

Obliczenia statyczne - dom kultury w Ozimku

Poz. 1. Wymiany w stropie przy szybie dźwigu w hollu.

Obciąż. stropu.

- warstwy posadzkowe		1,50	1,2	1,80 kN/m ²
- warstwa wyrównawcza	0,05 x 21,0 =	1,05	1,3	1,37 "
- ciężar stropu		3,65	1,2	4,38 "
- tynk od spodu	0,02 x 19,0 =	0,38	1,3	0,49 "
		6,58	1,22	8,04 kN/m ²
- obciążenie użytkowe		4,00	1,3	5,20 "
		10,58	1,25	13,24 kN/m ²

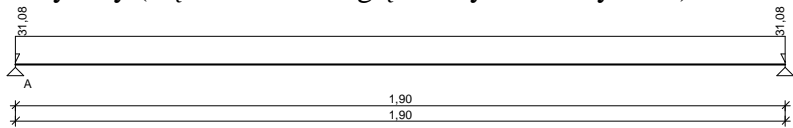
Poz. 1.1. Wymian stropu poprzeczny.

Rozstaw wymianów $a = 2,20$ m

Zest. obciąż.

- obciąż. stałe ze stropu	6,58 x (2,50 + 2,20) x 0,5 =	15,46	1,22	18,86 kN/m
- obciąż. użytkowe	4,00 x (2,50 + 2,20) x 0,5 =	9,40	1,3	12,22 "
		24,86	1,25	31,08 kN/m

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



- brak stężeń bocznych na długości belki;
- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;

Tablica wyników obliczeń statycznych:

L.p.	x [m]	M _l [kNm]	M _p [kNm]	V _l [kN]	V _p [kN]	f [mm]
Przęsło A - B (l ₀ = 1,90 m)						
A.	0,00	--	0,00	--	29,69	0,00
	0,95	14,10	14,10	0,00	0,00	2,38
B.	1,90	0,00	--	-29,69	--	0,00
Reakcje podporowe: R _A = 29,69 kN, R _B = 29,69 kN						

Wymiarowanie

Przekrój : IPE 160 stal: St3
 $W_x = 109 \text{ cm}^3$, $J_x = 869 \text{ cm}^4$, $A_v = 8,00 \text{ cm}^2$, $m = 15,8 \text{ kg/m}$
 zginanie : klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,068$) $M_R = 25,03 \text{ kNm}$
 ścinanie : klasa przekroju 1 $V_R = 99,76 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Współczynnik zwiczenia $\phi_L = 0,796$
 Moment maksymalny $M_{\max} = 14,10 \text{ kNm}$
 $M_{\max} / \phi_L \cdot M_R = 0,708 < 1$

Nośność na ścinanie

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 29,69 \text{ kN}$
 $V_{\max} / V_R = 0,298 < 1$

Stan graniczny użytkowania ($\gamma_f = 1,25$)

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 5,43 \text{ mm}$

Ugięcie maksymalne $f_{max} = 2,38 \text{ mm}$

$f_{max} = 2,38 \text{ mm} < f_{gr} = 5,43 \text{ mm}$

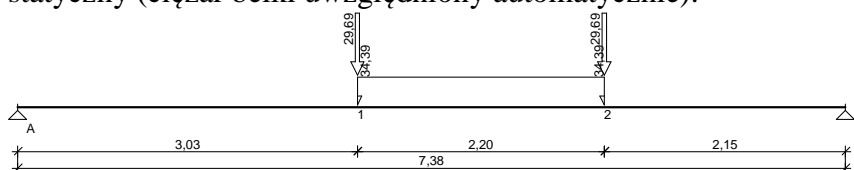
Poz. 1.2. Wymian stropu podłużny.

Zest. obciąż.

- obciąż. stałe ze stropu	6,58 x 5,20 x 0,5 =	17,11	1,22	20,87 kN/m
- obciąż. użytkowe	4,00 x 5,20 x 0,5 =	10,40	1,3	13,52 "
		27,51	1,25	34,39 kN/m

- reakcja z wymianu poz. 1.1. 23,75 1,25 29,69 kN

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



- rozstaw stężeń bocznych $l_1 = 3,00 \text{ m}$;

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;

Tablica wyników obliczeń statycznych:

L.p.	x [m]	M_l [kNm]	M_p [kNm]	V_l [kN]	V_p [kN]	f [mm]
Przęsło A - B ($l_o = 7,38 \text{ m}$)						
A.	0,00	--	0,00	--	62,89	0,00
1.	3,03	186,31	186,31	60,08	30,39	23,66
	3,76	199,10	199,10	4,47	4,47	24,92
	3,90	199,38	199,38	-0,22	-0,22	24,88
2.	5,23	167,70	167,70	-47,31	-77,00	20,04
B.	7,38	0,00	--	-79,00	--	0,00

Reakcje podporowe: $R_A = 62,89 \text{ kN}$, $R_B = 79,00 \text{ kN}$

Wymiarowanie

Przekrój : 2 IPE 300 stal: St3

$W_x = 1114 \text{ cm}^3$, $J_x = 16720 \text{ cm}^4$, $A_v = 42,6 \text{ cm}^2$, $m = 84,4 \text{ kg/m}$

zginanie : klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,064$) $M_R = 254,78 \text{ kNm}$

ściananie : klasa przekroju 1 $V_R = 531,22 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Współczynnik zwężenia $\phi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{max} = 199,38 \text{ kNm}$

$M_{max} / \phi_L \cdot M_R = 0,783 < 1$

Nośność na ściananie

Maksymalna siła poprzeczna $V_{max} = 79,00 \text{ kN}$

$V_{max} / V_R = 0,149 < 1$

Stan graniczny użytkowania ($\gamma_f = 1,25$)

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 21,09 \text{ mm}$

Ugięcie maksymalne $f_{max} = 24,92 \text{ mm}$

$f_{max} = 24,92 \text{ mm} > f_{gr} = 21,09 \text{ mm}$ – przyjęto jako dopuszczalne

Poz. 2. Wymiany w stropie przy szybie dźwigu na scenie.Obciąż. stropu.

- warstwy posadzkowe		1,50	1,2	1,80 kN/m ²
- warstwa wyrównawcza	0,05 x 21,0 =	1,05	1,3	1,37 "
- ciężar stropu		3,65	1,2	4,38 "
- tynk od spodu	0,02 x 19,0 =	0,38	1,3	0,49 "
		6,58	1,22	8,04 kN/m ²
- obciążenie użytkowe		5,00	1,3	6,50 "
		11,58	1,26	14,54 kN/m ²

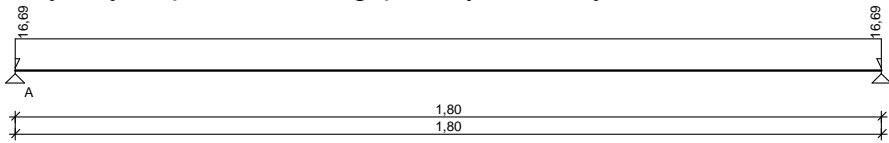
Poz. 2.1. Wymian stropu poprzeczny.

Rozstaw wymianu od ściany a = 2,30 m

Zest. obciąż.

- obciąż. stałe ze stropu	6,58 x 2,30 x 0,5 =	7,57	1,22	9,23 kN/m
- obciąż. użytkowe	5,00 x 2,30 x 0,5 =	5,75	1,3	7,46 "
		13,32	1,25	16,69 kN/m

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



- brak stężeń bocznych na długości belki;
- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;

Tablica wyników obliczeń statycznych:

L.p.	x [m]	M _l [kNm]	M _p [kNm]	V _l [kN]	V _p [kN]	f [mm]
Przęsło A - B (l ₀ = 1,80 m)						
A.	0,00	--	0,00	--	15,18	0,00
	0,90	6,83	6,83	0,00	0,00	1,04
B.	1,80	0,00	--	-15,18	--	0,00
Reakcje podporowe: R _A = 15,18 kN, R _B = 15,18 kN						

Wymiarowanie wg PN-90/B-03200

Przekrój : IPE 160 stal: St3

$$W_x = 109 \text{ cm}^3, J_x = 869 \text{ cm}^4, A_v = 8,00 \text{ cm}^2, m = 15,8 \text{ kg/m}$$

zginanie : klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,068$) M_R = 25,03 kNmściananie : klasa przekroju 1 V_R = 99,76 kN

Nośność na zginanie

$$\text{Współczynnik zwiczenia } \varphi_L = 0,819$$

$$\text{Moment maksymalny } M_{\max} = 6,83 \text{ kNm}$$

$$M_{\max} / \varphi_L \cdot M_R = 0,333 < 1$$

Nośność na ściananie

$$\text{Maksymalna siła poprzeczna } V_{\max} = 15,18 \text{ kN}$$

$$V_{\max} / V_R = 0,152 < 1$$

Stan graniczny użytkowania ($\gamma_f = 1,25$)

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 250 = 7,20 \text{ mm}$

Ugięcie maksymalne $f_{max} = 1,04 \text{ mm}$

$f_{max} = 1,04 \text{ mm} < f_{gr} = 7,20 \text{ mm}$

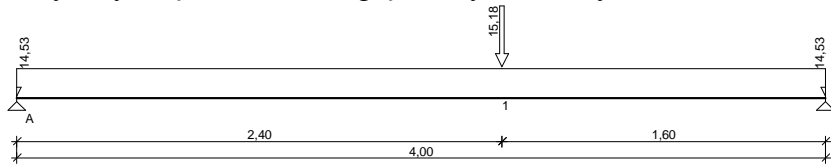
Poz. 2.2. Wymian stropu podłużny.

Zest. obciąż.

- obciąż. stałe ze stropu	6,58 x 1,0 =	6,58	1,22	8,03 kN/m
- obciąż. użytkowe	5,00 x 1,0 =	5,00	1,3	6,50 "
		11,58	1,25	14,53 kN/m

- reakcja z wymianu poz. 3.1. 12,14 1,25 15,18 kN

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



- brak stężeń bocznych na długości belki;
- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;

Tablica wyników obliczeń statycznych:

L.p.	x [m]	M_l [kNm]	M_p [kNm]	V_l [kN]	V_p [kN]	f [mm]
Przęsło A - B ($l_o = 4,00 \text{ m}$)						
A.	0,00	--	0,00	--	36,06	0,00
	2,03	42,32	42,32	5,59	5,59	7,33
1.	2,40	43,36	43,36	0,07	-15,11	7,03
B.	4,00	0,00	--	-39,10	--	0,00
Reakcje podporowe: $R_A = 36,06 \text{ kN}$, $R_B = 39,10 \text{ kN}$						

Wymiarowanie wg PN-90/B-03200

Przekrój : HE 200 A stal: St3

$W_x = 389 \text{ cm}^3$, $J_x = 3690 \text{ cm}^4$, $A_v = 12,3 \text{ cm}^2$, $m = 42,3 \text{ kg/m}$

zginanie : klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,053$) $M_R = 88,04 \text{ kNm}$

ściananie : klasa przekroju 1 $V_R = 154,00 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 0,899$

Moment maksymalny $M_{max} = 43,36 \text{ kNm}$

$M_{max} / \varphi_L \cdot M_R = 0,548 < 1$

Nośność na ścinanie

Maksymalna siła poprzeczna $V_{max} = 39,10 \text{ kN}$

$V_{max} / V_R = 0,254 < 1$

Stan graniczny użytkowania ($\gamma_f = 1,25$)

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 11,43 \text{ mm}$

Ugięcie maksymalne $f_{max} = 7,33 \text{ mm}$

$f_{max} = 7,33 \text{ mm} < f_{gr} = 11,43 \text{ mm}$

PROJEKTOWANE STROPY ZAPLECZA

1. Obciążenie na strop

1.1 Ciężar poszczególnych warstw stropu [kN/m²]

Char. Obl. (mnożnik 1,35)

-wykładzina na kleju 0.07 0.095
 -płyta OSB grub.2 cm 0.18 0.243
 -płyta izolacyjna 10cm 0.05 0.068
 -blacha trapezowa
 T50 gr 1.25mm
 0.112 0.15
 -sufit podwieszany z
 płyt g-k
 0.20 0.27

1.2 Obciążenie użytkowe [kN/m²]

Char. Obl.(mnożnik 1,5)

-pomieszczenie
 magazynowe
 (kat,E1)
 7,5 11,25

1.3 Obciążenie całkowite (obliczeniowe) [kN/m²]

gstałe := 0.095 + 0.243 + 0.068 + 0.15 + 0.27 = 0.826

gu_ytkE1 := 11.25

Gtot := gu_ytkE1 + gstałe = 12.076

2. Nosność blachy trapezowej

Dla rozpiętości 1.5m 19.62 kN/m²

Dla rozpiętości 1.75m 14.41 kN/m²

Największa rozpiętość w projektowanych stropach: 1.65m

Wykorzystanie nosności przy założeniu rozpiętości 1.75m

12.076 Kn/ m2 / 14.41 kN/ m2 = 83.803%

W stanie granicznym nosności wykorzystanie blachy wynosi około 83 %

3. Ugięcia belek stalowych

Profile belek : HEB100

oraz HEB120

3.1 Ugięcie belki o rozpiętości 2210mm (rozpatrywana belka nad pomieszczeniem biblioteki)

l_{b1221} := 2210mm

b_{obciążenia} := 1.65m

$$g_{\text{stałechar}} := 0.07 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 0.18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 0.05 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 0.112 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 0.20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 0.612 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$g_{\text{użytkchar}} := 7.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Obciążenia równomiernie rozłożone na belce

$$g_{\text{st}} := g_{\text{stałechar}} \cdot b_{\text{obciążenia}} = 1.01 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{\text{użytk}} := g_{\text{użytkchar}} \cdot b_{\text{obciążenia}} = 12.375 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Ugięcie belki o rozpiętości 2210mm (ciężar własny uwzględniony automatycznie przez program)

Ugięcie w stanie granicznym użyteczności (wartości charakterystyczne obciążeń)

$$f_{\text{char}} = 4.5 \text{ mm}$$

Graniczne ugięcie belki stalowej wg. Eurocodu 3 NA.22

Dla belek głównych

$$w_{\text{max}} := \frac{l_{b1221}}{350} = 6.314 \text{ mm}$$

Dla belek drugorzędnych

$$w_{\text{maxdr}} := \frac{l_{b1221}}{250} = 8.84 \text{ mm}$$

Warunek ugięcia

$$f_{\text{char}} < w_{\text{max}} = 1$$

Jest spełniony

Reakcja wyliczona wg założeń do stanu granicznego nośności

$$R_{\text{maxb1}} := 22.32 \text{ kN}$$

3.2 Ugięcie belki o rozpiętości 2540mm z dodatkowym obciążeniem skupionym

3.3.1 Strop nad pustką korytarza

$$l_{b2540} := 2540 \text{ mm}$$

Reakcje z belek (belki swobodnie podparte o rozpiętości 2540mm)

$$b_{\text{obciążenia2540}} := 1.48 \text{ m}$$

$$b_{\text{obciążenia2540dwa}} := 950 \text{ mm} = 0.95 \text{ m}$$

Obciążenia równomiernie rozłożone na pierwszej belce

$$g_{\text{st2120}} := g_{\text{stałechar}} \cdot b_{\text{obciążenia2540}} = 0.906 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{\text{użytk2120}} := g_{\text{użytkchar}} \cdot b_{\text{obciążenia2540}} = 11.1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Obciążenia równomiernie rozłożone na drugiej belce

$$g_{\text{st2120dwa}} := g_{\text{stałechar}} \cdot b_{\text{obciążenia2540dwa}} = 0.581 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{\text{użytk2120dwa}} := g_{\text{użytkchar}} \cdot b_{\text{obciążenia2540dwa}} = 7.125 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Reakcja z belki nr 1

$$R_{1st} := 1.48 \text{ kN} \quad R_{1uzytk} := 14.04 \text{ kN} \quad R_{belka1} := R_{1st} + R_{1uzytk} = 15.52 \text{ kN}$$

Reakcja z belki nr 2

$$R_{2st} := 0.99 \text{ kN} \quad R_{2uzytk} := 9.01 \text{ kN} \quad R_{belka2} := R_{2st} + R_{2uzytk} = 10 \text{ kN}$$

Obciążenie równomierne działające na belkę

$$b_{oddziaływ} := \frac{0.745}{2} \text{ m} = 0.373 \text{ m}$$

$$g_{st2540} := g_{stalechar} \cdot b_{oddziaływ} = 0.228 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{uzytk2540} := g_{uzytkchar} \cdot b_{oddziaływ} = 2.794 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Łączna wartość obciążenia obliczeniowego

$$g_{obsk} := g_{st2540} \cdot 1.35 \dots + 1.5 \cdot q_{uzytk2540} = 4.498 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Ugięcie belki o rozpiętości 2540mm z dodatkowym obciążeniem skupionym (ciężar własny uwzględniony automatycznie przez program)

Ugięcie w stanie granicznym użyteczności (wartości charakterystyczne obciążeń)

$$f_{charb3sk} := 4.1 \text{ mm}$$

Graniczne ugięcie belki stalowej wg. Eurocodu 3 NA.22

Dla belek głównych

$$w_{maxb3sk} := \frac{l_{b2540}}{350} = 7.257 \text{ mm}$$

Dla belek drugorzędnych

$$w_{maxdrb3sk} := \frac{l_{b2540}}{250} = 10.16 \text{ mm}$$

Warunek ugięcia

$$f_{charb3sk} < w_{maxb3sk} = 1$$

Jest spełniony

Reakcja wyliczona wg założeń do stanu granicznego nośności

$$R_{maxkorlewa} := 22.10 \text{ kN} \quad R_{maxkorprawa} := 28.14 \text{ kN}$$

3.3.2 Strop nad pomieszczeniami biblioteki

Reakcje z belek (belki swobodnie podprate o rozpiętości 2640mm)

$$b_{\text{obciążenia2640}} := 1508\text{mm} = 1.508\text{ m}$$

$$b_{\text{obciążenia2640dwa}} := 938\text{mm} = 0.938\text{ m}$$

Obciążenia równomiernie rozłożone na pierwszej belce

$$g_{\text{st2520}} := g_{\text{statechar}} \cdot b_{\text{obciążenia2640}} = 0.923 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{\text{użytk2520}} := g_{\text{użytkchar}} \cdot b_{\text{obciążenia2640}} = 11.31 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Obciążenia równomiernie rozłożone na drugiej belce

$$g_{\text{st2520dwa}} := g_{\text{statechar}} \cdot b_{\text{obciążenia2640dwa}} = 0.574 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{\text{użytk2520dwa}} := g_{\text{użytkchar}} \cdot b_{\text{obciążenia2640dwa}} = 7.035 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Reakcja z belki nr 1

$$R_{1\text{stb}} := 1.56\text{kN} \quad R_{1\text{użytkb}} := 14.93\text{kN}$$

Reakcja z belki nr 2

$$R_{2\text{stb}} := 1.02\text{kN} \quad R_{2\text{użytkb}} := 9.29\text{kN}$$

Obciążenie równomierne działające na belkę

$$b_{\text{oddziaływb}} := \frac{0.385}{2}\text{m}$$

$$g_{\text{st2540b}} := g_{\text{statechar}} \cdot b_{\text{oddziaływb}} = 0.118 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{\text{użytk2540b}} := g_{\text{użytkchar}} \cdot b_{\text{oddziaływb}} = 1.444 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Łączna wartość obciążenia obliczeniowego

$$g_{\text{obskbib}} := g_{\text{st2540b}} \cdot 1.35 + q_{\text{użytk2540b}} \cdot 1.5 = 2.325 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Ugięcie belki o rozpiętości 2540mm z dodatkowym obciążeniem skupionym (ciężar własny uwzględniony automatycznie przez program)

Ugięcie w stanie granicznym użyteczności (wartości charakterystyczne obciążeń)

$$f_{\text{charb3skb}} := 3.9\text{mm}$$

Graniczne ugięcie belki stalowej wg. Eurocodu 3 NA.22

Dla belek głównych

$$w_{\max b3skb} := \frac{l_{b2540}}{350} = 7.257 \cdot \text{mm}$$

Dla belek drugorzędnych

$$w_{\max drb3skb} := \frac{l_{b2540}}{250} = 10.16 \cdot \text{mm}$$

Warunek ugięcia

$$f_{charb3skb} < w_{\max b3skb} = 1$$

Jest spełnionyReakcja wyliczona wg założeń do stanu granicznego nośności

$$R_{\max b3skb} := 20.10 \text{ kN}$$

$$R_{\max b3skb} := 26.52 \text{ kN}$$

3.4 Ugięcie belek leżących na innych belkach**3.4.1 Belki nad korytarzem**

$$l_{b2530} := 2530 \text{ mm}$$

Ugięcia belek o rozpiętości 2530mm (ciężar własny uwzględniony automatycznie przez program)Ugięcie w stanie granicznym użyteczności (wartości charakterystyczne obciążeń)

$$\text{Belka HEB 120} \quad f_{char spkor120} := 3.6 \text{ mm}$$

$$\text{Belka HEB 100} \quad f_{char spkor100} := 4.5 \text{ mm}$$

Graniczne ugięcie belki stalowej wg. Eurocodu 3 NA.22

Dla belek głównych

$$w_{\max sp} := \frac{l_{b2530}}{350} = 7.229 \cdot \text{mm}$$

Dla belek drugorzędnych

$$w_{\max sp drg} := \frac{l_{b2530}}{250} = 10.12 \cdot \text{mm}$$

Warunek ugięcia

$$f_{char spkor100} < w_{\max sp} = 1$$

Jest spełniony

3.4.1 Belki nad biblioteka

$$l_{b2640} := 2640\text{mm}$$

Ugięcia belek o rozpiętości 2640mm (ciężar własny uwzględniony automatycznie przez program)

Ugięcie w stanie granicznym użyteczności (wartości charakterystyczne obciążeń)

$$\text{Belka HEB 120} \quad f_{\text{charspbib120}} := 4.4\text{mm}$$

$$\text{Belka HEB 100} \quad f_{\text{charspbib100}} := 5.2\text{mm}$$

Graniczne ugięcie belki stalowej wg. Eurocodu 3 NA.22

Dla belek głównych

$$w_{\text{maxbsp}} := \frac{l_{b2640}}{350} = 7.543 \cdot \text{mm}$$

Dla belek drugorzędnych

$$w_{\text{maxbspdrg}} := \frac{l_{b2640}}{250} = 10.56 \cdot \text{mm}$$

$$\text{Warunek ugięcia} \quad f_{\text{charspbib100}} < w_{\text{maxbsp}} = 1 \quad \text{Jest spełniony}$$

3.5 Ugięcie belek krótkich obciążonych obciążeniem skupionym

Korytarz

Ugięcie graniczne

$$f_{\text{charb3sk}} = 4.1 \cdot \text{mm} \quad w_{\text{grkrk}} := 1950 \frac{\text{mm}}{350} = 5.571 \cdot \text{mm} \quad f_{\text{charb3sk}} < w_{\text{grkrk}} = 1$$

Biblioteka

Ugięcie graniczne

$$f_{\text{charb3skb}} = 3.9 \cdot \text{mm} \quad w_{\text{grkrb}} := 1950 \frac{\text{mm}}{350} = 5.571 \cdot \text{mm} \quad f_{\text{charb3skb}} < w_{\text{grkrb}} = 1$$

Warunki ugięć są spełnione

4. Ściana murowa

4.1 Charakterystyka ściany murowej

4.1.1 Jednostka murowa

cegła zwykła

wytrzymałość na ściskanie $f_b := 12\text{MPa}$

Grupa perforacji - I

Kategoria produkcji - II

4.1.2 Zaprawa

zaprawa cementowo -
wapienna

wytrzymałość na ściskanie $f_m := 7\text{MPa}$

Zaprawa zwykła

4.1.3 Mur

a. Wytrzymałość muru na ściskanie

Spoina normalnej grubości, zaprawa zwykła, cegła zwykła

Współczynnik K

$K := 0.45$

PN-EN 1996-1-1 2010 TAB
NA.5

$f_k := K \cdot f_b^{0.7} \cdot f_m^{0.3} = 4.594 \cdot \text{MPa}$

Klasa wykonania robót B

PN-EN 1996-1-1 2010 NA.1

$\gamma_M := 2$

Obliczeniowa wytrzymałość muru na ściskanie

$f_d := \frac{f_k}{\gamma_M} = 2.297 \cdot \text{MPa}$

b. Ciężar własny ścian

wysokość ściany na wyższej kondygnacji

$h_{s1} := 326\text{cm} = 3.26 \text{ m}$

wysokość ściany projektowanej

$h_{sp} := 250\text{cm}$

grubość ścian

$$t_s := 35\text{cm}$$

grubość tynku (obie strony)

$$t_t := 3\text{cm}$$

Obciążenie:

Tynk (cementowo- wapienny)

$$\gamma_t := 19 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \qquad g_t := \gamma_t \cdot t_t = 0.57 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Warstwa konstrukcyjna ściany (cegła pełna)

$$\gamma_{\text{ceg}} := 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2 \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 19.62 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \qquad g_{\text{ceg}} := \gamma_{\text{ceg}} \cdot t_s = 6.867 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Całość

$$g_{\text{ściany}} := (g_{\text{ceg}} + g_t) \cdot 1.35 = 10.04 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \qquad g_{\text{ściany pow}} := 1.35 \cdot (\gamma_t \cdot t_t + 0.22\text{m} \cdot \gamma_{\text{ceg}}) = 6.597 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Obciążenia skupione od ścian na wyższych kondygnacjach:

$$R_{s1} := g_{\text{ściany pow}} \cdot 1\text{m} \cdot h_{s1} = 0.022 \cdot \text{MN}$$

Obciążenie projektowanej ściany

$$R_{sp} := g_{\text{ściany}} \cdot 0.4\text{m} \cdot h_{sp} = 0.01 \cdot \text{MN}$$

c. Obciążenia od reakcji z belek stalowych HEB (rozpatrywany jest 0.38m ściany) strop NAD POMIESZCZENIAMI BIBLIOTEKI.

$$R_{\text{HEBbib}} := 26.52\text{kN}$$

d. Obciążenia od reakcji z belek stalowych HEB (rozpatrywany jest 0.38m ściany) strop NAD PUSTKĄ KORYTARZA.

$$R_{\text{HEBkor}} := 28.14\text{kN}$$

4.2. Sprawdzenie warunków nośności.

4.2.1 Założony model obliczeniowy

Założono model PRZEGUBOWY

4.2.2 Obciążenia od ścian i stropów powyżej

4.2.2.1 Ciężar ścian z wyższych kondygnacji

$$R_{s1} = 21.505 \cdot \text{kN}$$

4.2.2.2 Obciążenia od stropu z pierwszego piętra po lewej:

Obciążenie użytkowe:

$$q_{\text{gęstożebrawy}} := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Obciążenie stałe:

Warstwy:

Linoleum	$g_{\text{lino}} := \gamma_{\text{lino}} \cdot t_{\text{lino}} = 0.3 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_{\text{lino}} := 120 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$	$t_{\text{lino}} := 2.5 \text{mm}$
----------	--	--	------------------------------------

Lastryko	$g_{\text{lastr}} := \gamma_{\text{lastr}} \cdot t_{\text{lastr}} = 0.88 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_{\text{lastr}} := 22 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$	$t_{\text{lastr}} := 4 \text{cm}$
----------	--	--	-----------------------------------

Strop

gęstożebrowy Ackerman	$g_{\text{ackerman}} := 3.37 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
--------------------------	--

wysokość pustaka
22 cm, grubość
nadbetonu 4cm

Tynk	$g_{\text{tynk}} := \gamma_{\text{tynk}} \cdot t_{\text{tynk}} = 0.38 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_{\text{tynk}} := 19 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$	$t_{\text{tynk}} := 2 \text{cm}$
------	---	---	----------------------------------

Łączny ciężar stropu	$g_{\text{stropgęsto}} := (g_{\text{tynk}} + g_{\text{ackerman}} + g_{\text{lastr}} + g_{\text{lino}}) = 4.93 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
-------------------------	---

Strop na pierwszym piętrze po lewej

$$g_{\text{strop1}} := (g_{\text{stropgęsto}}) \cdot 1.35 + 1.5 \cdot q_{\text{gęstożebrawy}} = 9.655 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Siła pionowa z tego stropu oddziałująca na ścianę

$$R_{\text{strop1}} := g_{\text{strop1}} \cdot \frac{0.209}{2} \text{m} \cdot 1 \text{m} = 1.009 \cdot \text{kN}$$

Łączna siła skupiona działająca od stropów powyżej

$$R_{\text{stropy}} := R_{\text{strop1}} = 1.009 \cdot \text{kN}$$

Łączna siła działająca od ścian będących powyżej

$$R_{\text{ściany}} := R_{s1} = 21.505 \cdot \text{kN}$$

Łączna siła skupiona od budynku powyżej

$$R_{\text{powyżej}} := R_{\text{stropy}} + R_{\text{ściany}} = 22.514 \cdot \text{kN}$$

Reakcja z nowo projektowanego stropu

$$R_{\text{HEBkor}} = 28.14 \cdot \text{kN}$$

4.2.3 Siły skupione przy suficie, w połowie i na dole rozpatrywanej ściany**Przekrój 1-1**

$$N_1 := R_{\text{HEBkor}} + R_{\text{powyżej}} = 50.654 \cdot \text{kN}$$

Przekrój 2-2

$$N_2 := R_{\text{sp}} + N_1 = 60.694 \cdot \text{kN}$$

Przekrój m-m

$$N_m := N_1 + \frac{1}{2} \cdot R_{\text{sp}} = 55.674 \cdot \text{kN}$$

4.2.4 Wyliczenie momentów w przekrojach krytycznych, oraz wyliczenie współczynników redukcyjnych**Efektywna wysokość ściany**

wysokość w świetle

$$h_{\text{sp}} = 2.5 \text{ m}$$

$$\rho_s := 1 \quad \text{współczynnik zależny od warunków zamocowania (max 1)} \quad \text{EC-6 str 44}$$

$$h_{\text{eff}} := h_{\text{sp}} \cdot \rho_s = 2.5 \text{ m}$$

Mimośród początkowy

$$e_{\text{initial}} := \frac{h_{\text{eff}}}{450} = 5.556 \cdot \text{mm}$$

EC-6 str 42

Przekrój przy stropie (1-1)

Reakcja ze stropu u góry ściany

$$R_{\text{HEBkor}} = 28.14 \cdot \text{kN}$$

Mimośród obciążeniowy

odległość lica stropu od końca ściany

$$a := 190 \text{mm}$$

$$e_{\text{strop}} := a + \frac{t_s - a}{2} - \frac{t_s}{2} = 95 \cdot \text{mm}$$

Moment

$$M_{\text{stropHEB}} := e_{\text{strop}} \cdot R_{\text{HEBkor}} = 2.673 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Reakcja od obciążeń powyżej

$$R_{\text{powyzej}} = 22.514 \cdot \text{kN}$$

Mimośród obciążeniowy

$$a_{\text{pow}} := 190 \text{mm}$$

$$e_{\text{powyzej}} := \frac{t_s}{2} - \frac{t_s - a_{\text{pow}}}{4} = 135 \cdot \text{mm}$$

Moment

$$M_{\text{powyzej}} := e_{\text{powyzej}} \cdot R_{\text{powyzej}} = 3.039 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Moment całkowity

$$M_1 := M_{\text{powyzej}} + M_{\text{stropHEB}} = 5.713 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Siła osiowa

$$N_1 = 50.654 \cdot \text{kN}$$

Mimośród całkowity

$$e_1 := e_{\text{initial}} + \frac{M_1}{N_1} = 0.118 \text{ m} > 0.05 \cdot t_s = 0.018 \text{ m}$$

Współczynnik redukcyjny

$$\varphi_1 := 1 - 2 \cdot \frac{e_1}{t_s} = 0.324$$

Przekrój u dołu ściany (2-2)Reakcja z góry

$$R_{\text{HEBkor}} = 28.14 \cdot \text{kN}$$

$$R_{\text{powyżej}} = 22.514 \cdot \text{kN}$$

Mimośród obciążeniowy

$$a_{\text{pon}} := 190 \text{ mm}$$

$$e_{\text{poniżej}} := \frac{t_s - 3a_{\text{pon}}}{4} = -0.055 \cdot \text{m}$$

Moment całkowity

$$M_2 := (R_{\text{HEBkor}} + R_{\text{powyżej}} + R_{\text{sp}}) \cdot e_{\text{poniżej}} = -3.338 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$|M_2| = 3.338 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Siła osiowa

$$N_2 = 60.694 \cdot \text{kN}$$

Mimośród całkowity

$$e_2 := e_{\text{initial}} + \frac{|M_2|}{N_2} = 0.061 \text{ m} > 0.05 \cdot t_s = 0.018 \text{ m}$$

Współczynnik redukcyjny

$$\varphi_2 := 1 - 2 \cdot \frac{e_2}{t_s} = 0.654$$

Moduł Younga dla jednostek murowych

$$E_{\text{mur}} := 1000 \cdot f_k = 4.594 \times 10^3 \cdot \text{MPa}$$

Przekrój pośrodku ściany (m-m)

Z proporcji wynika że w środku rozpiętości ściany w świetle mamy moment

$$M_m := 1.1875 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Siła osiowa

$$N_m = 55.674 \cdot \text{kN}$$

Mimośród obciążeniowy i niezamierzony w połowie rozpiętości ściany

$$e_m := \frac{M_m}{N_m} + e_{\text{initial}} = 0.027 \text{ m}$$

strona 54 w
Eurocodzie

Mimośród wywołany przez pełzanie

końcowy współczynnik pełzania

$$\varphi_{\text{końc}} := 1.5$$

wyokość efektywna

$$h_{\text{eff}} = 2.5 \text{ m}$$

grubość efektywna

$$t_{\text{eff}} := t_s \cdot 1 = 0.35 \text{ m}$$

Sprawdzenie warunku smukłości

$$\lambda := \frac{h_{\text{eff}}}{t_{\text{eff}}} = 7.143 < 27 \quad \text{ok !}$$

mimośród od pełzania

$$e_k := \varphi_{\text{końc}} \cdot 0.002 \cdot \frac{h_{\text{eff}}}{t_{\text{eff}}} \cdot \sqrt{e_m \cdot t_s} = 2.079 \cdot \text{mm}$$

Mimośród całkowity w połowie rozpiętości ściany

$$e_{\text{mk}} := e_k + e_m = 0.029 \text{ m} > 0.05 \cdot t_s = 0.018 \text{ m}$$

Współczynnik redukcyjny dla przekroju m-m

$$A_1 := 1 - 2 \cdot \frac{e_{\text{mk}}}{t_s} = 0.834$$

$$\lambda_{\text{mur}} := \frac{h_{\text{eff}}}{t_{\text{eff}}} \cdot \sqrt{\frac{f_k}{E_{\text{mur}}}} = 0.226$$

$$u := \frac{\lambda_{\text{mur}} - 0.063}{0.73 - 1.17 \cdot \frac{e_{\text{mk}}}{t_s}} = 0.257$$

$$e = 2.718$$

$$\varphi_m := A_1 \cdot e^{-\frac{u^2}{2}} = 0.807$$

Warunki nośności przekrój $t_s^2 = 0.123 \text{ m}^2$ wsp red $\gamma_{\text{rd}} := 1.43$ Tablica NA 2

$$N_{\text{Rd1}} := \varphi_1 \cdot t_s^2 \cdot \frac{f_d}{\gamma_{\text{rd}}} = 63.712 \cdot \text{kN} > N_1 = 50.654 \cdot \text{kN} \quad \text{ok}$$

$$N_{\text{Rdm}} := \varphi_m \cdot t_s^2 \cdot \frac{f_d}{\gamma_{\text{rd}}} = 158.852 \cdot \text{kN} > N_m = 55.674 \cdot \text{kN} \quad \text{ok}$$

$$N_{\text{Rd2}} := \varphi_2 \cdot t_s^2 \cdot \frac{f_d}{\gamma_{\text{rd}}} = 128.675 \cdot \text{kN} > N_2 = 60.694 \cdot \text{kN} \quad \text{ok}$$

Dopasowanie blaszek pod dwuteowniki HEB

założone wymiary blaszek:

$$\text{szerokość} \quad b_{\text{blaszki}} := 100 \text{ mm} \quad \text{lub} \quad b_{\text{blachypodHEB120}} := 120 \text{ mm}$$

$$\text{długość} \quad l_{\text{blaszki}} := 200 \text{ mm}$$

$$\text{grubość} \quad t_{\text{blaszki}} := 10 \text{ mm}$$

Maksymalna reakcja działająca na blaszkę

$$R_{\text{HEBkor}} = 28.14 \cdot \text{kN}$$

$$\text{pole blaszki:} \quad A_{\text{blacha}} := b_{\text{blaszki}} \cdot l_{\text{blaszki}} = 0.02 \text{ m}^2$$

Naprężenia

$$\sigma := \frac{R_{\text{HEBkor}}}{A_{\text{blacha}}} = 1.407 \cdot \text{MPa}$$

Naprężenie jest znikome

5. Sprawdzenie warunków nośności dla ściany 25 cm (rozpatrywany 1m ściany)

Założono model PRZEGUBOWY

Grubość ściany

$$t_{s25} := 22\text{cm}$$

Reakcja z nowo projektowanego stropu

$$R_{\text{HEBkor}} = 28.14\text{ kN}$$

5.1 Siły skupione przy suficie, w połowie i na dole rozpatrywanej ściany

$$R_{\text{sp25}} := g_{\text{ściany25}} \cdot 1\text{m} \cdot h_{\text{sp}} = 0.016\text{ MN} \quad g_{\text{ściany25}} := (t_{s25} \cdot \gamma_{\text{ceg}} + \gamma_t \cdot t_t) \cdot 1.35 = 6.597 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$R_{s125} := g_{\text{ściany25}} \cdot 1\text{m} \cdot h_{s1} = 21.505\text{ kN}$$

$$R_{\text{strop125}} := g_{\text{strop1}} \cdot \frac{0.209}{2}\text{m} \cdot 1\text{m} = 1.009\text{ kN}$$

Przekrój 1-1

$$N_{125} := R_{\text{HEBkor}} + R_{s125} + R_{\text{strop125}} = 50.654\text{ kN}$$

Przekrój 2-2

$$N_{225} := R_{\text{sp25}} + N_{125} = 67.146\text{ kN}$$

Przekrój m-m

$$N_{m25} := N_{125} + \frac{1}{2} \cdot R_{\text{sp25}} = 58.9\text{ kN}$$

5.2 Wyliczenie momentów w przekrojach krytycznych, oraz wyliczenie współczynników redukcyjnych

Efektywna wysokość ściany

wysokość w świetle

$$h_{\text{sp}} = 2.5\text{ m}$$

$$\rho_s = 1 \quad \text{współczynnik zależny od warunków zamocowania (max 1)} \quad \text{EC-6 str 44}$$

$$h_{\text{eff}} = 2.5\text{ m}$$

Mimośród początkowy

$$e_{\text{initial}} = 5.556\text{ mm}$$

EC-6 str 42

Przekrój przy stropie (1-1)Reakcja ze stropu u góry ściany

$$R_{\text{HEBkor}} = 28.14 \cdot \text{kN}$$

Mimośród obciążeniowy

odległość lica stropu od końca ściany

$$a_{25} := 60 \text{ mm}$$

$$e_{\text{strop25}} := a_{25} + \frac{t_{s25} - a_{25}}{2} - \frac{t_{s25}}{2} = 30 \cdot \text{mm}$$

Moment

$$M_{\text{stropHEB25}} := e_{\text{strop25}} \cdot R_{\text{HEBkor}} = 0.844 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Reakcja od obciążeń powyżej

$$R_{\text{powyzej25}} := R_{s125} + R_{\text{strop125}} = 22.514 \cdot \text{kN}$$

Mimośród obciążeniowy

$$a_{\text{pow25}} := 60 \text{ mm}$$

$$e_{\text{powyzej25}} := \frac{t_{s25}}{2} - \frac{t_{s25} - a_{\text{pow25}}}{4} = 70 \cdot \text{mm}$$

Moment

$$M_{\text{powyzej25}} := e_{\text{powyzej25}} \cdot R_{\text{powyzej25}} = 1.576 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Moment całkowity

$$M_{125} := M_{\text{powyzej25}} + M_{\text{stropHEB25}} = 2.42 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Siła osiowa

$$N_{125} = 50.654 \cdot \text{kN}$$

Mimośród całkowity

$$e_{125} := e_{\text{initial}} + \frac{M_{125}}{N_{125}} = 0.053 \text{ m} > 0.05 \cdot t_{s25} = 0.011 \text{ m}$$

Współczynnik redukcyjny

$$\varphi_{125} := 1 - 2 \cdot \frac{e_{125}}{t_{s25}} = 0.515$$

Przekrój u dołu ściany (2-2)Reakcja z góry

$$R_{\text{HEBkor}} = 28.14 \cdot \text{kN}$$

$$R_{\text{powyżej25}} = 22.514 \cdot \text{kN}$$

Mimośród obciążeniowy

$$a_{\text{pon25}} := 60 \text{ mm}$$

$$e_{\text{poniżej25}} := \frac{t_{s25} - 3a_{\text{pon25}}}{4} = 10 \cdot \text{mm}$$

Moment całkowity

$$M_{225} := (R_{\text{HEBkor}} + R_{\text{powyżej25}} + R_{\text{sp25}}) \cdot e_{\text{poniżej25}} = 0.671 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Sila osiowa

$$N_{225} = 67.146 \cdot \text{kN}$$

Mimośród całkowity

$$e_{225} := e_{\text{initial}} + \frac{M_{225}}{N_{225}} = 0.016 \text{ m} > 0.05 \cdot t_{s25} = 0.011 \text{ m}$$

Współczynnik redukcyjny

$$\varphi_{225} := 1 - 2 \cdot \frac{e_{225}}{t_{s25}} = 0.859$$

Przekrój pośrodku ściany (m-m)

Z proporcji wynika że w środku rozpiętości ściany w świetle mamy moment

$$M_{m25} := 1.5455 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Sila osiowa

$$N_{m25} = 58.9 \cdot \text{kN}$$

Mimośród obciążeniowy i niezamierzony w połowie rozpiętości ściany

$$e_{m25} := \frac{M_{m25}}{N_{m25}} + e_{\text{initial}} = 0,032 \text{ m}$$

strona 54 w
Eurocodzie

Mimośród wywołany przez pełzanie

końcowy współczynnik pełzania

$$\varphi_{\text{końc}25} := 1,5$$

wyokość efektywna

$$h_{\text{eff}} = 2,5 \text{ m}$$

grubość efektywna

$$t_{\text{eff}25} := t_{s25} \cdot 1 = 0,22 \text{ m}$$

Sprawdzenie warunku smukłości

$$\lambda_{25} := \frac{h_{\text{eff}}}{t_{\text{eff}25}} = 11,364 < 27 \quad \text{ok !}$$

mimośród od pełzania

$$e_{k25} := \varphi_{\text{końc}25} \cdot 0,002 \cdot \frac{h_{\text{eff}}}{t_{\text{eff}25}} \cdot \sqrt{e_{m25} \cdot t_{s25}} = 2,851 \cdot \text{mm}$$

Mimośród całkowity w połowie rozpiętości ściany

$$e_{mk25} := e_{k25} + e_{m25} = 0,035 \text{ m} > 0,05 \cdot t_{s25} = 0,011 \text{ m}$$

Współczynnik redukcyjny dla przekroju m-m

$$A_{125} := 1 - 2 \cdot \frac{e_{mk25}}{t_{s25}} = 0,685$$

$$\lambda_{\text{mur}25} := \frac{h_{\text{eff}}}{t_{\text{eff}25}} \cdot \sqrt{\frac{f_k}{E_{\text{mur}}}} = 0,359$$

$$u_{25} := \frac{\lambda_{\text{mur}25} - 0,063}{0,73 - 1,17 \cdot \frac{e_{mk25}}{t_{s25}}} = 0,543$$

$$e = 2.718$$

$$\varphi_{m.25} := A_{125} \cdot e^{-\frac{u_{25}^2}{2}} = 0.591$$

Warunki nośności Przekrój $(t_{s25} \cdot 0.458m) = 0.101m^2$ wsp red $\gamma_{rd25} := 2$ Tablica NA 2

$$N_{Rd125} := \varphi_{125} \cdot t_{s25} \cdot 0.458m \cdot \frac{f_d}{\gamma_{rd25}} = 59.611 \cdot kN > N_{125} = 50.654 \cdot kN \quad ok$$

$$N_{Rdm25} := \varphi_{m.25} \cdot (t_{s25} \cdot 0.458m) \cdot \frac{f_d}{\gamma_{rd25}} = 68.404 \cdot kN > N_{m25} = 58.9 \cdot kN \quad ok$$

$$N_{Rd225} := \varphi_{225} \cdot (t_{s25} \cdot 0.458m) \cdot \frac{f_d}{\gamma_{rd25}} = 99.353 \cdot kN > N_{225} = 67.146 \cdot kN \quad ok$$