

W ramach niniejszych obliczeń statyczno - wytrzymałościowych zaprojektowano następujące elementy konstrukcyjne nowego stropu:

- żelbetowe płyty stropowe P-1 i P-2 oraz żelbetowe belki Bż pod ściany poprzeczne
- stalowe belki nośne Bs-1 – Bs-3

Obliczenia wykonano przy pomocy programu: SPECBUD

Materiały konstrukcyjne:

- Beton min B20 (C16/20)
- Stal zbrojeniowa klasy A I (St3SX-b) i AO (StOS)
- Stal profilowa St3X

OBLICZENIA

Obciążenia stropu nad piwnicami:

Obciążenia stałe:

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	Płytki gresowe grub. 10 mm na kleju	0,44	1,30	--	0,57
2.	Wylewka betonowa zbrojona 0,04 x 24,0	0,96	1,30	--	1,25
3.	Styropian 10cm 0,1 x 0,45	0,05	1,20	--	0,06
4.	Folia izolacyjna 2x	0,02	1,20	--	0,02
5.	Granulat keramzytowy 0,12 x 3,0	0,36	1,30	--	0,47
6.	Płyta żelbetowa 0,08 x 25,0	2,00	1,10	--	2,20
7.	Tynk wapienno - cementowy 0,015 x 19,0	0,29	1,30	--	0,38
Σ :		4,12	1,15	--	4,95

Obciążenia zmienne – użytkowe:

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	Obciążenie zmienne (pokoje i pomieszczenia mieszkalne w domach indywidualnych, czynszowych, hotelach, pomieszczenia sanitarne, itp.)	1,50	1,40	0,35	2,10

Obciążenie od ścian działowych:

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m
1.	Ściana z bloczków z betonu komórkowego 12cm + tynk (0,12 x 10,0 + 0,03 x 19,0) wys. 2,87 m (1,77 kN/m x 2,87 m)	5,08	1,15	--	5,84

Obciążenie zastępcze od lekkich ścianek działowych:

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	Obciążenie zastępcze od ścianek działowych (o ciężarze razem z wyprawą od 1,5 kN/m ² do 2,5 kN/m ² [0,75 x 2,87 / 2,65])	0,81	1,20	--	0,97

Płyty stropowe:

ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

Obciążenia powierzchniowe [kN/m²]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc.obl. kN/m ²
1.	Obciążenie zmienne (pokoje i pomieszczenia mieszkalne w domach indywidualnych, czynszowych, hotelach, pomieszczenia sanitarne, itp.)	1,50	1,40	0,35	2,10
2.	Obciążenia stałe	2,12	1,30	--	2,76
3.	Obc. zastępcze od lekkich ścianek działowych	0,81	1,20	--	0,97
4.	Płyta żelbetowa grub.8 cm	2,00	1,10	--	2,20
Σ :		6,43	1,25		8,03

DANE MATERIAŁOWE:

Parametry betonu:

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

Zbrojenie główne:

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

Średnica prętów w przęśle $\phi_d = 6 \text{ mm}$

Zbrojenie rozdzielcze (konstrukcyjne):

Klasa stali **A-0 (St0S-b)** $\rightarrow f_{yk} = 220 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 190 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 300 \text{ MPa}$

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

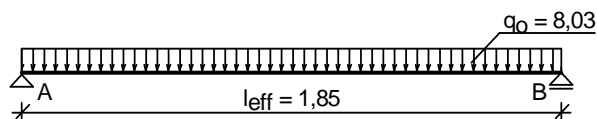
Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

Graniczne ugięcie $a_{lim} = l_{eff}/200$

Płyta P-1 (pod łazienką i spiżarnią)

$L_{max \text{ światło}} = 1,77 \text{ m}$

SCHEMAT STATYCZNY



Rozpiętość obliczeniowa płyty $l_{eff} = 1,85 \text{ m}$, grubość płyty $8,0 \text{ cm}$

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 3,43 \text{ kNm/m}$

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 2,75 \text{ kNm/m}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 2,33 \text{ kNm/m}$

Reakcja obliczeniowa $R_A = R_B = 7,43 \text{ kN/m}$

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

Przęsło:

Zbrojenie potrzebne $A_s = 3,03 \text{ cm}^2/\text{mb}$. Przyjęto **$\phi 6$ co $8,0 \text{ cm}$** o $A_s = 3,53 \text{ cm}^2/\text{mb}$ ($\rho = 0,62\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 3,43 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 3,97 \text{ kNm/mb}$ (86,5%)

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,219 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (73,1%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 7,00 \text{ mm} < a_{lim} = 9,25 \text{ mm}$ (75,6%)

Podpora:

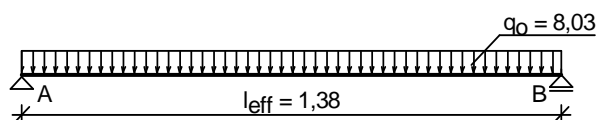
Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 7,43 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 35,32 \text{ kN/mb}$ (21,0%)

Przyjęto zbrojenie rozdzielcze $\phi 4,5$ co max. 30,0 cm o $A_s = 0,53 \text{ cm}^2/\text{mb}$.

Płyty P-2 (pod kuchnią)

$L_{\text{światło}} = 1,30 \text{ m}$

SCHEMAT STATYCZNY



Rozpiętość obliczeniowa płyty $l_{\text{eff}} = 1,38 \text{ m}$, grubość płyty 8,0 cm

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{\text{Sd}} = 1,91 \text{ kNm/m}$

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{\text{Sk}} = 1,53 \text{ kNm/m}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{\text{Sk,lt}} = 1,30 \text{ kNm/m}$

Reakcja obliczeniowa $R_A = R_B = 5,54 \text{ kN/m}$

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

Przęsło:

Zbrojenie potrzebne $A_s = 1,64 \text{ cm}^2/\text{mb}$. Przyjęto $\phi 6$ co 12,0 cm o $A_s = 2,36 \text{ cm}^2/\text{mb}$ ($\rho = 0,41\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{\text{Sd}} = 1,91 \text{ kNm/m} < M_{\text{Rd}} = 2,71 \text{ kNm/m}$ (70,6%)

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,000 \text{ mm} < w_{\text{lim}} = 0,3 \text{ mm}$ (0,0%)

Maksymalne ugięcie od $M_{\text{Sk,lt}}$: $a(M_{\text{Sk,lt}}) = 0,92 \text{ mm} < a_{\text{lim}} = 6,9 \text{ mm}$ (13,3%)

Podpora:

Warunek nośności na ścinanie: $V_{\text{Sd}} = 5,54 \text{ kN/m} < V_{\text{Rd1}} = 34,22 \text{ kN/m}$ (16,2%)

Przyjęto zbrojenie rozdzielcze $\phi 4,5$ co max. 30,0 cm o $A_s = 0,53 \text{ cm}^2/\text{mb}$

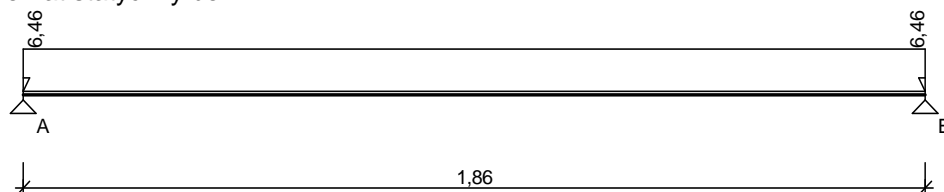
Belka żelbetowa Bż pod ścianką poprzeczną

$L_{\text{max światło}} = 1,77 \text{ m}$

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char. kN/m	γ_f	k_d	Obc.obl. kN/m	Zasięg (m)
1.	Obc. od ścianki działowej na belce	5,08	1,15	--	5,84	Cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,15m x 0,15m x 25,0 kN/m ²]	0,56	1,10	--	0,62	Cała belka
Σ :		5,64	1,15		6,46	

Schemat statyczny belki:



Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju $b_w = 15,0 \text{ cm}$
Wysokość przekroju $h = 15,0 \text{ cm}$
Rodzaj belki: monolityczna

DANE MATERIAŁOWE:

Parametry betonu:

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

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,66$

Zbrojenie główne:

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

Średnica prętów górnych = dolnych $\phi_d = 10 \text{ mm}$

Strzemiona:

Klasa stali **A-0 (St0S-b)** $\rightarrow f_{yk} = 220 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 190 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 300 \text{ MPa}$

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

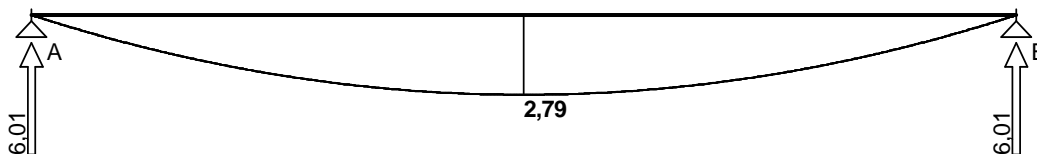
Otulinie: 15mm

ZAŁOŻENIA:

Sytuacja obliczeniowa: trwała
Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$
Graniczne ugięcie w przęsłach $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Momenty zginające [kNm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002

Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a - a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 2,79 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne $A_s = 1,14 \text{ cm}^2$. Przyjęto **2 $\phi 10$** o $A_s = 1,57 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,84\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 2,79 \text{ kNm} < M_{Rd} = 3,75 \text{ kNm}$ (74,5%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = (-)4,91 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi $\phi 6$ co 90 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = (-)4,91 \text{ kN} < V_{Rd1} = 12,81 \text{ kN}$ (38,4%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 2,44 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 2,44 \text{ kNm}$

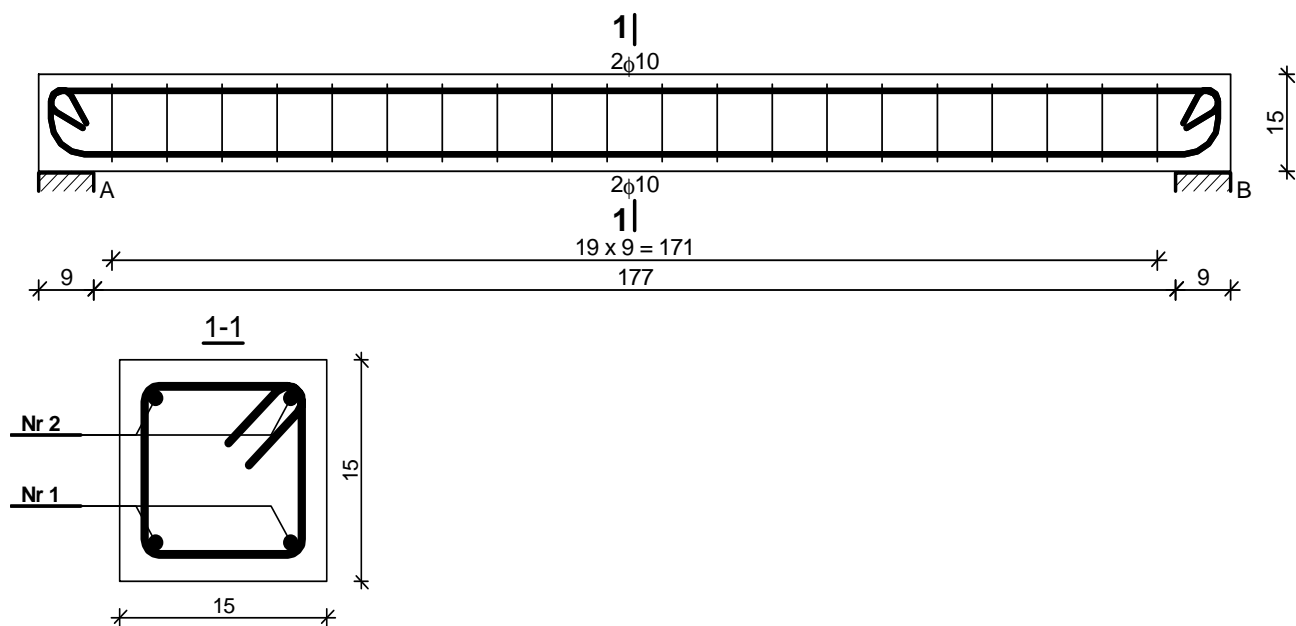
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,128 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (42,8%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 4,43 \text{ mm} < a_{lim} = 1860/200 = 9,30 \text{ mm}$ (47,6%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 4,99 \text{ kN}$

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

SZKIC ZBROJENIA



Belki stalowe

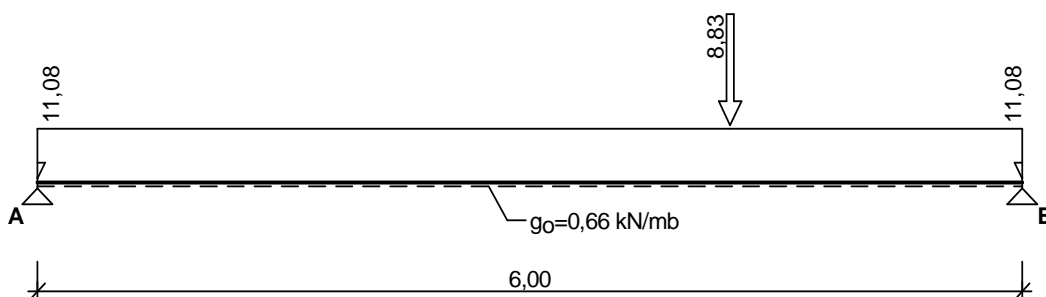
Belka Bs-4 pod stropem w kuchni

$$L = 5,70 \times 1,05 = 5,985 = 6,0 \text{ m}$$

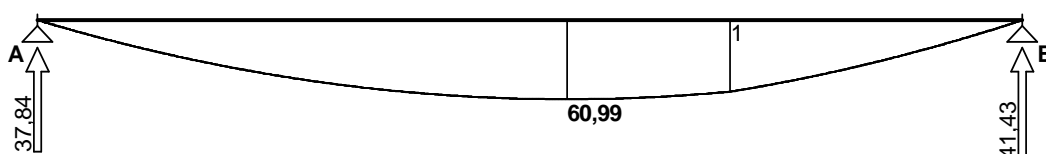
Obciążenia

- obciążenie ze stropu z płyt P - 2 $q = 2 \times 5,54 = 11,08 \text{ kN/m}$
- obciążenie z belek żelbetowych Bż - pod ściankami $P = 6,01 \times 2 \times 1,30 / 1,77 = 8,83 \text{ kN}$

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie): ($\gamma_f = 1,20$)



Momenty zginające [kNm]:



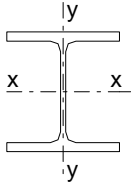
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA:

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwijczenia:

- 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 200 B**

$$A_v = 18,0 \text{ cm}^2, m = 61,3 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 5700 \text{ cm}^4, J_y = 2000 \text{ cm}^4, J_w = 171100 \text{ cm}^6, J_T = 59,5 \text{ cm}^4, W_x = 570 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3X**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,063$) $M_R = 130,29 \text{ kNm}$

- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 224,46 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

$$\text{Przekrój } z = 3,23 \text{ m}$$

$$\text{Współczynnik zwężenia } \varphi_L = 0,860$$

$$\text{Moment maksymalny } M_{\max} = 60,99 \text{ kNm}$$

$$^{(52)} M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,544 < 1$$

Nośność na ścinanie

$$\text{Przekrój } z = 6,00 \text{ m}$$

$$\text{Maksymalna siła poprzeczna } V_{\max} = (-) 41,43 \text{ kN}$$

$$^{(53)} V_{\max} / V_R = 0,185 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = (-) 41,43 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 134,68 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiernodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

$$\text{Przekrój } z = 3,04 \text{ m}$$

$$\text{Ugięcie maksymalne } f_{k,\max} = 16,43 \text{ mm}$$

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

$$f_{k,\max} = 16,43 \text{ mm} < f_{gr} = 24,00 \text{ mm} \quad (68,5\%)$$

Belka Bs-2 pod ścianką pomiędzy kuchnią a łazienką i spiżarnią

$$L = 5,70 \times 1,05 = 5,985 = 6,0 \text{ m}$$

Obciążenia

- obciążenie ze stropu z płyty P-1 $q = 7,43 \text{ kN/m}$

z płyty P-2 $q = 5,54 \text{ kN/m}$

- obciążenie ze ścianki na belce $g = 5,84 \text{ kN/m}$

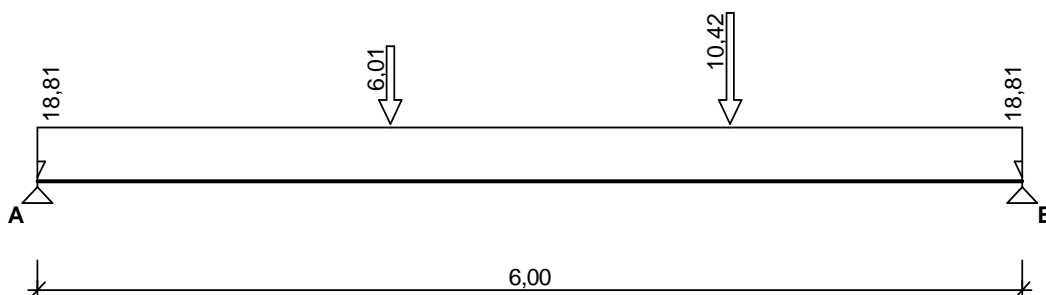
Razem $q = 18,81 \text{ kN/m}$

- obciążenie z belek żelbetowych Bż - pod ściankami $P_1 = 6,01 \text{ kN}$

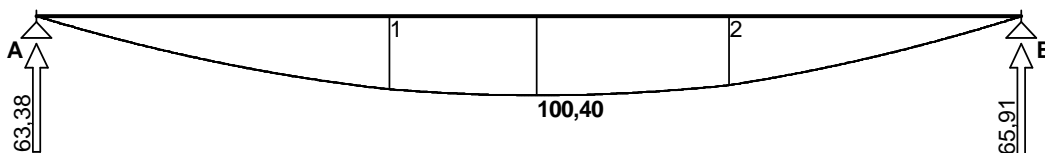
$$P_2 = 6,01 + 6,01 \times 1,3 / 1,77 = 10,42 \text{ kN}$$

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):

$$(\gamma_f = 1,20)$$



Momenty zginające [kNm]:



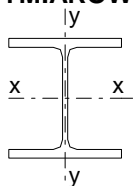
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

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 220 B**

$$A_v = 20,9 \text{ cm}^2, \quad m = 71,5 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 8090 \text{ cm}^4, \quad J_y = 2840 \text{ cm}^4, \quad J_w = 295400 \text{ cm}^6, \quad J_T = 76,8 \text{ cm}^4, \quad W_x = 736 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3X**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,063$) $M_R = 168,13 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 260,62 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój z = 3,05 m

Współczynnik zwichrzenia $\phi_L = 0,873$

Moment maksymalny $M_{\max} = 100,40 \text{ kNm}$

$$^{(52)} \quad M_{\max} / (\phi_L \cdot M_R) = 0,684 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój z = 6,00 m

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = - 65,91 \text{ kN}$

$$^{(53)} \quad V_{\max} / V_R = 0,253 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = (-) 65,91 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 156,37 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój z = 3,01 m

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 19,01 \text{ mm}$

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

$$f_{k,\max} = 19,01 \text{ mm} < f_{gr} = 24,00 \text{ mm} \quad (79,2\%)$$

Belka Bs-3, pod ścianką, skrajna przy łazience i spiżarni

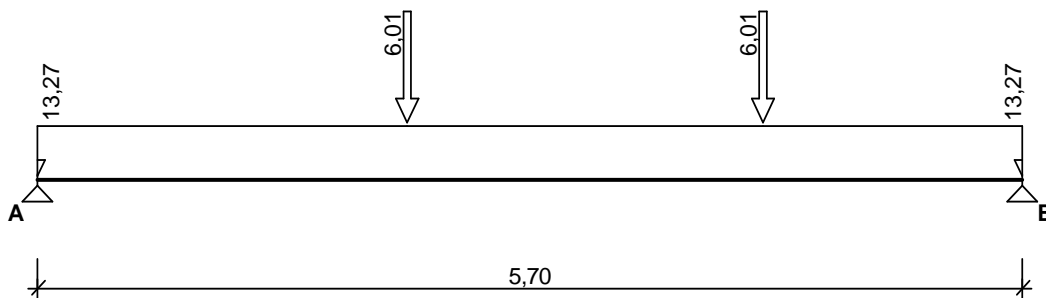
$$L = 5,42 \times 1,05 = 5,70 \text{ m}$$

Obciążenia

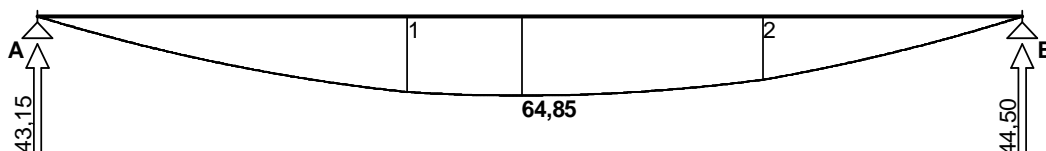
- obciążenie ze stropu z płyty P-1 $q = 7,43 \text{ kN/m}$
- obciążenie ze ścianki na belce $q = 5,84 \text{ kN/m}$
- Razem $q = 13,27 \text{ kN/m}$
- obciążenie z belek żelbetowych Bż - pod ściankami $P_1 = 6,01 \text{ kN}$

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):

$$(\gamma_f = 1,20)$$



Momenty zginające [kNm]:



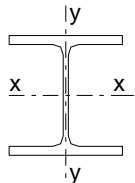
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

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 200 B**

$A_v = 18,0 \text{ cm}^2$, $m = 61,3 \text{ kg/m}$

$J_x = 5700 \text{ cm}^4$, $J_y = 2000 \text{ cm}^4$, $J_\omega = 171100 \text{ cm}^6$, $J_T = 59,5 \text{ cm}^4$, $W_x = 570 \text{ cm}^3$

Stal: **St3X**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,063$)
 $M_R = 130,29 \text{ kNm}$ ścinanie: klasa przekroju 1
 $V_R = 224,46 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 2,80 \text{ m}$

Współczynnik zwichrzenia $\phi_L = 0,874$

Moment maksymalny $M_{\max} = 64,85 \text{ kNm}$

$^{(52)} M_{\max} / (\phi_L \cdot M_R) = 0,570 < 1$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 5,70 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = - 44,50 \text{ kN}$

$^{(53)} V_{\max} / V_R = 0,198 < 1$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{\max} = (-) 44,50 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 134,68 \text{ kN} \rightarrow$ warunek niemiernodajny

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 2,85 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 15,71 \text{ mm}$

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

$f_{k,\max} = 15,71 \text{ mm} < f_{gr} = 22,80 \text{ mm}$ (68,9%)

Belka Bs-1 pod stropem w kuchni, skrajna

Ze względów konstrukcyjnych przyjęto przekrój **HE 200 B**, jak w belce Bs-4.

KONIEC OBLICZEŃ