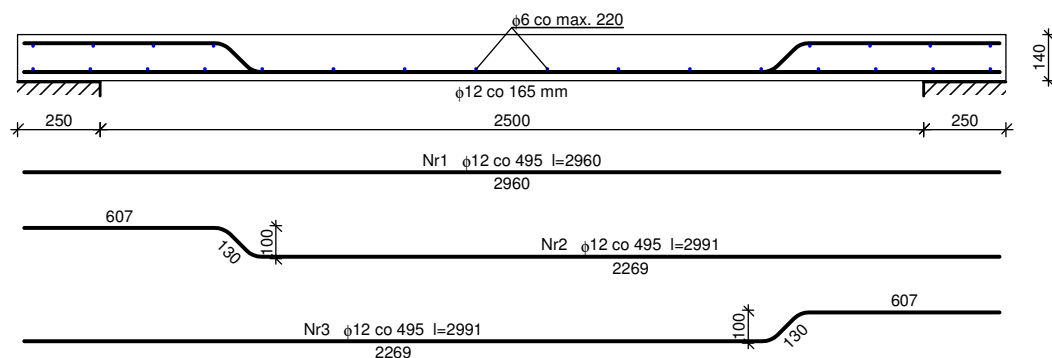
Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 5,12 \text{ mm} < a_{lim} = 13,20 \text{ mm} \quad (38,8\%)$

##### Podpora:

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 14,10 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 78,28 \text{ kN/mb} \quad (18,0\%)$

Przyjęto zbrojenie rozdzielcze  $\phi 6$  co **max.22,0 cm** o  $A_s = 1,29 \text{ cm}^2/\text{mb}$

## SZKIC ZBROJENIA



Poz.2,1 Podciąg przyścienny l=2,12-0,25-2,12m

## OBCIĄŻENIA NA BELCE

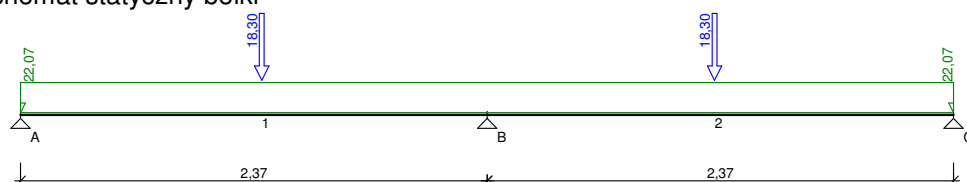
Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	$k_d$	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	z płyty tarasu 11,74x1,70	20,00	1,00	--	20,00	cała belka
2.	z daszka	0,00	1,00	--	0,00	cała belka
3.	Ciężar własny belki [0,25m·0,30m·25,0kN/m <sup>3</sup> ]	1,88	1,10	--	2,07	cała belka
$\Sigma$ :		21,88	1,01		22,07	

Zestawienie sił skupionych [kN]:

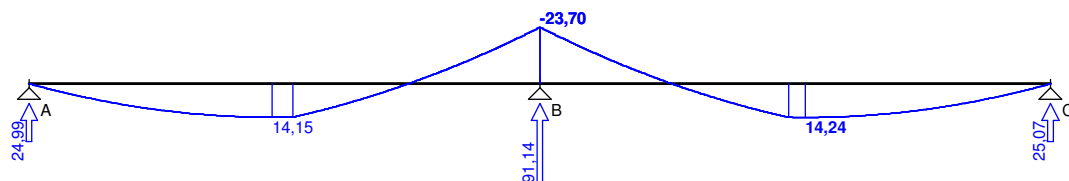
Lp	Opis obciążenia	$F_k$	x [m]	$\gamma_f$	$k_d$	$F_d$
1.		18,30	1,10	1,00	--	18,30
2.		18,30	3,40	1,00	--	18,30

Schemat statyczny belki

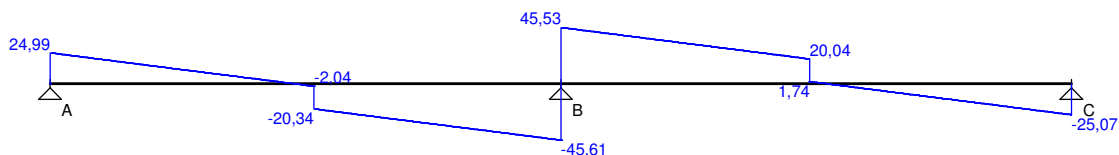


## WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

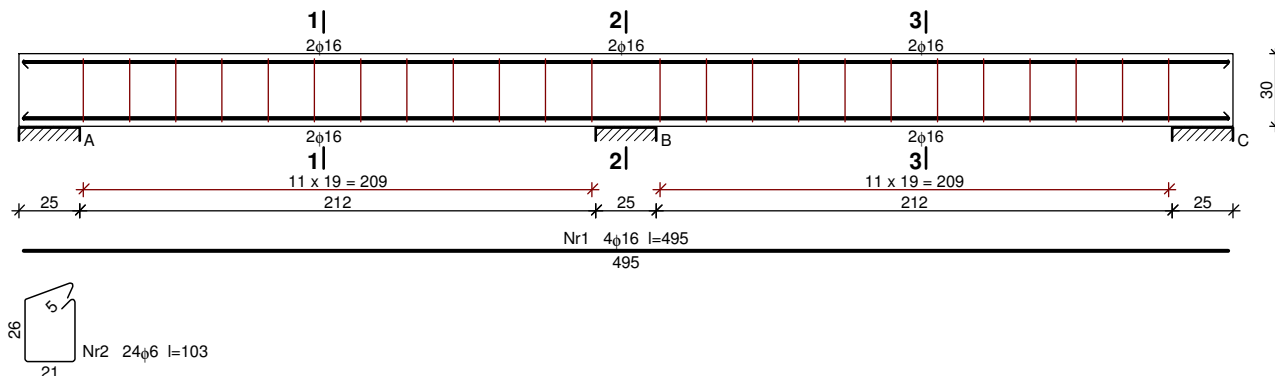
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



## SZKIC ZBROJENIA



Poz. 2,2 Podciąg l=3,88-0,25-4,41m

## OBCIĄŻENIA NA BELCE

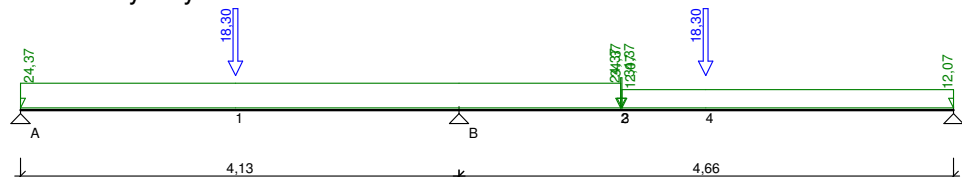
Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Ubc.char.	$\gamma_f$	$k_d$	Ubc.obl.	Zasięg [m]
1.	z płyty tarasu 11,74x1,90	22,30	1,00	--	22,30	od pocz. do 5,54
2.		10,00	1,00	--	10,00	przęsło B-C od 1,40 do końca
3.	Ciężar własny belki [0,25m·0,30m·25,0kN/m <sup>3</sup> ]	1,88	1,10	--	2,07	cała belka

Zestawienie sił skupionych [kN]:

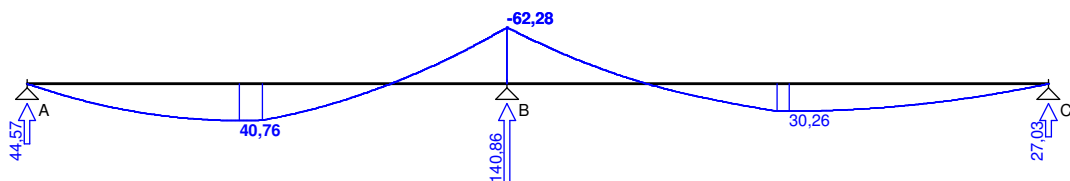
Lp	Opis obciążenia	$F_k$	x [m]	$\gamma_f$	$k_d$	$F_d$
1.		18,30	1,90	1,00	--	18,30
2.		18,30	6,33	1,00	--	18,30

Schemat statyczny belki

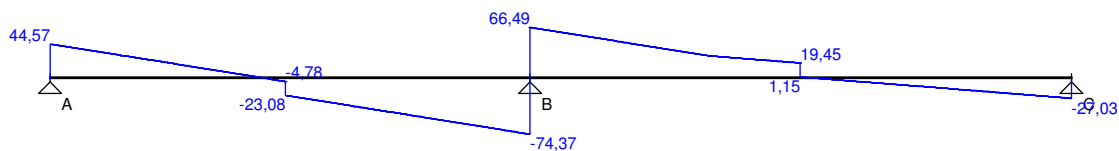


## WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

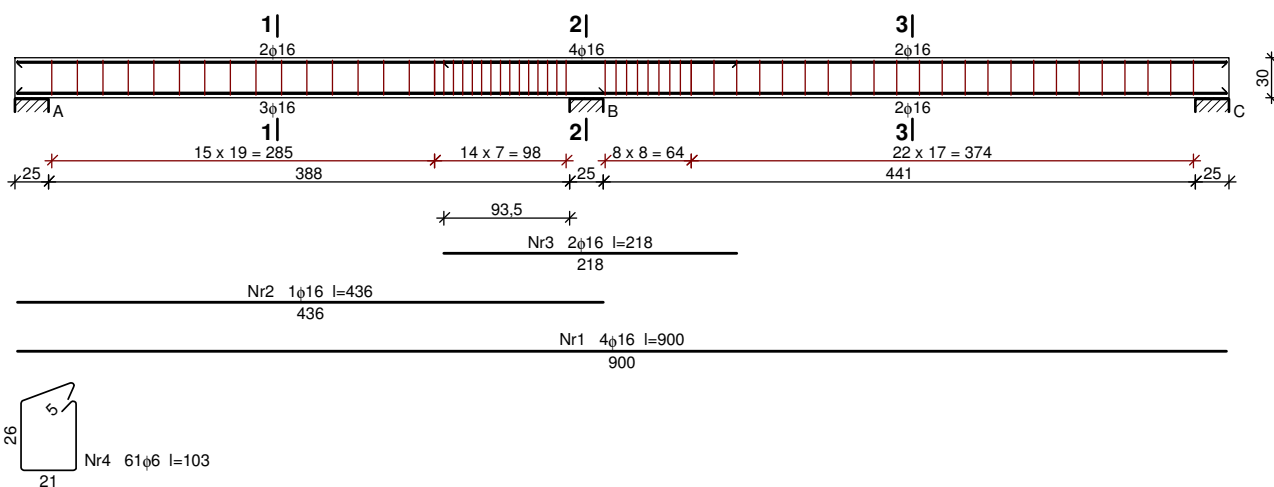
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



### SZKIC ZBROJENIA



Poz.2,3 Słup i stopa słupa

$$Q=106,00+4,00=110,00\text{kN}$$

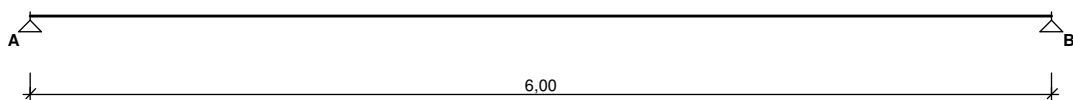
Przyjęto słup o przekroju 25x25cm , zbrojony 4#12, strzemiona #6co20

Przyjęto stopę o wymiarach 120x70x40cm zbrojona w obu kierunkach #12co15cm

Poz.3 Konstrukcja pod klimatyzator chłodniczy

$$Q_k=6,00\text{kN} \quad Q_o=6,00 \times 1,2=7,20\text{kN}$$

### SCHEMAT BELKI



Parametry belki:

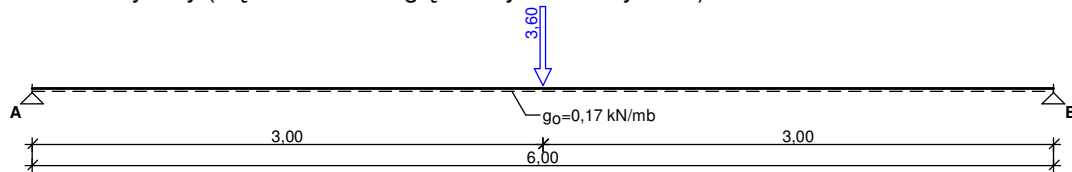
- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki  $\gamma_f = 1,10$



## OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ( $\gamma_f = 1,15$ )

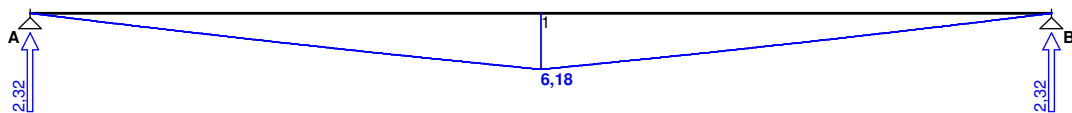
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



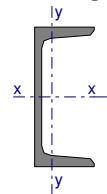
## WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

Momenty zginające [kNm]:



## WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **C 140**

$$A_v = 9,80 \text{ cm}^2, \quad m = 16,0 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 605 \text{ cm}^4, \quad J_y = 62,7 \text{ cm}^4, \quad J_\omega = 1880 \text{ cm}^6, \quad J_T = 6,01 \text{ cm}^4, \quad W_x = 86,4 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1  $M_R = 13,93 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1  $V_R = 122,21 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój z = 3,00 m

Współczynnik zwichrzenia  $\phi_L = 0,450$

Moment maksymalny  $M_{\max} = 6,18 \text{ kNm}$

$$^{(52)} \quad M_{\max} / (\phi_L \cdot M_R) = 0,984 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój z = 6,00 m

Maksymalna siła poprzeczna  $V_{\max} = -2,32 \text{ kN}$

$$^{(53)} \quad V_{\max} / V_R = 0,019 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = (-)2,32 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 36,66 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiernodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój z = 3,00 m

Ugięcie maksymalne  $f_{k,\max} = 13,49 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne  $f_{gr} = l_o / 250 = 24,00 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 13,49 \text{ mm} < f_{gr} = 24,00 \text{ mm} \quad (56,2\%)$$

Wykonała:

mgr inż. . H. Maliszewska

upr. Bł/16/81