

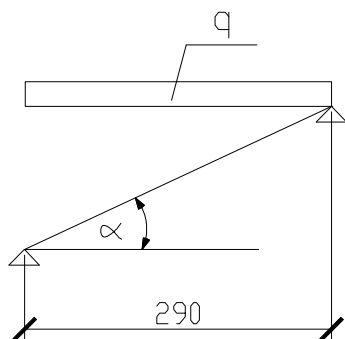
OBLICZENIA STATYCZNE

A. WILLA SIXTA - BUDYNEK GŁÓWNY.

1. Klatka schodowa.

1.1. Bieg schodowy.

Schemat statyczny:



Zestawienie obciążeń:

- płyta: $0.12 \cdot 25.0 / 0.837$	$3.58 \text{ [kN/m}^2] \cdot 1.1 = 3.94 \text{ [kN/m}^2]$
- stopnie: $0.5 \cdot 0.17 \cdot 23.0$	$1.96 \text{ [kN/m}^2] \cdot 1.1 = 2.15 \text{ [kN/m}^2]$
- obłożenie:	$0.80 \text{ [kN/m}^2] \cdot 1.2 = 0.96 \text{ [kN/m}^2]$
- tynk: $0.29 / 0.837$	$0.35 \text{ [kN/m}^2] \cdot 1.3 = 0.45 \text{ [kN/m}^2]$

Obciążenia stałe:

$$g_k = 6.69 \text{ [kN/m}^2] \quad g_o = 7.50 \text{ [kN/m}^2]$$

Obciążenie zmienne:

$$p = 4.00 \text{ [kN/m}^2] \cdot 1.3 = 5.20 \text{ [kN/m}^2]$$

Obciążenie całkowite:

$$q_k = 10.69 \text{ [kN/m}^2] \quad q_o = 12.70 \text{ [kN/m}^2]$$

Przyjęto płytę żelbetową wylewaną o grubości **12 cm**, zbrojenie na zginanie **# 10mm co 12cm (A-IIIN)** o $A_s = 6.54 \text{ cm}^2$.

1.2. Płyta stropowa $l_0 = 2,80\text{m}$.

Zestawienie obciążeń:

- płyta: $0,12 \cdot 25,0$	$3,00 \text{ [kN/m}^2] \cdot 1,1 = 3,30 \text{ [kN/m}^2]$
- tynk:	$0,29 \text{ [kN/m}^2] \cdot 1,3 = 0,38 \text{ [kN/m}^2]$
- posadzka:	$1,10 \text{ [kN/m}^2] \cdot 1,3 = 1,43 \text{ [kN/m}^2]$

Obciążenia stałe: $g_k = 4,39 \text{ [kN/m}^2]$ $g_o = 5,11 \text{ [kN/m}^2]$

Obciążenie zmienne: $p = 4,00 \text{ [kN/m}^2] \cdot 1,3 = 5,20 \text{ [kN/m}^2]$

Obciążenie całkowite: $q_k = 8,39 \text{ [kN/m}^2]$ $q_o = 10,31 \text{ [kN/m}^2]$

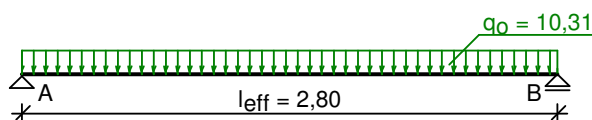
Obliczenia przeprowadzono na programie „SPECBUD”.

ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

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

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.
1.	Tynk	0,29	1,30	--	0,38
2.	Posadzka	1,10	1,30	--	1,43
3.	Obc. zmienne	4,00	1,30	--	5,20
4.	Płyta żelbetowa grub.12 cm	3,00	1,10	--	3,30
Σ :		8,39	1,23		10,31

SCHEMAT STATYCZNY



Rozpiętość obliczeniowa płyty $l_{eff} = 2,80 \text{ m}$

Grubość płyty **12,0 cm**

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 10,10 \text{ kNm/m}$

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 8,22 \text{ kNm/m}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 8,22 \text{ kNm/m}$

Reakcja obliczeniowa $R_A = R_B = 14,43 \text{ kN/m}$

DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

Klasa betonu: **B25** (C20/25) $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$

Ciężar objętościowy betonu $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,12$

Zbrojenie główne:

Klasa stali A-IIIN (**RB500**) $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}, f_{yd} = 420 \text{ MPa}, f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów w przęśle $\phi_d = 10 \text{ mm}$

Zbrojenie rozdzielcze (konstrukcyjne):

Klasa stali A-I (**St3SX-b**) $\rightarrow f_{yk} = 240 \text{ MPa}, f_{yd} = 210 \text{ MPa}, f_{tk} = 320 \text{ MPa}$

Średnica prętów $\phi = 4,5 \text{ mm}$

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia prętów z góry płyty $c_{nom,g} = 20 \text{ mm}$

Nominalna grubość otulenia prętów z dołu płyty $c_{nom,d} = 20 \text{ mm}$

ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

Graniczne ugięcie $a_{lim} = l_{eff}/200$ - jak dla stropów (tablica 8)

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

Zbrojenie potrzebne $A_s = 2,65 \text{ cm}^2/\text{mb}$. Przyjęto **$\phi 10$ co $12,0 \text{ cm}$** o $A_s = 6,54 \text{ cm}^2/\text{mb}$ ($\rho = 0,69\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 10,10 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 23,28 \text{ kNm/mb}$ (43,4%)

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,094 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (31,2%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 10,91 \text{ mm} < a_{lim} = 14,00 \text{ mm}$ (78,0%)

Podpora:

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 14,43 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 66,94 \text{ kN/mb}$ (21,6%)

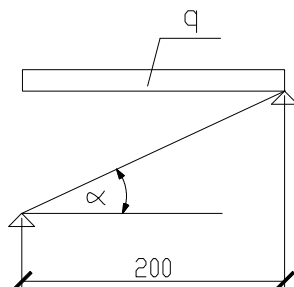
Przyjęto płytę żelbetową wylewaną o grubości **12 cm**, zbrojenie na zginanie **# 10mm co 12cm (A-IIIN)** o $A_s = 6.54 \text{ cm}^2$.

1.3. Płyta stropowa $l_o = 2,80 \text{ m}$.

- analogia do poz.obl.1.2.

1.4. Bieg schodowy.

Schemat statyczny:



Przyjęto płytę żelbetową wylewaną o grubości **12 cm**, zbrojenie na zginanie **# 10mm co 12cm (A-IIIN)** o $A_s = 6.54 \text{ cm}^2$.

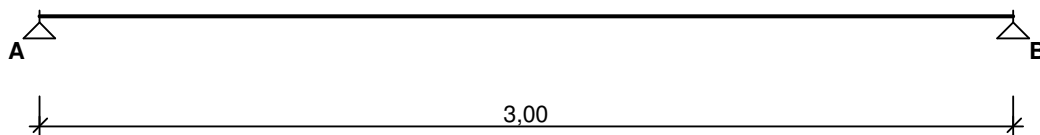
1.5. Belka spocznikowa $l_0 = 3,00\text{m}$.

Zestawienie obciążeń:

- bieg: $1.45 \cdot 10.69$ (12.70)	15.50 [kN/m]	= 18.42 [kN/m]
- płyta: $1.40 \cdot 8.39$ (10.31)	11.75 [kN/m]	= 14.43 [kN/m]
	$q_k = 27.25$ [kN/m]	$q_o = 32.85$ [kN/m]

Obliczenia przeprowadzono na programie „SPECBUD”.

SCHEMAT BELKI



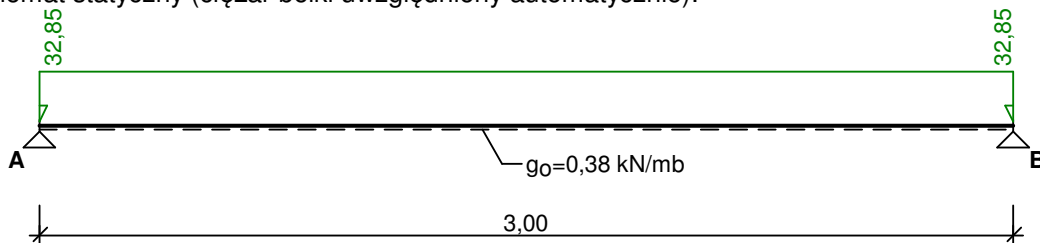
Parametry belki:

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

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

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

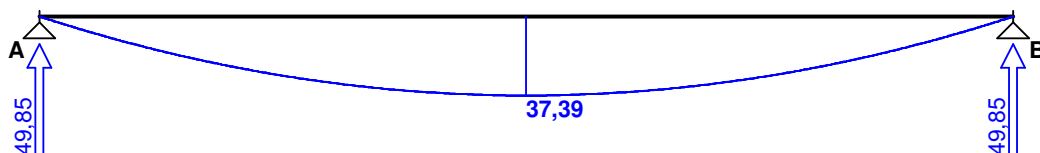
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

Momenty zginające [kNm]:

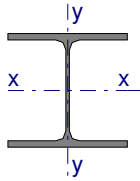


ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200Przekrój: **HE 180 A**

$$A_v = 10,3 \text{ cm}^2, \quad m = 35,5 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 2510 \text{ cm}^4, \quad J_y = 925 \text{ cm}^4, \quad J_\omega = 60210 \text{ cm}^6, \quad J_T = 14,9 \text{ cm}^4, \quad W_x = 294 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**Nośności obliczeniowe przekroju:- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,051$) $M_R = 66,44 \text{ kNm}$ - ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 127,94 \text{ kN}$ Nośność na zginaniePrzekrój $z = 1,50 \text{ m}$ Współczynnik zwichrzenia $\phi_L = 0,943$ Moment maksymalny $M_{\max} = 37,39 \text{ kNm}$

$$^{(52)} \quad M_{\max} / (\phi_L \cdot M_R) = 0,596 < 1$$

Nośność na ścinaniePrzekrój $z = 0,00 \text{ m}$ Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 49,85 \text{ kN}$

$$^{(53)} \quad V_{\max} / V_R = 0,390 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 49,85 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 76,77 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiernodajny}$$

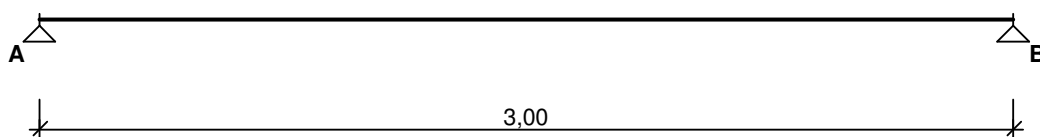
Stan graniczny użytkowaniaPrzekrój $z = 1,50 \text{ m}$ Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 5,93 \text{ mm}$ Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 8,57 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 5,93 \text{ mm} < f_{gr} = 8,57 \text{ mm} \quad (69,1\%)$$

Przyjęto: HEA 180.**1.6. Belka spocznikowa $l_o = 3,00\text{m}$.**Zestawienie obciążeń:

$$q_k = 11,75 \text{ [kN/m]} \quad q_o = 14,43 \text{ [kN/m]}$$

Obliczenia przeprowadzono na programie „SPECBUD”.

SCHEMAT BELKI

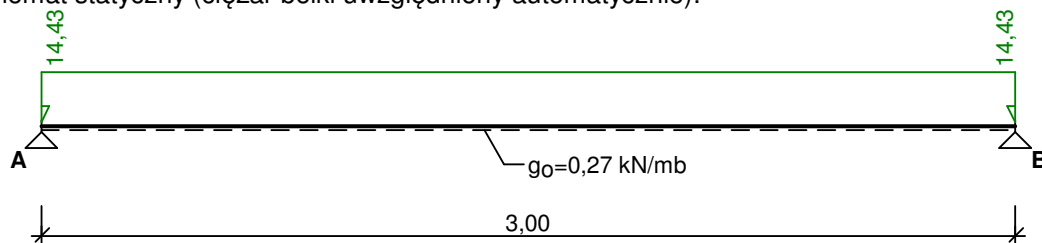
Parametry belki:

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

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

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

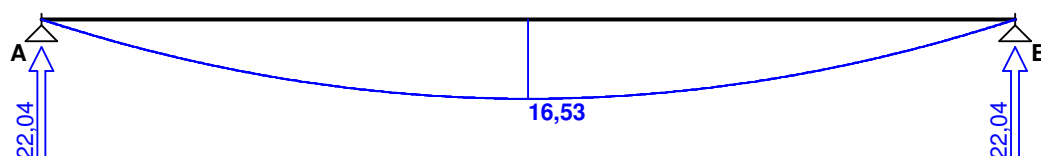
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

Momenty zginające [kNm]:



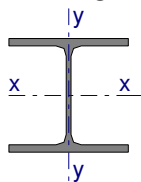
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **HE 140 A**

$$A_v = 7,32 \text{ cm}^2, \quad m = 24,7 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 1030 \text{ cm}^4, \quad J_y = 389 \text{ cm}^4, \quad J_\omega = 15060 \text{ cm}^6, \quad J_T = 8,16 \text{ cm}^4, \quad W_x = 155 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,059$)

$$M_R = 35,30 \text{ kNm}$$

- ścinanie: klasa przekroju 1

$$V_R = 91,22 \text{ kN}$$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 1,50 \text{ m}$

Współczynnik zwichrzenia $\phi_L = 0,911$

Moment maksymalny $M_{\max} = 16,53 \text{ kNm}$

$$^{(52)} M_{\max} / (\phi_L \cdot M_R) = 0,514 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 3,00 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = -22,04 \text{ kN}$

⁽⁵³⁾ $V_{\max} / V_R = 0,242 < 1$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{\max} = (-)22,04 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 54,73 \text{ kN} \rightarrow$ warunek niemiarodajny

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 1,50 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 6,39 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 8,57 \text{ mm}$

$f_{k,\max} = 6,39 \text{ mm} < f_{gr} = 8,57 \text{ mm} \quad (74,5\%)$

Przyjęto: HEA 140.

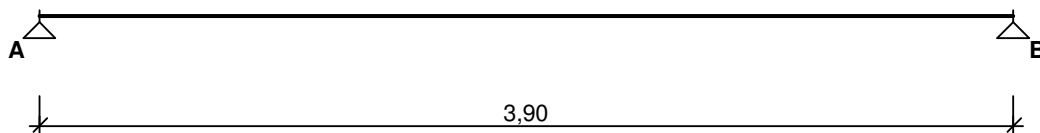
1.7. Belka spocznikowa $l_o = 3,90 \text{ m}$.

Zestawienie obciążeń:

$q_k = 11.75 \text{ [kN/m]}$ $q_o = 14.43 \text{ [kN/m]}$

Obliczenia przeprowadzono na programie „SPECBUD”.

SCHEMAT BELKI



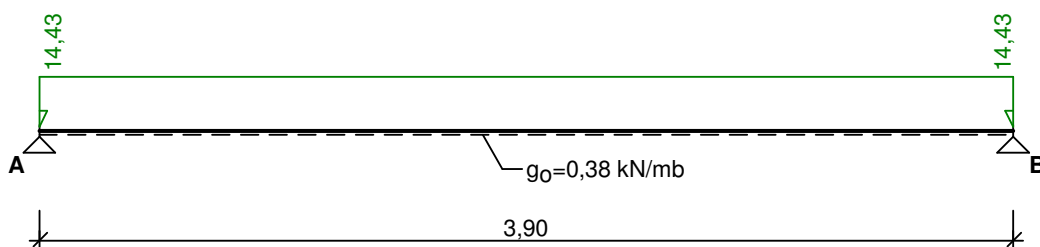
Parametry belki:

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

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

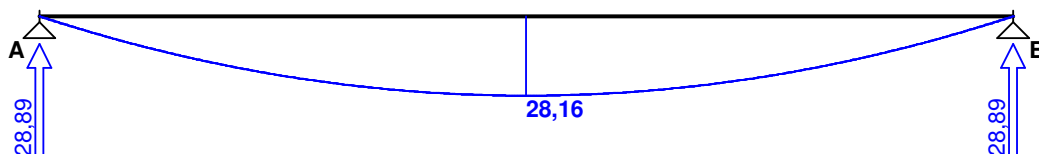
Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1,15$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCHPrzypadek **P1: Przypadek 1**

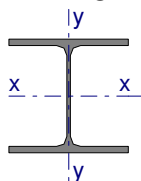
Momenty zginające [kNm]:

**ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA**

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200Przekrój: **HE 180 A**

$$A_v = 10,3 \text{ cm}^2, \quad m = 35,5 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 2510 \text{ cm}^4, \quad J_y = 925 \text{ cm}^4, \quad J_\omega = 60210 \text{ cm}^6, \quad J_T = 14,9 \text{ cm}^4, \quad W_x = 294 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,051$) $M_R = 66,44 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 127,94 \text{ kN}$

Nośność na zginaniePrzekrój $z = 1,95 \text{ m}$ Współczynnik zwichrzenia $\phi_L = 0,883$ Moment maksymalny $M_{\max} = 28,16 \text{ kNm}$

$$^{(52)} \quad M_{\max} / (\phi_L \cdot M_R) = 0,480 < 1$$

Nośność na ścinaniePrzekrój $z = 3,90 \text{ m}$ Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = -28,89 \text{ kN}$

$$^{(53)} \quad V_{\max} / V_R = 0,226 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = (-)28,89 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 76,77 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowaniaPrzekrój $z = 1,95 \text{ m}$ Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 7,55 \text{ mm}$ Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 11,14 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 7,55 \text{ mm} < f_{gr} = 11,14 \text{ mm} \quad (67,8\%)$$

Przyjęto: HEA 180.

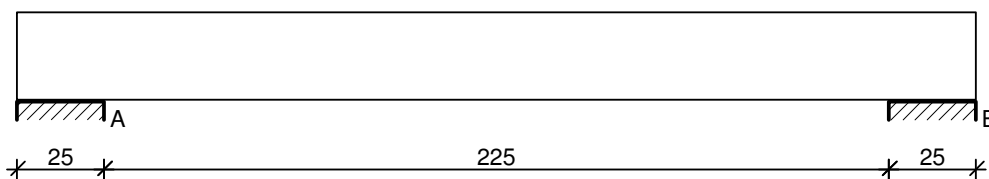
1.8. Belka spocznikowa.

Zestawienie obciążeń:

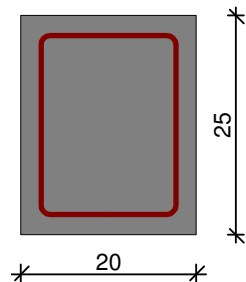
$$q_k = 10.69 \text{ [kN/m]} \quad q_o = 12.70 \text{ [kN/m]}$$

Obliczenia przeprowadzono na programie „SPECBUD”.

SZKIC BELKI



GEOMETRIA BELKI



Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju $b_w = 20,0 \text{ cm}$

Wysokość przekroju $h = 25,0 \text{ cm}$

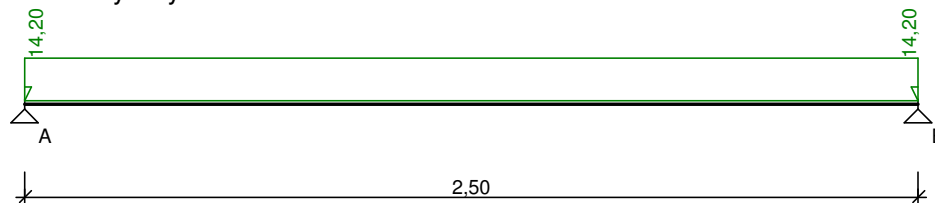
Rodzaj belki: monolityczna

OBCIĄŻENIA NA BELCE

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Ubc.char.	γ_f	k_d	Ubc.obl.	Zasięg [m]
1.		10,69	1,20	--	12,83	cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,20m·0,25m·25,0kN/m3]	1,25	1,10	--	1,38	cała belka
Σ :		11,94	1,19		14,20	

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

Klasa betonu: **B20** (C16/20) $\rightarrow f_{cd} = 10,67 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 0,87 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 29,0 \text{ GPa}$

Ciężar objętościowy $\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 8 \text{ mm}$

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,27$

Zbrojenie główne:

Klasa stali **A-IIIIN (RB500)** $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów górnych $\phi_g = 12 \text{ mm}$

Średnica prętów dolnych $\phi_d = 12 \text{ mm}$

Strzemiona:

Klasa stali **A-I (St3SX-b)** $\rightarrow f_{yk} = 240 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 210 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 320 \text{ MPa}$

Średnica strzemion $\phi_s = 6 \text{ mm}$

Zbrojenie montażowe:

Klasa stali **A-0 (St0S-b)**

Średnica prętów $\phi = 10 \text{ mm}$

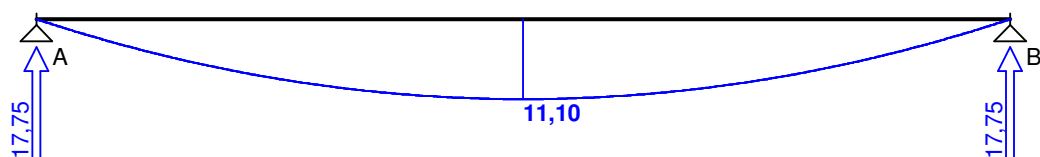
Otulenie:

Klasa środowiska: **XC1**

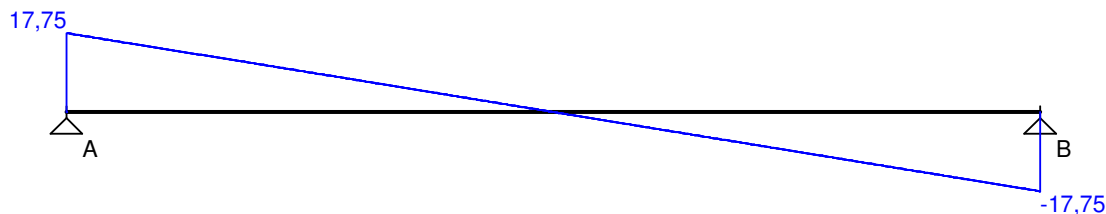
Wartość dopuszczalnej odchyłki $\Delta c = 5 \text{ mm}$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

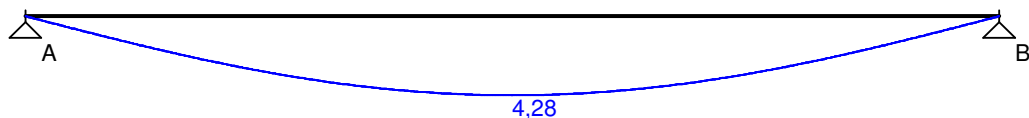
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

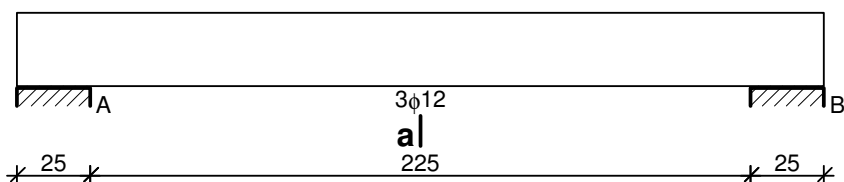


Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002

a|



Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój **a-a**)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 11,10 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie dołem **3φ12** o $A_s = 3,39 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,78\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 11,10 \text{ kNm} < M_{Rd} = 26,31 \text{ kNm}$ (42,2%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = (-)12,88 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi $\phi 6$ co 160 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = (-)12,88 \text{ kN} < V_{Rd1} = 27,62 \text{ kN} \quad (46,6\%)$

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 9,33 \text{ kNm}$

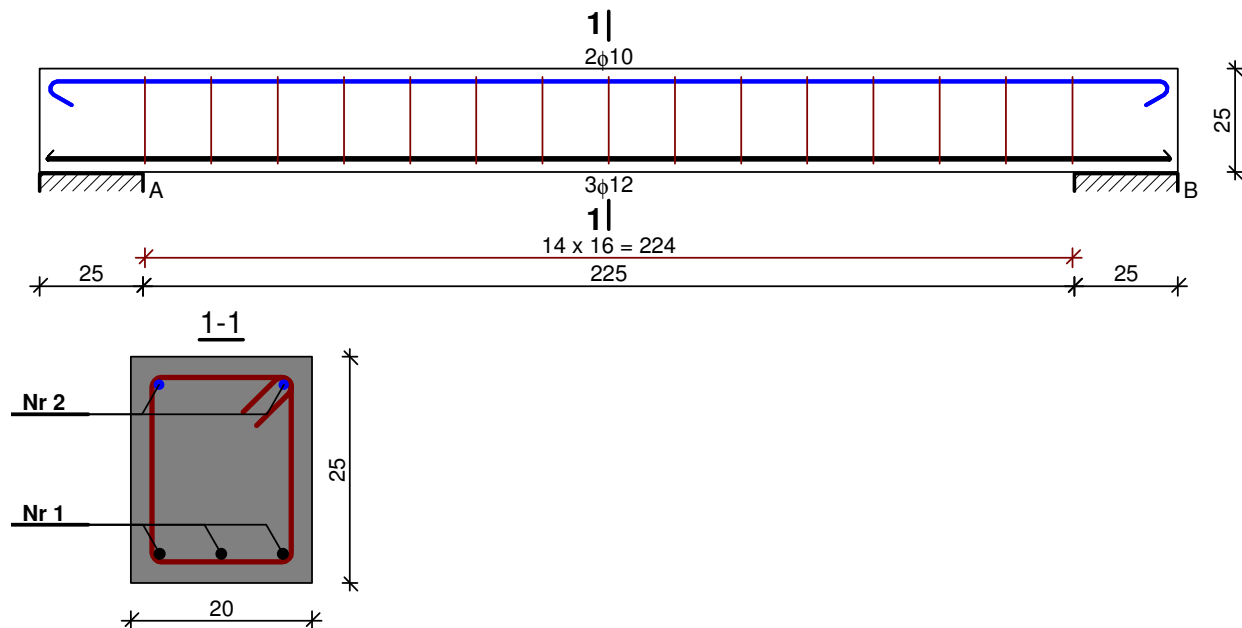
Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 9,33 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,098 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm} \quad (32,5\%)$

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 4,28 \text{ mm} < a_{lim} = 2500/200 = 12,50 \text{ mm} \quad (34,2\%)$

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 13,43 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje $(0,0\%)$

SZKIC ZBROJENIA

Przyjęto belkę żelbetową wylewaną o przekroju **20 x 25cm**, zbrojenie na zginanie **3 # 12 mm (A-IIIIN)**, o $A_s = 3,39 \text{ cm}^2$. Strzemiona $\emptyset 6$ (**A-I**) co 16cm na całej belce.

2. Szyb dźwigu osobowego.Ciężar szybu:

$$\begin{aligned} - \text{ściany szybu: } & (8.60 \cdot 9.25 \cdot 0.25 + 2.40 \cdot 3.55 \cdot 0.20 - 3 \cdot 2.30 \cdot 1.20 \cdot 0.20 - \\ & 1.20 \cdot 0.20 \cdot 3.20) \cdot 25.0 \cdot 1.1 &= 417.73 [\text{kN}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{tynk: } & (7.00 \cdot 0.015 \cdot 7.30 - 3 \cdot 2.30 \cdot 1.20 \cdot 0.015) \cdot 19.0 \cdot 1.3 &= 16.06 [\text{kN}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{płyta podstawy: } & 2.90 \cdot 2.60 \cdot 0.30 \cdot 25.0 \cdot 1.1 &= 62.21 [\text{kN}] \end{aligned}$$

- grunt: $7.50 \cdot 1.30 \cdot 0.20 \cdot 18.0 \cdot 1.2$	= 42.12 [kN]
- konstrukcja stalowa:	= 30.24 [kN]
- dźwig:	= 12.00 [kN]

$$N = 580.36 \text{ [kN]}$$

2.1. Ściany szybu.

Przyjęto: ściany szybu grubości **b = 20cm** zbrojone siatką # 10 co 20cm o $A_s = 3.92\text{cm}^2$ z obu stron.

2.2. Płyta fundamentowa.

Naprężenia pod płytą:

$$q_{rs} = 580.36 / (284 \cdot 252) = 0.008 \text{ [kN/cm}^2\text{]} = 0.08 \text{ [MPa]}$$

Przyjęto: płytę fundamentową szybu o wymiarach 252 x 284cm i wysokości 30cm.

3. Belki stalowe podpierające strop piwnic (sklepienia odcinkowe).

Zestawienie obciążeń:

- parkiet:	$0.14 \text{ [kN/m}^2\text{]} \cdot 1.2 = 0.17 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
- płyty OSB na legarach:	$0.30 \text{ [kN/m}^2\text{]} \cdot 1.2 = 0.36 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
- sklepienie: $0.15 \cdot 18.0$	$2.70 \text{ [kN/m}^2\text{]} \cdot 1.1 = 2.97 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
- wylewka:	$0.63 \text{ [kN/m}^2\text{]} \cdot 1.3 = 0.82 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
- tynk:	$0.29 \text{ [kN/m}^2\text{]} \cdot 1.3 = 0.38 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

$$\text{Obciążenia stałe:} \quad g_k = 4.06 \text{ [kN/m}^2\text{]} \quad g_o = 4.70 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Obciążenie zmienne: $p = 3.00 \text{ [kN/m}^2\text{]} \cdot 1.3 = 3.90 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

Obciążenie całkowite: $q_k = 7.06 \text{ [kN/m}^2\text{]} \quad q_o = 8.60 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

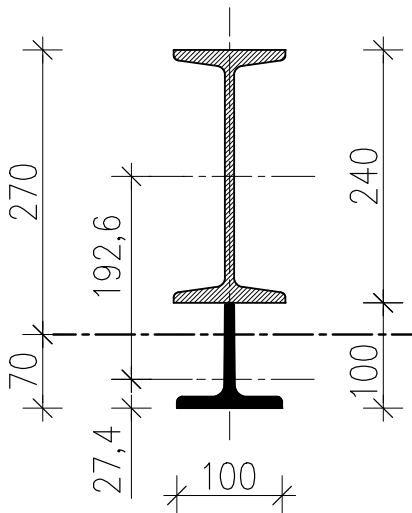
$$q_b = 2.30 \cdot 7.06 (8.60) = 16.24 \text{ [kN/m]} - 19.78 \text{ [kN/m]}$$

$$l_o = 5.65 \cdot 1.05 = 5.93 \text{ [m]}$$

$$M = 0.125 \cdot 16.24 \cdot 5.93^2 = 71.38 \text{ [kN]}$$

$$\sigma = 7138 / 354 = 20.16 \text{ [kN/cm}^2\text{]} = 201.6 \text{ [MPa]}$$

Schemat wzmocnienia:



$$e = (20,9 \cdot 19,26) / (46,1 + 20,9) = 402,53 / 67 = 7,00 \text{ [cm]}$$

$$I_x = 4216 + 46,1 \cdot 7,0^2 + 20,9 \cdot 19,26^2 = 14228 \text{ [cm}^4\text{]}$$

$$W_1 = 14228 / 27 = 527 \text{ [cm}^3\text{]}$$

$$\sigma = 7138 / 527 = 13,5 \text{ [kN/cm}^2\text{]} = 135 \text{ [MPa]}$$

B. WILLA SIXTA - WOZOWNIA.

1. Wieżba dachowa.

Obciążenie pokryciem:

- blacha na deskach: $q_k = 0.35 \text{ [kN/m}^2] \cdot 1.2 = 0.42 \text{ [kN/m}^2]$

Obciążenie śniegiem: 3 strefa obc. śniegiem wg PN-80/B-02010/Az1.

Obciążenie wiatrem: III strefa obc. wiatrem wg PN-B-02011:1977/Az1.

Wysokość n.p.m. $h = 322 \text{ m n.p.m.}$

1.1. Krokiew dachowa - część płaska.

Obliczenia przeprowadzono na programie „SPECBUD”.

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 13,0 \text{ cm}$

Wysokość $h = 16,0 \text{ cm}$

Zacios na podporach $t_k = 3,0 \text{ cm}$

Drewno:

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

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

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 14,0^\circ$

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

Długość rzutu poziomego wspornika $l_{w,x} = 0,00 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego $l_{d,x} = 3,62 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka górnego $l_{g,x} = 0,00 \text{ m}$

Obciążenia dachu:

- obciążenie stałe $g_k = 0,350 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej; $\gamma_f = 1,20$

- uwzględniono ciężar własny krokwi

- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połac bardziej obciążona, strefa 3, $A=322 \text{ m n.p.m.}$, nachylenie połaci $14,0 \text{ st.}$):

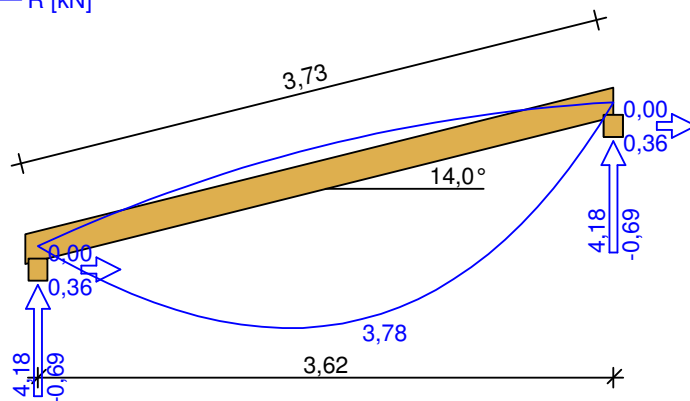
$S_k = 1,066 \text{ kN/m}^2$ rzutu połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie ssaniem wiatru $p_k = -0,483 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie ociepleniem $g_{kk} = 0,000 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej

WYNIKI:

— M [kNm]
— R [kN]

Zginanie:

decyduje kombinacja B (obc.stałe max.+śnieg)

Momenty obliczeniowe:

$$M_{\text{prześl}} = 3,78 \text{ kNm}; \quad M_{\text{podp}} = 0,00 \text{ kNm}$$

Warunek nośności - przęsło:

$$\sigma_{m,y,d} = 6,82 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,462 < 1$$

Warunek nośności - podpora:

$$\sigma_{m,y,d} = 0,01 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,001 < 1$$

Ugięcie (odcinek środkowy):

$$u_{\text{fin}} = 11,15 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = l / 200 = 18,65 \text{ mm} \quad (59,8\%)$$

Przyjęto: krokiew 13x16cm w rozstawie co ~110cm, drewno klasy C24.

1.2. Krokiew dachowa - część stroma.

Obliczenia przeprowadzono na programie „SPECBUD”.

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 10,0 \text{ cm}$

Wysokość $h = 12,0 \text{ cm}$

Zacios na podporach $t_k = 3,0 \text{ cm}$

Drewno:

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

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

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 53,5^\circ$

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

Długość rzutu poziomego wspornika $l_{w,x} = 0,40 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego $l_{d,x} = 1,40 \text{ m}$

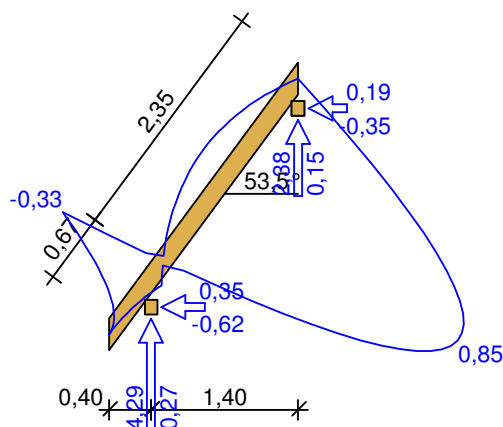
Długość rzutu poziomego odcinka górnego $l_{g,x} = 0,00 \text{ m}$

Obciążenia dachu:

- obciążenie stałe $g_k = 0,350 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej; $\gamma_f = 1,20$
- uwzględniono ciężar własny krokwi
- obciążenie śniegiem $S_k = 1,598 \text{ kN/m}^2$ rzutu połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$
- obciążenie parciem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połac nawietrzna, wariant II, strefa III, H=322 m n.p.m., teren A, z=H=10,0 m, budowla zamknięta, wymiary budynku H=10,0 m, B=10,0 m, L=10,0 m, nachylenie połaci 30,0 st., beta=1,80):
 $p_k = 0,134 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$
- obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połac nawietrzna, wariant I, strefa III, H=322 m n.p.m., teren A, z=H=10,0 m, budowla zamknięta, wymiary budynku H=10,0 m, B=10,0 m, L=10,0 m, nachylenie połaci 30,0 st., beta=1,80):
 $p_k = -0,242 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$
- obciążenie ociepleniem $g_{kk} = 0,000 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej

WYNIKI:

— M [kNm]
— R [kN]



Zginianie:

decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+śnieg+wiatr)

Momenty obliczeniowe:

$$M_{\text{prześł}} = 0,85 \text{ kNm}; \quad M_{\text{podp}} = -0,33 \text{ kNm}$$

Warunek nośności - przęsto:

$$\sigma_{m,y,d} = 3,54 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,240 < 1$$

Warunek nośności - podpora:

$$\sigma_{m,y,d} = 2,44 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,165 < 1$$

Ugięcie (wspornik):

$$u_{fin} = (-) 1,63 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2,0 \cdot l / 200 = 6,72 \text{ mm} \quad (24,2\%)$$

Ugięcie (odcinek środkowy):

$$u_{fin} = 2,61 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 11,77 \text{ mm} \quad (22,2\%)$$

Przyjęto: krokieć 10x12cm w rozstawie co ~110cm, drewno klasy C24.

1.3. Płatew dachowa - skrajna.

Obliczenia przeprowadzono na programie „SPECBUD”.

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 16,0 \text{ cm}$

Wysokość $h = 18,0 \text{ cm}$

Drewno:

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

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

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Płatew podparta tylko słupami

Rozstaw słupów $l = 4,00 \text{ m}$

Obciążenia płatwi:

- obciążenie stałe $[0,350 \cdot (0,5 \cdot 3,62) / \cos 14,0^\circ]$

$G_k = 0,653 \text{ kN/m}$; $\gamma_f = 1,20$

- uwzględniono dodatkowo ciężar własny płatwi

- obciążenie śniegiem $[1,066 \cdot (0,5 \cdot 3,62)]$

$S_k = 1,929 \text{ kN/m}$; $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie wiatrem (pionowe) $[(-0,483 \cdot (0,5 \cdot 3,62) / \cos 14,0^\circ) \cdot \cos 14,0^\circ]$

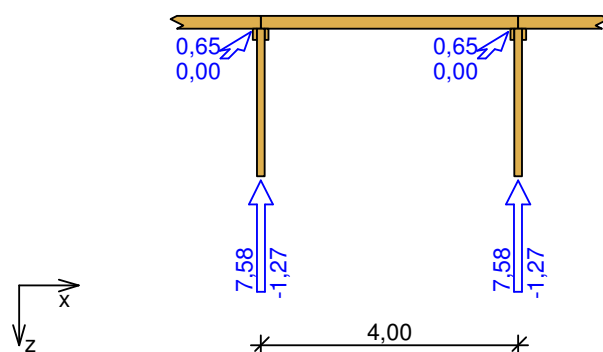
$W_{k,z} = -0,874 \text{ kN/m}$; $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie wiatrem (poziome) $[(-0,483 \cdot (0,5 \cdot 3,62) / \cos 14,0^\circ) \cdot \sin 14,0^\circ]$

$W_{k,y} = -0,218 \text{ kN/m}$; $\gamma_f = 1,50$

WYNIKI:

— $R_z \text{ [kN]}$
— $R_y \text{ [kN]}$ } dla jednego odcinka (przęsła)



Zginanie:

decyduje kombinacja C (obc.stałe max.+śnieg)

Momenty obliczeniowe

$M_{y,max} = 7,58 \text{ kNm}$; $M_{z,max} = 0,00 \text{ kNm}$

Warunek nośności:

$\sigma_{m,y,d} = 8,77 \text{ MPa}$, $f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,z,d} = 0,00 \text{ MPa}$, $f_{m,z,d} = 14,77 \text{ MPa}$

$k_m = 0,7$

$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,416 < 1$

$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,594 < 1$

Ugięcie:

decyduje kombinacja B (obc.stałe+śnieg)

$$u_{fin,z} = 14,68 \text{ mm}; \quad u_{fin,y} = 0,00 \text{ mm}$$

$$u_{fin} = (u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2)^{0,5} = 14,68 \text{ mm} < u_{net,fin} = 20,00 \text{ mm} \quad (73,4\%)$$

Przyjęto: płatew 16x18cm, drewno klasy C24.**1.4. Płatew dachowa - środkowa.**

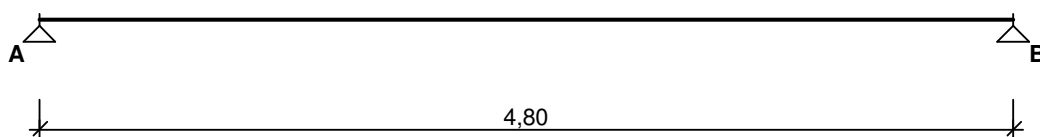
- analogia do poz.obl.1.3

Przyjęto: płatew 16x18cm, drewno klasy C24.**1.5. Płatew dachowa - boczna.**

- analogia do poz.obl.1.3

Przyjęto: płatew 16x18cm z mieczami 14x14cm, drewno klasy C24.**1.6. Tram $l_0 = 4,80\text{m}$.**

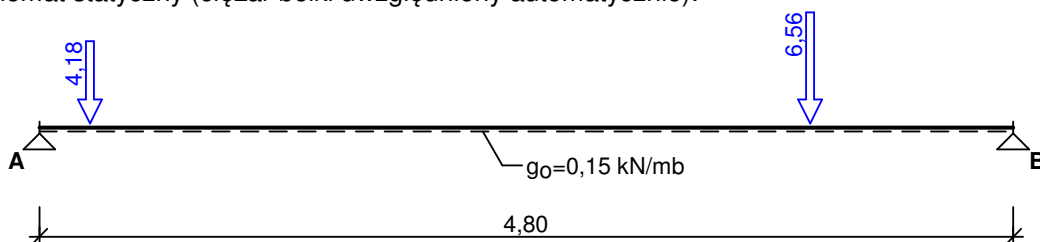
Obliczenia przeprowadzono na programie „SPECBUD”.

SCHEMAT BELKI

Parametry belki:

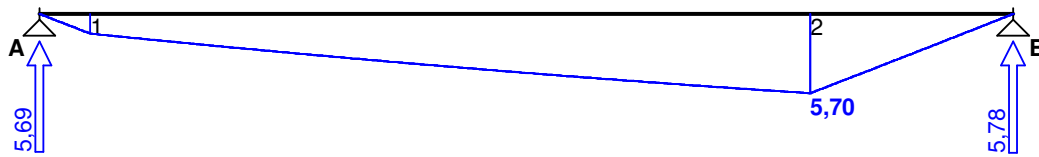
- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$ **OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI**Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1,15$, klasa trwania - stałe)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCHPrzypadek **P1: Przypadek 1**

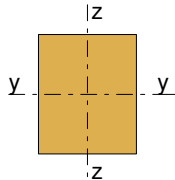
Momenty zginające [kNm]:

**ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA**

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

Parametry analizy zwichrzenia:

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

**WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH
WYMIAROWANIE WG PN-B-03150:2000**Przekrój prostokątny **18 / 22 cm**

$$W_y = 1452 \text{ cm}^3, J_y = 15972 \text{ cm}^4, m = 13,9 \text{ kg/m}$$

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

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

ZginaniePrzekrój $x = 3,80 \text{ m}$ Moment maksymalny $M_{max} = 5,70 \text{ kNm}$

$$\sigma_{m,y,d} = 3,93 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,35 < 1$$

Warunek stateczności:

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

$$\sigma_{m,y,d} = 3,93 \text{ MPa} < k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa} \quad (35,4\%)$$

ŚcinaniePrzekrój $x = 4,80 \text{ m}$ Maksymalna siła poprzeczna $V_{max} = -5,78 \text{ kN}$

$$\tau_d = 0,22 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,15 \text{ MPa} \quad (19,0\%)$$

Docisk na podporzeReakcja podporowa $R_B = 5,78 \text{ kN}$

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

$$\sigma_{c,90,y,d} = 0,32 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa} \quad (27,8\%)$$

Stan graniczny użytkowościPrzekrój $x = 2,61 \text{ m}$ Ugięcie maksymalne $u_{fin} = 9,89 \text{ mm}$ Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = l_o / 200 = 24,00 \text{ mm}$

$$u_{fin} = 9,89 \text{ mm} < u_{net,fin} = 24,00 \text{ mm} \quad (41,2\%)$$

Przyjęto: tram 18x22cm, drewno klasy C24.