OBLICZENIA STATYCZNE DLA BUDYNKU TECHNOLOGICZNEGO W KRĘGACH

WYKORZYSTANE NORMY

- Obciążenia stałe PN-82/B-02001
- Obciążenia zmienne technologiczne PN-82/B-02003
- Obciążenie śniegiem PN-80/B-02010:Az1
- Obciążenie wiatrem PN-77/B-02011:Az1
- Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone PN-B-03264:1999/2002
- Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli PN-81/B-03020

POZ. 1 OBCIĄŻENIA

Tablica 1. Dach

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m^2	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m^2
1.	Membrana TPO [0,100kN/m2]	0,10	1,20	--	0,12
2.	Geowłóknina 165 g/m2	0,01	1,20	--	0,01
3.	Styropian grub. 15 cm [0,45kN/m3·0,15m]	0,07	1,20	--	0,08
4.	Folia PE 0,02cm - 200g/m2	0,02	1,20	--	0,02
5.	płyty stropowe Żerańskie 24cm	3,50	1,10	--	3,85
6.	Warstwa cementowa grub. 1 cm [21,0kN/m3·0,01m]	0,21	1,30	--	0,27
7.	Sufit podwieszony modułowy	0,12	1,20	--	0,14
	Σ:	**4,03**	1,12	--	**4,51**

Tablica 2. Warstwy daszku nad wejściem

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m^2	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m^2
1.	Blacha stalowa, cynkowa lub miedziana o grubości 0,55 mm (pokrycie bezkrokwiowe) [0,300kN/m2]	0,30	1,20	--	0,36
2.	Poliuretan grub. 2 cm [0,45kN/m3·0,02m]	0,01	1,30	--	0,01
3.	Styropian grub. 6 cm [0,45kN/m3·0,06m]	0,03	1,30	--	0,04
4.	Warstwa cementowa grub. 1 cm [21,0kN/m3·0,01m]	0,21	1,30	--	0,27
	Σ:	**0,55**	1,25	--	**0,68**

Tablica 3. Ściana zewnętrzna nadziemia

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m^2	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m^2
1.	Płytki kamionkowe grubości 7 mm na zaprawie cementowej 1:3 gr. 16-23 mm [0,320kN/m2]	0,32	1,30	--	0,42
2.	Cegła wapienno-piaskowa (silikat), pełna grub. 36 cm [19,0kN/m3·0,36m]	6,84	1,10	--	7,52
3.	Styropian grub. 6 cm [0,45kN/m3·0,06m]	0,03	1,20	--	0,04
4.	Warstwa cementowa grub. 0,5 cm [21,0kN/m3·0,005m]	0,10	1,30	--	0,13
5.	Styropian grub. 12 cm [0,45kN/m3·0,12m]	0,05	1,20	--	0,06
6.	Warstwa cementowa grub. 1 cm [21,0kN/m3·0,01m]	0,21	1,30	--	0,27
	Σ:	**7,55**	1,12	--	**8,44**

Tablica 4. Ściana zewnętrzna attyki

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m^2	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m^2
1.	Warstwa cementowa grub. 1 cm [21,0kN/m3·0,01m]	0,21	1,30	--	0,27
2.	Styropian grub. 15 cm [0,45kN/m3·0,15m]	0,07	1,20	--	0,08
3.	Beton zwykły na kruszywie kamiennym, zbrojony, zagęszczony grub. 15 cm [25,0kN/m3·0,15m]	3,75	1,10	--	4,13
4.	Warstwa cementowa grub. 0,5 cm [21,0kN/m3·0,005m]	0,10	1,30	--	0,13
5.	Styropian grub. 12 cm [0,45kN/m3·0,12m]	0,05	1,20	--	0,06
6.	Warstwa cementowa grub. 1 cm [21,0kN/m3·0,01m]	0,21	1,30	--	0,27
	Σ:	**4,39**	1,13	--	**4,94**

Tablica 5. Ściana wewnętrzna nadziemia

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m^2	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m^2
1.	Płytki kamionkowe grubości 7 mm na zaprawie cementowej 1:3 gr. 16-23 mm [0,320kN/m2]	0,32	1,20	--	0,38
2.	Warstwa cementowo-wapienna grub. 1,5 cm [19,0kN/m3·0,015m]	0,29	1,30	--	0,38
3.	Cegła wapienno-piaskowa (silikat), pełna grub. 24 cm [19,0kN/m3·0,24m]	4,56	1,10	--	5,02
4.	Warstwa cementowo-wapienna grub. 1,5 cm [19,0kN/m3·0,015m]	0,29	1,30	--	0,38
5.	Płytki kamionkowe grubości 7 mm na zaprawie cementowej 1:3 gr. 16-23 mm [0,320kN/m2]	0,32	1,20	--	0,38
	Σ:	**5,78**	1,13	--	**6,54**

Tablica 6. Śnieg - dach płaski

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m^2	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m^2
1.	Obciążenie śniegiem połaci bardziej obciążonej dachu dwuspadowego wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1 (strefa 2 -> Qk = 0,9 kN/m2, nachylenie połaci 5,0 st. -> C2=0,8) [0,720kN/m2]	0,72	1,50	0,00	1,08
	Σ:	**0,72**	1,50	--	**1,08**

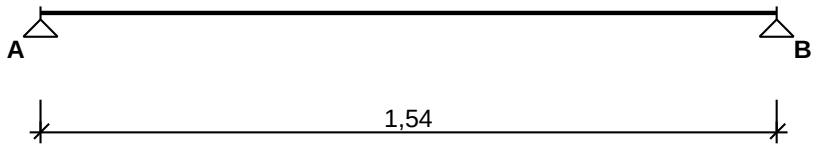
Tablica 7. Śnieg – daszek nad wejściem

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m^2	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m^2
1.	Maksymalne obciążenie śniegiem połaci dachu z przegrodą lub attyką wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-5 (strefa 2 -> Qk = 0,9 kN/m2, h = 1,3 m -> C2=2,0) [1,800kN/m2]	1,80	1,50	0,00	2,70
	Σ:	**1,80**	1,50	--	**2,70**

POZ. 2 OBLICZENIA

POZ. 2.1 NADPROŻE STALOWE N2

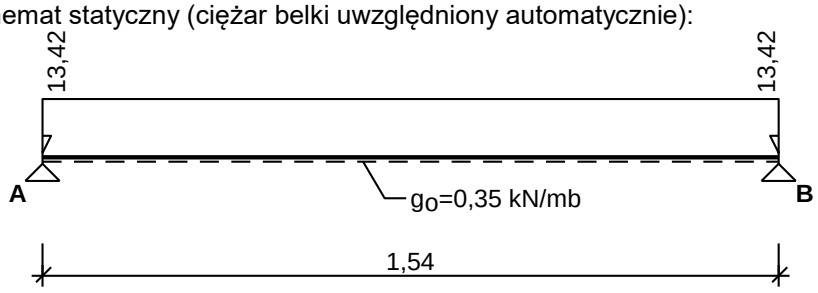
SCHEMAT BELKI



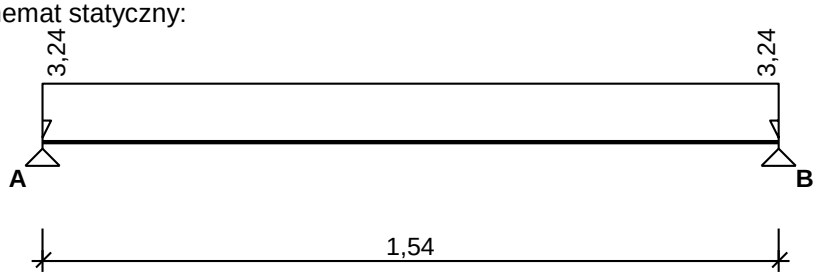
Parametry belki (2 C 140 ac 460 mm)
- moment bezwładności przekroju J_x = 1210,0 cm^4; moduł sprężystości podłużnej E = 205 GPa;
- masa belki m = 32,0 kg/m; współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki γ_f = 1,1

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

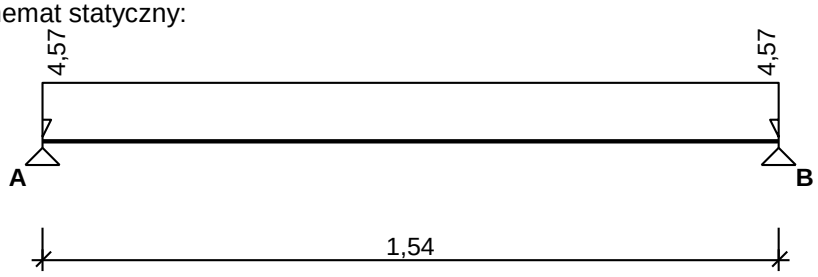
Przypadek **P1: C. wł. dachu o rozp. 3,0m** (γ_f = 1,12)
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



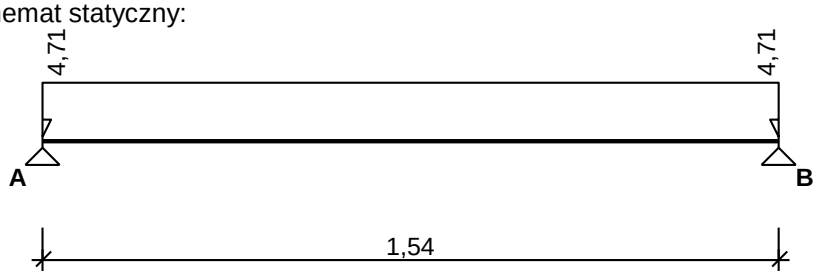
Przypadek **P2: Śnieg z rozp. 3,0m** (γ_f = 1,5)
Schemat statyczny:



Przypadek **P3: C. wł. ściany h=0,69m** (γ_f = 1,13)
Schemat statyczny:



Przypadek **P4: C. wł. attyki h=0,95m** (γ_f = 1,13)
Schemat statyczny:



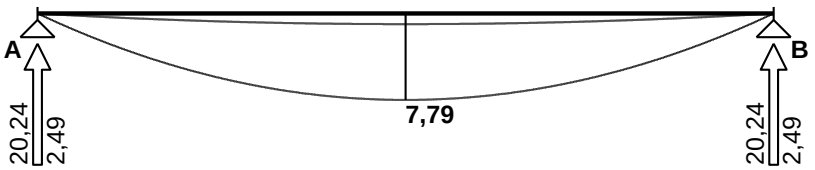
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

	nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1:	C. wł. dachu o rozp. 3,0m+Śnieg z rozp. 3,0m+C. wł. ściany h=0,69m+C. wł. attyki h=0,95m	1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3+1,0·P4

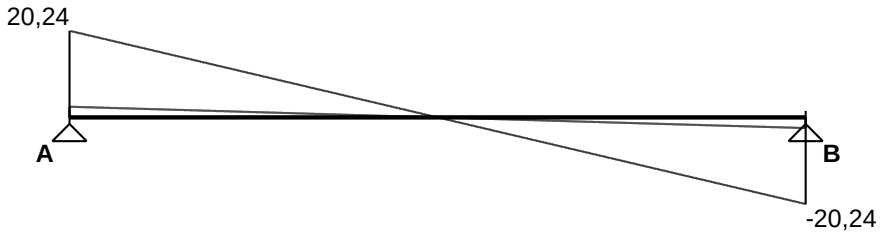
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych

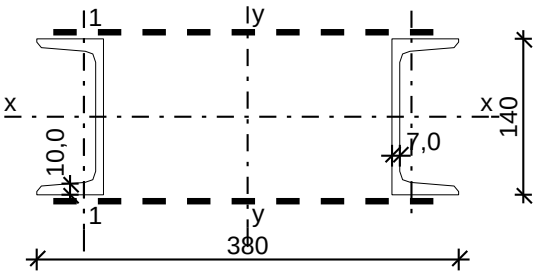
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



2 ceowniki zwykłe C 140 a_c = 380 mm, połączone przewiązkami co 500 mm (wg PN-86/H-93403)



Wymiary profilu podstawowego C 140
h = 140 mm, b_f = 60 mm
t_w = 7,0 mm, t_f = 10,0 mm
r = 10,0 mm, r_1 = 5,0 mm
e = 1,75 cm, a = 1,97 cm

Cechy geometryczne przekroju
A = 40,80 cm^2, A_{vy} = 19,60 cm^2, A_{vx} = 24,00 cm^2
J_x = 1210 cm^4, J_y = 9002 cm^4
W_x = 172,8 cm^3, W_y = 473,8 cm^3
i_x = 5,450 cm, i_y = 14,85 cm, i_1 = 1,750 cm
A_L = 0,974 m^2/mb, A_G = 30,45 m^2/t
U/A = 238,8 m^{-1}, m = 32,00 kg/m

Stal: St3, f_d =215 MPa, λ_p = 84,0;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu
N_{Rt} = 877,2 kN

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu
• wyboczenie względem osi materiałowej
$N_{Rc,x}$ = 877,2 kN (klasa: 1, ψ_x = 1,000)
l_{ex} = 1,54 m, λ_x = 28,3, $\bar{\lambda}_x = \lambda_x/\lambda_p$ = 0,336 wg "c" → φ_x = 0,943
$\varphi_x \cdot N_{Rc,x}$ = 827,1 kN
• wyboczenie pojedynczej gałęzi między przewiązkami
l_1 = 0,50 m, $\lambda_v = l_1/i_1$ = 28,6, $\bar{\lambda}_v = \lambda_v/\lambda_p$ = 0,340 wg "c" → φ_1 = 0,941
• wyboczenie względem osi niemateriałowej
$N_{Rc,y}$ = 825,8 kN (klasa: 4, $\psi_y = \min(\varphi_1;\varphi_p) = \min(0{,}941;1{,}000) = 0{,}941$)
l_{ey} = 1,54 m, λ_y = 10,4, $\lambda_{m,y}$ = 30,4
$\lambda_{my} = (\lambda_{m,y}/\lambda_p)\cdot \text{pierw}(\psi_y)$ = 0,351 wg "b" → φ_y = 0,979
$\varphi_y \cdot N_{Rc,y}$ = 808,2 kN

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

M_{Rx} = 37,15 kNm (klasa: 1, pominięto rezerwę plastyczną przekroju $\rightarrow$ α_{px} = 1,000)
M_{Ry} = 101,9 kNm (klasa: 1, pominięto rezerwę plastyczną przekroju $\rightarrow$ α_{py} = 1,000)
• ustalenie współczynnika zwichrzenia
nie uwzględniono zwichrzenia elementu, założono φ_L = 1,000

Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

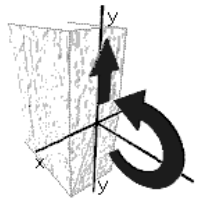
V_{Ry} = 244,4 kN (klasa: 1 , φ_{pvy} = 1,000)
V_{Rx} = 299,3 kN (klasa: 1 , φ_{pvx} = 1,000)

Nośność obliczeniowa przy zginaniu ze ścinaniem

V_y = 20,40 kN < $V_{0,y} = 0{,}3 \cdot V_{R,y}$ = 73,32 kN $\rightarrow$ $M_{Rx,V} = M_{Rx}$
V_x = 0,000 kN < $V_{0,x} = 0{,}3 \cdot V_{R,x}$ = 89,78 kN $\rightarrow$ $M_{Ry,V} = M_{Ry}$

Obciążenie elementu

M_x = 7,700 kNm, V_y = 20,40 kN

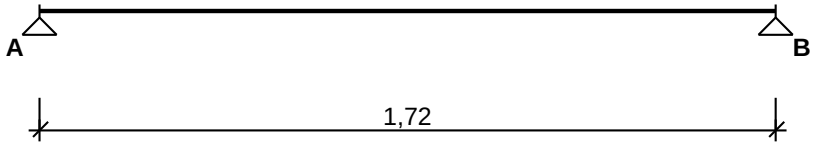


Warunki nośności elementu

(52) $M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) = 0{,}207 < 1$
(55) $M_x / M_{Rx,V} = 0{,}207 < 1$
(53) $V_y / V_{Ry} = 0{,}083 < 1$

POZ. 2.2 NADPROŻE STALOWE N3

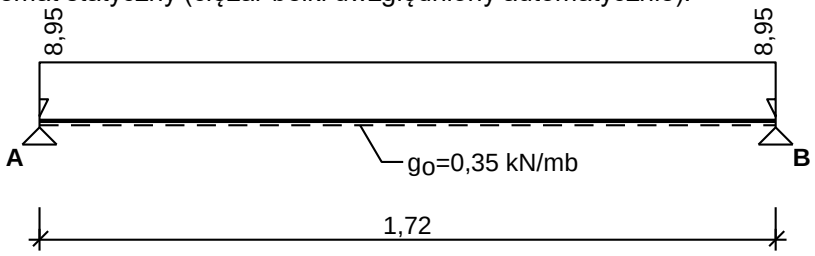
SCHEMAT BELKI



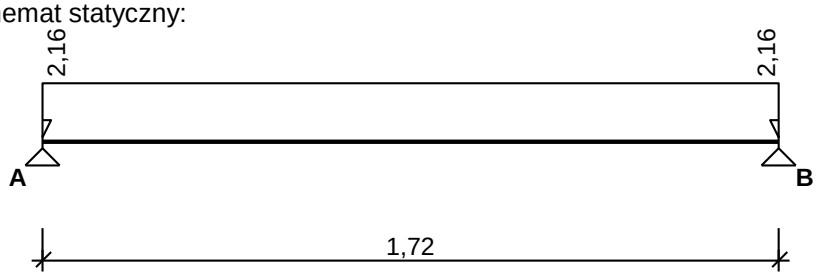
Parametry belki (2 C 140 ac 460 mm)
- moment bezwładności przekroju J_x = 1210,0 cm^4; moduł sprężystości podłużnej E = 205 GPa;
- masa belki m = 32,0 kg/m; współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki γ_f = 1,1

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

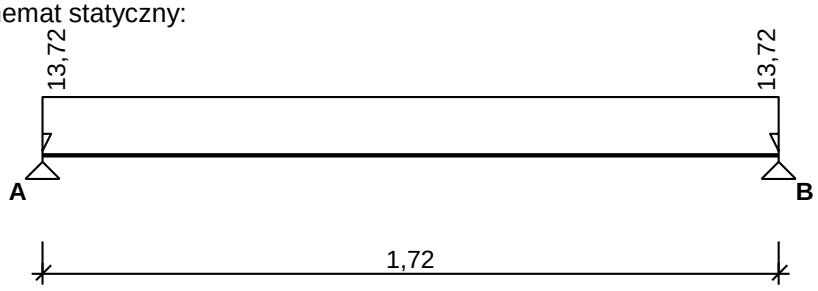
Przypadek **P1: C. wł. dachu o rozp. 2,0m** (γ_f = 1,11)
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



Przypadek **P2: Śnieg z rozp. 2,0m** (γ_f = 1,5)
Schemat statyczny:



Przypadek **P3: C. wł. ściany h=2,10m** (γ_f = 1,13)
Schemat statyczny:



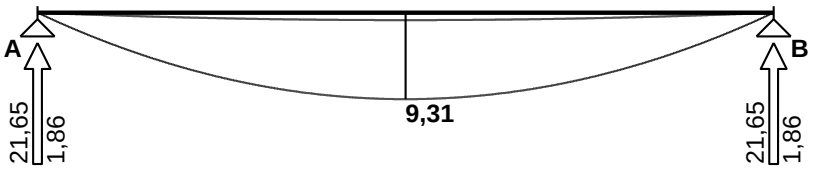
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

	nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1:	C. wł. dachu o rozp. 2,0m+Śnieg z rozp. 2,0m+C. wł. ściany h=2,10m	1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3

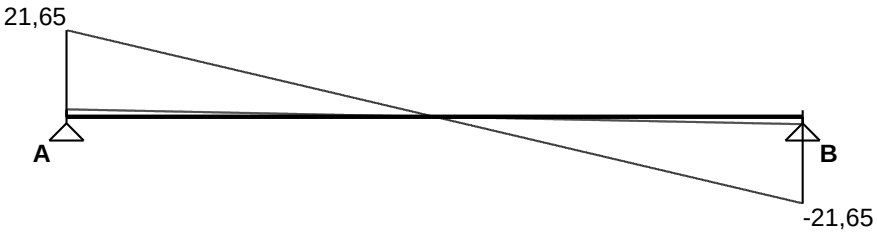
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych

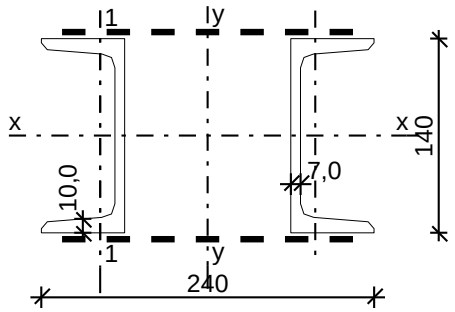
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



2 ceowniki zwykłe C 140 a_c = 240 mm, połączone przewiązkami co 500 mm (wg PN-86/H-93403)



Wymiary profilu podstawowego C 140
h = 140 mm, b_f = 60 mm
t_w = 7,0 mm, t_f = 10,0 mm
r = 10,0 mm, r_1 = 5,0 mm
e = 1,75 cm, a = 1,97 cm

Cechy geometryczne przekroju
A = 40,80 cm^2, A_{vy} = 19,60 cm^2, A_{vx} = 24,00 cm^2
J_x = 1210 cm^4, J_y = 2576 cm^4
W_x = 172,8 cm^3, W_y = 214,7 cm^3
i_x = 5,450 cm, i_y = 7,946 cm, i_1 = 1,750 cm
A_L = 0,974 m^2/mb, A_G = 30,45 m^2/t
U/A = 238,8 m^{-1}, m = 32,00 kg/m

Stal: St3, f_d =215 MPa, λ_p = 84,0;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu
N_{Rt} = 877,2 kN

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

• wyboczenie względem osi materiałowej

$N_{Rc,x}$ = 877,2 kN (klasa: 1, ψ_x = 1,000)

l_{ex} = 1,72 m, λ_x = 31,6, $\bar{\lambda}_x = \lambda_x/\lambda_p$ = 0,376 wg "c" $\rightarrow \varphi_x$ = 0,927

$\varphi_x \cdot N_{Rc,x}$ = 813,0 kN

• wyboczenie pojedynczej gałęzi między przewiązkami

l_1 = 0,50 m, $\lambda_v = l_1/i_1$ = 28,6, $\bar{\lambda}_v = \lambda_v/\lambda_p$ = 0,340 wg "c" $\rightarrow \varphi_1$ = 0,941

• wyboczenie względem osi niemateriałowej

$N_{Rc,y}$ = 825,8 kN (klasa: 4, $\psi_y = \min(\varphi_1;\varphi_p) = \min(0{,}941;1{,}000) = 0{,}941$)

l_{ey} = 1,72 m, λ_y = 21,6, $\lambda_{m,y}$ = 35,8

$\lambda_{my} = (\lambda_{m,y}/\lambda_p)\cdot pierw(\psi_y)$ = 0,414 wg "b" $\rightarrow \varphi_y$ = 0,965

$\varphi_y \cdot N_{Rc,y}$ = 796,5 kN

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

M_{Rx} = 37,15 kNm (klasa: 1, pominięto rezerwę plastyczną przekroju $\rightarrow \alpha_{px}$ = 1,000)

M_{Ry} = 46,15 kNm (klasa: 1, pominięto rezerwę plastyczną przekroju $\rightarrow \alpha_{py}$ = 1,000)

• ustalenie współczynnika zwichrzenia

nie uwzględniono zwichrzenia elementu, założono φ_L = 1,000

Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

V_{Ry} = 244,4 kN (klasa: 1 , φ_{pvy} = 1,000)

V_{Rx} = 299,3 kN (klasa: 1 , φ_{pvx} = 1,000)

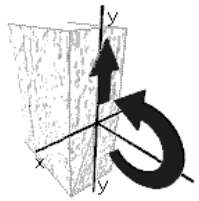
Nośność obliczeniowa przy zginaniu ze ścinaniem

V_y = 21,70 kN < $V_{0,y} = 0{,}3 \cdot V_{R,y}$ = 73,32 kN $\rightarrow$ $M_{Rx,V} = M_{Rx}$

V_x = 0,000 kN < $V_{0,x} = 0{,}3 \cdot V_{R,x}$ = 89,78 kN $\rightarrow$ $M_{Ry,V} = M_{Ry}$

Obciążenie elementu

M_x = 9,310 kNm, V_y = 21,70 kN



Warunki nośności elementu

(52) $M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx})$ = 0,251 < 1

(55) $M_x / M_{Rx,V}$ = 0,251 < 1

(53) V_y / V_{Ry} = 0,089 < 1

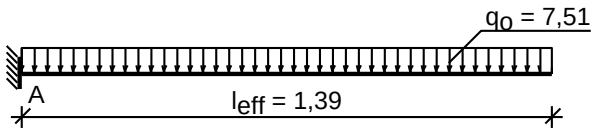
POZ. 2.3 PŁYTA ZADASZENIA NAD WEJŚCIEM

ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

Obciążenia powierzchniowe [kN/m^2]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.
1.	Płyta żelbetowa grub.12 cm	3,00	1,10	--	3,30
2.	Beton zwykły na kruszywie kamiennym, zbrojony, zagęszczony grub. 3 cm [25,0kN/m3·0,03m]	0,75	1,10	--	0,83
3.	Tablica 2. Warstwy daszku nad wejściem [0,550kN/m2]	0,55	1,24	--	0,68
4.	Tablica 7. Śnieg - daszek [1,800kN/m2]	1,80	1,50	--	2,70
	Σ:	6,10	1,23		7,51

SCHEMAT STATYCZNY



Rozpiętość obliczeniowa płyty l_{eff} = 1,39 m

Grubość płyty 12,0 cm

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH
Moment podporowy obliczeniowy $M_{Sd,p}$ = 7,25 kNm/m
Moment podporowy charakterystyczny M_{Sk} = 5,89 kNm/m
Moment podporowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt}$ = 5,89 kNm/m
Reakcja podporowa obliczeniowa R_A = 10,43 kN/m

DANE MATERIAŁOWE
Parametry betonu:
Klasa betonu: **C20/25** (B25) $\rightarrow$ f_{cd} = 13,33 MPa, f_{ctd} = 1,00 MPa, E_{cm} = 30,0 GPa
Zbrojenie główne:
Klasa stali A-IIIN (**RB500W**) $\rightarrow$ f_{yk} = 500 MPa, f_{yd} = 420 MPa, f_{tk} = 550 MPa
Średnica prętów nad podporą ϕ_g = 10 mm
Zbrojenie rozdzielcze (konstrukcyjne):
Klasa stali A-IIIN (**RB500W**) $\rightarrow$ f_{yk} = 500 MPa, f_{yd} = 420 MPa, f_{tk} = 550 MPa
Średnica prętów ϕ = 6 mm
Otulenie:
Nominalna grubość otulenia prętów z góry płyty $c_{nom,g}$ = 25 mm
Nominalna grubość otulenia prętów z dołu płyty $c_{nom,d}$ = 25 mm

ZAŁOŻENIA
Sytuacja obliczeniowa: trwała
Graniczna szerokość rys w_{lim} = 0,2 mm
Graniczne ugięcie $a_{lim} = l_{eff}/200$

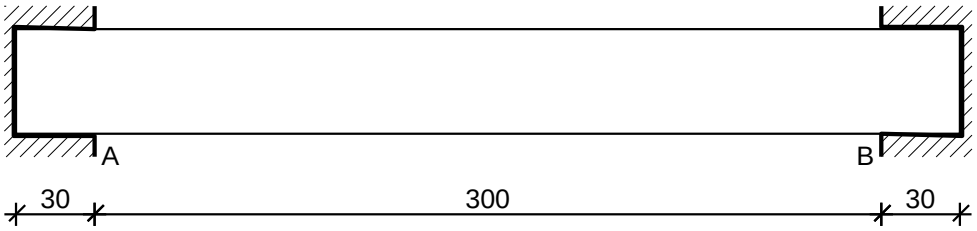
WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 (metoda uproszczona)
Podpora:
Zbrojenie potrzebne A_s = 1,99 cm^2/mb. Przyjęto **ϕ10 co 14,0 cm** o A_s = 5,61 cm^2/mb (ρ = 0,62%)
Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd,p}$ = 7,25 kNm/mb < $M_{Rd,p}$ = 19,12 kNm/mb (37,9%)
Warunek nośności na ścinanie: V_{Sd} = 10,43 kN/mb < V_{Rd1} = 63,01 kN/mb (16,6%)
Szerokość rys prostopadłych: w_k = 0,128 mm < w_{lim} = 0,2 mm (63,9%)
Maksymalne ugięcie od M_{Sk}: $a(M_{Sk})$ = 4,92 mm < a_{lim} = 6,95 mm (70,7%)

Przyjęto zbrojenie rozdzielcze **ϕ6 co max.25,0 cm** o A_s = 1,13 cm^2/mb

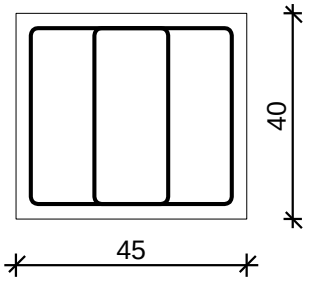
PRZYJĘTO WYSOKOŚĆ PŁYTY 12-14cm; BETON C25/30, STAL A-IIIN (RB500W)
ZBROJENIE DOŁEM # 10 co 12cm, GÓRĄ # 10 co 12cm, ROZDZ. Ø 6 co 25

POZ. 2.4 BELKA NADPROŻOWA PODPIERAJĄCA DASZEK

SZKIC BELKI



GEOMETRIA BELKI



Wymiary przekroju:
Typ przekroju: prostokątny
Szerokość przekroju b_w = 45,0 cm
Wysokość przekroju h = 40,0 cm

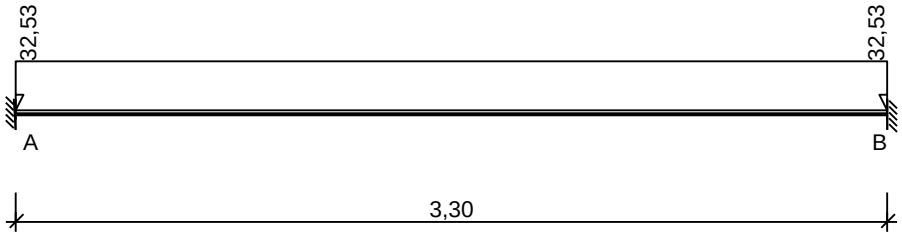
Rodzaj belki: monolityczna

OBCIĄŻENIA NA BELCE

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Ciężar własny belki [0,45m·0,40m·25,0kN/m3]	4,50	1,10	--	4,95	cała belka
2.	obc. od zadaszenia wejścia	8,48	1,23	--	10,43	cała belka
3.	Tablica 3. Ściana zewnętrzna nadziemia szer.1,50 m [7,550kN/m2·1,50m]	11,32	1,12	--	12,68	cała belka
4.	Tablica 1. Dach szer.1,00 m [4,030kN/m2·1,00m]	4,03	1,11	--	4,47	cała belka
	Σ:	28,33	1,15		32,53	

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:
Klasa betonu: **C20/25** (B25) $\rightarrow$ f_{cd} = 13,33 MPa, f_{ctd} = 1,00 MPa, E_{cm} = 30,0 GPa
Zbrojenie główne:
Klasa stali A-IIIN (**RB500W**) $\rightarrow$ f_{yk} = 500 MPa, f_{yd} = 420 MPa, f_{tk} = 550 MPa
Średnica prętów górnych ϕ_g = 12 mm
Średnica prętów dolnych ϕ_d = 12 mm
Strzemiona:
Klasa stali A-IIIN (**RB500W**) $\rightarrow$ f_{yk} = 500 MPa, f_{yd} = 420 MPa, f_{tk} = 550 MPa
Średnica strzemion ϕ_s = 8 mm
Otulenie:
Nominalna grubość otulenia c_{nom} = 25 mm

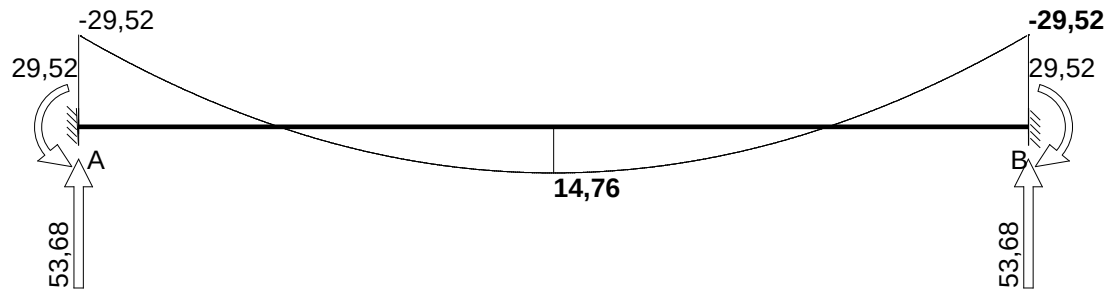
ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała
Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet. cot θ = 2,00
Graniczna szerokość rys w_{lim} = 0,3 mm
Graniczne ugięcie w przęsłach a_{lim} = jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)
Graniczne ugięcie na wspornikach a_{lim} = jak dla wsporników (wg tablicy 8)

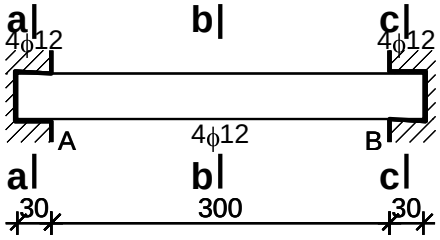
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych

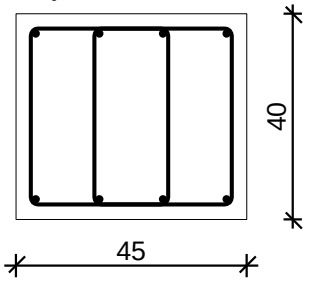
Momenty zginające [kNm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002



Przęsło A - B:



Zginanie: (przekrój **b-b**)
Moment przęsłowy obliczeniowy M_{Sd} = 14,76 kNm
Przyjęto indywidualnie dołem **4ϕ12** o A_s = 4,52 cm^2 (ρ = 0,28%)
Warunek nośności na zginanie: M_{Sd} = 14,76 kNm < M_{Rd} = 65,58 kNm (22,5%)
Ścinanie:
Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej V_{Sd} = (-)48,79 kN
Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami czterociętymi ϕ8 co 270 mm na całej długości przęsła
Warunek nośności na ścinanie: V_{Sd} = (-)48,79 kN < V_{Rd1} = 92,38 kN (52,8%)
SGU:
Moment przęsłowy charakterystyczny M_{Sk} = 12,85 kNm
Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt}$ = 12,85 kNm
Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono (M_{cr} > M_{Sk})
Maksymalne ugięcie od M_{Sk}: $a(M_{Sk})$ = 0,37 mm < a_{lim} = 3300/200 = 16,50 mm (2,3%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk,lt}$ = 42,49 kN
Szerokość rys ukośnych: w_k = 0,047 mm < w_{lim} = 0,3 mm (15,5%)

Podpora B:

Zginanie: (przekrój **c-c**)
Moment podporowy obliczeniowy M_{Sd} = (-)29,52 kNm
Przyjęto indywidualnie górą **4ϕ12** o A_s = 4,52 cm^2 (ρ = 0,28%)
Warunek nośności na zginanie: M_{Sd} = (-)29,52 kNm < M_{Rd} = 65,58 kNm (45,0%)
SGU:
Moment podporowy charakterystyczny M_{Sk} = (-)25,71 kNm
Moment podporowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt}$ = (-)25,71 kNm
Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono (M_{cr} > M_{Sk})

Projektowanie przekroju ścinanego i skręcanego

1. Założenia:

- **Beton klasy B25**, α_{cc} = 1,00
- **Zbrojenie podłużne i pręty odgięte: stal klasy A-IIIN ϕ 12**
- **Zbrojenie poprzeczne: stal klasy A-IIIN, strzemiona 4-ramienne ϕ 8**
- Rozpiętość obliczeniowa belki l_O = 3,1 (m)
- Brak sprawdzenia stanu granicznego rozwarcia rys ukośnych
- Obliczenia zgodne z **PN-B-03264:2002**
- Cotangens kąta nachylenia krzyżulców betonowych w modelu kratownicowym ctgT = 1,00

2. Przekrój:
b = 45,0 (cm); h = 40,0 (cm); d = 2,5 (cm)

Charakterystyki skręcania:

Równoważna grubość ścianki	t	= 10,6 (cm)
Pole powierzchni	A_k	= 1012,1 (cm2)
Długość linii środkowej	u_k	= 127,6 (cm)

3. Obciążenie belki:

Siła poprzeczna	V_{Sd}	= 54,00 (kN)
Obciążenie równomiernie rozłożone	q	= 33,00 (kN/m)
Siła wymiarująca (zredukowana)	Vred	= 41,63 (kN)
Moment skręcający	T_{Sd}	= 7,25 (kN*m)

4. Wyniki:

Dla ścinania:

Nośność przekroju niezbrojonego	V_{Rd1}	= 97,52 (kN)
Nośność z uwagi na beton	V_{Rd2}	= 558,90 (kN)
Nośność z uwagi na zbrojenie	V_{Rd3}	= 129,88 (kN)

Dla skręcania:

Nośność z uwagi na beton	T_{Rd1}	= 78,87 (kN*m)
Nośność z uwagi na zbrojenie	T_{Rd2}	= 7,25 (kN*m)
Dodatkowe zbrojenie podłużne	A_{Sl}	= 1,1 (cm2)

Warunek nośności dla jednocześnie działającego momentu skręcającego i siły poprzecznej:

$$(T_{Sd} / T_{Rd1})^{**}2 + (V_{Sd} / V_{Rd2})^{**}2 = 0,02 \leq 1,0$$

Pole przekroju zbr. rozciąganego A_{SL} = 4,5 (cm2)

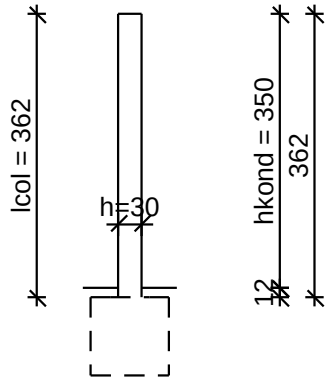
Strzemiona 4-ramienne ϕ 8:

Rozstaw strzemion:	s	= 18,5 (cm)
Normowy rozstaw maksymalny	s_{max}	= 28,1 (cm)
Rozstaw z warunku min. gęstości	s	= 61,2 (cm)

PRZYJĘTO WYMIARY BELKI 45x40cm; BETON C20/25, STAL A-IIIN (RB500W); ZBROJENIE DOŁEM 4 # 12 GÓRĄ 4 # 12, STRZEMIONA CZTEROCIĘTE # 8 co 18cm

POZ. 2.5 SŁUP PODPIERAJĄCY BELKĘ NADPROŻOWĄ I DASZEK

SZKIC SŁUPA



GEOMETRIA SŁUPA

Wymiary przekroju słupa:
Typ przekroju: prostokątny
Szerokość przekroju b = 45,0 cm
Wysokość przekroju h = 30,0 cm
Wymiary słupa:
Wysokość kondygnacji h_{kond} =3,50 m

Odległość od górnej powierzchni fundamentu do kondygnacji 0,12 m
Węzeł dolny:
- Fundament
 → przyjęto wysokość słupa l_{col} = 3,62 m
Rodzaj słupa: monolityczny

Model wyboczeniowy słupa:
Numer kondygnacji od góry: 1
W płaszczyźnie obciążenia:
- konstrukcja **przesuwna**
 - współczynnik długości wyboczeniowej β_x = 0,50
Z płaszczyzny obciążenia:
- konstrukcja **przesuwna**
- współczynnik długości wyboczeniowej β_y = 2,00

OBCIĄŻENIA SŁUPA

	typ wykresu	N_{Sd} [kN]	$N_{Sd,lt}$ [kN]	$M_{1Sd,x}$ [kNm]	$M_{3Sd,x}$ [kNm]	$M_{2Sd,x}$ [kNm]
1.	prostoliniowy	54,00	0,00	29,50	--	-29,50

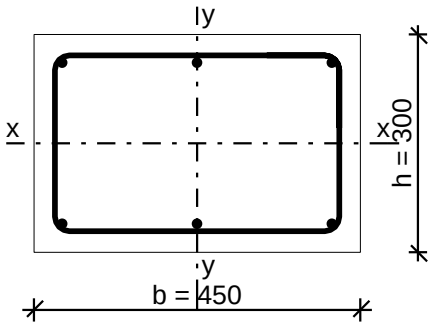
Dodatkowo uwzględniono ciężar własny słupa o wartości N_o = 13,44 kN

DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:
Klasa betonu: **C20/25** (B25) → f_{cd} = 13,33 MPa, f_{ctd} = 1,00 MPa, E_{cm} = 30,0 GPa
Zbrojenie podłużne:
Klasa stali A-IIIN (**RB500W**) → f_{yk} = 500 MPa, f_{yd} = 420 MPa, f_{tk} = 550 MPa
Zbrojenie wzdłuż boku "b"
Średnica prętów ϕ = 12 mm
Zbrojenie wzdłuż boku "h"
Średnica prętów ϕ = 12 mm
Strzemiona:
Klasa stali A-IIIN (**RB500W**) → f_{yk} = 500 MPa, f_{yd} = 420 MPa, f_{tk} = 550 MPa
Średnica strzemion ϕ_s = 8 mm
Otulenie:
Nominalna grubość otulenia c_{nom} =25 mm

ZAŁOŻENIA
Sytuacja obliczeniowa: trwała
Graniczna szerokość rys w_{lim} = 0,3 mm

WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002



Ściskanie ze zginaniem:
Przyjęto zbrojenie niesymetryczne wzdłuż boków "b":
 Przyjęto przez użytkownika górą **3ϕ12** o A_{2s} = 3,39 cm^2
 Przyjęto przez użytkownika dołem **3ϕ12** o A_{s1} = 3,39 cm^2

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "h":
Przyjęto przez użytkownika po **2ϕ12** o A_s = 2,26 cm^2
Łącznie przyjęto **6ϕ12** o A_s = 6,79 cm^2 (ρ = 0,50%)

Warunek nośności:
- dla N_d = 54,00kN : $M_{d,x}$ = 30,15 kNm < $M_{Rd,x,odp,max}$ = 42,05 kNm
- dla N_d = 67,44kN : $M_{d,x}$ = (-)30,31 kNm > $M_{Rd,x,odp,min}$ = (-)43,59 kNm
- dla $M_{d,x}$ = (-)30,31kNm : N_d = 67,44 kN < $N_{Rd,odp,max}$ = 1847,36 kN

Strzemiona konstrukcyjne:
Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami pojedynczymi
- poza odcinkami zakładu zbrojenia głównego ϕ8 co max. 180 mm
- na odcinkach zakładu zbrojenia głównego ϕ8 co max. 90 mm

SGU:
Momenty charakterystyczne M_{Sk} = 24,58 kNm, $M_{Sk,lt}$ = 24,58 kNm
Siły charakterystyczne N_{Sk} = 45,00 kN, $N_{Sk,lt}$ = 45,00 kN
Szerokość rys prostopadłych: w_k = 0,264 mm < w_{lim} = 0,3 mm (87,9%)

Uwaga:
Dodatkowo należy przeanalizować wpływ ścinania oraz przemieszczenie słupa

PRZYJĘTO WYMIARY SŁUPA 45x30cm; BETON C20/25, STAL A-IIIN (RB500W);
ZBROJENIE DOŁEM 3 # 12, GÓRĄ 3 # 12, STRZEMIONA W ODLEGŁOŚCI 90cm OD PODPORY # 8 co 9cm, W POZOSTAŁEJ CZĘŚCI # 8 co 18cm

KONIEC OBLICZEŃ STATYCZNYCH

PROJEKTOWAŁ
mgr inż. Marcin Andrzejewski

SPRAWDZIŁ
mgr inż. Paweł Chmielewski