

ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

NAZWA ZAMIERZENIA BUDOWLANEGO :

**PRZEBUDOWA WRAZ Z ROZBUDOWĄ BUDYNKU
ZESPOŁU SZKOLNO-PRZEDSZKOLNEGO NR 1 W ŁUŻNEJ
Z PRZYSTOSOWANIEM DO OSÓB NIEPEŁNOSPRAWNYCH
O SZYB WINDOWY.**

KATEGORIA OBIEKTU BUDOWLANEGO :

Kat. IX.

ADRES OBIEKTU BUDOWLANEGO :

Łużna 723, 38-322 Łużna, woj. małopolskie

JEDNOSTKA EWID. :	Gmina Łużna [120506_2
OBREB :	Łużna [0002]
DZIAŁKA NR EWID. :	819/6, 821, 823/7

INWESTOR :

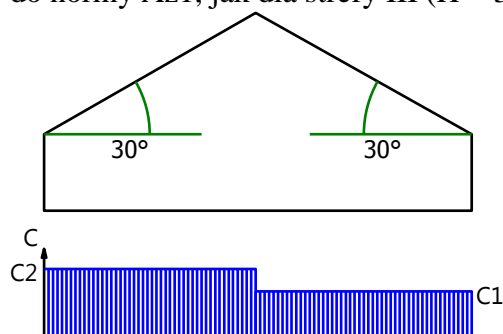
GMINA ŁUŻNA

38-322 Łużna 634, woj. małopolskie

Gorlice, sierpień 2022

A. Zestawienie obciążeń zmiennych środowiskowych.**ZADASZENIE WINDY****1. Obciążenia zmienne – ŚNIEG - dach dwuspadowy – kąt 30°.**

Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu $q_k = 1,22 \text{ kN/m}^2$ przyjęto zgodnie ze zmianą do normy Az1, jak dla strefy III ($H = 303,4 \text{ m n.p.m.}$).

**1.1. Śnieg C1 .**

Współczynnik kształtu $C = 0,8 \cdot (60-30)/30 = 0,80$ jak dla dachu dwuspadowego.

Charakterystyczna wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_k = 1,22 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 \cdot (60 - 30) / 30 = 0,98 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_o = 1,47 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

1.2. Śnieg C2 .

Współczynnik kształtu $C = 1,2 \cdot (60-30)/30 = 1,20$ jak dla dachu dwuspadowego.

Charakterystyczna wartość obciążenia śniegiem:

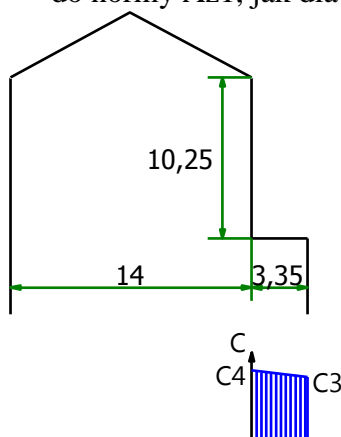
$$Q_k = 1,22 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,2 \cdot (60 - 30) / 30 = 1,46 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_o = 2,19 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

ZADASZENIE KLATKI SCHODOWEJ**Obciążenia zmienne – ŚNIEG - dach jednospadowy – kąt 16°.**

Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu $q_k = 1,22 \text{ kN/m}^2$ przyjęto zgodnie ze zmianą do normy Az1, jak dla strefy III ($H = 303,4 \text{ m n.p.m.}$).

**1.3. Śnieg C3 .**

Współczynnik kształtu $C = 1,27$ jak dla dachów na różnych wysokościach (dach z lewej strony wg Poz. 1.1.1., brak dachu z prawej strony).

Charakterystyczna wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_k = 1,22 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,27 = 1,55 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_o = 2,33 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

1.4. Śnieg C4 .

Współczynnik kształtu $C = 1,41$ jak dla dachów na różnych wysokościach (dach z lewej strony wg Poz. 1.1.1., brak dachu z prawej strony).

Charakterystyczna wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_k = 1,22 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,41 = 1,72 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia śniegiem:

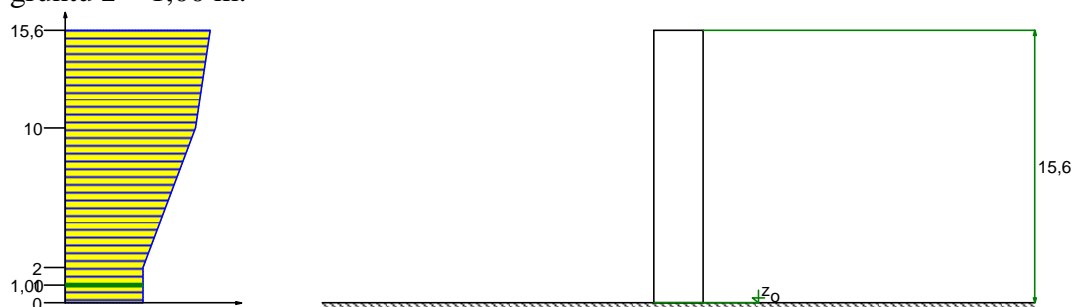
$$Q_o = 2,58 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

ZADASZENIE WINDY

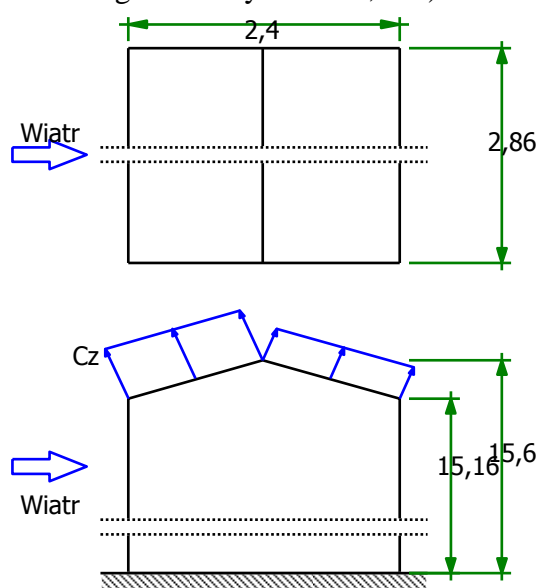
2. Obciążenia zmienne – WIATR - dach dwuspadowy – kąt 30° .

Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru $q_k = 0,29 \text{ kN/m}^2$ przyjęto jak dla strefy III ($H = 303,4 \text{ m n.p.m.}$).

Współczynnik ekspozycji $C_e = 0,60$ przyjęto jak dla terenu A i wysokości nad poziomem gruntu $z = 1,00 \text{ m}$.



Współczynnik działania porywów wiatru $\beta = 1,80$ przyjęto jak do obliczeń budowli niepodatnych na dynamiczne działanie wiatru (logarytmiczny dekrement tłumienia $\Delta = 0,20$; okres drgań własnych $T = 0,20 \text{ s}$).



2.1. Wariant - połąć nawietrzna

Współczynnik aerodynamiczny C połąć nawietrznej dachu dwuspadowego ($\alpha = 30^\circ$) wg wariantu I równy jest $C = C_z - C_w = -1,16$, gdzie:

$C_z = -1,16$ jest współczynnikiem ciśnienia zewnętrznego,

$C_w = 0,00$ jest współczynnikiem ciśnienia wewnętrznego.

Charakterystyczna wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_k = 0,29 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,60 \cdot (-1,16 - 0,00) \cdot 1,8 = -0,36 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_o = -0,54 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

2.2. Wariant - połąć zawietrzna.

Współczynnik aerodynamiczny C połąć zawietrznej dachu dwuspadowego ($\alpha = 30^\circ$) wg wariantu I równy jest

$C = C_z - C_w = -0,73$, gdzie:

$C_z = -0,73$ jest współczynnikiem ciśnienia zewnętrznego,

$C_w = 0,00$ jest współczynnikiem ciśnienia wewnętrznego.

Charakterystyczna wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_k = 0,29 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,60 \cdot (-0,73 - 0,00) \cdot 1,8 = -0,23 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_o = -0,35 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

B. Zestawienie obciążeń na elementy konstrukcji.**1. Dach - blacha płaska panelowa na łątach.**

Opis obciążenia		Obciążenie charakterystyczne kN/m ²	Współczynnik obciążenia γ_f	Obciążenie obliczeniowe kN/m ²
Lp.	Stałe			
1	Blacha płaska panelowa	0,08	1,20	0,10
2	Łaty 4x5cm co~30cm	0,05	1,10	0,05
3	Kontrłaty 4x4cm	0,01	1,10	0,01
4	Folia wiatrochronna	0,002	1,30	0,002
Suma Stałe Σ		0,14	1,15	0,16
Zmienne				
5	Śnieg	1,46	1,50	2,19
Suma Zmienne Σ		1,46	1,50	2,19
Suma Σ		1,60	1,47	2,35

2. Krokiew 8x16cm co ~80cm - blacha płaska panelowa na łątach.

Opis obciążenia		Obciążenie charakterystyczne kN/m	Współczynnik obciążenia γ_f	Obciążenie obliczeniowe kN/m
Lp.	Stałe			
1	Blacha płaska panelowa	0,06	1,20	0,08
2	Łaty 4x5cm co~30cm	0,04	1,10	0,04
3	Kontrłaty 4x4cm	0,01	1,10	0,01
4	Folia wiatrochronna	0,002	1,30	0,002
5	Krokiew 8x16cm	0,08	1,10	0,084
Suma Stałe Σ		0,19	1,13	0,22
Zmienne				
6	Śnieg	1,17	1,50	1,75
Suma Zmienne Σ		1,17	1,50	1,75
Suma Σ		1,36	1,45	1,97

3. Zestawienie na płytę żelbetową h=15cm (płytki, wylewka, tynk).

Opis obciążenia		Obciążenie charakterystyczne kN/m ²	Współczynnik obciążenia γ_f	Obciążenie obliczeniowe kN/m ²
Lp.	Stałe			
1	Płytki ceramiczne gr. 1cm	0,21	1,20	0,25
2	Wylewka cementowa gr. 6cm	1,26	1,30	1,64
3	Folia budowlana 2x	0,01	1,20	0,01
4	Płyta żelbetowa gr. 15cm	3,75	1,10	4,13
5	Tynk cem.-wap. gr. 1,5cm	0,29	1,30	0,37
Suma Stałe Σ		5,52	1,16	6,40
Zmienne				
6	Użytkowe stropu	3,00	1,30	3,90
Suma Zmienne Σ		3,00	1,30	3,90
Suma Σ		8,52	1,21	10,30

4. Zestawienie na wspornik żelbetowy – obc. zebrane z 0,80m.

Opis obciążenia		Obciążenie charakterystyczne kN/m	Współczynnik obciążenia γ_f	Obciążenie obliczeniowe kN/m
Lp.	Stałe			
1	Ściana zewnętrzna gr. 25cm	7,12	1,20	8,54
2	Styropian gr. 15cm	0,26	1,20	0,31
3	Tynk cem.-wap. gr. 1,5cm 2x	2,20	1,30	2,86
4	Strop	4,42	1,16	5,12
Suma Stałe Σ		14,00	1,20	16,84
	Zmienne			
5	Użytkowe stropu	2,40	1,30	3,12
Suma Zmienne Σ		2,40	1,30	3,12
Suma Σ		16,40	1,22	19,96

5. Zestawienie na żelbetową płytę szybu windy.

Opis obciążenia		Obciążenie charakterystyczne kN	Współczynnik obciążenia γ_f	Obciążenie obliczeniowe kN
Lp.	Stałe			
1	Konstrukcja dachu	2,20	1,14	2,51
2	Strop żelbetowy gr.20cm	25,31	1,10	27,84
3	Reakcja na podszybie od windy	53,00	1,10	58,30
4	Szyb żelbetowy windy	777,44	1,10	855,18
5	Grunt	49,200	1,10	54,12
6	Płyta fundamentowa	140,438	1,10	154,48
Suma Stałe Σ		1047,58	1,10	1152,43
	Zmienne			
7	Śnieg	14,60	1,50	21,90
Suma Zmienne Σ		14,60	1,50	21,90
Suma Σ		1062,18	1,11	1174,33

6. Dach – zadaszenie schodów - blacha trapezowa na łątach stalowych.

Opis obciążenia		Obciążenie charakterystyczne kN/m ²	Współczynnik obciążenia γ_f	Obciążenie obliczeniowe kN/m ²
Lp.	Stałe			
1	Blacha trapezowa	0,08	1,20	0,10
Suma Stałe Σ		0,08	1,20	0,10
	Zmienne			
2	Śnieg	1,72	1,50	2,58
Suma Zmienne Σ		1,72	1,50	2,58
Suma Σ		1,80	1,49	2,68

7. Płatew 60x60x4mm co ~75cm – zadaszenie schodów - blacha trapezowa.

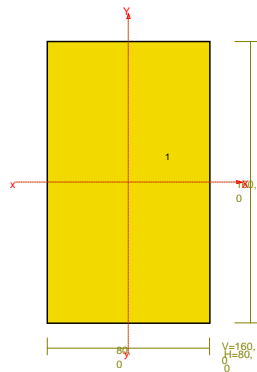
Opis obciążenia		Obciążenie charakterystyczne kN/m	Współczynnik obciążenia γ_f	Obciążenie obliczeniowe kN/m
Lp.	Stałe			
1	Blacha trapezowa	0,06	1,20	0,07
2	Łaty Rk 60x60x4mm co~75cm	0,07	1,10	0,07
Suma Stałe Σ		0,13	1,15	0,15
	Zmienne			
3	Śnieg	1,29	1,50	1,94
Suma Zmienne Σ		1,29	1,50	1,94
Suma Σ		1,42	1,47	2,08

C. Schematy statyczne i wymiarowanie elementów.

I. Dach - schemat i obliczenia statyczne.

PRZEKRÓJ Nr: 1

Nazwa: "B 160x80"



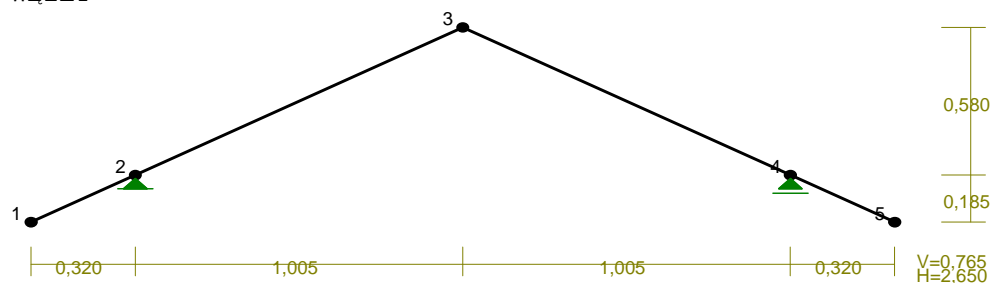
CHARAKTERYSTYKA PRZEKROJU:

Materiał: 71 Drewno C24

Gł.centrosie bezwładn.[cm]:	Xc=	4,0	Yc=	8,0
			alfa=	-0,0
Momenty bezwładności [cm4]:	Jx=	2730,7	Jy=	682,7
Moment dewiacji [cm4]:			Dxy=	0,0
Gł.momenty bezwładn. [cm4]:	Ix=	2730,7	Iy=	682,7
Promienie bezwładności [cm]:	ix=	4,6	iy=	2,3
Wskaźniki wytrzymał. [cm3]:	Wx=	341,3	Wy=	170,7
	Wx=	-341,3	Wy=	-170,7
Powierzchnia przek. [cm2]:			F=	128,0
Masa [kg/m]:			m=	5,4
Moment bezwładn.dla zginania w płaszczyzn. [cm4]:			Jzg=	2730,7

Nr.	Oznaczenie	Fi: [deg]	Xs: [cm]	Ys: [cm]	Sx: [cm3]	Sy: [cm3]	F: [cm2]
1	B 160x80	0	0,00	0,00	0,0	0,0	128,0

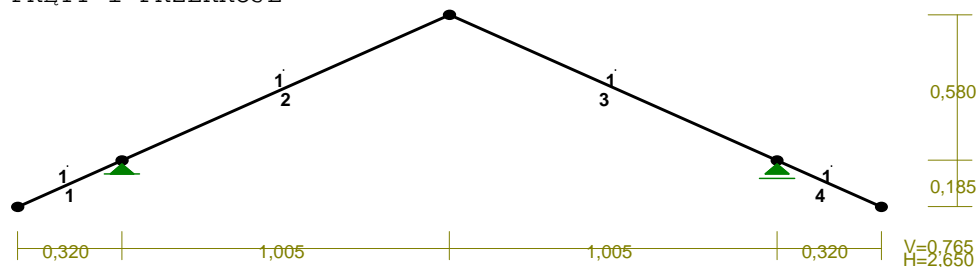
WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000	4	2,330	0,185
2	0,320	0,185	5	2,650	0,000
3	1,325	0,765			

PRĘTY I PRZEKROJE:



PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;
 10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub
 22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	0,320	0,185	0,370	1,000	1 B 160x80
2	00	2	3	1,005	0,580	1,160	1,000	1 B 160x80
3	00	3	4	1,005	-0,580	1,160	1,000	1 B 160x80
4	00	4	5	0,320	-0,185	0,370	1,000	1 B 160x80

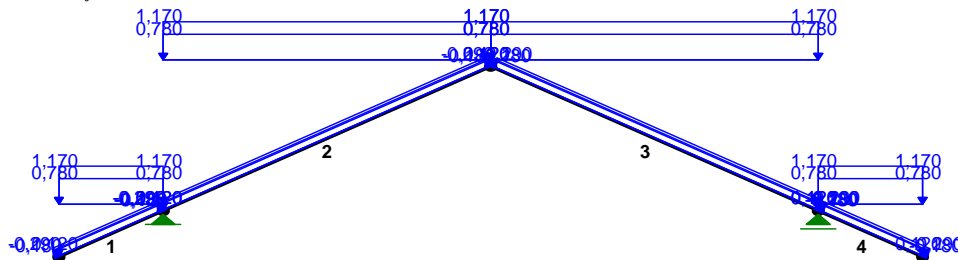
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	128,0	2731	683	341	341	16,0	71 Drewno C24

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
71 Drewno C24	11	24,000	5,00E-06

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A "Połąć"						
			Stałe		γf= 1,16	
1	Liniowe	0,0	0,120	0,120	0,00	0,37
2	Liniowe	0,0	0,120	0,120	0,00	1,16
3	Liniowe	0,0	0,120	0,120	0,00	1,16
4	Liniowe	0,0	0,120	0,120	0,00	0,37
Grupa: B "Śnieg C1"						
			Zmienne		γf= 1,50	
1	Liniowe-Y	0,0	0,780	0,780	0,00	0,37
2	Liniowe-Y	0,0	0,780	0,780	0,00	1,16
3	Liniowe-Y	0,0	1,170	1,170	0,00	1,16
4	Liniowe-Y	0,0	1,170	1,170	0,00	0,37
Grupa: C "Śnieg C2"						
			Zmienne		γf= 1,50	
1	Liniowe-Y	0,0	1,170	1,170	0,00	0,37
2	Liniowe-Y	0,0	1,170	1,170	0,00	1,16
3	Liniowe-Y	0,0	0,780	0,780	0,00	1,16
4	Liniowe-Y	0,0	0,780	0,780	0,00	0,37
Grupa: D "Wiatr W1"						
			Zmienne		γf= 1,50	
1	Liniowe	30,0	-0,290	-0,290	0,00	0,37
2	Liniowe	30,0	-0,290	-0,290	0,00	1,16
3	Liniowe	-30,0	-0,180	-0,180	0,00	1,16
4	Liniowe	-30,0	-0,180	-0,180	0,00	0,37
Grupa: E "Wiatr W2"						
			Zmienne		γf= 1,50	
1	Liniowe	30,0	-0,180	-0,180	0,00	0,37
2	Liniowe	30,0	-0,180	-0,180	0,00	1,16
3	Liniowe	-30,0	-0,290	-0,290	0,00	1,16
4	Liniowe	-30,0	-0,290	-0,290	0,00	0,37

W Y N I K I wg PN 82/B-02000

Teoria I-go rzędu

Kombinatoryka obciążeń

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
A - "Połąć"	Stałe		1,16
B - "Śnieg C1"	Zmienne	1	1,00
C - "Śnieg C2"	Zmienne	1	1,00
D - "Wiatr W1"	Zmienne	1	1,00
E - "Wiatr W2"	Zmienne	1	1,00

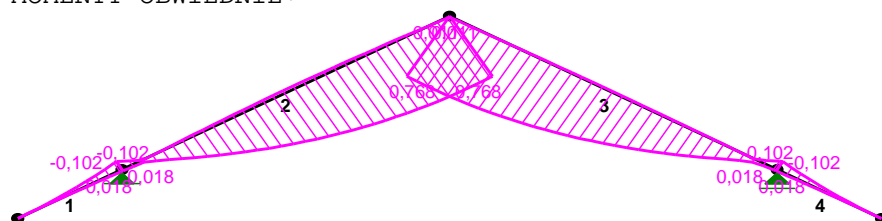
RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
A - "Połąć"	ZAWSZE
B - "Śnieg C1"	EWENTUALNIE Nie występuje z: C
C - "Śnieg C2"	EWENTUALNIE Nie występuje z: B
D - "Wiatr W1"	EWENTUALNIE Nie występuje z: E
E - "Wiatr W2"	EWENTUALNIE Nie występuje z: D

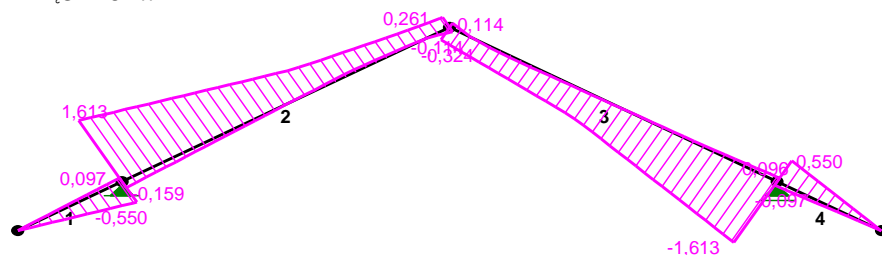
KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr:	Specyfikacja:
1	ZAWSZE : EWENTUALNIE: A+B+C+D+E

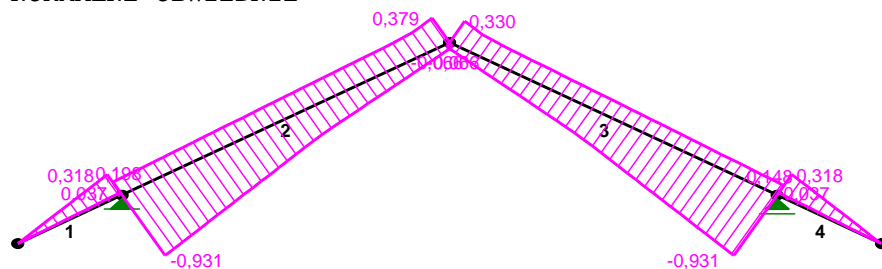
MOMENTY-OBWIEDNIE:



TNĄCE-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:



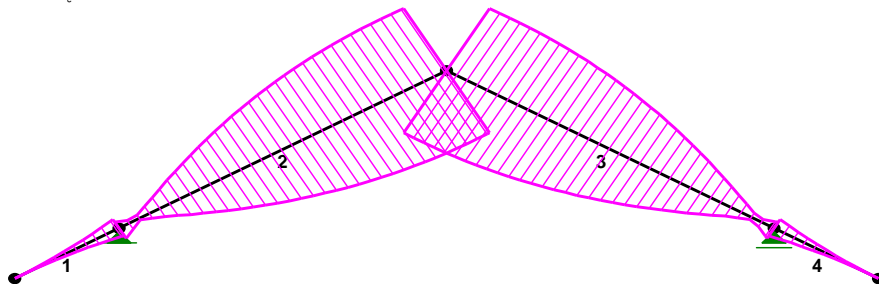
SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:

1	0,370	0,018*	0,097	0,037	AD
	0,370	-0,102*	-0,550	0,318	AC
	0,370	-0,102	-0,550*	0,318	AC
	0,370	-0,102	-0,550	0,318*	AC
	0,000	-0,000	0,000	0,000*	AB
2	1,088	0,772*	-0,006	0,004	AC
	0,000	-0,102*	1,613	-0,931	AC
	0,000	-0,102	1,613*	-0,931	AC
	1,160	0,748	0,009	0,379*	ACE
	0,000	-0,102	1,613	-0,931*	AC
3	0,073	0,772*	0,006	0,004	AB
	1,160	-0,102*	-1,613	-0,931	AB
	1,160	-0,102	-1,613*	-0,931	AB
	0,000	0,748	-0,095	0,330*	ABE
	1,160	-0,102	-1,613	-0,931*	AB
4	0,000	0,018*	-0,097	0,037	AE
	0,000	-0,102*	0,550	0,318	AB
	0,000	-0,102	0,550*	0,318	AB
	0,000	-0,102	0,550	0,318*	AB
	0,370	0,000	0,000	-0,000*	AB

* = Wartości ekstremalne

NAPĘŻENIA-OBWIEDNIE:**NAPĘŻENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	Sigma:	Kombinacja obciążeń:
		-----		[MPa]	
Ro					

1	0,370	0,013*		0,322	AC
	0,370	-0,002*		-0,050	AD
	0,370		0,002*	0,056	AD
	0,370		-0,011*	-0,273	AC
2	0,000	0,009*		0,225	AC
	1,088	-0,094*		-2,261	AC
	1,088		0,094*	2,262	AC
	0,000		-0,015*	-0,370	AC
3	1,160	0,009*		0,225	AB
	0,073	-0,094*		-2,261	AB
	0,073		0,094*	2,262	AB
	1,160		-0,015*	-0,370	AB
4	0,000	0,013*		0,322	AB
	0,000	-0,002*		-0,050	AE
	0,000		0,002*	0,056	AE
	0,000		-0,011*	-0,273	AB

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:

2	0,126*	1,970	1,974		ACD
	0,126*	-0,223	0,256		AD
	-0,126*	2,089	2,093		ACE
	-0,126*	-0,104	0,164		AE

OBLICZENIA STATYCZNE

	0,000	2,497*	2,497	AC
	0,126	-0,223*	0,256	AD
	0,000	2,497	2,497*	AC
4	-0,000*	2,497	2,497	AB
	-0,000*	-0,223	0,223	AE
	-0,000*	0,303	0,303	A
	-0,000	2,497*	2,497	AB
	-0,000	-0,223*	0,223	AE
	-0,000	2,497	2,497*	AB

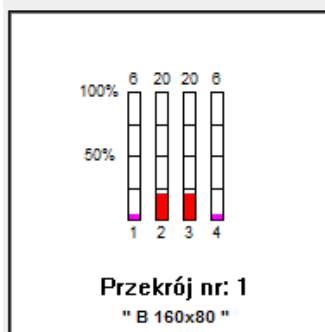
* = Wartości ekstremalne

PRZEMIESZCZENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,00034			AC
		0,00060		AC
			0,00069	AC
2	0,00000			ACD
		0,00000		AC
			0,00000	AC
3	0,00070			AB
		0,00122		AB
			0,00140	AB
4	0,00139			AB
		0,00000		AB
			0,00139	AB
5	0,00174			AB
		0,00060		AB
			0,00184	AB

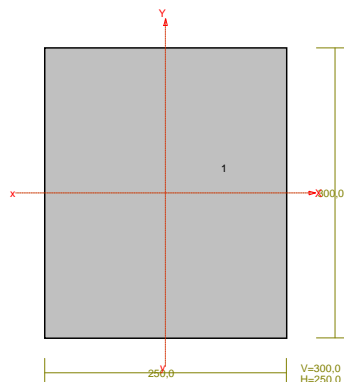
WYKORZYSTANIE PRZEKROJÓW



II. Wspornik żelbetowy - schemat i obliczenia statyczne.

PRZEKRÓJ Nr: 1

Nazwa: "B 300x250"



CHARAKTERYSTYKA PRZEKROJU:

Materiał: 19 B25

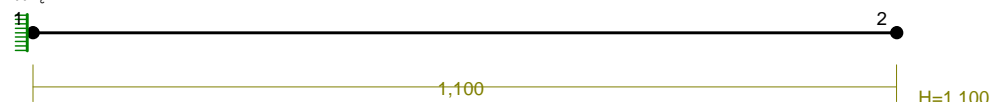
Gł.centrosie bezwładn.[cm]:	Xc=	12,5	Yc=	15,0
			alfa=	-0,0
Momenty bezwładności [cm4]:	Jx=	56250,0	Jy=	39062,5

OBLICZENIA STATYCZNE

Moment dewiacji [cm4]: Dxy= 0,0
 Gł.momenty bezwładn. [cm4]: Ix= 56250,0 Iy= 39062,5
 Promienie bezwładności [cm]: ix= 8,7 iy= 7,2
 Wskaźniki wytrzymał. [cm3]: Wx= 3750,0 Wy= 3125,0
 Wx= -3750,0 Wy= -3125,0
 Powierzchnia przek. [cm2]: F= 750,0
 Masa [kg/m]: m= 180,0
 Moment bezwładn.dla zginania w płaszczyzn. [cm4]: Jzg= 56250,0

Nr.	Oznaczenie	Fi: [deg]	Xs: [cm]	Ys: [cm]	Sx: [cm3]	Sy: [cm3]	F: [cm2]
1	B 300x250	0	0,00	0,00	0,0	0,0	750,0

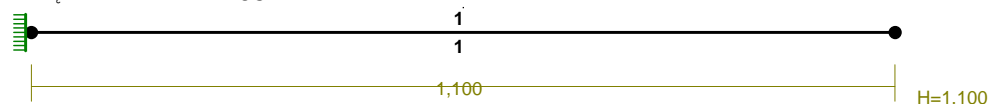
WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000
2	1,100	0,000

PRĘTY I PRZĘKROJE:



PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;
 10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub
 22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	1,100	0,000	1,100	1,000	1 B 300x250

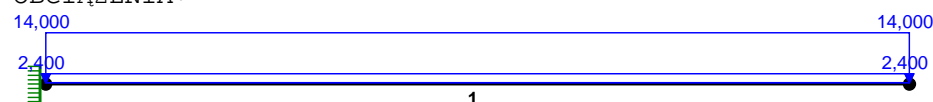
WIELKOŚCI PRZĘKROJOWE:

Nr.	A[cm2]	Ix[cm4]	Iy[cm4]	Wg[cm3]	Wd[cm3]	h[cm]	Materiał:
1	750,0	56250	39063	3750	3750	30,0	19 B25

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm2]	Napręż.gr.: [N/mm2]	AlfaT: [1/K]
19 B25	30	13,300	1,00E-05

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	A	"Ściana + strop"	Stałe	γf= 1,20		

OBLICZENIA STATYCZNE

1	Liniowe	0,0	14,000	14,000	0,00	1,10
Grupa: B "Użytkowe stropu"				Zmienne	$\gamma_f = 1,30$	
1	Liniowe	0,0	2,400	2,400	0,00	1,10

W Y N I K I wg PN 82/B-02000

Teoria I-go rzędu

Kombinatoryka obciążeń

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
A - "Ściana + strop"	Stałe		1,20
B - "Użytkowe stropu"	Zmienne	1	1,00

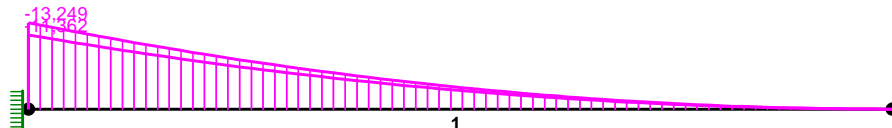
RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
A - "Ściana + strop"	ZAWSZE
B - "Użytkowe stropu"	EWENTUALNIE

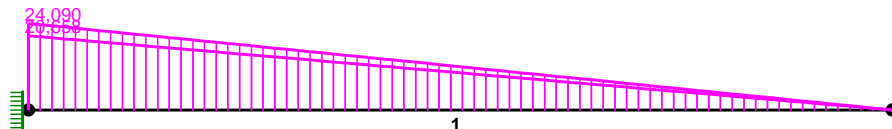
KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr:	Specyfikacja:
1	ZAWSZE : EWENTUALNIE: A+B

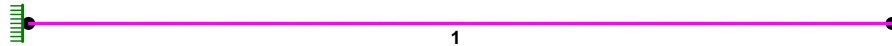
MOMENTY-OBWIEDNIE:



SIŁY PRZĘCOWE-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:



SIŁY PRZĘCOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	1,100	0,000*	0,000	0,000	A
	0,000	-13,249*	24,090	0,000	AB
	0,000	-13,249	24,090*	0,000	AB
	0,000	-13,249	24,090	0,000*	AB
	1,100	0,000	0,000	0,000*	A
	0,000	-13,249	24,090	0,000*	AB
	1,100	0,000	0,000	0,000*	A

* = Wartości ekstremalne

$$J_{sx}=882 \text{ cm}^4, J_{sy}=358 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

zadanie: Wspornik, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,00 \text{ m}$, $x_b=1,10 \text{ m}$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **AB**

Momenty zginające: $M_x = 13,250 \text{ kNm}$, $M_y = 0,000 \text{ kNm}$,

Siły poprzeczne: $V_y = 24,090 \text{ kN}$, $V_x = 0,000 \text{ kN}$,

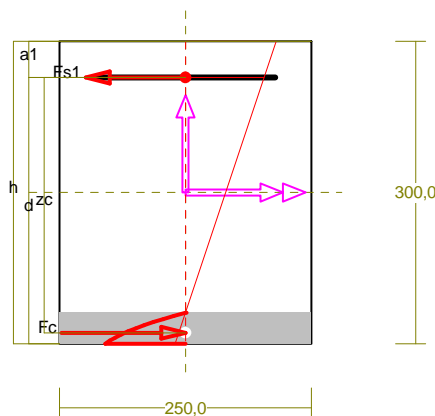
Siła osiowa: $N = 0,000 \text{ kN} = N_{sd}$.

Zbrojenie wymagane:

(zadanie Wspornik, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,00 \text{ m}$, $x_b=1,10 \text{ m}$)

Obliczenia wykonano:

- dla kombinacji **[AB]** grup obciążeń, dla której suma zbrojenia wymaganego jest największa



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd}=0,000 \text{ kN},$$

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(13,250^2 + 0,000^2)} = 13,250 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=13,3 \text{ MPa}, f_{yd}=420 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane ($\epsilon_{s1}=10,00 \text{ ‰}$):

$$A_{s1}=1,25 \text{ cm}^2 \Rightarrow (2\varnothing 12 = 2,26 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=1,25 \text{ cm}^2, \rho=100 \times A_s/A_c=100 \times 1,25/750=0,17 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=30,0, d=26,4, x=3,1 (\xi=0,116),$$

$$a_1=3,6, a_c=1,1, z_c=25,3, A_{cc}=77 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-1,31 \text{ ‰}, \epsilon_{s1}=10,00 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c=-52,358, F_{s1}=52,358,$$

$$M_c=7,281, M_{s1}=5,969,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

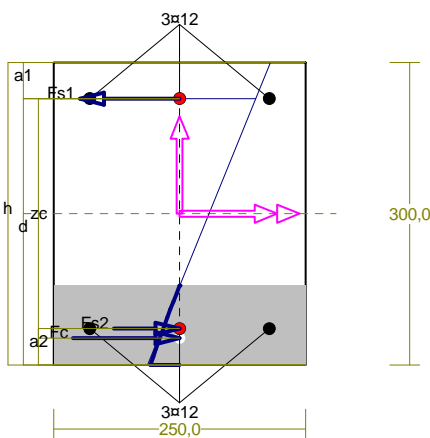
$$F_c+F_{s1}=-52,358+(52,358)=-0,000 \text{ kN} (N_{sd}=0,000 \text{ kN})$$

$$M_c+M_{s1}=7,281+(5,969)=13,250 \text{ kNm} (M_{sd}=13,250 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie Wspornik, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,00 \text{ m}$, $x_b=1,10 \text{ m}$

Obliczenia wykonano dla kombinacji **[AB]** grup obciążeń, dla której warunek stanu granicznego nośności przekroju jest najniekorzystniejszy



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd}=0,000 \text{ kN},$$

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(13,250^2 + 0,000^2)} = 13,250 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=13,3 \text{ MPa}, f_{yd}=420 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1}=3,39 \text{ cm}^2$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2}=3,39 \text{ cm}^2$,

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=6,79 \text{ cm}^2, \rho=100 \times A_s/A_c=100 \times 6,79/750=0,90 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=30,0, d=26,4, x=7,9 (\xi=0,298),$$

$$a_1=3,6, a_2=3,6, a_c=2,7, z_c=23,7, A_{cc}=197 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-0,35 \text{ ‰}, \epsilon_{s2}=-0,19 \text{ ‰}, \epsilon_{s1}=0,83 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c=-43,365, F_{s1}=56,329, F_{s2}=-12,965,$$

$$M_c=5,350, M_{s1}=6,422, M_{s2}=1,478,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd}=34,451 \text{ kNm} > M_{sd}=M_c+M_{s1}+M_{s2}=5,350+(6,422)+(1,478)=13,250 \text{ kNm}$$

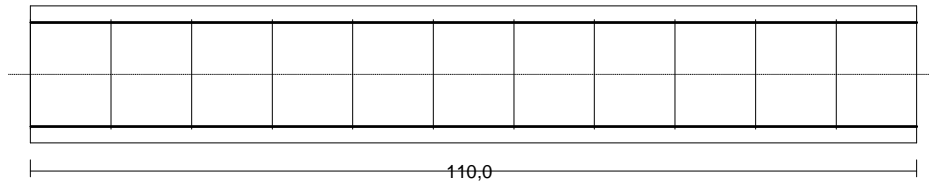
Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

zadanie Wspornik, pręt nr 1

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $\phi=6$ mm ze stali A-0, dla której $f_{ywd} = 190$ MPa.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{20} / 500 = 0,00072$$



Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a = 0,0$ $x_b = 110,0$ cm

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{max} = 0,75 d = 0,75 \times 264 = 198 \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 198$ mm.

Ze względu na pręty ściskane $s_{max} = 15 \phi = 15 \times 12,0 = 180,0$ mm.

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 300,0\} = 250,0 \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 250,0$ mm.

Ze względu na zbrojenie $s_{max} = 15 \phi = 15 \times 12,0 = 180,0$ mm.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **10,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

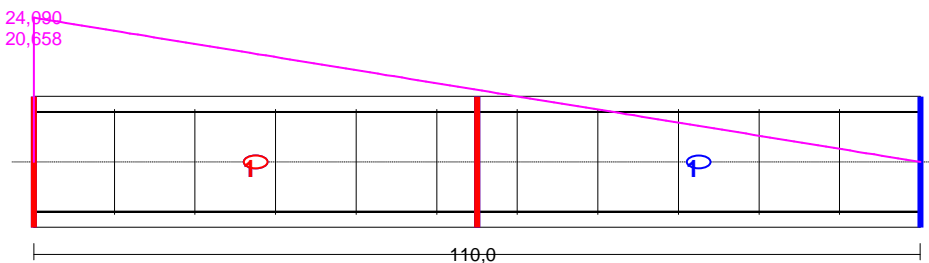
$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 0,57 / (10,0 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00226$$

$$\rho_w = \mathbf{0,00226} > \mathbf{0,00072} = \rho_{w,min}$$

Ścinanie

zadanie Wspornik, pręt nr 1.

Przyjęto podparcie lub obciążenie pośrednie.



Odcinek nr 1

Początek i koniec odcinka: $x_a = 0,0$ $x_b = 55,0$ cm

Siły przekrojowe: $N_{Sd} = 0,000$;

$$V_{Sd,max} = 24,090 \text{ kN}$$

Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{3,39}{25,0 \times 26,4} = 0,00514; \quad \rho_L \leq 0,01$$

Przyjęto $\rho_L = 0,00514$.

$$\sigma_{cp} = N_{Sd} / A_C = -0,000 / 795,24 \times 10 = -0,00 \text{ MPa} \quad \sigma_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto $\sigma_{cp} = -0,00$ MPa.

$$V_{Rd1} = [0,35 k f_{ctd} (1,2 + 40 \rho_L) + 0,15 \sigma_{cp}] b_w d =$$

$$= [0,35 \times 1,34 \times 1,00 \times (1,2 + 40 \times 0,00514) + 0,15 \times -0,00] \times 25,0 \times 26,4 \times 10^{-1} = 43,510 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 24,090 < 43,510 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{Sd} = 24,090 < 43,510 = V_{Rd1}$$

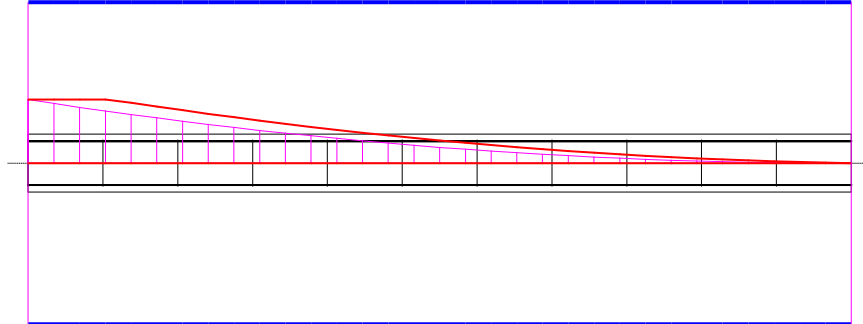
$$v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 20 / 250) = 0,552$$

$$V_{Rd2} = 0,5 v f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,552 \times 13,3 \times 25,0 \times 23,7 \times 10^{-1} = 217,836 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 24,090 < 217,836 = V_{Rd2}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

zadanie Wspornik, pręt nr 1.

Sprawdzenie siły przenoszanej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 0,103 \text{ m}$:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot \theta - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times 21,832 \times (1,000) = 10,916 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 46,232 + 10,916 = 57,148 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 56,329 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 56,329 \text{ kN}$

$$F_{td} = 56,329 < 142,503 = 3,39 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

zadanie Wspornik, pręt nr 1,

Położenie przekroju:

$$x = 0,000 \text{ m}$$

Siły przekrojowe od obc. długotrwałych:

$$M_{Sd} = -11,011 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = 0,000 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 20,020 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

$$b_w = 25,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 30,0 - 3,6 = 26,4 \text{ cm}$$

$$A_c = 750 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 3750 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$\begin{aligned} A_s &= k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} = \\ &= 0,4 \times 1,0 \times 2,2 \times 375 / 280 = 1,18 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{s1} = 3,39 > 1,18 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 3750 \times 10^{-3} = 8,250 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 11,011 > 8,250 = M_{cr}$$

Przekrój zarysowany.Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 3,39 / 180 = 0,01888$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,50 \times 12 / 0,01888 = 113,55$$

$$\begin{aligned}\epsilon_{sm} &= \sigma_s / E_s [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] = \\ &= 138,84 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (8,250 / 11,011)^2] = 0,00050 \\ w_k &= \beta_{srm} \epsilon_{sm} = 1,7 \times 113,55 \times 0,00050 = 0,10 \text{ mm} \\ w_k &= \mathbf{0,10} < \mathbf{0,3} = w_{lim}\end{aligned}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

zadanie Wspornik, pręt nr 1

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy $\phi(t, t_0) = 2,00$.

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{30000}{1 + 2,00} = 10000 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 3750 \times 10^{-3} = 8,250 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{Sd} = -11,011 \text{ kN}$ powoduje zarysowanie przekroju.

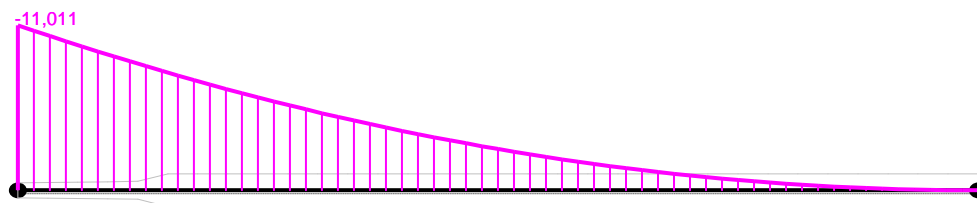
Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = -11,011 \text{ kNm}$.

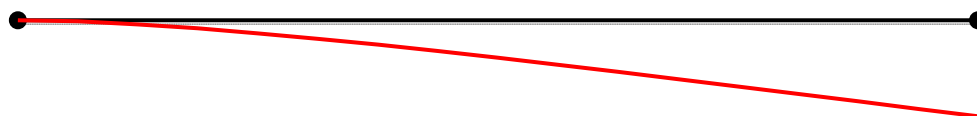
Wielkości geometryczne przekroju:

$$\begin{aligned}x_I &= 15,0 \text{ cm} & I_I &= 73888 \text{ cm}^4 \\ x_{II} &= 8,4 \text{ cm} & I_{II} &= 28488 \text{ cm}^4\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B &= \frac{E_{c,eff} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{Sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} = \\ &= \frac{10000 \times 28488}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (8,250 / 11,011)^2 \times (1 - 28488 / 73888)} \times 10^{-5} = 3443 \text{ kNm}^2\end{aligned}$$



Wykres sztywności i momentów dla obciążeń długotrwałych.



Ugięcia.

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 1,100 \text{ m}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$\begin{aligned}a &= a_{\infty,d} = 0,7 \text{ mm} \\ a &= \mathbf{0,7} < \mathbf{4,4} = a_{lim}\end{aligned}$$

III. Fundament pod szyb windy.

DANE OGÓLNE PROJEKTU

1. Metryka projektu

Poziom odniesienia: $P_0 = +303,40 \text{ m n.p.m.}$

2	1,40	0,60	Gлина piaszczysta	brak wody
3	2,00	nieokreśl.	Gлина piaszczysta	brak wody

1.3. Parametry geotechniczne występujących gruntów

Symbol	I_D	I_L	ρ	Stopień	c_u	Φ_u	M_0	M
gruntu	[-]	[-]	[t/m ³]	wilgotn.	[kPa]	[°]	[kPa]	[kPa]
Gp		0,17	2,20		18,30	15,3	31483	52472
Gp		0,35	2,10		11,90	12,4	21284	35473
Gp		0,45	2,10		9,50	10,8	17350	28916

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**

Wymiary słupa: $b = 2,10$ m, $l = 2,41$ m,

Współrzędne osi słupa: $x_0 = 0,00$ m, $y_0 = 0,00$ m,

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: $\phi = 0,00^\circ$.

3. Warstwa wyrównawcza pod fundamentem

Grubość: $h = 0,15$ m,

Charakterystyczny ciężar objętościowy: $\gamma_{ww \text{ char}} = 22,00$ kN/m³,

4. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 1,20$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H_x	H_y	M_x	M_y	γ
	obciążenia *	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	D	921,7	0,0	0,0	0,00	0,00	1,11
2	D	909,7	0,0	0,0	24,60	0,00	1,20

* D – obciążenia stałe, zmienne długotrwałe,

D+K - obciążenia stałe, zmienne długotrwałe i krótkotrwałe.

5. Materiał

Rodzaj materiału: **żelbet**

Klasa betonu: B25, nazwa stali: RB 500 W,

Średnica prętów zbrojeniowych:

na kierunku x: $d_x = 12,0$ mm, na kierunku y: $d_y = 12,0$ mm,

Kierunek zbrojenia głównego: x,

Grubość otuliny: 5,0 cm.

W warunku na przebicie nie uwzględniać strzemion.

6. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,70$ m

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B_x = 3,50$ m, $B_y = 3,21$ m,

Wysokość: $H = 0,50$ m,

Mimośrod: $E_x = 0,00$ m, $E_y = -0,30$ m.

7. Stan graniczny I**7.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośrodów**

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
1	D	1,70	0,31	0,26
*	D	2,00	0,41	0,24
2	D	1,70	0,30	0,22
	D	2,00	0,40	0,20

7.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 3,50 \text{ m}$, $B_y = 3,21 \text{ m}$.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,70 \text{ m}$.

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Pozycja	Obc. char.	E_x	E_y	γ	Obc. obl.	Mom. obl.	Mom. obl.
	[kN]	[m]	[m]	[-]	G [kN]	M_{Gx} [kNm]	M_{Gy} [kNm]
Fundament	137,77	0,00	0,00	1,1(0,9)	151,55	0,00	0,00
Grunt - pole 1	29,50	1,25	-1,01	1,2(0,8)	35,41	-35,71	44,12
Grunt - pole 2	29,50	-1,25	-1,01	1,2(0,8)	35,41	-35,71	-44,12
Grunt - pole 3	46,81	-1,11	0,90	1,2(0,8)	56,17	50,72	-62,29
Grunt - pole 4	46,81	1,11	0,90	1,2(0,8)	56,17	50,72	62,29

Uwaga: Przy sprawdzaniu położenia wypadkowej alternatywnie brano pod uwagę obciążenia obliczeniowe wyznaczone przy zastosowaniu dolnych współczynników obciążenia.

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 921,70 \text{ kN}$, mimośrodowy wzgl. podst. fund. $E_x = 0,00 \text{ m}$, $E_y = -0,30 \text{ m}$,

siła pozioma: $H_x = 0,00 \text{ kN}$, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,50 \text{ m}$,

siła pozioma: $H_y = 0,00 \text{ kN}$, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,50 \text{ m}$,

moment: $M_x = 0,00 \text{ kNm}$, moment: $M_y = 0,00 \text{ kNm}$.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 921,70 + 334,70 + 246,10 = 1256,40 + 1167,80 \text{ kN}.$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 921,70 \cdot (-0,30) - 0,00 \cdot 0,50 + 0,00 + 30,03 + 20,02 = -246,48 - 256,49 \text{ kNm}.$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -921,70 \cdot 0,00 + 0,00 \cdot 0,50 + 0,00 + 0,00 + (0,00) = 0,00 + 0,00 \text{ kNm}.$$

Mimośrodowy sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 0,00/1167,80 = 0,00 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 164,32/1167,80 = 0,14 \text{ m}.$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,000 + 0,044 = 0,044 \text{ m} < 0,167.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 3,50 - 2 \cdot 0,00 = 3,50 \text{ m}, \quad B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 3,21 - 2 \cdot 0,12 = 2,96 \text{ m}.$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 1):

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,91 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 1,70 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,91 \cdot 9,81 \cdot 1,70 = 31,78 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 15,30 \cdot 0,90 = 13,77^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 16,47 \text{ kPa},$$

$$N_B = 0,46 \quad N_C = 10,24, \quad N_D = 3,51.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 0,00/1256,40 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_x/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2451 = 0,000,$$

$$i_{Bx} = 1,00, \quad i_{Cx} = 1,00, \quad i_{Dx} = 1,00.$$

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/1256,40 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2451 = 0,000,$$

$$i_{By} = 1,00, \quad i_{Cy} = 1,00, \quad i_{Dy} = 1,00.$$

Ciężar objętościowy gruntu pod łąwą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 2,11 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 18,62 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_y' / B_x' = 0,79, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_y' / B_x' = 1,25, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_y' / B_x' = 2,27$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 5066,69 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 5029,07 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 1256,40 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 5029,07 = 4073,55 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności dla fundamentu zastępczego

Wymiary podstawy fundamentu zastępczego: $B_x = 3,58 \text{ m}$, $B_y = 3,29 \text{ m}$.

Względny poziom posadowienia: $H = 2,00 \text{ m}$.

Ciężar fundamentu zastępczego: $G_z = 83,64 \text{ kN}$.

Całkowite obciążenie pionowe fundamentu zastępczego:

$$N_r = N + G + G_z = 921,70 + 334,70 + 83,64 = 1340,04 \text{ kN}.$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 921,70 \cdot (-0,30) + 30,03 = -154,31 \text{ kNm}.$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -921,70 \cdot 0,00 + 0,00 = 0,00 \text{ kNm}.$$

Mimośrodowość sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry} / N_r| = 0,00 / 1340,04 = 0,00 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx} / N_r| = 154,31 / 1340,04 = 0,12 \text{ m}.$$

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_x' = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 3,58 - 2 \cdot 0,00 = 3,58 \text{ m}, \quad B_y' = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 3,29 - 2 \cdot 0,12 = 3,05 \text{ m}.$$

Obciążenie podłoża obok łąwy (min. średnia gęstość dla pola 1):

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,92 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 2,00 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,92 \cdot 9,81 \cdot 2,00 = 37,61 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 12,40 \cdot 0,90 = 11,16^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 10,71 \text{ kPa},$$

$$N_B = 0,26 \quad N_C = 8,87, \quad N_D = 2,75.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x| / N_r = 0,00 / 1340,04 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_x / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000 / 0,1973 = 0,000,$$

$$i_{Bx} = 1,00, \quad i_{Cx} = 1,00, \quad i_{Dx} = 1,00.$$

$$\text{tg } \delta_y = |H_y| / N_r = 0,00 / 1340,04 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000 / 0,1973 = 0,000,$$

$$i_{By} = 1,00, \quad i_{Cy} = 1,00, \quad i_{Dy} = 1,00.$$

Ciężar objętościowy gruntu pod łąwą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 2,10 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 18,54 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_y' / B_x' = 0,79, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_y' / B_x' = 1,26, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_y' / B_x' = 2,28$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 4029,12 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 4007,66 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 1340,04 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 4007,66 = 3246,21 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

7.3. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 2

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 3,50 \text{ m}$, $B_y = 3,21 \text{ m}$.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,70 \text{ m}$.

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Pozycja	Obc. char.	E_x	E_y	γ	Obc. obl.	Mom. obl.	Mom. obl.
	[kN]	[m]	[m]	[-]	G [kN]	M_{Gx} [kNm]	M_{Gy} [kNm]
Fundament	137,77	0,00	0,00	1,1(0,9)	151,55	0,00	0,00
Grunt - pole 1	29,50	1,25	-1,01	1,2(0,8)	35,41	-35,71	44,12
Grunt - pole 2	29,50	-1,25	-1,01	1,2(0,8)	35,41	-35,71	-44,12
Grunt - pole 3	46,81	-1,11	0,90	1,2(0,8)	56,17	50,72	-62,29
Grunt - pole 4	46,81	1,11	0,90	1,2(0,8)	56,17	50,72	62,29

Uwaga: Przy sprawdzaniu położenia wypadkowej alternatywnie brano pod uwagę obciążenia obliczeniowe wyznaczone przy zastosowaniu dolnych współczynników obciążenia.

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 909,70 \text{ kN}$, mimośrod względ. podst. fund. $E_x = 0,00 \text{ m}$, $E_y = -0,30 \text{ m}$,

siła pozioma: $H_x = 0,00 \text{ kN}$, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,50 \text{ m}$,

siła pozioma: $H_y = 0,00 \text{ kN}$, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,50 \text{ m}$,

moment: $M_x = 24,60 \text{ kNm}$, moment: $M_y = 0,00 \text{ kNm}$.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 909,70 + 334,70 + 246,10 = 1244,40 + 1155,80 \text{ kN}.$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 909,70 \cdot (-0,30) - 0,00 \cdot 0,50 + 24,60 + 30,03 + 20,02 = -218,28 - 228,29 \text{ kNm}.$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -909,70 \cdot 0,00 + 0,00 \cdot 0,50 + 0,00 + 0,00 + (0,00) = 0,00 + 0,00 \text{ kNm}.$$

Mimośrod sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 0,00/1155,80 = 0,00 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 137,32/1155,80 = 0,12 \text{ m}.$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,000 + 0,037 = 0,037 \text{ m} < 0,167.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 3,50 - 2 \cdot 0,00 = 3,50 \text{ m}, \quad B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 3,21 - 2 \cdot 0,10 = 3,01 \text{ m}.$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 1):

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,91 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 1,70 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,91 \cdot 9,81 \cdot 1,70 = 31,78 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 15,30 \cdot 0,90 = 13,77^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 16,47 \text{ kPa},$$

$$N_B = 0,46 \quad N_C = 10,24, \quad N_D = 3,51.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 0,00/1244,40 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_x/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2451 = 0,000,$$

$$i_{Bx} = 1,00, \quad i_{Cx} = 1,00, \quad i_{Dx} = 1,00.$$

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/1244,40 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2451 = 0,000,$$

$$i_{By} = 1,00, \quad i_{Cy} = 1,00, \quad i_{Dy} = 1,00.$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 2,11 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 18,62 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_y' / B_x' = 0,79, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_y' / B_x' = 1,26, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_y' / B_x' = 2,29$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 5162,75 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 5127,66 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 1244,40 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 5127,66 = 4153,41 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności dla fundamentu zastępczego

Wymiary podstawy fundamentu zastępczego: $B_x = 3,58 \text{ m}$, $B_y = 3,29 \text{ m}$.

Względny poziom posadowienia: $H = 2,00 \text{ m}$.

Ciężar fundamentu zastępczego: $G_z = 83,64 \text{ kN}$.

Całkowite obciążenie pionowe fundamentu zastępczego:

$$N_r = N + G + G_z = 909,70 + 334,70 + 83,64 = 1328,04 \text{ kN}.$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 909,70 \cdot (-0,30) + 24,60 + 30,03 = -127,31 \text{ kNm}.$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -909,70 \cdot 0,00 + 0,00 = 0,00 \text{ kNm}.$$

Mimośrod y sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry} / N_r| = 0,00 / 1328,04 = 0,00 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx} / N_r| = 127,31 / 1328,04 = 0,10 \text{ m}.$$

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_x' = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 3,58 - 2 \cdot 0,00 = 3,58 \text{ m}, \quad B_y' = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 3,29 - 2 \cdot 0,10 = 3,09 \text{ m}.$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 1):

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,92 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 2,00 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,92 \cdot 9,81 \cdot 2,00 = 37,61 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 12,40 \cdot 0,90 = 11,16^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 10,71 \text{ kPa},$$

$$N_B = 0,26 \quad N_C = 8,87, \quad N_D = 2,75.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x| / N_r = 0,00 / 1328,04 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_x / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000 / 0,1973 = 0,000,$$

$$i_{Bx} = 1,00, \quad i_{Cx} = 1,00, \quad i_{Dx} = 1,00.$$

$$\text{tg } \delta_y = |H_y| / N_r = 0,00 / 1328,04 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000 / 0,1973 = 0,000,$$

$$i_{By} = 1,00, \quad i_{Cy} = 1,00, \quad i_{Dy} = 1,00.$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 2,10 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 18,54 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_y' / B_x' = 0,78, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_y' / B_x' = 1,26, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_y' / B_x' = 2,30$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 4101,42 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 4081,37 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 1328,04 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 4081,37 = 3305,91 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

9. Wymiarowanie fundamentu

9.1. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na przebicie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		V [kN]	V _r [kN]	V _s [kN]
* 1	1	67	1267	–
2	1	66	1267	–

9.2. Sprawdzenie stopy na przebicie dla obciążenia nr 1

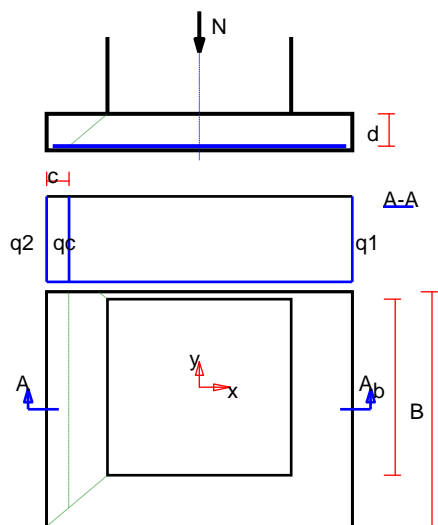
Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 922 \text{ kN}$,

momenty: $M_{xr} = -276,51 \text{ kNm}$, $M_{yr} = 0,00 \text{ kNm}$.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy: $e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,00 \text{ m}$, $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,30 \text{ m}$.

**Oddziaływanie podłoża na fundament:**

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

$q_1 = 82 \text{ kPa}$, $q_2 = 82 \text{ kPa}$.

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1: $c = 0,26 \text{ m}$, $q_c = 82 \text{ kPa}$.

Przebicie stopy w przekroju 1:

Siła ścinająca: $V_{Sd} = \int_{Ac} q \cdot dA = 67 \text{ kN}$.

Nośność betonu na ścinanie: $V_{Rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (2,41+0,44) \cdot 0,44 \cdot 1000 = 1267 \text{ kN}$.

$V_{Sd} = 67 \text{ kN} < V_{Rd} = 1267 \text{ kN}$.

Wniosek: warunek na przebicie jest spełniony.

9.3. Sprawdzenie stopy na przebicie dla obciążenia nr 2

Zestawienie obciążeń:

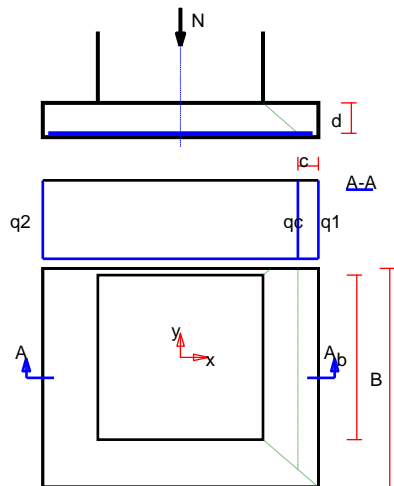
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 910 \text{ kN}$,

momenty: $M_{xr} = -248,31 \text{ kNm}$, $M_{yr} = 0,00 \text{ kNm}$.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,00 \text{ m}$, $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,27 \text{ m}$.

**Oddziaływanie podłoża na fundament:**

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

$$q_1 = 81 \text{ kPa}, \quad q_2 = 81 \text{ kPa}.$$

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1: $c = 0,26 \text{ m}$, $q_c = 81 \text{ kPa}$.

Przebiecie stopy w przekroju 1:

Siła ścinająca: $V_{Sd} = \int_{Ac} q \cdot dA = 66 \text{ kN}$.

Nośność betonu na ścinanie: $V_{Rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (2,41+0,44) \cdot 0,44 \cdot 1000 = 1267 \text{ kN}$.

$$V_{Sd} = 66 \text{ kN} < V_{Rd} = 1267 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek na przebiecie jest spełniony.

9.4. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na zginanie

Nr obc.	Kierunek	Przekrój	Moment zginający M [kNm]	Nośność przekroju M _r [kNm]
* 1	x	1	136	228
	y	1	93	240
* 2	x	1	134	228
	y	1	97	240

Uwaga: Momenty zginające wyznaczono metodą wsporników prostokątnych.

9.5. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 1 na kierunku x**Zestawienie obciążeń:**

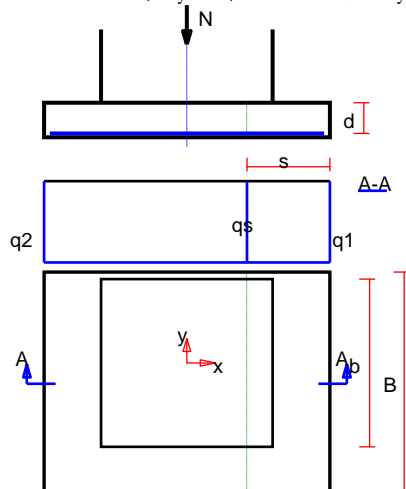
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 922 \text{ kN}$,

momenty: $M_{xr} = -276,51 \text{ kNm}$, $M_{yr} = 0,00 \text{ kNm}$.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,00 \text{ m}, \quad e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,30 \text{ m}.$$



Oddziaływanie podłoża na fundament:

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

$$q_1 = 82 \text{ kPa}, \quad q_2 = 82 \text{ kPa}.$$

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1: $s = 1,01 \text{ m}$, $q_s = 82 \text{ kPa}$.

Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{Sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 82 + 82) \cdot 3,21 \cdot 1,03 / 6 = 136 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 8,1 \text{ cm}^2$.

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_{Rs} = 13,6 \text{ cm}^2$.

$$A_s = 8,1 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 13,6 \text{ cm}^2.$$

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

9.6. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 1 na kierunku y**Zestawienie obciążeń:**

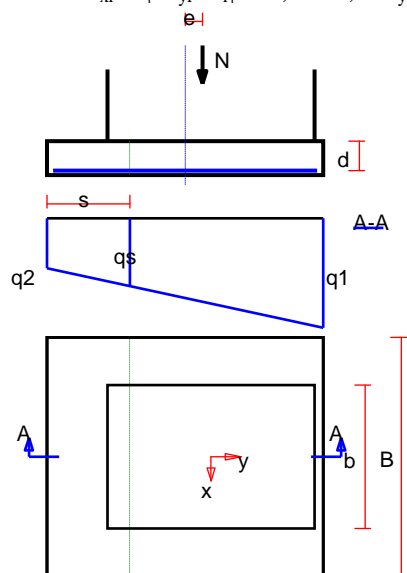
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 922 \text{ kN}$,

momenty: $M_{xr} = -276,51 \text{ kNm}$, $M_{yr} = 0,00 \text{ kNm}$.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$$e_{xr} = |M_{yr} / N_r| = 0,00 \text{ m}, \quad e_{yr} = |M_{xr} / N_r| = 0,30 \text{ m}.$$

**Oddziaływanie podłoża na fundament:**

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

$$q_1 = 113 \text{ kPa}, \quad q_2 = 51 \text{ kPa}.$$

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1: $s = 0,96 \text{ m}$, $q_s = 70 \text{ kPa}$.

Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{Sd} = (2 \cdot q_2 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 51 + 70) \cdot 3,50 \cdot 0,92 / 6 = 93 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 5,7 \text{ cm}^2$.

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_{Rs} = 14,7 \text{ cm}^2$.

$$A_s = 5,7 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 14,7 \text{ cm}^2.$$

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

9.7. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 2 na kierunku x**Zestawienie obciążeń:**

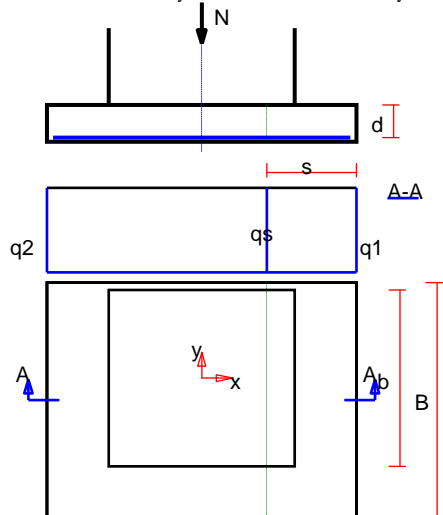
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 910 \text{ kN}$,

momenty: $M_{xr} = -248,31 \text{ kNm}$, $M_{yr} = 0,00 \text{ kNm}$.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,00 \text{ m}, \quad e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,27 \text{ m}.$$



Oddziaływanie podłoża na fundament:

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

$$q_1 = 81 \text{ kPa}, \quad q_2 = 81 \text{ kPa}.$$

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1: $s = 1,01 \text{ m}$, $q_s = 81 \text{ kPa}$.

Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 81 + 81) \cdot 3,21 \cdot 1,03^2 / 6 = 134 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 8,0 \text{ cm}^2$.

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_{Rs} = 13,6 \text{ cm}^2$.

$$A_s = 8,0 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 13,6 \text{ cm}^2.$$

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

9.8. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 2 na kierunku y

Zestawienie obciążeń:

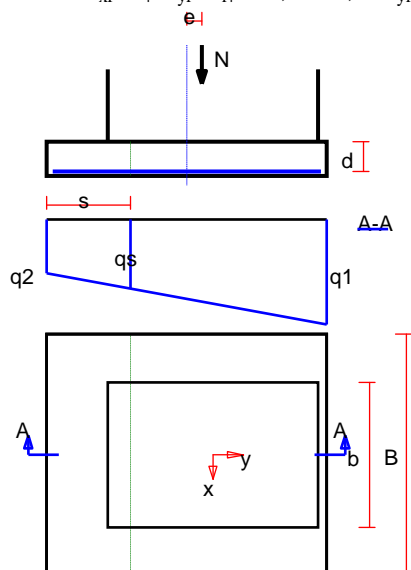
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 910 \text{ kN}$,

momenty: $M_{xr} = -248,31 \text{ kNm}$, $M_{yr} = 0,00 \text{ kNm}$.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,00 \text{ m}, \quad e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,27 \text{ m}.$$



Oddziaływanie podłoża na fundament:

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

$$q_1 = 107 \text{ kPa}, \quad q_2 = 55 \text{ kPa}.$$

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1: $s = 0,96 \text{ m}$, $q_s = 70 \text{ kPa}$.

Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{Sd} = (2 \cdot q_2 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 55 + 70) \cdot 3,50 \cdot 0,92 / 6 = 97 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 5,9 \text{ cm}^2$.

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_{Rs} = 14,7 \text{ cm}^2$.

$$A_s = 5,9 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 14,7 \text{ cm}^2.$$

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

10. Zbrojenie stopy

Zbrojenie główne na kierunku x:

Średnica prętów: $\phi = 12 \text{ mm}$.

Konieczna liczba prętów: $L_{xs} = 12$.

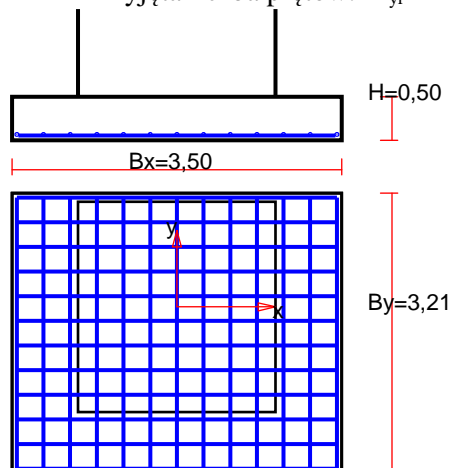
Przyjęta liczba prętów: $L_{xr} = 12$ co $28,3 \text{ cm}$.

Zbrojenie główne na kierunku y:

Średnica prętów: $\phi = 12 \text{ mm}$.

Konieczna liczba prętów: $L_{ys} = 13$.

Przyjęta liczba prętów: $L_{yr} = 13$ co $28,3 \text{ cm}$.



Ilość stali: 74 kg.

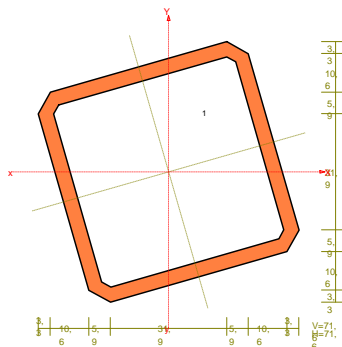
Ilość betonu: $5,62 \text{ m}^3$.

Ilość stali na 1 m^3 betonu: $13,2 \text{ kg/m}^3$.

IV. Płatew stalowa Rk60x60x4mm – zadaszenie schodów
- schemat i obliczenia statyczne.

PRZEKRÓJ Nr: 1

Nazwa: "H 60x 60x 4.0"



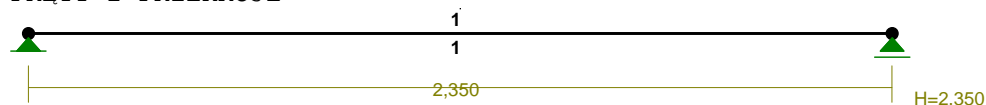
CHARAKTERYSTYKA PRZEKROJU:		Materiał: 2 St3S (X,Y,V,W)	
Gł.centrosie bezwładn.[cm]:	Xc= 3,6	Yc= 3,6	alfa= 0,0
Momenty bezwładności [cm4]:	Jx= 45,9	Jy= 45,9	
Moment dewiacji [cm4]:		Dxy= 0,0	
Gł.momenty bezwładn. [cm4]:	Ix= 45,9	Iy= 45,9	
Promienie bezwładności [cm]:	ix= 2,3	iy= 2,3	
Wskaźniki wytrzymał. [cm3]:	Wx= 12,8	Wy= 12,8	
	Wx= -12,8	Wy= -12,8	
Powierzchnia przek. [cm2]:		F= 8,8	
Masa [kg/m]:		m= 6,9	
Moment bezwładn.dla zginania w płaszczyzn. [cm4]:		Jzg= 45,9	

Nr.	Oznaczenie	Fi: [deg]	Xs: [cm]	Ys: [cm]	Sx: [cm3]	Sy: [cm3]	F: [cm2]
1	H 60x 60x 4.0	16	0,00	0,00	0,0	0,0	8,8

WEZŁY:

WEZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000
2	2,350	0,000

PRĘTY I PRZĘTOJE:

PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;
10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub
22 - ciągnio

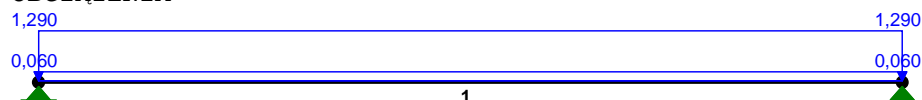
Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	2,350	0,000	2,350	1,000	1 H 60x 60x 4.0

WIELKOŚCI PRZĘTOJOWE:

Nr.	A[cm2]	Ix[cm4]	Iy[cm4]	Wg[cm3]	Wd[cm3]	h[cm]	Materiał:
1	8,8	46	46	13	13	7,2	2 St3S (X,Y,V,W)

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm2]	Napręż.gr.: [N/mm2]	AlfaT: [1/K]
2 St3S (X,Y,V,	205	205,000	1,20E-05

OBCIĄŻENIA:


OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
-------	---------	------	---------	---------	-------	-------

Grupa:	A "Blacha"			Stałe	$\gamma_f = 1,20$	
1	Liniowe	0,0	0,060	0,060	0,00	2,35
Grupa:	B "Śnieg"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	1,290	1,290	0,00	2,35

W Y N I K I wg PN 82/B-02000

Teoria I-go rzędu

Kombinatoryka obciążeń

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
A - "Blacha"	Stałe		1,20
B - "Śnieg"	Zmienne	1	1,00

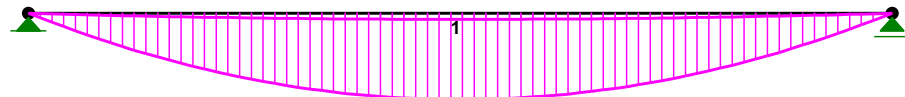
RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
A - "Blacha"	ZAWSZE
B - "Śnieg"	EWENTUALNIE

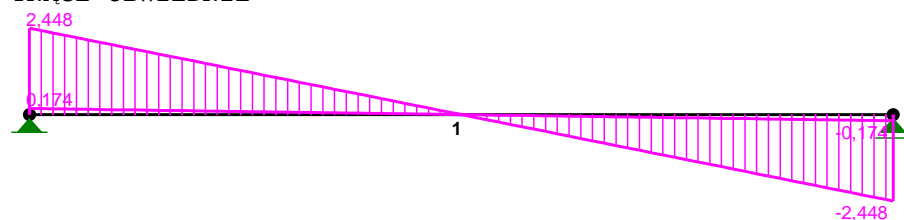
KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr:	Specyfikacja:
1	ZAWSZE : EWENTUALNIE: A+B

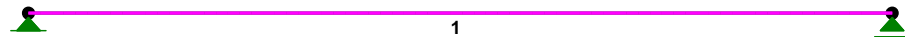
MOMENTY-OBWIEDNIE:



TNĄCE-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:



SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

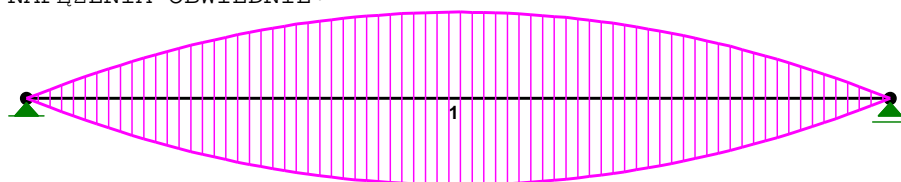
Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	1,175	1,438*	0,000	0,000	AB
	0,000	-0,000*	0,174	0,000	A
	0,000	-0,000	2,448*	0,000	AB
	0,000	-0,000	2,448	0,000*	AB
	1,175	1,438	0,000	0,000*	AB

OBLICZENIA STATYCZNE

0,000	-0,000	2,448	0,000*	AB
1,175	1,438	0,000	0,000*	AB

* = Wartości ekstremalne

NAPEŹENIA-OBWIEDNIE:



NAPREŻENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	Sigma:	Kombinacja obciążeń:
			Ro	[MPa]	

1	0,000	0,000*		0,000	AB
	1,175	-0,547*		-112,110	AB
	1,175		0,547*	112,110	AB
	0,000		-0,000*	-0,000	AB

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
--------	--------	--------	--------	---------	----------------------

1	0,000*	2,448	2,448		AB
	0,000*	0,174	0,174		A
	0,000	2,448*	2,448		AB
	0,000	0,174*	0,174		A
	0,000	2,448	2,448*		AB
2	0,000*	2,448	2,448		AB
	0,000*	0,174	0,174		A
	0,000	2,448*	2,448		AB
	0,000	0,174*	0,174		A
	0,000	2,448	2,448*		AB

* = Wartości ekstremalne

PRZEMIESZCZENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Kombinacja obciążeń:
--------	--------	--------	---------------	----------------------

1	0,00000			
		0,00000		AB
			0,00000	AB
2	0,00000			
		0,00000		AB
			0,00000	AB

WYKORZYSTANIE PRZEKROJÓW

