

WYCIĄG Z OBLICZEŃ STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

1. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

Tablica 1

Zestawienie obciążeń na konstrukcję dachu - obciążenie pokryciem

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m ²	Ψ	Wartość rep. kN/m ²	γ _F	Wartość obl. kN/m ²
1.	Blacha T55 gr 0.9mm	stałe	0,10	--	0,10	1,35	0,14
2.	obciążenie technologiczne	stałe	0,10	--	0,10	1,35	0,14
3.	Równomiernie rozłożone obciążenie użytkowe - powierzchnia kategorii H (dach bez dostępu, z wyjątkiem zwykłego utrzymania i napraw) [0,400kN/m ²]	zmienne	0,40	1,00	0,40	1,50	0,60
Σ:			0,60		0,60		0,87

Tablica 2

Zestawienie obciążeń na konstrukcję dachu - obciążenie śniegiem

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m ²	Ψ	Wartość rep. kN/m ²	γ _F	Wartość obl. kN/m ²
1.	Obciążenie równmierne śniegiem połaci dachu dwupołaciowego wg PN-EN 1991-1-3 p.5.3.3 (strefa 3, A=319 m n.p.m. -> sk = 1,314 kN/m ² , przyp.A, nachylenie połaci 3,0 st. -> 0,8, Ce=1,0, Ct=1,0) [1,051kN/m ²]	zmienne	1,05	1,00	1,05	1,50	1,58
2.	Obciążenie śniegiem połaci mniej obciążonej dachu dwupołaciowego wg PN-EN 1991-1-3 p.5.3.3 (strefa 3, A=319 m n.p.m. -> sk = 1,314 kN/m ² , przyp.A, nachylenie połaci 3,0 st. -> 0,4, Ce=1,0, Ct=1,0) [0,526kN/m ²]	zmienne	0,53	1,00	0,53	1,50	0,80

Tablica 3

Zestawienie obciążeń na konstrukcję dachu - obciążenie wiatrem

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m ²	Ψ	Wartość rep. kN/m ²	γ _F	Wartość obl. kN/m ²
1.	Obciążenie wiatrem pola C połaci dachu wiaty dwuspadowej wg PN-EN 1991-1-4/7.3 (strefa 1, A=319 m n.p.m. -> vb,0 = 22,25m/s, teren III, co=1, ze=h=9,0 m -> cr=0,78, wymiary wiaty h=9,0 m, d=22,0 m, b=11,0 m, kąt nachylenia połaci dachowej alfa=5,0 st., wsp.blokowania fi=1,00 -> qp=0,58 kPa, cp,net=1,30) [0,756kN/m ²]	zmienne	0,76	1,00	0,76	1,50	1,14
2.	Obciążenie wiatrem pola C połaci dachu wiaty dwuspadowej wg PN-EN 1991-1-4/7.3 (strefa 1, A=319 m n.p.m. -> vb,0 = 22,25m/s, teren III, co=1, ze=h=9,0 m -> cr=0,78, wymiary wiaty h=9,0 m, d=22,0 m, b=11,0 m, kąt nachylenia połaci dachowej alfa=5,0 st., wsp.blokowania fi=1,00 -> qp=0,58 kPa, cp,net=-1,80) [-1,047kN/m ²]	zmienne	-1,05	1,00	-1,05	1,50	-1,58

Tablica 4

Zestawienie obciążeń na konstrukcje ściany zewnętrznej 1

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m ²	Ψ	Wartość rep. kN/m ²	γ _F	Wartość obl. kN/m ²
1.	Blacha T55 gr 1mm	stałe	0,12	--	0,12	1,35	0,16

Tablica 5

Obciążenie wiatrem na ściany

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m ²	Ψ	Wartość rep. kN/m ²	γ _F	Wartość obl. kN/m ²
1.	Obciążenie wiatrem na pole D elewacji nawietrznej budynku na rzucie prostokąta wg PN-EN 1991-1-4/7.2.2 (strefa 1, A=319 m n.p.m. -> vb,0 = 22,25m/s, teren III, co=1, ze=h=9,0 m -> cr=0,78, wymiary budynku h=9,0 m, d=22,0 m, b=11,0 m -> qp=0,58 kPa, cscd=1,000, cpe=0,72) [0,420kN/m ²]	zmienne	0,42	1,00	0,42	1,50	0,63
2.	Obciążenie wiatrem na pole E elewacji zawietrznej budynku na rzucie prostokąta wg PN-EN 1991-1-4/7.2.2 (strefa 1, A=319 m n.p.m. -> vb,0 = 22,25m/s, teren III, co=1, ze=h=9,0 m -> cr=0,78,	zmienne	-0,20	1,00	-0,20	1,50	-0,30

	wymiary budynku h=9,0 m, d=22,0 m, b=11,0 m -> qp=0,58 kPa, cscd=1,000, cpe=-0,34) [-0,199kN/m ²]						
3.	Obciążenie wiatrem na pole B elewacji bocznej budynku na rzucie prostokąta wg PN-EN 1991-1-4/7.2.2 (strefa 1, A=337 m n.p.m. -> vb,0 = 22,49m/s, teren III, co=1, ze=h=9,0 m -> cr=0,78, wymiary budynku h=9,0 m, d=34,0 m, b=11,0 m -> qp=0,59 kPa, cscd=1,000, cpe=-0,80) [-0,475kN/m ²]	zmiennie	-0,48	1,00	-0,48	1,50	-0,72

Tablica 6
Zestawienie obciążeń na płatew - obciążenie pokryciem

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m	Ψ	Wartość rep. kN/m	γ _F	Wartość obl. kN/m
1.	Blacha T55 gr 0.9mm szer. 2,20 m	stałe	0,22	--	0,22	1,35	0,30
2.	obciążenie technologiczne szer. 2,20 m	stałe	0,22	--	0,22	1,35	0,30
3.	Równomiernie rozłożone obciążenie użytkowe - powierzchnia kategorii H (dach bez dostępu, z wyjątkiem zwykłego utrzymania i napraw) szer. 2,20 m [(0,400kN/m ²)-2,20m]	zmiennie	0,88	1,00	0,88	1,50	1,32
Σ:			1,32		1,32		1,91

Tablica 7
Zestawienie obciążeń na płatew - obciążenie śniegiem

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m	Ψ	Wartość rep. kN/m	γ _F	Wartość obl. kN/m
1.	Obciążenie równmierne śniegiem połaci dachu dwupołaciowego wg PN-EN 1991-1-3 p.5.3.3 (strefa 3, A=319 m n.p.m. -> sk = 1,314 kN/m ² , przyp.A, nachylenie połaci 3,0 st. -> 0,8, Ce=1,0, Ct=1,0) szer. 2,20 m [(1,051kN/m ²)-2,20m]	zmiennie	2,31	1,00	2,31	1,50	3,47
2.	Obciążenie śniegiem połaci mniej obciążonej dachu dwupołaciowego wg PN-EN 1991-1-3 p.5.3.3 (strefa 3, A=319 m n.p.m. -> sk = 1,314 kN/m ² , przyp.A, nachylenie połaci 3,0 st. -> 0,4, Ce=1,0, Ct=1,0) szer. 2,20 m [(0,526kN/m ²)-2,20m]	zmiennie	1,17	1,00	1,17	1,50	1,75

Tablica 8
Zestawienie obciążeń na płatew - obciążenie wiatrem

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m	Ψ	Wartość rep. kN/m	γ _F	Wartość obl. kN/m
1.	Obciążenie wiatrem pola C połaci dachu wiaty dwuspadowej wg PN-EN 1991-1-4/7.3 (strefa 1, A=319 m n.p.m. -> vb,0 = 22,25m/s, teren III, co=1, ze=h=9,0 m -> cr=0,78, wymiary wiaty h=9,0 m, d=22,0 m, b=11,0 m, kąt nachylenia połaci dachowej alfa=5,0 st., wsp.blokowania fi=1,00 -> qp=0,58 kPa, cp,net=1,30) szer. 2,20 m [(0,756kN/m ²)-2,20m]	zmiennie	1,67	1,00	1,67	1,50	2,50
2.	Obciążenie wiatrem pola C połaci dachu wiaty dwuspadowej wg PN-EN 1991-1-4/7.3 (strefa 1, A=319 m n.p.m. -> vb,0 = 22,25m/s, teren III, co=1, ze=h=9,0 m -> cr=0,78, wymiary wiaty h=9,0 m, d=22,0 m, b=11,0 m, kąt nachylenia połaci dachowej alfa=5,0 st., wsp.blokowania fi=1,00 -> qp=0,58 kPa, cp,net=-1,80) szer. 2,20 m [(-1,047kN/m ²)-2,20m]	zmiennie	-2,31	1,00	-2,31	1,50	-3,47

2. WYMIAROWANIE GŁÓWNYCH ELEMENTÓW KONSTRUKCJI

2.1. Płatew Ps1

CHARAKTERYSTYKA ELEMENTÓW PRĘTOWYCH



Podstawowe informacje o prętach układu

Nr	W1	W2	Profil 1	Profil 2	Typ
0	3	4		----	utw
1	4	5		----	utw

W tabeli użyto oznaczeń: W1 - węzeł początkowy elementu; W2 - węzeł końcowy elementu, utw - element bez przegubów; ppk - element z przegubem na początku i końcu; pp - element z przegubem na początku; pk - element z przegubem na końcu.

Dodatkowe informacje o prętach układu

Nr	Nazwa	Opis
0	element nr 0	Brak opisu elementu.
1	element nr 1	Brak opisu elementu.

CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW PODPARCIA UKŁADU

Charakterystyka podpór układu

Nr	Węzeł	Typ	Kąt [st]	Podatność x [m/kN]	Podatność y [m/kN]	Podatność kątowa [rad/kNm]
0	4	Przesuwna	0.00	0.0000	0.0000	----
1	3	Nieprzesuwna	0.00	0.0000	0.0000	----
2	5	Przesuwna	0.00	0.0000	0.0000	----

Informacje związane z wymuszeniami podpór układu

Nr	Wymuszenie x [m]	Wymuszenie y [m]	Wymuszenie kątowe [rad]
0	0.0000	-0.0000	----
1	0.0000	-0.0000	----
2	0.0000	-0.0000	----

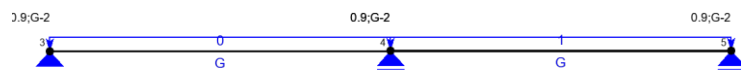
UWAGA! Wartości związane z podatnością i wymuszeniami podpór określone są w lokalnych układach współrzędnych poszczególnych podpór.

CHARAKTERYSTYKA OBCIĄŻENIA UKŁADU

Charakterystyka grup obciążeń

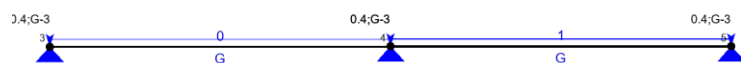
Nr	Nazwa	Typ	I/O	Min	Max	Psi d	Ranga	Opis
0	Wymuszenia układu	STALE	AKTYWNE	1.00	1.00	1.00	1	Osiadanie podpór układu.
1	Ciążar własny	STALE	AKTYWNE	1.00	1.35	1.00	1	Obciążenie ciężarem własnym.
2	Obciążenia zmienne	ZMIENNE	AKTYWNE	1.00	1.50	1.00	1	Obciążenia zmienne układu.
3	Obciążenie stałe	STALE	AKTYWNE	1.00	1.35	1.00	1	
4	Śnieg	ZMIENNE	AKTYWNE	0.00	1.50	0.00	1	
5	Wiatr ssanie	ZMIENNE	AKTYWNE	0.00	1.50	0.00	1	
6	Wiatr parcie	ZMIENNE	AKTYWNE	0.00	1.50	0.00	1	
7	Wiatr z lewej1	ZMIENNE	NIEAKTYWNE	0.00	1.50	0.00	1	
8	Wiatr z prawej1	ZMIENNE	NIEAKTYWNE	0.00	1.50	0.00	1	
9	Wiatr z lewej 2	ZMIENNE	NIEAKTYWNE	0.00	1.50	0.00	1	
10	Wiatr z prawej 2	ZMIENNE	NIEAKTYWNE	0.00	1.50	0.00	1	
11	Wiatr wzdłuż	ZMIENNE	NIEAKTYWNE	0.00	1.50	0.00	1	

Charakterystyka sił związanych z grupą: Obciążenia zmienne



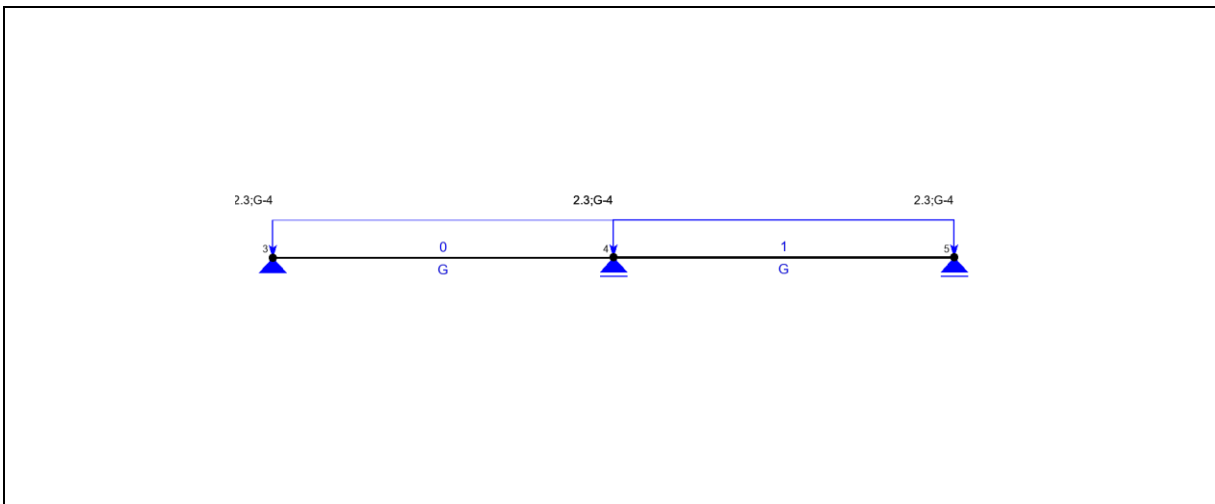
Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
2	1	Liniowe	0.00	0.000	5.500	0.880	0.880	----	----
3	0	Liniowe	0.00	0.000	5.500	0.880	0.880	----	----

Charakterystyka sił związanych z grupą: Obciążenie stałe



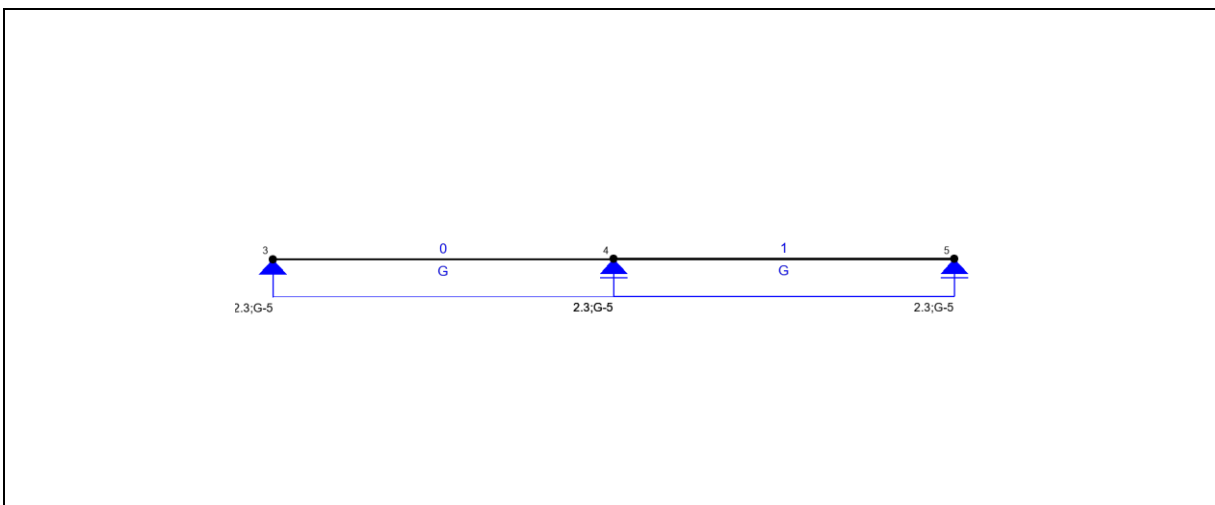
Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
0	1	Liniowe	0.00	0.000	5.500	0.440	0.440	----	----
1	0	Liniowe	0.00	0.000	5.500	0.440	0.440	----	----

Charakterystyka sił związanych z grupą: Śnieg



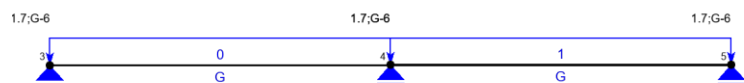
Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
4	1	Liniowe	0.00	0.000	5.500	2.310	2.310	----	----
5	0	Liniowe	0.00	0.000	5.500	2.310	2.310	----	----

Charakterystyka sił związanych z grupą: Wiatr ssanie



Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
6	1	Liniowe	0.00	0.000	5.500	-2.310	-2.310	----	----
7	0	Liniowe	0.00	0.000	5.500	-2.310	-2.310	----	----

Charakterystyka sił związanych z grupą: Wiatr parcie



Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
8	1	Liniowe	0.00	0.000	5.500	1.670	1.670	----	----
9	0	Liniowe	0.00	0.000	5.500	1.670	1.670	----	----

Uwzględnienie ciężaru własnego

Pręt	Ciężar własny
0	UWZGLĘDNIONO
1	UWZGLĘDNIONO

UWAGA! Obciążenie ciężarem własnym jest automatycznie przypisywane do grupy obciążenia: "Ciężar własny konstrukcji".

CHARAKTERYSTYKA ZASTOSOWANYCH PROFILI



PROFIL NR 7 - ipe220
Przekrój - IPE 220

Nazwa	A [cm ²]	Jx [cm ⁴]	H [mm]	W _{xg} [cm ³]	W _{xd} [cm ³]
IPE 220	33.39	2681.87	225.46	-----	-----

Materiał - S 235

Nazwa	E [kPa]	ρ ₀ [kg/m ³]	α _T [m/K]
S 235	210000000.00	7850.00	0.00001200

WYNIKI DLA KOMBINATORYKI OBCIĄŻEŃ

Charakterystyka grup obciążeń

N r	Nazwa	Typ	I/O	Min	Max	$\Psi_0/\Psi_1/\Psi_2$	Opis
0	Wymuszenia układu	STALE	AKTYWNE	1.00	1.00	1.00/1.00/1.00	Osiadanie podpór układu.
1	Ciężar własny	STALE	AKTYWNE	1.00	1.35	1.00/1.00/1.00	Obciążenie ciężarem własnym.
2	Obciążenia zmienne	ZMIENNE	AKTYWNE	1.00	1.50	1.00/1.00/1.00	Obciążenia zmienne układu.
3	Obciążenie stałe	STALE	AKTYWNE	1.00	1.35	1.00/1.00/1.00	
4	Śnieg	ZMIENNE	AKTYWNE	0.00	1.50	0.50/0.20/0.00	
5	Wiatr ssanie	ZMIENNE	AKTYWNE	0.00	1.50	0.60/0.20/0.00	
6	Wiatr parcie	ZMIENNE	AKTYWNE	0.00	1.50	0.60/0.20/0.00	
7	Wiatr z lewej1	ZMIENNE	NIEAKTYWNE	0.00	1.50	0.60/0.20/0.00	
8	Wiatr z prawej1	ZMIENNE	NIEAKTYWNE	0.00	1.50	0.60/0.20/0.00	
9	Wiatr z lewej 2	ZMIENNE	NIEAKTYWNE	0.00	1.50	0.60/0.20/0.00	
10	Wiatr z prawej 2	ZMIENNE	NIEAKTYWNE	0.00	1.50	0.60/0.20/0.00	
11	Wiatr wzdłuż	ZMIENNE	NIEAKTYWNE	0.00	1.50	0.60/0.20/0.00	

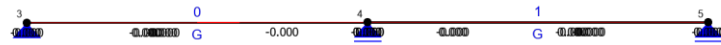
Efekty działania obciążeń z grup o statusie "stałe" są uwzględniane zawsze, natomiast z grup o statusie "zmiennie" tylko wtedy, gdy wpływają na zwiększenie lub zmniejszenie wartości finalnej odpowiednio do poszukiwanego ekstremum. W kombinatoryce nie uwzględnia się efektów obciążenia z grup NIEAKTYWNYCH.

Charakterystyka relacji między grupami obciążenia

Nr	Grupy	Typ
1	5 ? 6	Wykluczają się
2	7 ? 8	Wykluczają się
3	7 ? 9	Wykluczają się
4	8 ? 9	Wykluczają się
5	7 ? 10	Wykluczają się
6	7 ? 11	Wykluczają się
7	8 ? 11	Wykluczają się
8	8 ? 10	Wykluczają się
9	9 ? 10	Wykluczają się
10	9 ? 11	Wykluczają się
11	10 ? 11	Wykluczają się
12	5 ? 7	Wykluczają się
13	5 ? 8	Wykluczają się
14	5 ? 9	Wykluczają się
15	5 ? 10	Wykluczają się
16	5 ? 11	Wykluczają się
17	6 ? 7	Wykluczają się
18	6 ? 8	Wykluczają się
19	6 ? 9	Wykluczają się
20	6 ? 10	Wykluczają się
21	6 ? 11	Wykluczają się

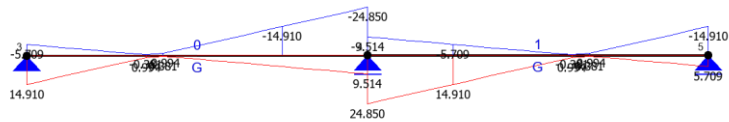
Relacje nie są uwzględniane w przypadku kombinacji użytkownika.

OBWIEDNIA SIŁ PRZEKROJOWYCH - NORMALNE [kN]



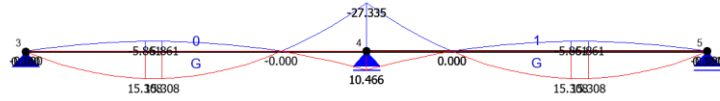
UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN-EN))

OBWIEDNIA SIŁ PRZEKROJOWYCH - TNĄCE [kN]



UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN-EN))

OBWIEDNIA SIŁ PRZEKROJOWYCH - MOMENTY ZGINAJĄCE [kNm]



UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN-EN))

WARTOŚCI SIŁ PRZEKROJOWYCH - KOMBINATORYKA

Zestawienie tabelaryczne wartości sił przekrojowych w charakterystycznych punktach

Pręt	x/L	N [kN]	T [kN]	M [kNm]	Grupy
0	0.000	*-0.000*	11.337	0.000	-0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	0.000	0.000	*-5.709*	0.000	-0;-1;-3;+5;
	0.000	-0.000	1.438	*0.000*	-0;-1;-3;
	0.000	*0.000*	-5.709	0.000	+0;-1;-3;+5;
	0.000	-0.000	*14.910*	0.000	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.000	-0.000	1.438	*0.000*	+0;-1;-3;
	1.000	*-0.000*	9.514	10.466	-0;-1;-3;+5;
	1.000	0.000	*-24.850*	-27.335	-0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	1.000	0.000	-24.850	*-27.335*	-0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	1.000	*0.000*	-18.895	-20.784	+0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	1.000	-0.000	*9.514*	10.466	+0;-1;-3;+5;
	1.000	-0.000	9.514	*10.466*	+0;-1;-3;+5;
	0.400	*-0.000*	0.381	-5.861	-0;-1;-3;+5;
	0.400	0.000	*-0.994*	15.308	-0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.400	-0.000	0.381	*-5.861*	-0;-1;-3;+5;
	0.400	*0.000*	-0.756	11.639	+0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	0.400	-0.000	*0.381*	-5.861	+0;-1;-3;+5;
	0.400	0.000	-0.994	*15.308*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.350	*-0.000*	0.756	11.639	-0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	0.350	0.000	*-0.381*	-5.861	-0;-1;-3;+5;
	0.350	0.000	-0.381	*-5.861*	-0;-1;-3;+5;
	0.350	*0.000*	-0.381	-5.861	+0;-1;-3;+5;
	0.350	-0.000	*0.994*	15.308	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.350	-0.000	0.994	*15.308*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
1	0.000	*-0.000*	18.895	-20.784	-0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	0.000	0.000	*-9.514*	10.466	-0;-1;-3;+5;
	0.000	-0.000	24.850	*-27.335*	-0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.000	*0.000*	-9.514	10.466	+0;-1;-3;+5;
	0.000	-0.000	*24.850*	-27.335	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.000	0.000	-9.514	*10.466*	+0;-1;-3;+5;
	1.000	*-0.000*	5.709	0.000	-0;-1;-3;+5;
	1.000	0.000	*-14.910*	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	1.000	0.000	-1.438	*0.000*	-0;-1;-3;
	1.000	*0.000*	-11.337	0.000	+0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	1.000	-0.000	*5.709*	0.000	+0;-1;-3;+5;
	1.000	0.000	-1.438	*0.000*	+0;-1;-3;
	0.650	*-0.000*	0.381	-5.861	-0;-1;-3;+5;
	0.650	0.000	*-0.994*	15.308	-0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.650	-0.000	0.381	*-5.861*	-0;-1;-3;+5;
	0.650	*0.000*	-0.756	11.639	+0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	0.650	-0.000	*0.381*	-5.861	+0;-1;-3;+5;
	0.650	0.000	-0.994	*15.308*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.600	*-0.000*	0.756	11.639	-0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	0.600	0.000	*-0.381*	-5.861	-0;-1;-3;+5;
	0.600	0.000	-0.381	*-5.861*	-0;-1;-3;+5;
	0.600	*0.000*	-0.381	-5.861	+0;-1;-3;+5;
	0.600	-0.000	*0.994*	15.308	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.600	-0.000	0.994	*15.308*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.250	*-0.000*	11.337	0.000	-0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	0.250	0.000	*-5.709*	0.000	-0;-1;-3;+5;

	0.250	-0.000	1.438	*0.000*	-0;-1;-3;
	0.250	*0.000*	-5.709	0.000	+0;-1;-3;+5;
	0.250	-0.000	*14.910*	0.000	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.250	-0.000	6.790	*0.000*	+0;+1;-3;+6;

UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN-EN))

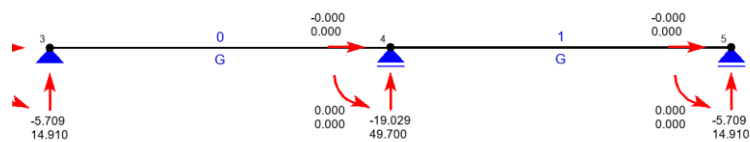
UWAGA!!! Wartości wyróżnione symbolem '**' oznaczają ekstremalne wartości dla danego punktu.

UWAGA!!! Symbole przed numerami grup obciążenia oznaczają odpowiednio:

- > „+” - zastosowano maksymalny współczynnik częściowy obciążenia,
- > „-” - zastosowano minimalny współczynnik częściowy obciążenia,
- > „K” - zastosowano współczynnik dla wartości kombinatorycznej oddziaływania zmiennego,
- > „C” - zastosowano współczynnik dla wartości częstej oddziaływania zmiennego,
- > „S” - zastosowano współczynnik dla wartości prawie stałej oddziaływania zmiennego.

W przypadku kombinacji użytkownika zamiast symbolu wyświetlany jest mnożnik.

KOMBINATORYKA OBCIĄŻEŃ - REAKCJE PODPOROWE



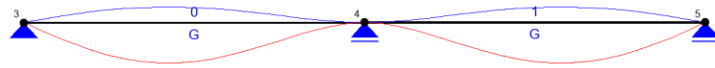
UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN-EN))

Tabela maksymalnych/minimalnych reakcji podporowych układu

Numer	Węzeł	min Rx [kN]	min Ry [kN]	min R [kN]	min M [kNm]	max Rx [kN]	max Ry [kN]	max R [kN]	max M [kNm]
0	4	-0.00	-19.03	4.79	0.00	0.00	49.70	53.66	0.00
1	3	-0.00	-5.71	1.44	0.00	0.00	14.91	16.10	0.00
2	5	-0.00	-5.71	1.44	0.00	0.00	14.91	16.10	0.00

UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN-EN))

KOMBINATORYKA OBCIĄŻEŃ - DEFORMACJE UKŁADU



UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN-EN))

WARTOŚCI EKSTREMALNYCH PRZEMIESZCZEŃ LOKALNYCH - KOMBINATORYKA

Zestawienie tabelaryczne ekstremalnych przemieszczeń lokalnych w charakterystycznych punktach

Pręt	x/L	min u [cm]	min v [cm]	min fi [st]	max u [cm]	max v [cm]	max fi [st]
0	0.000	0.00000	0.00000	-0.09760	0.00000	0.00000	0.25492
	1.000	-0.00000	-0.00000	-0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.400	-0.00000	-0.24284	-0.00703	0.00000	0.63427	0.01835
	0.350	-0.00000	-0.23553	-0.02347	0.00000	0.61515	0.06131
1	0.000	-0.00000	-0.00000	-0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	1.000	-0.00000	-0.00000	-0.25492	0.00000	0.00000	0.09760
	0.650	-0.00000	-0.23553	-0.06131	0.00000	0.61515	0.02347
	0.600	-0.00000	-0.24284	-0.01396	0.00000	0.63427	0.00703
	0.250	-0.00000	-0.10979	-0.06710	0.00000	0.28676	0.17526

UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN-EN))

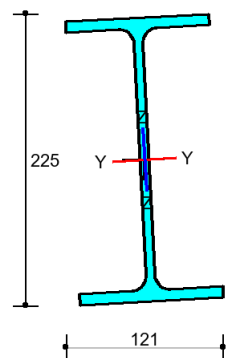
Element stalowy [PN-EN 1993-1-1]

Informacje o elemencie

Nazwa/Opis: element nr 1 (belka) - Brak opisu elementu.

Węzły: 4 (x=7.900m, y=3.800m); 5 (x=13.400m, y=3.800m)

Profil: ipe220 (S 235)



Wyniki dla elementu

Całkowite wyężenie elementu: 99%

Rozciąganie: 0 %

Ściskanie: 0 %

Zginanie: 99 %

Zginanie z siłą podłużną: 27 %

Zginanie ze ściskaniem: 53 %

Ścinanie: 15 %

Środek pod obciążeniem skupionym: 30 %

Smukłość: 0 %

Ugięcia: 15 %

Wyniki w punktach charakterystycznych

Nr	Rzędna	Obwiednia	Warunek	Wyężenie
0	0.000	min Mx	Zginanie	98.5 %
1	0.000	ext U	Ugięcia	0.0 %
2	0.000	min Ty	Zginanie	37.7 %
3	0.000	max N	Zginanie	37.7 %
4	0.000	max Ty	Zginanie	98.5 %
5	0.000	min N	Zginanie	74.9 %
6	0.000	max Mx	Zginanie	37.7 %
7	0.250	min Mx	Ścinanie	0.9 %

8	0.250	ext U	Ugięcia	7.2 %
9	0.250	min Ty	Ścinanie	3.5 %
10	0.250	max N	Ścinanie	3.5 %
11	0.250	max Ty	Ścinanie	9.2 %
12	0.250	min N	Ścinanie	7.0 %
13	0.250	max Mx	Ścinanie	4.1 %
14	0.500	min Mx	Zginanie	18.9 %
15	0.500	ext U	Ugięcia	15.4 %
16	0.500	min Ty	Zginanie	18.9 %
17	0.500	max N	Zginanie	18.9 %
18	0.500	max Ty	Zginanie	49.3 %
19	0.500	min N	Zginanie	37.4 %
20	0.500	max Mx	Zginanie	49.3 %
21	0.750	min Mx	Zginanie	18.9 %
22	0.750	ext U	Ugięcia	13.0 %
23	0.750	min Ty	Zginanie	49.3 %
24	0.750	max N	Zginanie	37.4 %
25	0.750	max Ty	Zginanie	18.9 %
26	0.750	min N	Zginanie	18.9 %
27	0.750	max Mx	Zginanie	49.3 %
28	1.000	min Mx	Ścinanie	0.9 %
29	1.000	ext U	Ugięcia	0.0 %
30	1.000	min Ty	Ścinanie	9.2 %
31	1.000	max N	Ścinanie	7.0 %
32	1.000	max Ty	Ścinanie	3.5 %
33	1.000	min N	Ścinanie	3.5 %
34	1.000	max Mx	Ścinanie	0.9 %

Wyniki szczegółowe

Długość wybocheniowa

Współczynniki długości wybocheniowej przyjęto na podstawie ENV 1993-1-1:1992 (załącznik E):

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_y = 1.000$ oraz $l_{o,y} = 5.5m$

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_z = 1.000$ oraz $l_{o,z} = 5.5m$

Wybochenie skrętne: $\mu_\omega = 1.000$ oraz $l_{o,\omega} = 5.5m$

Uwaga! Przy obliczaniu współczynnika długości wybocheniowej założono, że elementy belkowe dochodzące do słupa pracują w zakresie sprężystym oraz są nieznacznie obciążone osiowo.

Siły krytyczne

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 E I_y}{(\mu_y l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 2774.0 \text{ cm}^4}{(1.000 \cdot 5.5 \text{ m})^2} = 1900.6 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 E I_z}{(\mu_z l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 204.9 \text{ cm}^4}{(1.000 \cdot 5.5 \text{ m})^2} = 140.4 \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_z^2} \left[\frac{\pi^2 E I_\omega}{(\mu_\omega l)^2} + G J_T \right]$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{9.4^2} \left[\frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 22722.8 \text{ cm}^6}{(1.000 \cdot 5.5 \text{ m})^2} + 80769.0 \text{ MPa} \cdot 6.8 \text{ cm}^4 \right] = 792.7 \text{ kN}$$

$$N_{cr,TF} = \frac{(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{(N_{cr,y} + N_{cr,T})^2 - 4 N_{cr,y} N_{cr,T} (1 - \mu_z^2 / i_z^2)}}{2(1 - \mu_z^2 / i_z^2)} = \frac{(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{R}}{2(1 - \mu_z^2 / i_z^2)}$$

$$R = (140.4 + 792.7)^2 - 4 \cdot 140.4 \cdot 792.7 (1 - 1.000 \cdot -0.0^2 / 9.445^2) = 425479.8 \text{ kN}$$

$$N_{TF,yz} = \frac{(140.4 + 792.7) - \sqrt{425479.8}}{2(1 - 1.000 \cdot -0.0^2 / 9.445^2)} = 140.4 \text{ kN}$$

Moment krytyczny

Moment krytyczny został wyliczony zgodnie z zał. F do ENV 1993-1-1:1992.

Wsp. długości wybocheniowej: $\mu_z, M_{cr} = 1.00$, $\mu_\omega, M_{cr} = 1.00$ (tylko do obliczeń M_{cr})

Współczynniki ze względu na podparcie i obciążenie: $C_1 = 1.13, C_2 = 0.46, C_3 = 0.53$

Współrzędna przyłożonego obciążenia względem środka ciężkości: $z_a = 11.0\text{cm}$

Współrzędna środka ścinania: $z_s = 0.0\text{cm}$

$$z_j = z_s - 0.5 \int_A (y^2 + z^2) z dA / I_y = 0.0 + 0.5 \cdot 0.00 = 0.0$$

$$N_{cr,z} = \pi^2 E I_z / (\mu_{z,McT} L)^2 = \pi^2 21000.0 \cdot 204.9 / (1.00 \cdot 550.0)^2 = 140.4\text{kN}$$

$$M_{cr} = C_1 N_{cr,z} \left\{ \left[\left(\frac{\mu_{z,McT}}{\mu_{\omega,McT}} \right)^2 \frac{I_{\omega}}{I_z} + \frac{G I_t}{N_{cr,z}} + V \right]^{0.5} - V \right\}$$

$$V = C_2 (z_a - z_s) - C_3 z_j = 0.46(11.0 - 0.0) - 0.53 \cdot 0.0 = 5.05$$

$$M_{cr} = 1e - 2 \cdot 1.13 \cdot 140.4 \left\{ \left[\left(\frac{1.00}{1.00} \right)^2 \frac{22722.8}{204.9} + \frac{8076.9 \cdot 6.8}{140.4} + 5.05 \right]^{0.5} - 5.05 \right\} = 28.53\text{kNm}$$

Ściskanie (0.0 %)

Przekrój: $x/L=0.000, L=0.00\text{m}$; Kombinacja: max Ty (+0,+1,+K2,+3,+4,+K6,)

Pole przekroju (klasa 1): $A = A_{brutto} = 33.4\text{cm}^2$

$$\text{Nośność obliczeniowa przekroju: } N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{33.4 \cdot 23.5}{1.0} = 784.7\text{kN}$$

Współczynniki wyboczeniowe (Tablica 11):

$$\bar{\chi}_y = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,y}} = 784.7 / 1900.6 = 0.643 \rightarrow \text{krzywa 'a'} \rightarrow \chi_y(\bar{\chi}_y) = 0.873 \text{ (giętne x-x)}$$

$$\bar{\chi}_z = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,z}} = 784.7 / 140.4 = 2.364 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \chi_z(\bar{\chi}_z) = 0.155 \text{ (giętne y-y)}$$

$$\bar{\chi}_x = \sqrt{N_{Rc} / N_{cr,x}} = 784.7 / 792.7 = 0.995 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_x(\bar{\chi}_x) = 0.543 \text{ (skrętne)}$$

$$\bar{\chi}_{zx} = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,zx}} = 784.7 / 140.4 = 2.364 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \chi_{zx}(\bar{\chi}_{zx}) = 0.155 \text{ (giętno-skrętne)}$$

Przyjęto do obliczeń: $\chi = \min(\chi_i) = 0.155$

Warunek nośności (stateczności) elementu ściskanego:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.155 \cdot 33.4 \cdot 23.5}{1.0} = 121.5\text{kN} > 0.0\text{kN} = N_{Ed}$$

Ścinanie (15.4 %)

Przekrój: $x/L=0.000, L=0.00\text{m}$; Kombinacja: max Ty (+0,+1,+K2,+3,+4,+K6,)

Ścinanie po kierunku osi głównej Z-Z

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,z} = 11.9\text{cm}^2$

Warunek stateczności: $h_{w,z} / t_z = 34.2 < 60.0 = 72 \varepsilon / \eta$

Warunek nośności plastycznej:

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{v,z} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{11.9 \cdot 23.5}{\sqrt{3} \cdot 1.0} = 161.4\text{kN} > 24.8\text{kN} = V_{Ed,z}$$

Ścinanie po kierunku osi głównej Y-Y

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,y} = 19.2\text{cm}^2$

Warunek nośności plastycznej:

$$V_{pl,Rd,y} = \frac{A_{v,y} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{19.2 \cdot 23.5}{\sqrt{3} \cdot 1.0} = 259.9\text{kN} > 1.3\text{kN} = V_{Ed,y}$$

Zginanie (98.5 %)

Przekrój: $x/L=0.000, L=0.00\text{m}$; Kombinacja: max Ty (+0,+1,+K2,+3,+4,+K6,)

Zginanie względem osi głównej Y-Y

Wsp. zwichrzenia:

$$\lambda_{LT} = \min \left[\sqrt{\frac{W_{pl,y} f_y}{M_{cr}}}, 3.0 \right] = \min \left[\sqrt{\frac{285.0 \cdot 23.5 \cdot 1e-2}{28.53}}, 3.0 \right] = 1.532 \rightarrow \chi_{LT}(\lambda_{LT}, \alpha_{LT}) = 0.414$$

$$\alpha_{LT} = 0.340$$

Nośność obliczeniowa z uwzględnieniem zwichrzenia (klasa 1):

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M1}} = 0.414 \frac{285.0 \cdot 23.5}{1.0} 1e - 2 = 27.7\text{kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{b,Rd,y}} = \frac{27.3}{27.7} = 0.99 < 1.0$$

Zginanie względem osi głównej Z-Z

Nośność obliczeniowa przekroju (klasa 1):

$$M_{c,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{58,1 \cdot 23,5}{1,0} 1e - 2 = 13,7 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,z}}{M_{pl,Rd,z}} = \frac{1,4}{13,7} = 0,10 < 1,0$$

Zginanie z siłą podłużną (27.1 %)

Przekrój: $x/L=0,000$, $L=0,00m$; Kombinacja: max Ty (+0,+1,+K2,+3,+4,+K6,)

Zredukowana nośność plastyczna przy zginaniu względem Y-Y z siłą podłużną

$$n = N_{Ed}/N_{pl,Rd} = 0,0/784,7 = 0,000$$

$$a_y = \min[(A - 2A_{bt,y})/A, 0,5] = \min[(33,4 - 2 \cdot 10,1)/33,4, 0,5] = 0,394$$

$$M_{N,y,Rd} = \min \left[M_{pl,y,Rd} \frac{(1-n)}{(1-0,5a_y)}, M_{pl,y,Rd} \right] = \min \left[67,0 \frac{(1-0,000)}{(1-0,5 \cdot 0,394)}, 67,0 \right] = 67,0 \text{ kNm}$$

Zredukowana nośność plastyczna przy zginaniu względem Z-Z z siłą podłużną

$$a_z = \min[(A - 2A_{bt,z})/A, 0,5] = \min[(33,4 - 2 \cdot 10,1)/33,4, 0,5] = 0,394$$

$$n \leq a_z \rightarrow M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} = 13,7 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (klasa 1 i 2) z uwzględnieniem ew. wpływu siły poprzecznej:

$$\alpha = 2,0, \beta = \max(5n, 1,0) = 1,0$$

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta = \left[\frac{27,3}{67,0} \right]^{2,0} + \left[\frac{1,4}{13,7} \right]^{1,0} = 0,27 < 1,0$$

Zginanie ze ściskaniem (52.7 %)

Przekrój: $x/L=0,000$, $L=0,00m$; Kombinacja: max Ty (+0,+1,+K2,+3,+4,+K6,)

Wyznaczenie współczynników interakcji (metoda 2, Załącznik B):

$$C_{my} = \max(0,1(1 - \psi) - 0,8\alpha_s, 0,4) = \max(0,1(1 + 0,000) + 0,8 \cdot 0,500, 0,4) = 0,500$$

$$C_{mz} = \max(0,1(1 - \psi) - 0,8\alpha_s, 0,4) = \max(0,1(1 + 0,000) + 0,8 \cdot 0,500, 0,4) = 0,500$$

$$C_{mLT} = C_{my} = 0,500$$

$$k_{yy} = \left[C_{my} \left(1 + \min(\chi_y - 0,2, 0,8) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}/\gamma_{M1}} \right) \right]$$

$$k_{yy} = \left[0,500 \left(1 + \min(0,643 - 0,2, 0,8) \frac{0,0}{0,873 \cdot 784,7/1,0} \right) \right] = 0,502$$

$$k_{zz} = \left[C_{mz} \left(1 + \min(2\chi_z - 0,6, 1,4) \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}/\gamma_{M1}} \right) \right]$$

$$k_{zz} = \left[0,500 \left(1 + \min(2 \cdot 2,364 - 0,6, 1,4) \frac{0,0}{0,155 \cdot 784,7/1,0} \right) \right] = 0,507$$

$$k_{yz} = 0,6k_{zz} = 0,6 \cdot 0,507 = 0,304$$

$$k_{zy} = 0,6k_{yy} = 0,6 \cdot 0,502 = 0,301$$

Warunki nośności dla elementu zginanego i ściskanego (klasa 1):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = 0,53 < 1,0$$

$$\frac{0,0}{0,873 \cdot 784,7} + 0,502 \frac{27,3 + 0,0}{0,414 \cdot 67,0} + 0,304 \frac{1,431 + 0,000}{13,7} = 0,53 < 1,0$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = 0,35 < 1,0$$

$$\frac{0,0}{0,155 \cdot 784,7} + 0,301 \frac{27,3 + 0,0}{0,414 \cdot 67,0} + 0,507 \frac{1,431 + 0,000}{13,7} = 0,35 < 1,0$$

Środek pod obciążeniem skupionym (30.4 %)

Przekrój: $x/L=0,000$, $L=0,00m$; Kombinacja: max Ty (+0,+1,+K2,+3,+4,+K6,)

Dane dla najbardziej wyężonego środka [mm]: $t_w = 5,9$, $h_w = 201,6$, $t_f = 9,2$, $b_f = 110,0$

Parametr niestateczności:

$$k_F = 6 + 2 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 = 6 + 2 \left(\frac{201.6}{500.0} \right)^2 = 6.325$$

Efektywna szerokość strefy obciążenia:

$$l_y = \min[S_s + 2t_f(1 + \sqrt{m_1 + m_2}), a] = \min[20.0 + 2 \cdot 9.2(1 + \sqrt{18.6 + 0.0}), 500.0] = 117.8\text{mm}$$

Efektywny wymiar średnika przy obciążeniu skupionym:

$$\lambda_F = \sqrt{\frac{l_y t_w f_{yw}}{0.9 k_F E t_w^3 / h_w}} = \sqrt{\frac{117.8 \cdot 5.9 \cdot 235.0}{0.9 \cdot 6.325 \cdot 210000.0 \cdot 5.9^3 / 201.6}} = 0.366$$

$$\chi_F = \min\left[\frac{0.5}{\lambda_F}, 1.0\right] = \min\left[\frac{0.5}{0.366}, 1.0\right] = 1.000$$

$$L_{\text{eff}} = \chi_F l_y = 1.000 \cdot 117.8 = 117.8\text{mm}$$

Nośność obliczeniowa średnika:

$$F_{Rd} = \frac{f_{yw} L_{\text{eff}} t_w}{\gamma_{M1}} = \frac{235.0 \cdot 117.8 \cdot 5.9}{1.0} 1e-3 = 163.4\text{kN} > 49.7\text{kN} = F_{Ed}$$

Ugięcia (15.4 %)

Przekrój: $x/L=0.500$, $L=2.75\text{m}$; Kombinacja: ext U (0,1,K2,3,4,K6,)

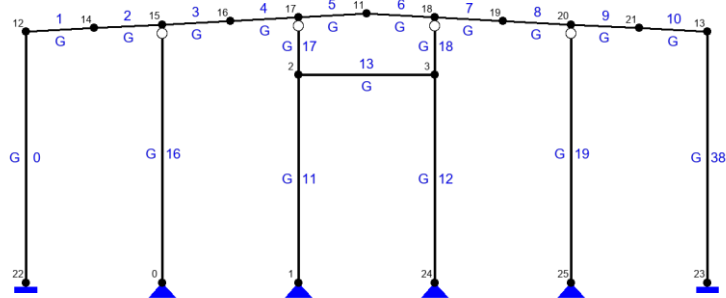
Przesunięcie w płaszczyźnie układu: $u_z = |-4.1|\text{mm} < 26.8\text{mm} = u_{z,\text{lim}}$.

Przesunięcie prostopadłe do pł. układu: $u_y = |-2.6|\text{mm} < 26.8\text{mm} = u_{y,\text{lim}}$.

Uwaga! Przy obliczaniu ugięć nie wzięto pod uwagę ewentualnego efektu szerokiego pasa.

2.2. RAMA W OSI „1”

CHARAKTERYSTYKA ELEMENTÓW PRĘTOWYCH



Podstawowe informacje o prętach układu

Nr	W1	W2	Profil 1	Profil 2	Typ
0	12	22	hea240	----	utw
1	12	14	hea240	----	utw
2	14	15	hea240	----	utw
3	15	16	hea240	----	utw
4	16	17	hea240	----	utw
5	17	11	hea240	----	utw
6	11	18	hea240	----	utw
7	18	19	hea240	----	utw
8	19	20	hea240	----	utw
9	20	21	hea240	----	utw

10	21	13	hea240	----	utw
11	2	1		----	utw
12	3	24		----	utw
13	2	3		----	utw
16	15	0		----	pp
17	17	2		----	pp
18	18	3		----	pp
19	20	25		----	pp
38	13	23	hea240	----	utw

W tabeli użyto oznaczeń: W1 - węzeł początkowy elementu; W2 - węzeł końcowy elementu, utw - element bez przegubów; ppk - element z przegubem na początku i końcu; pp - element z przegubem na początku; pk - element z przegubem na końcu.

Dodatkowe informacje o prętach układu

Nr	Nazwa	Opis
0	element nr 0	Brak opisu elementu.
1	pas górny	Brak opisu elementu.
2	pas górny	Brak opisu elementu.
3	pas górny	Brak opisu elementu.
4	pas górny	Brak opisu elementu.
5	pas górny	Brak opisu elementu.
6	pas górny	Brak opisu elementu.
7	pas górny	Brak opisu elementu.
8	pas górny	Brak opisu elementu.
9	pas górny	Brak opisu elementu.
10	pas górny	Brak opisu elementu.
11	element nr 17	Brak opisu elementu.
12	element nr 18	Brak opisu elementu.
13	element nr 13	Brak opisu elementu.
16	element nr 16	Brak opisu elementu.
17	element nr 17	Brak opisu elementu.
18	element nr 18	Brak opisu elementu.
19	element nr 19	Brak opisu elementu.
38	element nr 38	Brak opisu elementu.

CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW PODPARCIA UKŁADU

Charakterystyka podpór układu

Nr	Węzeł	Typ	Kąt [st]	Podatność x [m/kN]	Podatność y [m/kN]	Podatność kątowa [rad/kNm]
0	1	Nieprzesuwna	0.00	0.0000	0.0000	----
1	0	Nieprzesuwna	0.00	0.0000	0.0000	----
2	25	Nieprzesuwna	0.00	0.0000	0.0000	----
3	24	Nieprzesuwna	0.00	0.0000	0.0000	----
4	23	Utwierdzenie	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
5	22	Utwierdzenie	0.00	0.0000	0.0000	0.0000

Informacje związane z wymuszeniami podpór układu

Nr	Wymuszenie x [m]	Wymuszenie y [m]	Wymuszenie kątowe [rad]
0	0.0000	-0.0000	----
1	0.0000	-0.0000	----
2	0.0000	-0.0000	----
3	0.0000	-0.0000	----
4	0.0000	-0.0000	0.0000
5	0.0000	-0.0000	0.0000

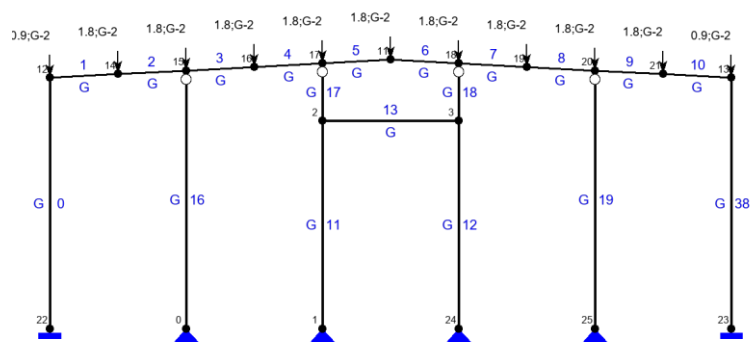
UWAGA! Wartości związane z podatnością i wymuszeniami podpór określone są w lokalnych układach współrzędnych poszczególnych podpór.

CHARAKTERYSTYKA OBCIĄŻENIA UKŁADU

Charakterystyka grup obciążeń

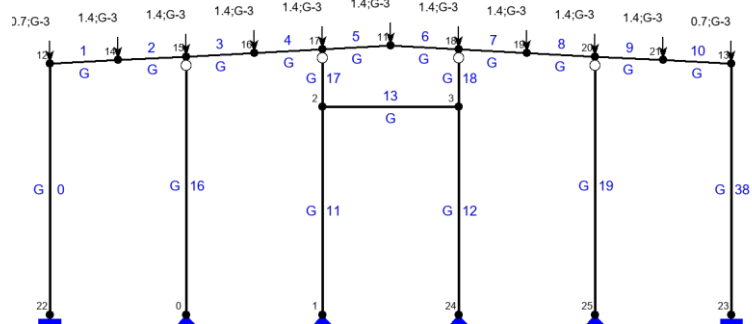
Nr	Nazwa	Typ	I/O	Min	Max	Psi d	Ranga	Opis
0	Wymuszenia układu	STALE	AKTYWNE	1.00	1.00	1.00	1	Osiadanie podpór układu.
1	Ciężar własny	STALE	AKTYWNE	1.00	1.35	1.00	1	Obciążenie ciężarem własnym.
2	Obciążenia zmienne	ZMIENNE	AKTYWNE	1.00	1.50	1.00	1	Obciążenia zmienne układu.
3	Obciążenie stałe	STALE	AKTYWNE	1.00	1.35	1.00	1	
4	Śnieg	ZMIENNE	AKTYWNE	0.00	1.50	0.00	1	
5	Wiatr ssanie	ZMIENNE	NIEAKTYWNE	0.00	1.50	0.00	1	
6	Wiatr parcie	ZMIENNE	NIEAKTYWNE	0.00	1.50	0.00	1	
7	Wiatr z lewej1	ZMIENNE	AKTYWNE	0.00	1.50	0.00	1	
8	Wiatr z prawej1	ZMIENNE	AKTYWNE	0.00	1.50	0.00	1	
9	Wiatr z lewej 2	ZMIENNE	AKTYWNE	0.00	1.50	0.00	1	
10	Wiatr z prawej 2	ZMIENNE	AKTYWNE	0.00	1.50	0.00	1	
11	Wiatr wzdłuż	ZMIENNE	AKTYWNE	0.00	1.50	0.00	1	

Charakterystyka sił związanych z grupą: Obciążenia zmienne



Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
0	9	Punktowe	0.00	2.203	----	1.815	----	----	----
42	1	Punktowe	0.00	2.203	----	1.815	----	----	----
49	5	Punktowe	0.00	2.203	----	1.815	----	----	----
56	2	Punktowe	0.00	2.203	----	1.815	----	----	----
59	3	Punktowe	0.00	2.203	----	1.815	----	----	----
65	7	Punktowe	0.00	2.203	----	1.815	----	----	----
71	1	Punktowe	0.00	0.000	----	0.910	----	----	----
78	8	Punktowe	0.00	2.203	----	1.815	----	----	----
85	10	Punktowe	0.00	2.203	----	0.910	----	----	----
94	6	Punktowe	0.00	2.203	----	1.815	----	----	----
96	4	Punktowe	0.00	2.203	----	1.815	----	----	----

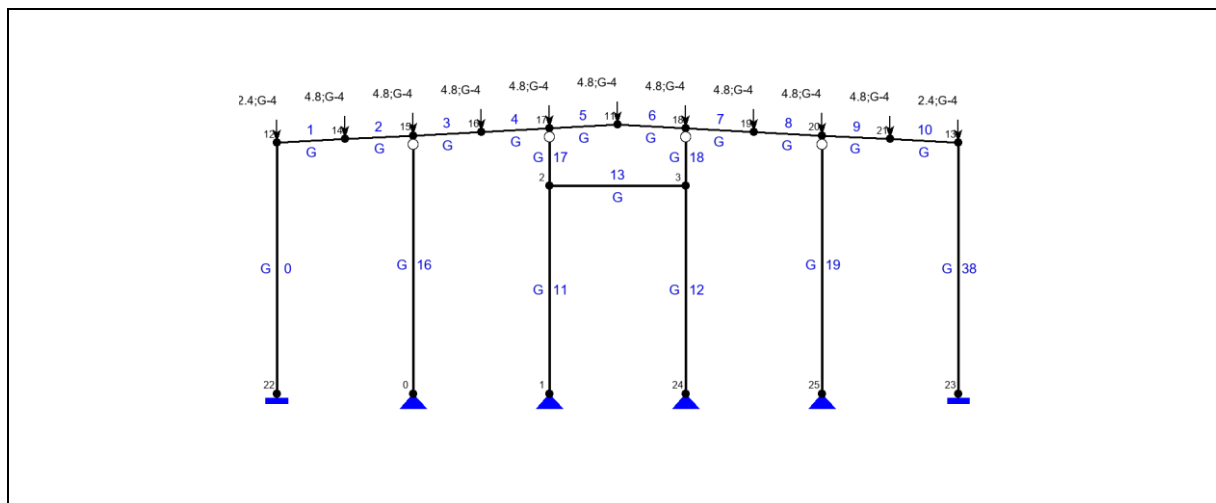
Charakterystyka sił związanych z grupą: Obciążenie stałe



Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
7	10	Punktowe	0.00	2.203	----	0.720	----	----	----
10	4	Punktowe	0.00	2.203	----	1.440	----	----	----
14	3	Punktowe	0.00	2.203	----	1.440	----	----	----
16	7	Punktowe	0.00	2.203	----	1.440	----	----	----
22	2	Punktowe	0.00	2.203	----	1.440	----	----	----
23	1	Punktowe	0.00	0.000	----	0.720	----	----	----
31	8	Punktowe	0.00	2.203	----	1.440	----	----	----
32	5	Punktowe	0.00	2.203	----	1.440	----	----	----
70	9	Punktowe	0.00	2.203	----	1.440	----	----	----

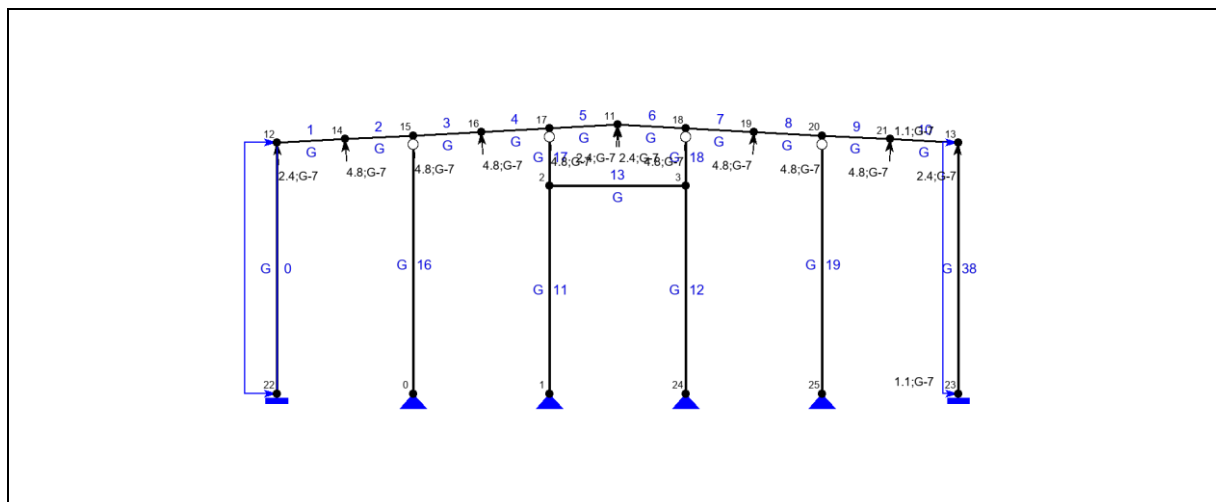
90	1	Punktowe	0.00	2.203	----	1.440	----	----	----
97	6	Punktowe	0.00	2.203	----	1.440	----	----	----

Charakterystyka sił związanych z grupą: Śnieg



Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
1	3	Punktowe	0.00	2.203	----	4.760	----	----	----
3	10	Punktowe	0.00	2.203	----	2.380	----	----	----
11	7	Punktowe	0.00	2.203	----	4.760	----	----	----
30	8	Punktowe	0.00	2.203	----	4.760	----	----	----
50	9	Punktowe	0.00	2.203	----	4.760	----	----	----
52	4	Punktowe	0.00	2.203	----	4.760	----	----	----
54	1	Punktowe	0.00	2.203	----	4.760	----	----	----
58	5	Punktowe	0.00	2.203	----	4.760	----	----	----
73	1	Punktowe	0.00	0.000	----	2.380	----	----	----
84	6	Punktowe	0.00	2.203	----	4.760	----	----	----
88	2	Punktowe	0.00	2.203	----	4.760	----	----	----

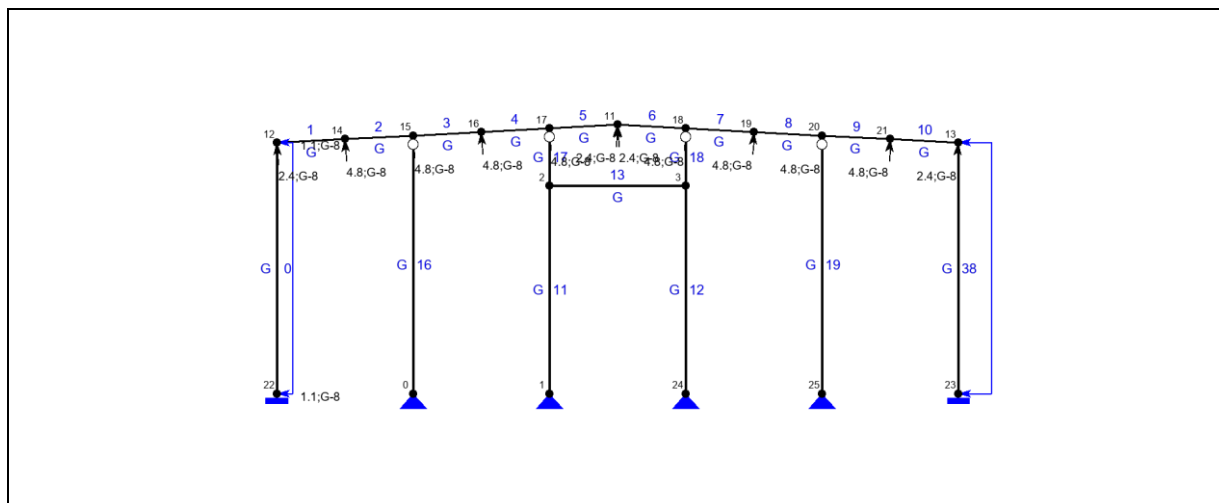
Charakterystyka sił związanych z grupą: Wiatr z lewej1



Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
5	4	Punktowe	177.00	2.203	----	4.760	----	----	----
20	8	Punktowe	183.00	2.203	----	4.760	----	----	----
33	7	Punktowe	183.00	2.203	----	4.760	----	----	----
38	5	Punktowe	177.00	2.203	----	2.380	----	----	----
39	6	Punktowe	183.00	0.000	----	2.380	----	----	----
43	9	Punktowe	183.00	2.203	----	4.760	----	----	----

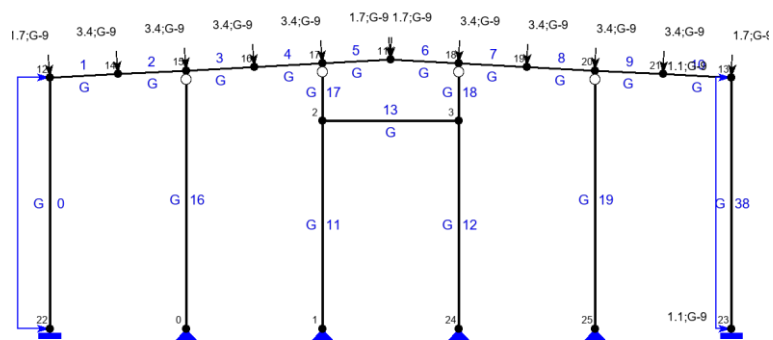
46	2	Punktowe	177.00	2.203	----	4.760	----	----	----
48	3	Punktowe	177.00	2.203	----	4.760	----	----	----
75	1	Punktowe	177.00	0.000	----	2.380	----	----	----
77	1	Punktowe	177.00	2.203	----	4.760	----	----	----
80	0	Liniowe Y	270.00	0.000	8.100	2.310	2.310	----	----
82	38	Liniowe	270.00	0.000	8.100	1.100	1.100	----	----
91	10	Punktowe	183.00	2.203	----	2.380	----	----	----
95	6	Punktowe	183.00	2.203	----	4.760	----	----	----

Charakterystyka sił związanych z grupą: Wiatr z prawej1



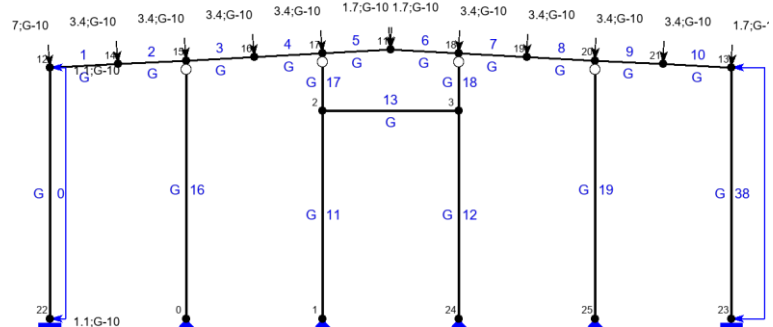
Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
6	8	Punktowe	183.00	2.203	----	4.760	----	----	----
12	3	Punktowe	177.00	2.203	----	4.760	----	----	----
19	2	Punktowe	177.00	2.203	----	4.760	----	----	----
24	1	Punktowe	177.00	2.203	----	4.760	----	----	----
26	38	Liniowe	270.00	0.000	8.100	-2.300	-2.300	----	----
37	1	Punktowe	177.00	0.000	----	2.380	----	----	----
45	4	Punktowe	177.00	2.203	----	4.760	----	----	----
61	5	Punktowe	177.00	2.203	----	2.380	----	----	----
68	9	Punktowe	183.00	2.203	----	4.760	----	----	----
74	6	Punktowe	183.00	0.000	----	2.380	----	----	----
76	7	Punktowe	183.00	2.203	----	4.760	----	----	----
83	10	Punktowe	183.00	2.203	----	2.380	----	----	----
92	6	Punktowe	183.00	2.203	----	4.760	----	----	----
93	0	Liniowe	270.00	0.000	8.100	-1.100	-1.100	----	----

Charakterystyka sił związanych z grupą: Wiatr z lewej 2



Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
8	1	Punktowe	177.00	2.203	----	-3.440	----	----	----
9	5	Punktowe	177.00	2.203	----	-1.720	----	----	----
15	4	Punktowe	177.00	2.203	----	-3.440	----	----	----
17	6	Punktowe	183.00	0.000	----	-1.720	----	----	----
18	8	Punktowe	183.00	2.203	----	-3.440	----	----	----
34	7	Punktowe	183.00	2.203	----	-3.440	----	----	----
36	2	Punktowe	177.00	2.203	----	-3.440	----	----	----
51	1	Punktowe	177.00	0.000	----	-1.720	----	----	----
69	10	Punktowe	183.00	2.203	----	-1.720	----	----	----
86	9	Punktowe	183.00	2.203	----	-3.440	----	----	----
89	38	Linowe	270.00	0.000	8.100	1.100	1.100	----	----
98	3	Punktowe	177.00	2.203	----	-3.440	----	----	----
99	6	Punktowe	183.00	2.203	----	-3.440	----	----	----
101	0	Linowe	270.00	0.000	8.100	2.300	2.300	----	----

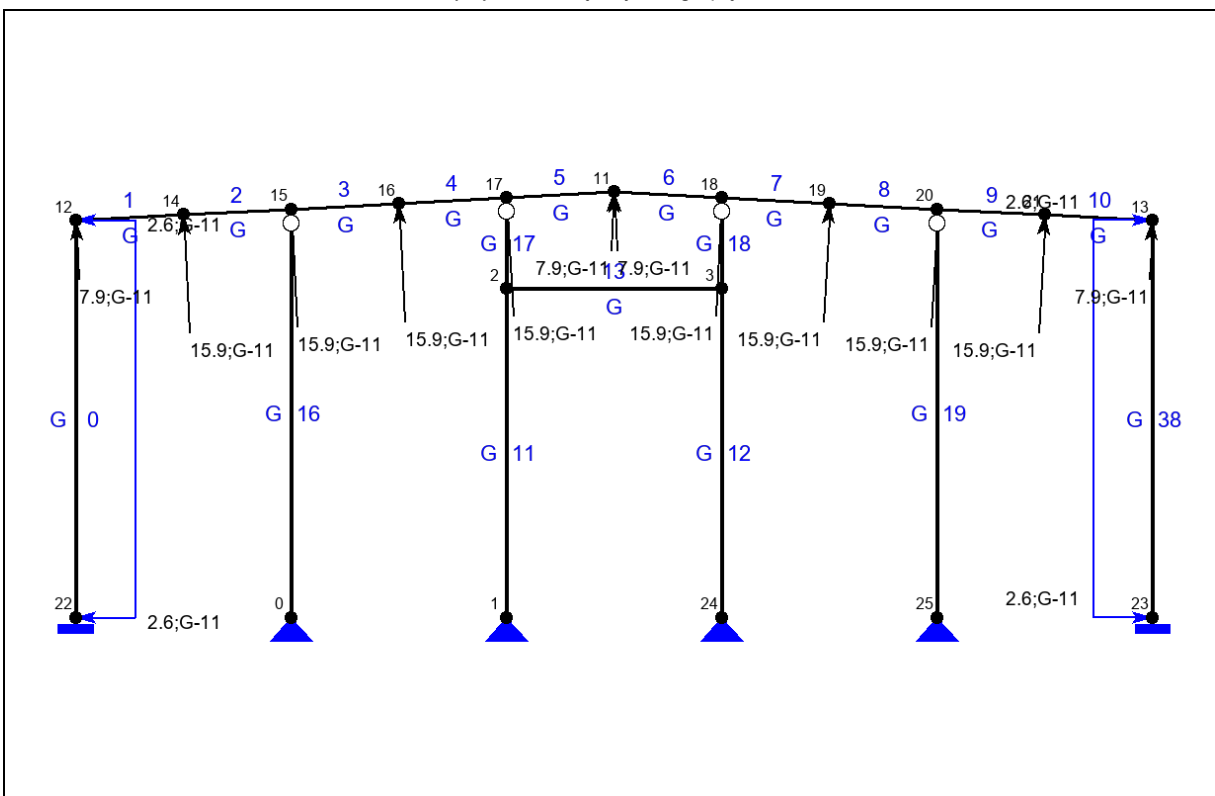
Charakterystyka sił związanych z grupą: Wiatr z prawej 2



Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
2	5	Punktowe	177.00	2.203	----	-1.720	----	----	----
4	10	Punktowe	183.00	2.203	----	-1.720	----	----	----
13	1	Punktowe	177.00	0.000	----	-1.720	----	----	----
25	6	Punktowe	183.00	2.203	----	-3.440	----	----	----
27	9	Punktowe	183.00	2.203	----	-3.440	----	----	----
44	6	Punktowe	183.00	0.000	----	-1.720	----	----	----

53	4	Punktowe	177.00	2.203	----	-3.440	----	----	----
62	8	Punktowe	183.00	2.203	----	-3.440	----	----	----
64	7	Punktowe	183.00	2.203	----	-3.440	----	----	----
66	38	Liniowe	270.00	0.000	8.100	-2.300	-2.300	----	----
67	1	Punktowe	177.00	2.203	----	-3.440	----	----	----
81	2	Punktowe	177.00	2.203	----	-3.440	----	----	----
87	0	Liniowe	270.00	0.000	8.100	-1.100	-1.100	----	----
102	3	Punktowe	177.00	2.203	----	-3.440	----	----	----

Charakterystyka sił związanych z grupą: Wiatr wzdłuż



Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
21	0	Liniowe	270.00	0.000	8.100	-2.640	-2.640	----	----
28	4	Punktowe	177.00	2.203	----	15.880	----	----	----
29	7	Punktowe	183.00	2.203	----	15.880	----	----	----
35	38	Liniowe	270.00	0.000	8.100	2.640	2.640	----	----
40	1	Punktowe	177.00	0.000	----	7.940	----	----	----
41	2	Punktowe	177.00	2.203	----	15.880	----	----	----
47	9	Punktowe	183.00	2.203	----	15.880	----	----	----
55	5	Punktowe	177.00	2.203	----	7.940	----	----	----
57	6	Punktowe	183.00	2.203	----	15.880	----	----	----
60	10	Punktowe	183.00	2.203	----	7.940	----	----	----
63	1	Punktowe	177.00	2.203	----	15.880	----	----	----
72	6	Punktowe	183.00	0.000	----	7.940	----	----	----
79	8	Punktowe	183.00	2.203	----	15.880	----	----	----
100	3	Punktowe	177.00	2.203	----	15.880	----	----	----

Uwzględnienie ciężaru własnego

Pręt	Ciężar własny
0	UWZGLĘDNIONO
1	UWZGLĘDNIONO
2	UWZGLĘDNIONO

3	UWZGLĘDNIONO
4	UWZGLĘDNIONO
5	UWZGLĘDNIONO
6	UWZGLĘDNIONO
7	UWZGLĘDNIONO
8	UWZGLĘDNIONO
9	UWZGLĘDNIONO
10	UWZGLĘDNIONO
11	UWZGLĘDNIONO
12	UWZGLĘDNIONO
13	UWZGLĘDNIONO
16	UWZGLĘDNIONO
17	UWZGLĘDNIONO
18	UWZGLĘDNIONO
19	UWZGLĘDNIONO
38	UWZGLĘDNIONO

UWAGA! Obciążenie ciężarem własnym jest automatycznie przypisywane do grupy obciążenia: "Ciężar własny konstrukcji".

WYNIKI DLA KOMBINATORYKI OBCIĄŻEŃ

Charakterystyka grup obciążeń

N r	Nazwa	Typ	I/O	Min	Max	$\Psi_0/\Psi_1/\Psi_2$	Opis
0	Wymuszenia układu	STALE	AKTYWNE	1.00	1.00	1.00/1.00/1.00	Osiadanie podpór układu.
1	Ciężar własny	STALE	AKTYWNE	1.00	1.35	1.00/1.00/1.00	Obciążenie ciężarem własnym.
2	Obciążenia zmienne	ZMIENNE	AKTYWNE	1.00	1.50	1.00/1.00/1.00	Obciążenia zmienne układu.
3	Obciążenie stałe	STALE	AKTYWNE	1.00	1.35	1.00/1.00/1.00	
4	Śnieg	ZMIENNE	AKTYWNE	0.00	1.50	0.50/0.20/0.00	
5	Wiatr ssanie	ZMIENNE	NIEAKTYWNE	0.00	1.50	0.60/0.20/0.00	
6	Wiatr parcie	ZMIENNE	NIEAKTYWNE	0.00	1.50	0.60/0.20/0.00	
7	Wiatr z lewej1	ZMIENNE	AKTYWNE	0.00	1.50	0.60/0.20/0.00	
8	Wiatr z prawej1	ZMIENNE	AKTYWNE	0.00	1.50	0.60/0.20/0.00	
9	Wiatr z lewej 2	ZMIENNE	AKTYWNE	0.00	1.50	0.60/0.20/0.00	
10	Wiatr z prawej 2	ZMIENNE	AKTYWNE	0.00	1.50	0.60/0.20/0.00	
11	Wiatr wzdłuż	ZMIENNE	AKTYWNE	0.00	1.50	0.60/0.20/0.00	

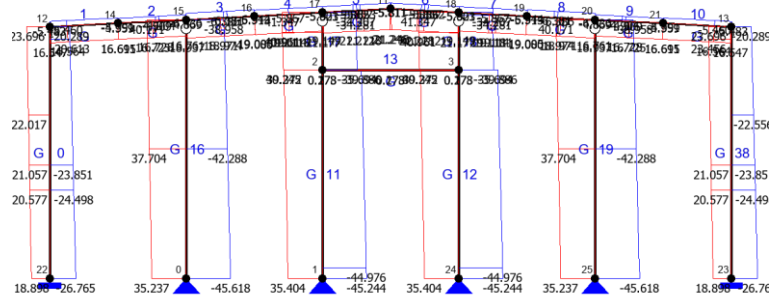
Efekty działania obciążeń z grup o statusie "stałe" są uwzględniane zawsze, natomiast z grup o statusie "zmienne" tylko wtedy, gdy wpływają na zwiększenie lub zmniejszenie wartości finalnej odpowiednio do poszukiwanego ekstremum. W kombinatoryce nie uwzględnia się efektów obciążenia z grup NIEAKTYWNYCH.

Charakterystyka relacji między grupami obciążenia

Nr	Grupy	Typ
1	5 ? 6	Wykluczają się
2	7 ? 8	Wykluczają się
3	7 ? 9	Wykluczają się
4	8 ? 9	Wykluczają się
5	7 ? 10	Wykluczają się
6	7 ? 11	Wykluczają się
7	8 ? 11	Wykluczają się
8	8 ? 10	Wykluczają się
9	9 ? 10	Wykluczają się
10	9 ? 11	Wykluczają się
11	10 ? 11	Wykluczają się
12	5 ? 7	Wykluczają się
13	5 ? 8	Wykluczają się
14	5 ? 9	Wykluczają się
15	5 ? 10	Wykluczają się
16	5 ? 11	Wykluczają się
17	6 ? 7	Wykluczają się
18	6 ? 8	Wykluczają się
19	6 ? 9	Wykluczają się
20	6 ? 10	Wykluczają się
21	6 ? 11	Wykluczają się

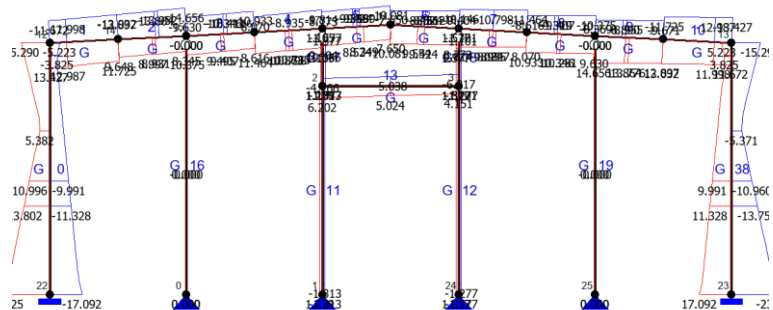
Relacje nie są uwzględniane w przypadku kombinacji użytkownika.

OBWIEDNIA SIŁ PRZEKROJOWYCH - NORMALNE [kN]



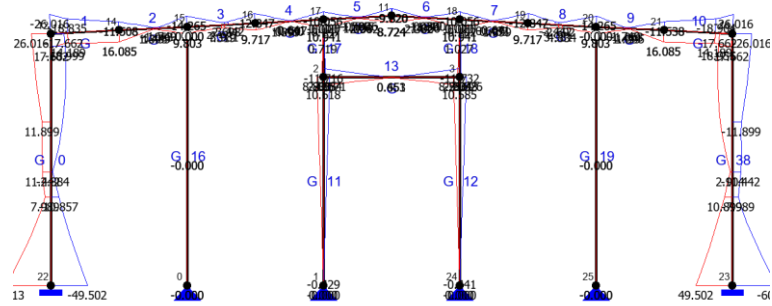
UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN-EN))

OBWIEDNIA SIŁ PRZEKROJOWYCH - TNĄCE [kN]



UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN-EN))

OBWIEDNIA SIŁ PRZEKROJOWYCH - MOMENTY ZGINAJĄCE [kNm]



UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN-EN))

WARTOŚCI SIŁ PRZEKROJOWYCH - KOMBINATORYKA

Zestawienie tabelaryczne wartości sił przekrojowych w charakterystycznych punktach

Pręt	x/L	N [kN]	T [kN]	M [kNm]	Grupy
0	0.000	*-20.289*	-2.641	26.016	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.000	-9.230	*-5.223*	-13.072	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.000	23.696	15.290	*-17.662*	-0;-1;-3;+11;
	0.000	*23.696*	15.290	-17.662	+0;-1;-3;+11;
	0.000	23.696	*15.290*	-17.662	+0;-1;-3;+11;
	0.000	-20.289	-2.641	*26.016*	+0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	1.000	*-26.765*	-16.006	-49.502	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	1.000	10.628	*-17.093*	-24.554	-0;+1;+K2;+3;+K4;+11;
	1.000	-26.765	-16.006	*-49.502*	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	1.000	*18.898*	-16.786	-23.721	+0;-1;-3;+11;
	1.000	3.773	*23.625*	60.213	+0;-1;-3;+7;
	1.000	3.773	23.625	*60.213*	+0;-1;-3;+7;
	0.050	*-20.613*	-3.309	24.811	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.050	-9.553	*-3.825*	-14.904	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.050	8.330	-3.038	*-18.999*	-0;-1;-3;+7;
	0.050	*23.456*	13.686	-11.794	+0;-1;-3;+11;
	0.050	23.456	*13.686*	-11.794	+0;-1;-3;+11;
	0.050	-20.613	-3.309	*24.811*	+0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.550	*-23.851*	-9.991	-2.122	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.550	-23.851	*-9.991*	-2.122	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.550	5.932	10.996	*-2.884*	-0;-1;-3;+7;
	0.550	*21.057*	-2.352	11.158	+0;-1;-3;+11;
	0.550	5.932	*10.996*	-2.884	+0;-1;-3;+7;
	0.550	13.543	-2.658	*11.442*	+0;+1;+K2;+3;+K4;+11;
	0.350	*-22.556*	-7.318	11.899	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.350	-22.556	*-7.318*	11.899	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.350	6.891	5.382	*-16.150*	-0;-1;-3;+7;
	0.350	*22.017*	4.063	9.771	+0;-1;-3;+11;
	0.350	6.891	*5.382*	-16.150	+0;-1;-3;+7;
	0.350	-22.556	-7.318	*11.899*	+0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.650	*-24.498*	-11.328	-10.757	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.650	-24.498	*-11.328*	-10.757	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.650	-5.615	-10.515	*-10.857*	-0;-1;-3;+8;
	0.650	*20.577*	-5.559	7.954	+0;-1;-3;+11;
	0.650	5.452	*13.802*	7.159	+0;-1;-3;+7;
	0.650	12.895	-5.866	*7.989*	+0;+1;+K2;+3;+K4;+11;
1	0.000	*-5.483*	2.247	13.072	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.000	16.547	*-11.672*	17.662	-0;-1;-3;+11;
	0.000	-3.483	13.427	*-26.016*	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.000	*16.547*	-11.672	17.662	+0;-1;-3;+11;
	0.000	-3.483	*13.427*	-26.016	+0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.000	16.547	-11.672	*17.662*	+0;-1;-3;+11;
	1.000	*-5.391*	0.488	16.085	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	1.000	16.593	*-13.032*	-9.244	-0;+1;-3;+11;
	1.000	-1.850	3.946	*-11.508*	-0;-1;-3;+8;
	1.000	*16.615*	-12.975	-9.486	+0;-1;-3;+11;
	1.000	-3.369	*11.725*	1.383	+0;-1;+K2;+3;+K4;+10;
	1.000	-5.391	0.488	*16.085*	+0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.250	*-5.460*	1.807	14.189	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.250	16.564	*-11.998*	11.144	-0;-1;-3;+11;

	0.250	-1.901	4.923	*-18.835*	-0;-1;-3;+8;
	0.250	*16.564*	-11.998	11.144	+0;-1;-3;+11;
	0.250	-3.460	*12.987*	-18.742	+0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.250	-5.460	1.807	*14.189*	+0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
2	0.000	*-4.959*	-12.897	16.085	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.000	-4.959	*-12.897*	16.085	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.000	-1.775	9.648	*-11.508*	-0;-1;-3;+8;
	0.000	*16.691*	9.407	-9.486	+0;-1;-3;+11;
	0.000	-1.775	*9.648*	-11.508	+0;-1;-3;+8;
	0.000	-4.959	-12.897	*16.085*	+0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	1.000	*-4.869*	-14.143	-13.879	-0;-1;+K2;+3;+K4;+9;
	1.000	-4.867	*-14.656*	-14.265	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	1.000	-4.867	-14.656	*-14.265*	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	1.000	*16.761*	7.591	9.417	+0;+1;-3;+11;
	1.000	-1.707	*8.345*	8.312	+0;-1;-3;+8;
	1.000	16.759	8.104	*9.803*	+0;-1;-3;+11;
	0.550	*-4.909*	-13.864	-0.128	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.550	-4.909	*-13.864*	-0.128	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.550	-2.900	-2.377	*-1.063*	-0;-1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.550	*16.728*	8.691	1.478	+0;-1;-3;+11;
	0.550	-1.737	*8.931*	-0.252	+0;-1;-3;+8;
	0.550	16.719	8.383	*1.499*	+0;+1;-3;+11;
	0.500	*-4.913*	-13.776	1.395	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.500	-4.913	*-13.776*	1.395	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.500	-1.741	8.997	*-1.239*	-0;-1;-3;+8;
	0.500	*16.725*	8.756	0.517	+0;-1;-3;+11;
	0.500	-1.741	*8.997*	-1.239	+0;-1;-3;+8;
	0.500	-4.913	-13.776	*1.395*	+0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
3	0.000	*-6.436*	10.124	-14.265	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.000	18.937	*-9.630*	9.803	-0;-1;-3;+11;
	0.000	-6.436	10.124	*-14.265*	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.000	*18.937*	-9.630	9.803	+0;-1;-3;+11;
	0.000	-4.410	*10.375*	-13.461	+0;+1;+K2;+3;+4;+K9;
	0.000	18.937	-9.630	*9.803*	+0;-1;-3;+11;
	1.000	*-6.344*	8.365	6.101	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	1.000	19.005	*-10.933*	-12.847	-0;-1;-3;+11;
	1.000	19.005	-10.933	*-12.847*	-0;-1;-3;+11;
	1.000	*19.005*	-10.933	-12.847	+0;-1;-3;+11;
	1.000	-4.318	*8.616*	7.457	+0;+1;+K2;+3;+4;+K9;
	1.000	-3.603	5.391	*9.717*	+0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.550	*-6.386*	9.156	-2.584	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.550	18.974	*-10.346*	-2.299	-0;-1;-3;+11;
	0.550	-3.457	-1.045	*-2.698*	-0;-1;-3;+7;
	0.550	*18.974*	-10.346	-2.299	+0;-1;-3;+11;
	0.550	-4.360	*9.407*	-1.476	+0;+1;+K2;+3;+4;+K9;
	0.550	-3.644	6.182	*3.981*	+0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
4	0.000	*-5.913*	-5.020	6.101	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.000	-2.030	*-8.070*	9.478	-0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	19.080	11.449	*-12.847*	-0;-1;-3;+11;
	0.000	*19.080*	11.449	-12.847	+0;-1;-3;+11;
	0.000	19.055	*11.464*	-12.697	+0;+1;-3;+11;
	0.000	-3.172	-7.995	*9.717*	+0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	1.000	*-5.821*	-6.779	-6.897	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	1.000	-1.963	*-9.814*	-10.056	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-1.963	-9.814	*-10.056*	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;

	1.000	*19.149*	10.146	10.941	+0;-1;-3;+11;
	1.000	19.149	*10.146*	10.941	+0;-1;-3;+11;
	1.000	19.149	10.146	*10.941*	+0;-1;-3;+11;
	0.500	*-5.867*	-5.900	0.086	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.500	-2.010	*-8.935*	0.270	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.500	19.003	7.549	*-0.641*	-0;-1;+K2;+3;+K4;+11;
	0.500	*19.114*	10.798	-0.594	+0;-1;-3;+11;
	0.500	19.114	*10.798*	-0.594	+0;-1;-3;+11;
	0.500	-0.558	0.229	*0.480*	+0;+1;-3;+8;
5	0.000	*-5.903*	8.827	-9.833	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.000	21.177	*-8.773*	10.941	-0;-1;-3;+11;
	0.000	-4.202	9.404	*-10.056*	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	*21.177*	-8.773	10.941	+0;-1;-3;+11;
	0.000	-4.202	*9.404*	-10.056	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	21.177	-8.773	*10.941*	+0;-1;-3;+11;
	1.000	*-5.811*	7.068	7.675	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	1.000	21.150	*-10.081*	-9.649	-0;+1;-3;+11;
	1.000	21.246	-10.076	*-9.820*	-0;-1;-3;+11;
	1.000	*21.246*	-10.076	-9.820	+0;-1;-3;+11;
	1.000	-4.013	*7.650*	8.553	+0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-4.109	7.645	*8.724*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.500	*-5.857*	7.947	-0.595	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.500	21.212	*-9.424*	0.920	-0;-1;-3;+11;
	0.500	-1.545	-1.608	*-0.845*	-0;-1;-3;+8;
	0.500	*21.212*	-9.424	0.920	+0;-1;-3;+11;
	0.500	-4.155	*8.524*	-0.182	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.500	20.634	-5.823	*1.066*	+0;+1;+K2;+3;+K4;+11;
6	0.000	*-5.811*	-7.068	7.675	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.000	-4.013	*-7.650*	8.553	-0;-1;+K2;+3;+4;+K9;
	0.000	21.246	10.076	*-9.820*	-0;-1;-3;+11;
	0.000	*21.246*	10.076	-9.820	+0;-1;-3;+11;
	0.000	21.150	*10.081*	-9.649	+0;+1;-3;+11;
	0.000	-4.067	-6.845	*8.724*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	*-5.903*	-8.827	-9.833	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	1.000	-4.202	*-9.404*	-10.056	-0;+1;+K2;+3;+4;+K9;
	1.000	-4.202	-9.404	*-10.056*	-0;+1;+K2;+3;+4;+K9;
	1.000	*21.177*	8.773	10.941	+0;-1;-3;+11;
	1.000	21.177	*8.773*	10.941	+0;-1;-3;+11;
	1.000	21.177	8.773	*10.941*	+0;-1;-3;+11;
	0.500	*-5.857*	-7.947	-0.595	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.500	-4.155	*-8.524*	-0.182	-0;+1;+K2;+3;+4;+K9;
	0.500	-1.573	1.608	*-0.849*	-0;-1;-3;+7;
	0.500	*21.212*	9.424	0.920	+0;-1;-3;+11;
	0.500	21.212	*9.424*	0.920	+0;-1;-3;+11;
	0.500	20.634	5.823	*1.066*	+0;+1;+K2;+3;+K4;+11;
7	0.000	*-5.821*	6.779	-6.897	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.000	19.149	*-10.146*	10.941	-0;-1;-3;+11;
	0.000	-1.963	9.814	*-10.056*	-0;+1;+K2;+3;+4;+K9;
	0.000	*19.149*	-10.146	10.941	+0;-1;-3;+11;
	0.000	-1.963	*9.814*	-10.056	+0;+1;+K2;+3;+4;+K9;
	0.000	19.149	-10.146	*10.941*	+0;-1;-3;+11;
	1.000	*-5.913*	5.020	6.101	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	1.000	19.055	*-11.464*	-12.697	-0;+1;-3;+11;
	1.000	19.080	-11.449	*-12.847*	-0;-1;-3;+11;
	1.000	*19.080*	-11.449	-12.847	+0;-1;-3;+11;

	1.000	-2.030	*8.070*	9.478	+0;-1;+K2;+3;+4;+K9;
	1.000	-3.172	7.995	*9.717*	+0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.500	*-5.867*	5.900	0.086	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.500	19.114	*-10.798*	-0.594	-0;-1;-3;+11;
	0.500	19.003	-7.549	*-0.641*	-0;-1;+K2;+3;+K4;+11;
	0.500	*19.114*	-10.798	-0.594	+0;-1;-3;+11;
	0.500	-2.010	*8.935*	0.270	+0;+1;+K2;+3;+4;+K9;
	0.500	-0.581	-0.223	*0.482*	+0;+1;-3;+7;
8	0.000	*-6.344*	-8.365	6.101	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.000	-4.318	*-8.616*	7.457	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	19.005	10.933	*-12.847*	-0;-1;-3;+11;
	0.000	*19.005*	10.933	-12.847	+0;-1;-3;+11;
	0.000	19.005	*10.933*	-12.847	+0;-1;-3;+11;
	0.000	-3.603	-5.391	*9.717*	+0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	1.000	*-6.436*	-10.124	-14.265	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	1.000	-4.410	*-10.375*	-13.461	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-6.436	-10.124	*-14.265*	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	1.000	*18.937*	9.630	9.803	+0;-1;-3;+11;
	1.000	18.937	*9.630*	9.803	+0;-1;-3;+11;
	1.000	18.937	9.630	*9.803*	+0;-1;-3;+11;
	0.450	*-6.386*	-9.156	-2.584	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.450	-4.360	*-9.407*	-1.476	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.450	-3.425	1.048	*-2.692*	-0;-1;-3;+8;
	0.450	*18.974*	10.346	-2.299	+0;-1;-3;+11;
	0.450	18.974	*10.346*	-2.299	+0;-1;-3;+11;
	0.450	-3.644	-6.182	*3.981*	+0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
9	0.000	*-4.869*	14.143	-13.879	-0;-1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.000	-1.731	*-8.369*	8.333	-0;-1;-3;+7;
	0.000	-4.867	14.656	*-14.265*	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.000	*16.761*	-7.591	9.417	+0;+1;-3;+11;
	0.000	-4.867	*14.656*	-14.265	+0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.000	16.759	-8.104	*9.803*	+0;-1;-3;+11;
	1.000	*-4.959*	12.897	16.085	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	1.000	-1.800	*-9.671*	-11.538	-0;-1;-3;+7;
	1.000	-1.800	-9.671	*-11.538*	-0;-1;-3;+7;
	1.000	*16.691*	-9.407	-9.486	+0;-1;-3;+11;
	1.000	-4.959	*12.897*	16.085	+0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	1.000	-4.959	12.897	*16.085*	+0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.450	*-4.909*	13.864	-0.128	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.450	-1.762	*-8.955*	-0.254	-0;-1;-3;+7;
	0.450	-2.900	2.377	*-1.063*	-0;-1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.450	*16.728*	-8.691	1.478	+0;-1;-3;+11;
	0.450	-4.909	*13.864*	-0.128	+0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.450	16.719	-8.383	*1.499*	+0;+1;-3;+11;
	0.500	*-4.913*	13.776	1.395	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.500	-1.766	*-9.020*	-1.244	-0;-1;-3;+7;
	0.500	-1.766	-9.020	*-1.244*	-0;-1;-3;+7;
	0.500	*16.725*	-8.756	0.517	+0;-1;-3;+11;
	0.500	-4.913	*13.776*	1.395	+0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.500	-4.913	13.776	*1.395*	+0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
10	0.000	*-5.391*	-0.488	16.085	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.000	-3.369	*-11.725*	1.383	-0;-1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.000	-1.875	-3.970	*-11.538*	-0;-1;-3;+7;
	0.000	*16.615*	12.975	-9.486	+0;-1;-3;+11;
	0.000	16.593	*13.032*	-9.244	+0;+1;-3;+11;

	0.000	-5.391	-0.488	*16.085*	+0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	1.000	*-5.483*	-2.247	13.072	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	1.000	-3.483	*-13.427*	-26.016	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	1.000	-3.483	-13.427	*-26.016*	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	1.000	*16.547*	11.672	17.662	+0;-1;-3;+11;
	1.000	16.547	*11.672*	17.662	+0;-1;-3;+11;
	1.000	16.547	11.672	*17.662*	+0;-1;-3;+11;
	0.750	*-5.460*	-1.807	14.189	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.750	-3.460	*-12.987*	-18.742	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.750	-1.926	-4.947	*-18.904*	-0;-1;-3;+7;
	0.750	*16.564*	11.998	11.144	+0;-1;-3;+11;
	0.750	16.564	*11.998*	11.144	+0;-1;-3;+11;
	0.750	-5.460	-1.807	*14.189*	+0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
11	0.000	*-39.886*	-0.793	5.317	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-2.205	*-1.313*	8.800	-0;+1;-3;+8;
	0.000	0.467	1.279	*-8.571*	-0;-1;+K2;+3;+K4;+7;
	0.000	*39.372*	-0.015	0.098	+0;-1;-3;+11;
	0.000	0.467	*1.279*	-8.571	+0;-1;+K2;+3;+K4;+7;
	0.000	-2.205	-1.313	*8.800*	+0;+1;-3;+8;
	1.000	*-45.244*	-0.793	-0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-7.563	*-1.313*	0.000	-0;+1;-3;+8;
	1.000	-35.890	-0.789	*-0.000*	-0;-1;-3;+4;+K10;
	1.000	*35.404*	-0.015	0.000	+0;-1;-3;+11;
	1.000	-3.502	*1.279*	0.000	+0;-1;+K2;+3;+K4;+7;
	1.000	9.931	1.278	*0.000*	+0;-1;-3;+7;
12	0.000	*-39.886*	0.793	-5.317	-0;+1;+K2;+3;+4;+K9;
	0.000	-23.697	*-1.277*	8.556	-0;-1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.000	-2.226	1.317	*-8.826*	-0;+1;-3;+7;
	0.000	*39.372*	0.015	-0.098	+0;-1;-3;+11;
	0.000	-2.226	*1.317*	-8.826	+0;+1;-3;+7;
	0.000	-23.697	-1.277	*8.556*	+0;-1;+K2;+3;+K4;+10;
	1.000	*-45.244*	0.793	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K9;
	1.000	-27.666	*-1.277*	-0.000	-0;-1;+K2;+3;+K4;+10;
	1.000	-15.005	-0.754	*-0.000*	-0;+1;+2;+3;+K4;+K8;
	1.000	*35.404*	0.015	-0.000	+0;-1;-3;+11;
	1.000	-7.584	*1.317*	0.000	+0;+1;-3;+7;
	1.000	-28.728	1.306	*0.000*	+0;-1;-3;+9;
13	0.000	*0.173*	-4.166	10.618	-0;-1;-3;+7;
	0.000	0.185	*-4.166*	10.605	-0;-1;+K2;+3;+K4;+7;
	0.000	0.267	6.202	*-11.716*	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.000	*0.278*	1.178	-0.675	+0;+1;+K2;+3;+4;+K11;
	0.000	0.255	*6.202*	-11.703	+0;+1;-3;+10;
	0.000	0.173	-4.166	*10.618*	+0;-1;-3;+7;
	1.000	*0.173*	-5.911	-11.551	-0;-1;-3;+7;
	1.000	0.251	*-6.217*	-11.732	-0;+1;+K2;+3;+K4;+7;
	1.000	0.251	-6.217	*-11.732*	-0;+1;+K2;+3;+K4;+7;
	1.000	*0.278*	-1.178	-0.675	+0;+1;+K2;+3;+4;+K11;
	1.000	0.189	*4.151*	10.569	+0;-1;-3;+10;
	1.000	0.173	4.151	*10.585*	+0;-1;-3;+8;
	0.500	*0.173*	-5.038	0.493	-0;-1;-3;+7;
	0.500	0.251	*-5.038*	0.648	-0;+1;+K2;+3;+K4;+7;
	0.500	0.212	0.000	*0.453*	-0;-1;+K2;+3;+4;+K11;
	0.500	*0.278*	0.000	0.621	+0;+1;+K2;+3;+4;+K11;
	0.500	0.189	*5.024*	0.477	+0;-1;-3;+10;
	0.500	0.239	-5.038	*0.661*	+0;+1;-3;+7;

16	0.000	*-38.958*	-0.000	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K9;
	0.000	-17.568	*-0.000*	0.000	-0;+1;+3;+4;+K7;
	0.000	-5.859	-0.000	*0.000*	-0;-1;-3;
	0.000	*40.171*	-0.000	0.000	+0;-1;-3;+11;
	0.000	-21.818	*-0.000*	0.000	+0;-1;+2;-3;+K9;
	0.000	-5.859	-0.000	*0.000*	+0;-1;-3;
	1.000	*-45.618*	0.000	-0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K9;
	1.000	-21.516	*0.000*	-0.000	-0;-1;+3;+4;+K7;
	1.000	-14.652	0.000	*-0.000*	-0;+1;-3;+4;+K8;
	1.000	*35.237*	0.000	-0.000	+0;-1;-3;+11;
	1.000	-29.464	*0.000*	-0.000	+0;+1;+2;-3;+K9;
	1.000	-10.793	0.000	*-0.000*	+0;-1;-3;
	0.500	*-42.288*	0.000	-0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K9;
	0.500	-20.898	*-0.000*	-0.000	-0;+1;+3;+4;+K7;
	0.500	-11.322	-0.000	*-0.000*	-0;+1;-3;+4;+K8;
	0.500	*37.704*	-0.000	-0.000	+0;-1;-3;+11;
	0.500	-24.285	*0.000*	-0.000	+0;-1;+2;-3;+K9;
	0.500	-8.326	-0.000	*-0.000*	+0;-1;-3;
17	0.000	*-34.207*	-1.067	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-32.092	*-1.577*	0.000	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.000	-5.409	-0.206	*0.000*	-0;-1;-3;
	0.000	*41.347*	-0.211	0.000	+0;-1;-3;+11;
	0.000	10.836	*1.105*	0.000	+0;-1;-3;+7;
	0.000	-5.409	-0.206	*0.000*	+0;-1;-3;
	1.000	*-35.694*	-1.067	-1.985	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-33.579	*-1.577*	-2.934	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	1.000	-33.579	-1.577	*2.934*	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	1.000	*40.245*	-0.211	-0.392	+0;-1;-3;+11;
	1.000	9.734	*1.105*	2.055	+0;-1;-3;+7;
	1.000	9.734	1.105	*2.055*	+0;-1;-3;+7;
18	0.000	*-34.207*	1.067	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K9;
	0.000	10.829	*-1.101*	0.000	-0;-1;-3;+8;
	0.000	-5.409	0.206	*0.000*	-0;-1;-3;
	0.000	*41.347*	0.211	0.000	+0;-1;-3;+11;
	0.000	-32.092	*1.577*	0.000	+0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.000	-5.409	0.206	*0.000*	+0;-1;-3;
	1.000	*-35.694*	1.067	1.985	-0;+1;+K2;+3;+4;+K9;
	1.000	9.728	*-1.101*	-2.048	-0;-1;-3;+8;
	1.000	9.728	-1.101	*-2.048*	-0;-1;-3;+8;
	1.000	*40.245*	0.211	0.392	+0;-1;-3;+11;
	1.000	-33.579	*1.577*	2.934	+0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	1.000	-33.579	1.577	*2.934*	+0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
19	0.000	*-38.958*	-0.000	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-22.804	*-0.000*	0.000	-0;+1;+2;-3;+K10;
	0.000	-5.859	-0.000	*0.000*	-0;-1;-3;
	0.000	*40.171*	-0.000	0.000	+0;-1;-3;+11;
	0.000	-23.715	*-0.000*	0.000	+0;-1;+3;+4;+K9;
	0.000	-5.859	-0.000	*0.000*	+0;-1;-3;
	1.000	*-45.618*	0.000	-0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-26.752	*0.000*	-0.000	-0;-1;+2;-3;+K10;
	1.000	-29.464	0.000	*-0.000*	-0;+1;+2;-3;+K10;
	1.000	*35.237*	0.000	-0.000	+0;-1;-3;+11;
	1.000	-31.361	*0.000*	0.000	+0;+1;+3;+4;+K9;
	1.000	-28.648	0.000	*0.000*	+0;-1;+3;+4;+K9;
	0.500	*-42.288*	-0.000	-0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;

	0.500	-26.134	*-0.000*	-0.000	-0;+1;+2;-3;+K10;
	0.500	-26.134	-0.000	*-0.000*	-0;+1;+2;-3;+K10;
	0.500	*37.704*	-0.000	-0.000	+0;-1;-3;+11;
	0.500	-26.182	*0.000*	-0.000	+0;-1;+3;+4;+K9;
	0.500	-26.182	0.000	*-0.000*	+0;-1;+3;+4;+K9;
38	0.000	*-20.289*	2.641	-26.016	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.000	23.696	*-15.290*	17.662	-0;-1;-3;+11;
	0.000	-20.289	2.641	*-26.016*	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.000	*23.696*	-15.290	17.662	+0;-1;-3;+11;
	0.000	-9.230	*5.223*	13.072	+0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.000	23.696	-15.290	*17.662*	+0;-1;-3;+11;
	1.000	*-26.765*	16.006	49.502	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	1.000	3.765	*-23.535*	-60.006	-0;-1;-3;+8;
	1.000	3.765	-23.535	*-60.006*	-0;-1;-3;+8;
	1.000	*18.898*	16.786	23.721	+0;-1;-3;+11;
	1.000	10.628	*17.093*	24.554	+0;+1;+K2;+3;+K4;+11;
	1.000	-26.765	16.006	*49.502*	+0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.350	*-22.556*	7.318	-11.899	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.350	6.883	*-5.371*	16.089	-0;-1;-3;+8;
	0.350	-22.556	7.318	*-11.899*	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.350	*22.017*	-4.063	-9.771	+0;-1;-3;+11;
	0.350	-22.556	*7.318*	-11.899	+0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.350	6.883	-5.371	*16.089*	+0;-1;-3;+8;
	0.650	*-24.498*	11.328	10.757	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.650	5.444	*-13.754*	-7.148	-0;-1;-3;+8;
	0.650	12.895	5.866	*-7.989*	-0;+1;+K2;+3;+K4;+11;
	0.650	*20.577*	5.559	-7.954	+0;-1;-3;+11;
	0.650	-24.498	*11.328*	10.757	+0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.650	-5.640	10.539	*10.899*	+0;-1;-3;+7;
	0.050	*-20.613*	3.309	-24.811	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.050	23.456	*-13.686*	11.794	-0;-1;-3;+11;
	0.050	-20.613	3.309	*-24.811*	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.050	*23.456*	-13.686	11.794	+0;-1;-3;+11;
	0.050	-9.553	*3.825*	14.904	+0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.050	8.322	3.013	*18.955*	+0;-1;-3;+8;
	0.550	*-23.851*	9.991	2.122	-0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.550	5.924	*-10.960*	2.861	-0;-1;-3;+8;
	0.550	13.543	2.658	*-11.442*	-0;+1;+K2;+3;+K4;+11;
	0.550	*21.057*	2.352	-11.158	+0;-1;-3;+11;
	0.550	-23.851	*9.991*	2.122	+0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.550	-5.160	9.202	*2.904*	+0;-1;-3;+7;

UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN-EN))

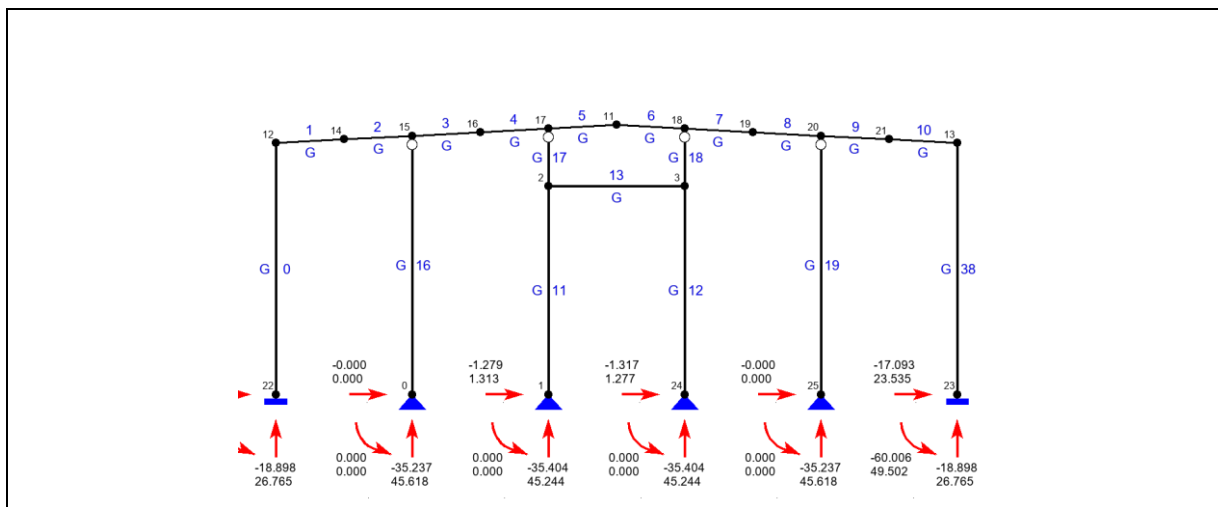
UWAGA!!! Wartości wyróżnione symbolem "*" oznaczają ekstremalne wartości dla danego punktu.

UWAGA!!! Symbole przed numerami grup obciążenia oznaczają odpowiednio:

- > „+” - zastosowano maksymalny współczynnik częściowy obciążenia,
- > „-” - zastosowano minimalny współczynnik częściowy obciążenia,
- > „K” - zastosowano współczynnik dla wartości kombinatorycznej oddziaływania zmiennego,
- > „C” - zastosowano współczynnik dla wartości częstej oddziaływania zmiennego,
- > „S” - zastosowano współczynnik dla wartości prawie stałej oddziaływania zmiennego.

W przypadku kombinacji użytkownika zamiast symbolu wyświetlany jest mnożnik.

KOMBINATORYKA OBCIĄŻEŃ - REAKCJE PODPOROWE



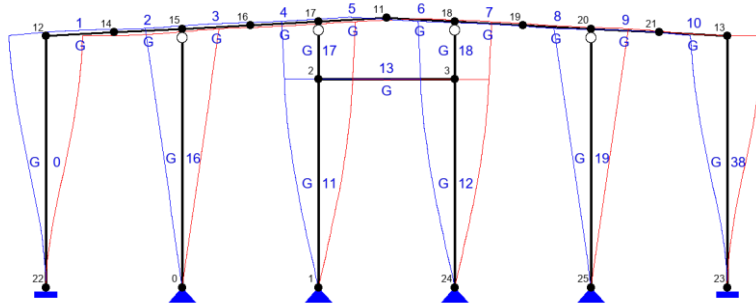
UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN-EN))

Tabela maksymalnych/minimalnych reakcji podporowych układu

Numer	Węzeł	min Rx [kN]	min Ry [kN]	min R [kN]	min M [kNm]	max Rx [kN]	max Ry [kN]	max R [kN]	max M [kNm]
0	1	-1.28	-35.40	11.35	0.00	1.31	45.24	74.52	0.00
1	0	-0.00	-35.24	10.79	0.00	0.00	45.62	73.90	0.00
2	25	-0.00	-35.24	10.79	0.00	0.00	45.62	73.90	0.00
3	24	-1.32	-35.40	11.35	0.00	1.28	45.24	74.52	0.00
4	23	-17.09	-18.90	7.25	-60.01	23.54	26.77	46.54	49.50
5	22	-23.63	-18.90	7.25	-49.50	17.09	26.77	46.54	60.21

UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN-EN))

KOMBINATORYKA OBCIĄŻEŃ - DEFORMACJE UKŁADU



UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN-EN))

WARTOŚCI EKSTREMALNYCH PRZEMIESZCZEŃ LOKALNYCH - KOMBINATORYKA

Zestawienie tabelaryczne ekstremalnych przemieszczeń lokalnych w charakterystycznych punktach

Pręt	x/L	min u [cm]	min v [cm]	min fi [st]	max u [cm]	max v [cm]	max fi [st]
0	0.000	-0.01068	-3.09005	-0.10837	0.00954	3.07780	0.09962
	1.000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.050	-0.01009	-3.03234	-0.13855	0.00914	3.01019	0.11958
	0.550	-0.00451	-1.43902	-0.30701	0.00470	1.29805	0.31779
	0.350	-0.00667	-2.27270	-0.27714	0.00657	2.14267	0.25934
	0.650	-0.00346	-0.99030	-0.28895	0.00371	0.87390	0.31225
1	0.000	-3.07420	-0.15854	-0.10837	3.08598	0.16740	0.09962
	1.000	-3.07467	-0.30720	-0.01433	3.08544	0.33629	0.01798
	0.250	-3.07432	-0.24348	-0.06926	3.08584	0.25065	0.07322
2	0.000	-3.07467	-0.30720	-0.01433	3.08544	0.33629	0.01798
	1.000	-3.07507	-0.16872	-0.02520	3.08493	0.18253	0.02849
	0.550	-3.07489	-0.23461	-0.05002	3.08516	0.25469	0.04269
	0.500	-3.07487	-0.24279	-0.04977	3.08518	0.26430	0.04240
3	0.000	-3.07507	-0.16872	-0.02520	3.08493	0.18253	0.02849
	1.000	-3.07557	-0.14313	-0.00394	3.08446	0.19204	0.00388
	0.550	-3.07534	-0.13953	-0.02552	3.08467	0.17546	0.01664
4	0.000	-3.07557	-0.14313	-0.00394	3.08446	0.19204	0.00388
	1.000	-3.07599	-0.16062	-0.00642	3.08400	0.17587	0.00619
	0.500	-3.07578	-0.15046	-0.02269	3.08423	0.18397	0.02643
5	0.000	-3.07599	-0.16062	-0.00642	3.08400	0.17587	0.00619
	1.000	-3.07679	-0.17974	-0.00105	3.08380	0.21857	0.00104
	0.500	-3.07639	-0.17355	-0.01698	3.08390	0.20017	0.01580
6	0.000	-3.07476	-0.18025	-0.00105	3.08338	0.21857	0.00104
	1.000	-3.07496	-0.16109	-0.00619	3.08309	0.17587	0.00645
	0.500	-3.07486	-0.17405	-0.01394	3.08323	0.20017	0.01698
7	0.000	-3.07496	-0.16109	-0.00619	3.08309	0.17587	0.00645
	1.000	-3.07541	-0.14348	-0.00345	3.08299	0.19204	0.00395
	0.500	-3.07518	-0.15086	-0.02643	3.08304	0.18397	0.02269
8	0.000	-3.07541	-0.14348	-0.00345	3.08299	0.19204	0.00395
	1.000	-3.07587	-0.16921	-0.02859	3.08282	0.18253	0.02520
	0.450	-3.07561	-0.13989	-0.01664	3.08292	0.17546	0.02552
9	0.000	-3.07587	-0.16921	-0.02859	3.08282	0.18253	0.02520
	1.000	-3.07638	-0.30813	-0.01805	3.08257	0.33629	0.01566
	0.450	-3.07610	-0.23531	-0.04282	3.08271	0.25469	0.05002
	0.500	-3.07613	-0.24352	-0.04254	3.08270	0.26430	0.04977
10	0.000	-3.07638	-0.30813	-0.01805	3.08257	0.33629	0.01566
	1.000	-3.07691	-0.15900	-0.09962	3.08225	0.16740	0.10874
	0.750	-3.07678	-0.24423	-0.07322	3.08233	0.25065	0.06949
11	0.000	-0.01551	-2.86405	-0.05167	0.01473	2.85574	0.05720
	1.000	0.00000	0.00000	-0.34102	0.00000	0.00000	0.33920
12	0.000	-0.01551	-2.86413	-0.05704	0.01473	2.85565	0.05167
	1.000	0.00000	0.00000	-0.33832	0.00000	0.00000	0.34201
13	0.000	-2.85574	-0.01551	-0.05167	2.86405	0.01473	0.05720
	1.000	-2.85565	-0.01551	-0.05704	2.86413	0.01762	0.05167
	0.500	-2.85568	-0.00696	-0.02578	2.86408	0.02610	0.02570
16	0.000	-0.01945	-3.08914	-0.21173	0.01792	3.07855	0.21246
	1.000	0.00000	0.00000	-0.21173	0.00000	0.00000	0.21246
	0.500	-0.00941	-1.54457	-0.21173	0.00939	1.53927	0.21246
17	0.000	-0.02021	-3.08791	-0.07776	0.01795	3.07909	0.07524
	1.000	-0.01551	-2.86405	-0.05167	0.01473	2.85574	0.05720

18	0.000	-0.02021	-3.08687	-0.07501	0.01795	3.07886	0.07776
	1.000	-0.01551	-2.86413	-0.05704	0.01473	2.85565	0.05167
19	0.000	-0.01945	-3.08702	-0.21184	0.01792	3.08007	0.21232
	1.000	0.00000	0.00000	-0.21184	0.00000	0.00000	0.21232
	0.500	-0.00941	-1.54351	-0.21184	0.00939	1.54004	0.21232
38	0.000	-0.01068	-3.08615	-0.09962	0.00954	3.08097	0.10874
	1.000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.350	-0.00667	-2.14267	-0.25863	0.00657	2.26564	0.27731
	0.650	-0.00346	-0.87390	-0.31127	0.00371	0.98705	0.28895
	0.050	-0.01009	-3.01019	-0.11958	0.00914	3.02339	0.13903
	0.550	-0.00451	-1.29805	-0.31683	0.00470	1.43438	0.30701

UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN-EN))

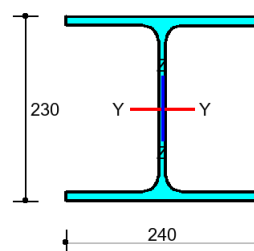
Rygiel R1 - Element stalowy [PN-EN 1993-1-1]

Informacje o elemencie

Nazwa/Opis: element nr 0 (belka) - Brak opisu elementu.

Węzły: 12 (x=3.200m, y=3.224m); 22 (x=3.200m, y=-4.877m)

Profil: hea200 (S 235)



Wyniki dla elementu

Całkowite wyężenie elementu: 53%

Rozciąganie: 1 %

Ściskanie: 4 %

Zginanie: 53 %

Zginanie z siłą podłużną: 12 %

Zginanie ze ściskaniem: 19 %

Ścinanie: 11 %

Środek pod obciążeniem skupionym: 8 %

Smukłość: 0 %

Ugięcia: 38 %

Wyniki w punktach charakterystycznych

Nr	Rzędna	Obwiednia	Warunek	Wyężenie
0	0.000	min Mx	Zginanie	15.5 %
1	0.000	ext U	Ugięcia	38.1 %
2	0.000	min Ty	Zginanie	11.5 %
3	0.000	max N	Zginanie	15.5 %
4	0.000	max Ty	Zginanie	15.5 %
5	0.000	min N	Zginanie	22.8 %
6	0.000	max Mx	Zginanie	22.8 %
7	0.250	min Mx	Zginanie	17.0 %
8	0.250	ext U	Ugięcia	32.1 %
9	0.250	min Ty	Zginanie	15.2 %

10	0.250	max N	Zginanie	4.5 %
11	0.250	max Ty	Zginanie	4.5 %
12	0.250	min N	Zginanie	15.2 %
13	0.250	max Mx	Zginanie	15.2 %
14	0.500	min Mx	Zginanie	6.2 %
15	0.500	ext U	Ugięcia	20.5 %
16	0.500	min Ty	Ścinanie	4.4 %
17	0.500	max N	Zginanie	10.3 %
18	0.500	max Ty	Zginanie	6.2 %
19	0.500	min N	Ścinanie	4.4 %
20	0.500	max Mx	Zginanie	10.7 %
21	0.750	min Mx	Zginanie	18.0 %
22	0.750	ext U	Ugięcia	7.0 %
23	0.750	min Ty	Zginanie	18.0 %
24	0.750	max N	Ścinanie	4.2 %
25	0.750	max Ty	Zginanie	17.1 %
26	0.750	min N	Zginanie	18.0 %
27	0.750	max Mx	Zginanie	17.1 %
28	1.000	min Mx	Zginanie	43.4 %
29	1.000	ext U	Ugięcia	0.0 %
30	1.000	min Ty	Zginanie	21.5 %
31	1.000	max N	Zginanie	20.8 %
32	1.000	max Ty	Zginanie	52.8 %
33	1.000	min N	Zginanie	43.4 %
34	1.000	max Mx	Zginanie	52.8 %

Wyniki szczegółowe

Rozciąganie (1.3 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00m$; Kombinacja: max Ty (+0,-1,-3,+11,)

Pole przekroju: $A_{brutto} = 76.91 \text{ cm}^2$

Nośność elementu rozciąganego (6.2.3):

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{Mo}} = \frac{76.91 \cdot 23.5}{1.00} = 1807.3 \text{ kN} > 23.7 \text{ kN} = N$$

Długość wyboczeniowa

Współczynniki długości wyboczeniowej przyjęto na podstawie ENV 1993-1-1:1992 (załącznik E):

– w pł. układu: $\eta_1 = 0.120$ $\eta_2 = 0.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_y = 0.505$ oraz $l_{o,y} = 8.1 \text{ m}$

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_z = 1.000$ oraz $l_{o,z} = 8.1 \text{ m}$

Wyboczenie skrętne: $\mu_\omega = 1.000$ oraz $l_{o,\omega} = 8.1 \text{ m}$

Uwaga! Przy obliczaniu współczynnika długości wyboczeniowej założono, że elementy belkowe dochodzące do słupa pracują w zakresie sprężystym oraz są nieznacznie obciążone osiowo.

Siły krytyczne

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 E I_y}{(\mu_y l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 7769.6 \text{ cm}^4}{(0.505 \cdot 8.1 \text{ m})^2} = 9633.9 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 E I_z}{(\mu_z l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 2768.9 \text{ cm}^4}{(1.000 \cdot 8.1 \text{ m})^2} = 874.7 \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_z^2} \left[\frac{\pi^2 E I_\omega}{(\mu_\omega l)^2} + G J_T \right]$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{11.7^2} \left[\frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 330354.8 \text{ cm}^6}{(1.000 \cdot 8.1 \text{ m})^2} + 80769.0 \text{ MPa} \cdot 29.8 \text{ cm}^4 \right] = 2516.6 \text{ kN}$$

$$N_{cr,TF} = \frac{(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{(N_{cr,y} + N_{cr,T})^2 - 4 N_{cr,y} N_{cr,T} (1 - \mu_z^2 / i_z^2)}}{2(1 - \mu_z^2 / i_z^2)} = \frac{(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{R}}{2(1 - \mu_z^2 / i_z^2)}$$

$$R = (874.7 + 2516.6)^2 - 4 \cdot 874.7 \cdot 2516.6 (1 - 1.000 \cdot -0.0^2 / 11.706^2) = 2695947.2 \text{ kN}$$

$$N_{TF,yz} = \frac{(874.7 + 2516.6) - \sqrt{2695947.2}}{2(1 - 1.000 \cdot -0.0^2 / 11.706^2)} = 874.7 \text{ kN}$$

Moment krytyczny

Moment krytyczny został wyliczony zgodnie z zał. F do ENV 1993-1-1:1992.

Wsp. długości wyboczeniowej: $\mu_z, M_{cr} = 1.00$, $\mu_\omega, M_{cr} = 1.00$ (tylko do obliczeń M_{cr})

Współczynniki ze względu na podparcie i obciążenie: $C_1 = 1.13$, $C_2 = 0.46$, $C_3 = 0.53$

Współrzędna przyłożonego obciążenia względem środka ciężkości: $z_a = 11.5 \text{ cm}$

Współrzędna środka ścinania: $z_s = 0.0 \text{ cm}$

$$z_j = z_s - 0.5 \int_A (y^2 + z^2) z \, dA / I_y = 0.0 + 0.5 \cdot 0.00 = 0.0$$

$$N_{cr,z} = \pi^2 E I_z / (\mu_z, M_{cr} L)^2 = \pi^2 21000.0 \cdot 2768.9 / (1.00 \cdot 810.0)^2 = 874.7 \text{ kN}$$

$$M_{cr} = C_1 N_{cr,z} \left\{ \left[\left(\frac{\mu_z, M_{cr}}{\mu_\omega, M_{cr}} \right)^2 \frac{I_\omega}{I_z} + \frac{G I_t}{N_{cr,z}} + V \right]^{0.5} - V \right\}$$

$$V = C_2 (z_a - z_s) - C_3 z_j = 0.46(11.5 - 0.0) - 0.53 \cdot 0.0 = 5.28$$

$$M_{cr} = 1e - 2 \cdot 1.13 \cdot 874.7 \left\{ \left[\left(\frac{1.00}{1.00} \right)^2 \frac{330354.8}{2768.9} + \frac{8076.9 \cdot 29.8}{874.7} + 5.28 \right]^{0.5} - 5.28 \right\} = 151.17 \text{ kNm}$$

Ściskanie (4.4 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=8.10 \text{ m}$; Kombinacja: $\min N (-0, +1, +K2, +3, +K4, +10,)$

Pole przekroju (klasa 2): $A = A_{brutto} = 76.9 \text{ cm}^2$

$$\text{Nośność obliczeniowa przekroju: } N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{76.9 \cdot 23.5}{1.0} = 1807.3 \text{ kN}$$

Współczynniki wyboczeniowe (Tablica 11):

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,y}} = 1807.3 / 9633.9 = 0.433 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \chi_y(\bar{\lambda}_y) = 0.913 \text{ (giętne x-x)}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,z}} = 1807.3 / 874.7 = 1.437 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_z(\bar{\lambda}_z) = 0.336 \text{ (giętne y-y)}$$

$$\bar{\lambda}_x = \sqrt{N_{Rc} / N_{cr,x}} = 1807.3 / 2516.6 = 0.847 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_x(\bar{\lambda}_x) = 0.632 \text{ (skrętne)}$$

$$\bar{\lambda}_{zx} = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,zx}} = 1807.3 / 874.7 = 1.437 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_{zx}(\bar{\lambda}_{zx}) = 0.336 \text{ (giętno-skrętne)}$$

Przyjęto do obliczeń: $\chi = \min(\chi_i) = 0.336$

Warunek nośności (stateczności) elementu ściskanego:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.336 \cdot 76.9 \cdot 23.5}{1.0} = 606.7 \text{ kN} > 26.8 \text{ kN} = N_{Ed}$$

Ścinanie (11.3 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=8.10 \text{ m}$; Kombinacja: $\max M_x (+0, -1, -3, +7,)$

Ścinanie po kierunku osi głównej Z-Z

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,z} = 15.5 \text{ cm}^2$

Warunek stateczności: $h_{w,z} / t_z = 27.5 < 60.0 = 72 \varepsilon / \eta$

Warunek nośności plastycznej:

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{v,z} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{15.5 \cdot 23.5}{\sqrt{3} \cdot 1.0} = 209.6 \text{ kN} > 23.6 \text{ kN} = V_{Ed,z}$$

Ścinanie po kierunku osi głównej Y-Y

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,y} = 55.8 \text{ cm}^2$

Warunek nośności plastycznej:

$$V_{pl,Rd,y} = \frac{A_{v,y} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{55.8 \cdot 23.5}{\sqrt{3} \cdot 1.0} = 757.1 \text{ kN} > 0.0 \text{ kN} = V_{Ed,y}$$

Zginanie (52.8 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=8.10 \text{ m}$; Kombinacja: $\max M_x (+0, -1, -3, +7,)$

Zginanie względem osi głównej Y-Y

Wsp. zwichrzenia:

$$\lambda_{LT} = \min \left[\sqrt{\frac{W_{pl,y} f_y}{M_{cr}}}, 3.0 \right] = \min \left[\sqrt{\frac{740.7 \cdot 23.5 \cdot 1e-2}{151.17}}, 3.0 \right] = 1.073 \rightarrow \chi_{LT}(\lambda_{LT}, \alpha_{LT}) = 0.655$$

$$\alpha_{LT} = 0.340$$

Nośność obliczeniowa z uwzględnieniem zwichrzenia (klasa 2):

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M1}} = 0.655 \frac{740.7 \cdot 23.5}{1.0} 1e-2 = 114.0 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{b,Rd,y}} = \frac{60.2}{114.0} = 0.53 < 1.0$$

Zginanie względem osi głównej Z-Z

Nośność obliczeniowa przekroju (klasa 2):

$$M_{c,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{351.9 \cdot 23.5}{1.0} 1e-2 = 82.7 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,z}}{M_{pl,Rd,z}} = \frac{0.0}{82.7} = 0.00 < 1.0$$

Zginanie z siłą podłużną (12.0 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=8.10\text{m}$; Kombinacja: $\max M_x (+0,-1,-3,+7,)$

Zredukowana nośność plastyczna przy zginaniu względem Y-Y z siłą podłużną

$$n = N_{Ed}/N_{pl,Rd} = 3.8/1807.3 = 0.002$$

$$a_y = \min[(A - 2A_{bt,y})/A, 0.5] = \min[(76.9 - 2 \cdot 28.8)/76.9, 0.5] = 0.251$$

$$M_{N,y,Rd} = \min \left[M_{pl,y,Rd} \frac{(1-n)}{(1-0.5a_y)}, M_{pl,y,Rd} \right] = \min \left[174.1 \frac{(1-0.002)}{(1-0.5 \cdot 0.251)}, 174.1 \right] = 174.1 \text{ kNm}$$

Zredukowana nośność plastyczna przy zginaniu względem Z-Z z siłą podłużną

$$a_z = \min[(A - 2A_{bt,z})/A, 0.5] = \min[(76.9 - 2 \cdot 28.8)/76.9, 0.5] = 0.251$$

$$n \leq a_z \rightarrow M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} = 82.7 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (klasa 1 i 2) z uwzględnieniem ew. wpływu siły poprzecznej:

$$\alpha = 2.0, \beta = \max(5n, 1.0) = 1.0$$

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta = \left[\frac{60.2}{174.1} \right]^{2.0} + \left[\frac{0.0}{82.7} \right]^{1.0} = 0.12 < 1.0$$

Zginanie ze ściskaniem (19.1 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=8.10\text{m}$; Kombinacja: $\min N (-0,+1,+K2,+3,+K4,+10,)$

Wyznaczenie współczynników interakcji (metoda 2, Załącznik B):

$$C_{my} = \max(0.1(1 - \psi) - 0.8\alpha_s, 0.4) = \max(0.1(1 + 0.526) + 0.8 \cdot 0.036, 0.4) = 0.400$$

$$C_{mz} = \max(0.6 + 0.4\psi, 0.4) = \max(0.6 + 0.4 \cdot 1.000, 0.4) = 1.000$$

$$C_{mLT} = C_{my} = 0.400$$

$$k_{yy} = \left[C_{my} \left(1 + \min(\bar{\chi}_y - 0.2, 0.8) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}/\gamma_{M1}} \right) \right]$$

$$k_{yy} = \left[0.400 \left(1 + \min(0.433 - 0.2, 0.8) \frac{26.8}{0.913 \cdot 1807.3/1.0} \right) \right] = 0.402$$

$$k_{zz} = \left[C_{mz} \left(1 + \min(2\bar{\chi}_z - 0.6, 1.4) \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}/\gamma_{M1}} \right) \right]$$

$$k_{zz} = \left[1.000 \left(1 + \min(2 \cdot 1.437 - 0.6, 1.4) \frac{26.8}{0.336 \cdot 1807.3/1.0} \right) \right] = 1.062$$

$$k_{yz} = 0.6k_{zz} = 0.6 \cdot 1.062 = 0.637$$

$$k_{zy} = 0.6k_{yy} = 0.6 \cdot 0.402 = 0.241$$

Warunki nośności dla elementu zginanego i ściskanego (klasa 2):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = 0.19 < 1.0$$

$$\frac{26.8}{0.913 \cdot 1807.3} + 0.402 \frac{49.5 + 0.0}{0.655 \cdot 174.1} + 0.637 \frac{0.000 + 0.000}{82.7} = 0.19 < 1.0$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_{z,N_{Rk}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{1T} M_{y,Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = 0.15 < 1.0$$

$$\frac{26.8}{0.336 \cdot 180.7} + 0.241 \frac{49.5 + 0.0}{0.655 \cdot 174.1} + 1.062 \frac{0.000 + 0.000}{82.7} = 0.15 < 1.0$$

Środek pod obciążeniem skupionym (8.3 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=8.10m$; Kombinacja: max $M_x (+0,-1,-3,+7,)$

Dane dla najbardziej wyężonego środka [mm]: $t_w = 7.5$, $h_w = 206.0$, $t_f = 12.0$, $b_f = 180.0$

Parametr niestateczności:

$$k_F = 6 + 2 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 = 6 + 2 \left(\frac{206.0}{500.0} \right)^2 = 6.339$$

Efektywna szerokość strefy obciążenia:

$$l_y = \min[S_s + 2t_f(1 + \sqrt{m_1 + m_2}), a] = \min[20.0 + 2 \cdot 12.0(1 + \sqrt{24.0 + 0.0}), 500.0] = 161.6mm$$

Efektywny wymiar środka przy obciążeniu skupionym:

$$\bar{\lambda}_F = \sqrt{\frac{l_y t_w t_{yw}}{0.9 k_F E t_w^3 / h_w}} = \sqrt{\frac{161.6 \cdot 7.5 \cdot 235.0}{0.9 \cdot 6.339 \cdot 210000 \cdot 0.0 \cdot 7.5^3 / 206.0}} = 0.341$$

$$\chi_F = \min \left[\frac{0.5}{\bar{\lambda}_F}, 1.0 \right] = \min \left[\frac{0.5}{0.341}, 1.0 \right] = 1.000$$

$$L_{eff} = \chi_F l_y = 1.000 \cdot 161.6 = 161.6mm$$

Nośność obliczeniowa środka:

$$F_{Rd} = \frac{f_{yw} L_{eff} t_w}{\gamma_{M1}} = \frac{235.0 \cdot 161.6 \cdot 7.5}{1.0} 1e-3 = 284.8kN > 23.6kN = F_{Ed}$$

Ugięcia (38.1 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00m$; Kombinacja: ext U (0,1,3,7,)

Premieszczenie w płaszczyźnie układu: $u_z = |20.6|mm < 54.0mm = u_{z,lim}$

Premieszczenie prostopadłe do pł. układu: $u_y = |-0.0|mm < 54.0mm = u_{y,lim}$

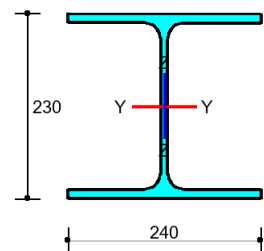
Uwaga! Przy obliczaniu ugięć nie wzięto pod uwagę ewentualnego efektu szerokiego pasa.

Śłup Ss2 - Element stalowy [PN-EN 1993-1-1]

Informacje o elemencie

Węzły: 12 ($x=3.200m$, $y=3.224m$); 14 ($x=5.400m$, $y=3.339m$)

Profil: hea200 (S 235)



Wyniki dla elementu

Całkowite wyężenie elementu: 17%

Rozciąganie: 1 %

Ściskanie: 0 %

Zginanie: 17 %

Zginanie z siłą podłużną: 17 %

Zginanie ze ściskaniem: 10 %

Ścinanie: 6 %

Środek pod obciążeniem skupionym: 8 %

Smukłość: 0 %

Ugięcia: 10 %

Wyniki w punktach charakterystycznych

Nr	Rzędna	Obwiednia	Warunek	Wytężenie
0	0.000	min Mx	Zginanie z siłą podłużną	17.2 %
1	0.000	ext U	Ugięcia	5.1 %
2	0.000	min Ty	Zginanie z siłą podłużną	12.5 %
3	0.000	max N	Zginanie z siłą podłużną	12.5 %
4	0.000	max Ty	Zginanie z siłą podłużną	17.2 %
5	0.000	min N	Zginanie z siłą podłużną	8.9 %
6	0.000	max Mx	Zginanie z siłą podłużną	12.5 %
7	0.250	min Mx	Zginanie z siłą podłużną	12.4 %
8	0.250	ext U	Ugięcia	7.6 %
9	0.250	min Ty	Zginanie z siłą podłużną	8.2 %
10	0.250	max N	Zginanie z siłą podłużną	8.2 %
11	0.250	max Ty	Zginanie z siłą podłużną	12.4 %
12	0.250	min N	Zginanie z siłą podłużną	9.6 %
13	0.250	max Mx	Zginanie z siłą podłużną	9.6 %
14	0.500	min Mx	Zginanie z siłą podłużną	10.7 %
15	0.500	ext U	Ugięcia	9.4 %
16	0.500	min Ty	Ścinanie	5.9 %
17	0.500	max N	Ścinanie	5.9 %
18	0.500	max Ty	Zginanie z siłą podłużną	7.8 %
19	0.500	min N	Zginanie z siłą podłużną	10.2 %
20	0.500	max Mx	Zginanie z siłą podłużną	10.2 %
21	0.750	min Mx	Zginanie z siłą podłużną	9.1 %
22	0.750	ext U	Ugięcia	10.3 %
23	0.750	min Ty	Ścinanie	6.0 %
24	0.750	max N	Ścinanie	6.0 %
25	0.750	max Ty	Ścinanie	5.8 %
26	0.750	min N	Zginanie z siłą podłużną	10.6 %
27	0.750	max Mx	Zginanie z siłą podłużną	10.6 %
28	1.000	min Mx	Zginanie z siłą podłużną	7.6 %
29	1.000	ext U	Ugięcia	10.3 %
30	1.000	min Ty	Środek pod obciążeniem skupionym	8.4 %
31	1.000	max N	Środek pod obciążeniem skupionym	8.4 %
32	1.000	max Ty	Ścinanie	5.6 %
33	1.000	min N	Zginanie z siłą podłużną	10.8 %
34	1.000	max Mx	Zginanie z siłą podłużną	10.8 %

Wyniki szczegółowe

Rozciąganie (0.9 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=2.20m$; Kombinacja: max N (+0,-1,-3,+11,)

Pole przekroju: $A_{brutto} = 76.91 \text{ cm}^2$

Nośność elementu rozciąganego (6.2.3):

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{76.91 \cdot 23.5}{1.00} = 1807.3 \text{ kN} > 16.6 \text{ kN} = N$$

Długość wyboczeniowa

Współczynniki długości wyboczeniowej przyjęto na podstawie ENV 1993-1-1:1992 (załącznik E):

– w pł. układu: $\eta_1 = 0.648$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_y = 0.868$ oraz $l_{0,y} = 2.2m$

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_z = 1.000$ oraz $l_{0,z} = 2.2m$

Wyboczenie skrętne: $\mu_\omega = 1.000$ oraz $l_{0,\omega} = 2.2m$

Uwaga! Przy obliczaniu współczynnika długości wyboczeniowej założono, że elementy belkowe dochodzące do słupa pracują w

zakresie sprężystym oraz są nieznacznie obciążone osiowo.

Siły krytyczne

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 E I_y}{(\mu_y L)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 7769.6 \text{ cm}^4}{(0.868 \cdot 2.2 \text{ m})^2} = 44017.7 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 E I_z}{(\mu_z L)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 2768.9 \text{ cm}^4}{(1.000 \cdot 2.2 \text{ m})^2} = 11824.8 \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_z^2} \left[\frac{\pi^2 E I_{\omega}}{(\mu_{\omega} L)^2} + G J_T \right]$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{11.7^2} \left[\frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 330354.8 \text{ cm}^6}{(1.000 \cdot 2.2 \text{ m})^2} + 80769.0 \text{ MPa} \cdot 29.8 \text{ cm}^4 \right] = 12050.4 \text{ kN}$$

$$N_{cr,TF} = \frac{(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{(N_{cr,y} + N_{cr,T})^2 - 4 N_{cr,y} N_{cr,T} (1 - \mu_z^2 / i_z^2)}}{2(1 - \mu_z^2 / i_z^2)} = \frac{(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{R}}{2(1 - \mu_z^2 / i_z^2)}$$

$$R = (11824.8 + 12050.4)^2 - 4 \cdot 11824.8 \cdot 12050.4 (1 - 1.000 \cdot -0.0^2 / 11.706^2) = 50911.5 \text{ kN}$$

$$N_{TF,yz} = \frac{(11824.8 + 12050.4) - \sqrt{50911.5}}{2(1 - 1.000 \cdot -0.0^2 / 11.706^2)} = 11824.8 \text{ kN}$$

Moment krytyczny

Moment krytyczny został wyliczony zgodnie z zał. F do ENV 1993-1-1:1992.

Wsp. długości wyboczeniowej: $\mu_z, M_{cr} = 1.00$, $\mu_{\omega}, M_{cr} = 1.00$ (tylko do obliczeń M_{cr})

Współczynniki ze względu na podparcie i obciążenie: $C_1 = 1.13$, $C_2 = 0.46$, $C_3 = 0.53$

Współrzędna przyłożonego obciążenia względem środka ciężkości: $z_a = 11.5 \text{ cm}$

Współrzędna środka ścinania: $z_s = 0.0 \text{ cm}$

$$z_j = z_s - 0.5 \int_A (y^2 + z^2) z dA / I_y = 0.0 + 0.5 \cdot 0.00 = 0.0$$

$$N_{cr,z} = \pi^2 E I_z / (\mu_z M_{cr} L)^2 = \pi^2 210000.0 \cdot 2768.9 / (1.00 \cdot 220.3)^2 = 11824.8 \text{ kN}$$

$$M_{cr} = C_1 N_{cr,z} \left\{ \left[\left(\frac{\mu_z M_{cr}}{\mu_{\omega}, M_{cr}} \right)^2 \frac{I_{\omega}}{I_z} + \frac{G J_T}{N_{cr,z}} + V \right]^{0.5} - V \right\}$$

$$V = C_2 (z_a - z_s) - C_3 z_j = 0.46 (11.5 - 0.0) - 0.53 \cdot 0.0 = 5.28$$

$$M_{cr} = 1e - 2 \cdot 1.13 \cdot 11824.8 \left\{ \left[\left(\frac{1.00}{1.00} \right)^2 \frac{330354.8}{2768.9} + \frac{8076.9 \cdot 29.8}{11824.8} + 5.28 \right]^{0.5} - 5.28 \right\} = 1025.88 \text{ kNm}$$

Ściskanie (0.3 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00\text{m}$; Kombinacja: $\min N (-0,+1,+K2,+3,+K4,+9)$

Pole przekroju (klasa 2): $A = A_{brutto} = 76.9 \text{ cm}^2$

$$\text{Nośność obliczeniowa przekroju: } N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{76.9 \cdot 23.5}{1.0} = 1807.3 \text{ kN}$$

Współczynniki wyboczeniowe (Tablica 11):

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,y}} = 1807.3 / 44017.7 = 0.203 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \chi_y (\bar{\lambda}_y) = 0.999 \text{ (giętne x-x)}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,z}} = 1807.3 / 11824.8 = 0.391 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_z (\bar{\lambda}_z) = 0.902 \text{ (giętne y-y)}$$

$$\bar{\lambda}_x = \sqrt{N_{Rc} / N_{cr,x}} = 1807.3 / 12050.4 = 0.387 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_x (\bar{\lambda}_x) = 0.904 \text{ (skrętne)}$$

$$\bar{\lambda}_{zx} = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,zx}} = 1807.3 / 11824.8 = 0.391 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_{zx} (\bar{\lambda}_{zx}) = 0.902 \text{ (giętno-skrętne)}$$

Przyjęto do obliczeń: $\chi = \min(\chi_i) = 0.902$

Warunek nośności (stateczności) elementu ściskanego:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.902 \cdot 76.9 \cdot 23.5}{1.0} = 1630.4 \text{ kN} > 5.5 \text{ kN} = N_{Ed}$$

Ścinanie (6.4 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00\text{m}$; Kombinacja: $\max T_y (+0,+1,+K2,+3,+K4,+10)$

Ścinanie po kierunku osi głównej Z-Z

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,z} = 15.5 \text{ cm}^2$

Warunek stateczności: $h_{w,z} / t_z = 27.5 < 60.0 = 72 \varepsilon / \eta$

Warunek nośności plastycznej:

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{v,z} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{15.5 \cdot 23.5}{\sqrt{3} \cdot 1.0} = 209.6 \text{ kN} > 13.4 \text{ kN} = V_{Ed,z}$$

Ścinanie po kierunku osi głównej Y-Y

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,y} = 55.8 \text{ cm}^2$

Warunek nośności plastycznej:

$$V_{pl,Rd,y} = \frac{A_{v,y} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{55.8 \cdot 23.5}{\sqrt{3} \cdot 1.0} = 757.1 \text{ kN} > 0.0 \text{ kN} = V_{Ed,y}$$

Zginanie (17.0 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00\text{m}$; Kombinacja: $\max T_y (+0,+1,+K2,+3,+K4,+10,)$

Zginanie względem osi głównej Y-Y

Uwzględniono efekt szerokiego pasa zgodnie z EN1993-1-5 p.3.3. Przy sprawdzaniu nośności przyjęto stan sprężysty (bez względu na klasę przekroju, również w drugim kierunku) z ew. uwzględnieniem niestateczności lokalnej.

Pas górny - strona lewa:

$$\kappa = b_0/L_e = 120.0/2203.0 = 0.054 \rightarrow \beta = \beta_1 = 1/(1 + 6.4 \kappa^2) = 1/(1.019) = 0.981$$

$$A_{eff} = \max(A_{c,eff} \beta^K, A_{c,eff} \beta) = \max(1440 \cdot 0.981^{0.054}, 1440 \cdot 0.981) = 1439 \text{ mm}^2$$

Pas górny - strona prawa:

$$\kappa = b_0/L_e = 120.0/2203.0 = 0.054 \rightarrow \beta = \beta_1 = 1/(1 + 6.4 \kappa^2) = 1/(1.019) = 0.981$$

$$A_{eff} = \max(A_{c,eff} \beta^K, A_{c,eff} \beta) = \max(1440 \cdot 0.981^{0.054}, 1440 \cdot 0.981) = 1439 \text{ mm}^2$$

Pas dolny - strona lewa:

$$\kappa = b_0/L_e = 120.0/2203.0 = 0.054 \rightarrow \beta = \beta_1 = 1/(1 + 6.4 \kappa^2) = 1/(1.019) = 0.981$$

$$A_{eff} = \max(A_{c,eff} \beta^K, A_{c,eff} \beta) = \max(1440 \cdot 0.981^{0.054}, 1440 \cdot 0.981) = 1439 \text{ mm}^2$$

Pas dolny - strona prawa:

$$\kappa = b_0/L_e = 120.0/2203.0 = 0.054 \rightarrow \beta = \beta_1 = 1/(1 + 6.4 \kappa^2) = 1/(1.019) = 0.981$$

$$A_{eff} = \max(A_{c,eff} \beta^K, A_{c,eff} \beta) = \max(1440 \cdot 0.981^{0.054}, 1440 \cdot 0.981) = 1439 \text{ mm}^2$$

Wsp. zwiczenia:

$$\lambda_{LT} = \min \left[\sqrt{\frac{W_{eff,y} f_y}{M_{cr}}}, 3.0 \right] = \min \left[\sqrt{\frac{651.4 \cdot 23.5 \cdot 1e-2}{1025.98}}, 3.0 \right] = 0.386 \rightarrow \chi_{LT}(\lambda_{LT}, \alpha_{LT}) = 1.000$$

$$\alpha_{LT} = 0.340$$

Nośność obliczeniowa z uwzględnieniem zwiczenia (przekrój efektywny - efekt szerokiego pasa):

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} \frac{W_{eff,y} f_y}{\gamma_{M1}} = 1.000 \frac{651.4 \cdot 23.5}{1.0} 1e-2 = 153.1 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{b,Rd,y}} = \frac{26.0}{153.1} = 0.17 < 1.0$$

Zginanie względem osi głównej Z-Z

Nośność obliczeniowa przekroju (klasa 2):

$$M_{c,Rd,z} = M_{eff,Rd,z} = \frac{W_{eff,z} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{230.5 \cdot 23.5}{1.0} 1e-2 = 54.2 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,z}}{M_{c,Rd,z}} = \frac{0.0}{54.2} = 0.00 < 1.0$$

Zginanie z siłą podłużną (17.2 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00\text{m}$; Kombinacja: $\max T_y (+0,+1,+K2,+3,+K4,+10,)$

Naprężenia normalne w przekroju efektywnym z uwzględnieniem ew. wpływu siły poprzecznej:

$$\sigma_{x,Ed,eff} = \frac{N_{Ed}}{A_{eff}} + \frac{M_{Ed,y} + N_{Ed} e_{Ny}}{I_{y,eff}} z_{eff} + \frac{M_{Ed,z} + N_{Ed} e_{Nz}}{I_{z,eff}} y_{eff}$$

$$\sigma_{x,Ed,eff} = -\frac{3.5}{74.0} - \frac{26.0 \cdot 1e2 + 3.5 \cdot 0.000}{7490.9} 11.5 - \frac{0.0 \cdot 1e2 + 3.5 \cdot 0.000}{2765.6} 12.0 = -4.0 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{x,Ed,eff} = |-40.4| < 235.0 = \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

Dodatkowy warunek nośności (6.44) z uwzględnieniem ew. wpływu siły poprzecznej:

$$\frac{N_{Ed}}{A_{eff} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{W_{eff,y, \min} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{W_{eff,z, \min} f_y / \gamma_{M0}} < 1.0$$

$$\frac{-3.5}{74.0 \cdot 23.5 / 1.0} + \frac{26.0 + -3.5 \cdot 0.000}{651.4 \cdot 10e-6 \cdot 23.5 \cdot 10e4 / 1.0} + \frac{0.0 + -3.5 \cdot 0.000}{230.5 \cdot 1e-6 \cdot 23.5 \cdot 1e4 / 1.0} = 0.172 < 1.0$$

Zginanie ze ściskaniem (10.3 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=2.20m$; Kombinacja: $\max M_x (+0,+1,+K2,+3,+K4,+9,)$

Wyznaczenie współczynników interakcji (metoda 2, Załącznik B):

$$C_{my} = \max(0.2 + 0.8\alpha_s, 0.4) = \max(0.2 + 0.8 \cdot 0.936, 0.4) = 0.949$$

$$C_{mz} = \max(0.6 + 0.4\psi, 0.4) = \max(0.6 + 0.4 \cdot 1.000, 0.4) = 1.000$$

$$C_{mLT} = C_{my} = 0.949$$

$$k_{yy} = \left[C_{my} \left(1 + 0.6 \min(\bar{\lambda}_y, 1) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / Y_{M1}} \right) \right]$$

$$k_{yy} = \left[0.949 \left(1 + 0.6 \min(0.203, 1) \frac{5.5}{0.999 \cdot 1807.3 / 1.0} \right) \right] = 0.950$$

$$k_{zz} = \left[C_{mz} \left(1 + 0.6 \min(\bar{\lambda}_z, 1) \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / Y_{M1}} \right) \right]$$

$$k_{zz} = \left[1.000 \left(1 + 0.6 \min(0.391, 1) \frac{5.5}{0.902 \cdot 1807.3 / 1.0} \right) \right] = 1.002$$

$$k_{yz} = k_{zz} = 1.002$$

$$k_{zy} = 0.8k_{yy} = 0.8 \cdot 0.950 = 0.760$$

Warunki nośności dla elementu zginanego i ściskanego (klasa 2):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / Y_{M1}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / Y_{M1}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / Y_{M1}} = 0.10 < 1.0$$

$$\frac{5.5}{0.999 \cdot 1807.3 / 1.0} + 0.950 \frac{16.1 + 0.0}{1.000 \cdot 153.1 / 1.0} + 1.002 \frac{0.000 + 0.000}{54.2 / 1.0} = 0.10 < 1.0$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / Y_{M1}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / Y_{M1}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / Y_{M1}} = 0.08 < 1.0$$

$$\frac{5.5}{0.902 \cdot 1807.3 / 1.0} + 0.760 \frac{16.1 + 0.0}{1.000 \cdot 153.1 / 1.0} + 1.002 \frac{0.000 + 0.000}{54.2 / 1.0} = 0.08 < 1.0$$

Środek pod obciążeniem skupionym (8.4 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=2.20m$; Kombinacja: $\max N (+0,-1,-3,+11,)$

Dane dla najbardziej wyciężonego środka [mm]: $t_w = 7.5$, $h_w = 206.0$, $t_f = 12.0$, $b_f = 180.0$

Parametr niestateczności:

$$k_F = 6 + 2 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 = 6 + 2 \left(\frac{206.0}{500.0} \right)^2 = 6.339$$

Efektywna szerokość strefy obciążenia:

$$l_y = \min[S_s + 2t_f(1 + \sqrt{m_1 + m_2}), a] = \min[20.0 + 2 \cdot 12.0(1 + \sqrt{24.0 + 0.0}), 500.0] = 161.6mm$$

Efektywny wymiar środka przy obciążeniu skupionym:

$$\bar{\lambda}_F = \sqrt{\frac{l_y t_w f_{yw}}{0.9 k_F E t_w^3 / h_w}} = \sqrt{\frac{161.6 \cdot 7.5 \cdot 235.0}{0.9 \cdot 6.339 \cdot 210000.0 \cdot 7.5^3 / 206.0}} = 0.341$$

$$\chi_F = \min \left[\frac{0.5}{\bar{\lambda}_F}, 1.0 \right] = \min \left[\frac{0.5}{0.341}, 1.0 \right] = 1.000$$

$$L_{eff} = \chi_F l_y = 1.000 \cdot 161.6 = 161.6mm$$

Nośność obliczeniowa środka:

$$F_{Rd} = \frac{f_{yw} L_{eff} t_w}{Y_{M1}} = \frac{235.0 \cdot 161.6 \cdot 7.5}{1.0} \cdot 1e-3 = 284.8kN > 23.8kN = F_{Ed}$$

Ugięcia (10.3 %)

Przekrój: $x/L=0.750$, $L=1.65m$; Kombinacja: $\max U (0,1,K2,3,K4,9,)$

Premieszczenie w płaszczyźnie układu: $u_z = |-2.3|mm < 22.0mm = u_{z,lim.}$

Premieszczenie prostopadłe do pł. układu: $u_y = |0.0|mm < 22.0mm = u_{y,lim.}$

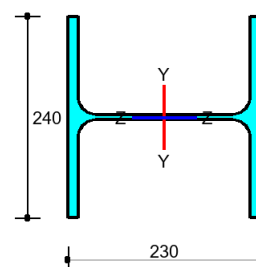
Uwaga! Przy obliczaniu ugięć nie wzięto pod uwagę ewentualnego efektu szerokiego pasa.

Informacje o elemencie

Nazwa/Opis: element nr 17 (belka) - Brak opisu elementu.

Węzły: 2 (x=12.000m, y=1.825m); 1 (x=12.000m, y=-4.877m)

Profil: hea200 obrócony (S 235)



Wyniki dla elementu

Całkowite wyężenie elementu: 43%

Rozciąganie: 2 %

Ściskanie: 5 %

Zginanie: 11 %

Zginanie z siłą podłużną: 11 %

Zginanie ze ściskaniem: 8 %

Ścinanie: 0 %

Środek pod obciążeniem skupionym: 0 %

Smukłość: 0 %

Ugięcia: 43 %

Wyniki w punktach charakterystycznych

Nr	Rzędna	Obwiednia	Warunek	Wyężenie
0	0.000	min Mx	Zginanie z siłą podłużną	10.4 %
1	0.000	ext U	Ugięcia	42.7 %
2	0.000	min Ty	Zginanie z siłą podłużną	10.6 %
3	0.000	max N	Rozciąganie	2.2 %
4	0.000	max Ty	Zginanie z siłą podłużną	10.4 %
5	0.000	min N	Zginanie ze ściskaniem	8.0 %
6	0.000	max Mx	Zginanie z siłą podłużną	10.6 %
7	0.250	min Mx	Zginanie z siłą podłużną	7.8 %
8	0.250	ext U	Ugięcia	37.5 %
9	0.250	min Ty	Zginanie z siłą podłużną	8.0 %
10	0.250	max N	Rozciąganie	2.1 %
11	0.250	max Ty	Zginanie z siłą podłużną	7.8 %
12	0.250	min N	Zginanie ze ściskaniem	7.2 %
13	0.250	max Mx	Zginanie z siłą podłużną	8.0 %
14	0.500	min Mx	Zginanie z siłą podłużną	5.2 %
15	0.500	ext U	Ugięcia	27.7 %
16	0.500	min Ty	Zginanie z siłą podłużną	5.3 %
17	0.500	max N	Rozciąganie	2.1 %
18	0.500	max Ty	Zginanie z siłą podłużną	5.2 %
19	0.500	min N	Zginanie ze ściskaniem	6.3 %
20	0.500	max Mx	Zginanie z siłą podłużną	5.3 %
21	0.750	min Mx	Zginanie z siłą podłużną	2.6 %
22	0.750	ext U	Ugięcia	14.6 %
23	0.750	min Ty	Zginanie z siłą podłużną	2.7 %
24	0.750	max N	Rozciąganie	2.0 %
25	0.750	max Ty	Zginanie z siłą podłużną	2.6 %
26	0.750	min N	Zginanie ze ściskaniem	5.4 %
27	0.750	max Mx	Zginanie z siłą podłużną	2.7 %
28	1.000	min Mx	Ściskanie	1.1 %

29	1.000	ext U	Ugięcia	0.0 %
30	1.000	min Ty	Ściskanie	0.8 %
31	1.000	max N	Rozciąganie	2.0 %
32	1.000	max Ty	Środek pod obciążeniem skupionym	0.4 %
33	1.000	min N	Ściskanie	4.5 %
34	1.000	max Mx	Ściskanie	3.0 %

Wyniki szczegółowe

Rozciąganie (2.2 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00m$; Kombinacja: $\max N (+0,-1,-3,+11,)$

Pole przekroju: $A_{brutto} = 76.91 \text{ cm}^2$

Nośność elementu rozciąganego (6.2.3):

$$N_{pl,Rd} = \frac{A_{fy}}{Y_{Mo}} = \frac{76.91 \cdot 23.5}{1.00} = 1807.3 \text{ kN} > 39.4 \text{ kN} = N$$

Długość wyboczeniowa

Współczynniki długości wyboczeniowej przyjęto na podstawie ENV 1993-1-1:1992 (załącznik E):

– w pł. układu: $\eta_1 = 0.501$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_y = 0.820$ oraz $l_{0,y} = 6.7m$

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_z = 1.000$ oraz $l_{0,z} = 6.7m$

Wyboczenie skrętne: $\mu_\omega = 1.000$ oraz $l_{0,\omega} = 6.7m$

Uwaga! Przy obliczaniu współczynnika długości wyboczeniowej założono, że elementy belkowe dochodzące do słupa pracują w zakresie sprężystym oraz są nieznacznie obciążone osiowo.

Siły krytyczne

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 E I_y}{(\mu_y l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 7769.6 \text{ cm}^4}{(1.000 \cdot 6.7m)^2} = 3586.0 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 E I_z}{(\mu_z l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 2768.9 \text{ cm}^4}{(0.820 \cdot 6.7m)^2} = 1899.8 \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_z^2} \left[\frac{\pi^2 E I_\omega}{(\mu_\omega l)^2} + G J_T \right]$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{11.7^2} \left[\frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 330354.8 \text{ cm}^6}{(1.000 \cdot 6.7m)^2} + 80769.0 \text{ MPa} \cdot 29.8 \text{ cm}^4 \right] = 2867.8 \text{ kN}$$

$$N_{cr,TF} = \frac{(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{(N_{cr,y} + N_{cr,T})^2 - 4 N_{cr,y} N_{cr,T} (1 - \mu_z^2 / i_z^2)}}{2(1 - \mu_z^2 / i_z^2)} = \frac{(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{R}}{2(1 - \mu_z^2 / i_z^2)}$$

$$R = (1899.8 + 2867.8)^2 - 4 \cdot 1899.8 \cdot 2867.8 (1 - 1.000 \cdot -0.0^2 / 11.706^2) = 937032.9 \text{ kN}$$

$$N_{TF,yz} = \frac{(1899.8 + 2867.8) - \sqrt{937032.9}}{2(1 - 1.000 \cdot -0.0^2 / 11.706^2)} = 1899.8 \text{ kN}$$

Moment krytyczny

Moment krytyczny został wyliczony zgodnie z zał. F do ENV 1993-1-1:1992.

Wsp. długości wyboczeniowej: $\mu_{z,Mcr} = 1.00$, $\mu_{\omega,Mcr} = 1.00$ (tylko do obliczeń M_{cr})

Współczynniki ze względu na podparcie i obciążenie: $C_1 = 1.13$, $C_2 = 0.46$, $C_3 = 0.53$

Współrzędna przyłożonego obciążenia względem środka ciężkości: $z_a = 11.5 \text{ cm}$

Współrzędna środka ścinania: $z_s = 0.0 \text{ cm}$

$$z_j = z_s - 0.5 \int_A (y^2 + z^2) z dA / I_y = 0.0 + 0.5 \cdot 0.00 = 0.0$$

$$N_{cr,z} = \pi^2 E I_z / (\mu_{z,Mcr} L)^2 = \pi^2 \cdot 210000.0 \cdot 2768.9 / (1.00 \cdot 670.1)^2 = 1278.0 \text{ kN}$$

$$M_{cr} = C_1 N_{cr,z} \left\{ \left[\left(\frac{\mu_{z,Mcr}}{\mu_{\omega,Mcr}} \right)^2 \frac{I_\omega}{I_z} + \frac{G J_T}{N_{cr,z}} + V \right]^{0.5} - V \right\}$$

$$V = C_2 (z_a - z_s) - C_3 z_j = 0.46(11.5 - 0.0) - 0.53 \cdot 0.0 = 5.28$$

$$M_{cr} = 1e - 2 \cdot 1.13 \cdot 1278.0 \left\{ \left[\left(\frac{1.00}{1.00} \right)^2 \frac{330354.8}{2768.9} + \frac{8076.9 \cdot 29.8}{1278.0} + 5.28 \right]^{0.5} - 5.28 \right\} = 188.56 \text{ kNm}$$

Ściskanie (4.5 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=6.70m$; Kombinacja: $\min N (-0,+1,+K2,+3,+4,+K10,)$

Pole przekroju (klasa 2): $A = A_{brutto} = 76.9cm^2$

Nośność obliczeniowa przekroju: $N_{c,Rd} = \frac{Af_y}{\gamma_{M0}} = \frac{76.9 \cdot 23.5}{1.0} = 1807.3kN$

Współczynniki wyboczeniowe (Tablica 11):

$\bar{\lambda}_y = \sqrt{N_{c,Rd}/N_{cr,y}} = 1807.3/3586.0 = 0.710 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \chi_y(\bar{\lambda}_y) = 0.778$ (giętne x-x)

$\bar{\lambda}_z = \sqrt{N_{c,Rd}/N_{cr,z}} = 1807.3/1899.8 = 0.975 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_z(\bar{\lambda}_z) = 0.554$ (giętne y-y)

$\bar{\lambda}_x = \sqrt{N_{Rc}/N_{cr,x}} = 1807.3/2867.8 = 0.794 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_x(\bar{\lambda}_x) = 0.666$ (skrętne)

$\bar{\lambda}_{zx} = \sqrt{N_{c,Rd}/N_{cr,zx}} = 1807.3/1899.8 = 0.975 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_{zx}(\bar{\lambda}_{zx}) = 0.554$ (giętno-skrętne)

Przyjęto do obliczeń: $\chi = \min(\chi_i) = 0.554$

Warunek nośności (stateczności) elementu ściskanego:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi Af_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.554 \cdot 76.9 \cdot 23.5}{1.0} = 1001.9kN > 45.2kN = N_{Ed}$$

Ścinanie (0.2 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=6.70m$; Kombinacja: $\min T_y (-0,+1,-3,+8,)$

Ścinanie po kierunku osi głównej Z-Z

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,z} = 15.5cm^2$

Warunek stateczności: $h_{w,z}/t_z = 27.5 < 60.0 = 72 \epsilon/\eta$

Warunek nośności plastycznej:

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{v,z} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{15.5 \cdot 23.5}{\sqrt{3} \cdot 1.0} = 209.6kN > 0.0kN = V_{Ed,z}$$

Ścinanie po kierunku osi głównej Y-Y

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,y} = 55.8cm^2$

Warunek nośności plastycznej:

$$V_{pl,Rd,y} = \frac{A_{v,y} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{55.8 \cdot 23.5}{\sqrt{3} \cdot 1.0} = 757.1kN > 1.3kN = V_{Ed,y}$$

Zginanie (10.6 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00m$; Kombinacja: $\max M_x (+0,+1,-3,+8,)$

Zginanie względem osi głównej Y-Y

Wsp. zwichrzenia:

$$\lambda_{LT} = \min \left[\sqrt{\frac{W_{pl,y} f_y}{M_{cr}}}, 3.0 \right] = \min \left[\sqrt{\frac{740.7 \cdot 23.5 \cdot 1e-2}{189.56}}, 3.0 \right] = 0.961 \rightarrow \chi_{LT}(\lambda_{LT}, \alpha_{LT}) = 0.724$$

$$\alpha_{LT} = 0.340$$

Nośność obliczeniowa z uwzględnieniem zwichrzenia (klasa 2):

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M1}} = 0.724 \frac{740.7 \cdot 23.5}{1.0} 1e-2 = 125.9kNm$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{b,Rd,y}} = \frac{0.0}{125.9} = 0.00 < 1.0$$

Zginanie względem osi głównej Z-Z

Nośność obliczeniowa przekroju (klasa 2):

$$M_{c,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{351.9 \cdot 23.5}{1.0} 1e-2 = 82.7kNm$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,z}}{M_{pl,Rd,z}} = \frac{8.8}{82.7} = 0.11 < 1.0$$

Zginanie z siłą podłużną (10.6 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00m$; Kombinacja: $\max M_x (+0,+1,-3,+8,)$

Zredukowana nośność plastyczna przy zginaniu względem Y-Y z siłą podłużną

$$n = N_{Ed}/N_{pl,Rd} = 2.2/1807.3 = 0.001$$

$$a_y = \min[(A - 2A_{bt,y})/A, 0.5] = \min[(76.9 - 2 \cdot 28.8)/76.9, 0.5] = 0.251$$

$$M_{N,y,Rd} = \min \left[M_{pl,y,Rd} \frac{(1-n)}{(1-0.5a_y)}, M_{pl,y,Rd} \right] = \min \left[174.1 \frac{(1-0.001)}{(1-0.5 \cdot 0.251)}, 174.1 \right] = 174.1kNm$$

Zredukowana nośność plastyczna przy zginaniu względem Z-Z z siłą podłużną

$$a_z = \min[(A - 2A_{bt,z})/A, 0.5] = \min[(76.9 - 2 \cdot 28.8)/76.9, 0.5] = 0.251$$

$$n \leq a_z \rightarrow M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} = 82.7 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (klasa 1 i 2) z uwzględnieniem ew. wpływu siły poprzecznej:

$$\alpha = 2.0, \beta = \max(5n, 1.0) = 1.0$$

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta = \left[\frac{0.0}{174.1} \right]^{2.0} + \left[\frac{8.8}{82.7} \right]^{1.0} = 0.11 < 1.0$$

Zginanie ze ściskaniem (8.0 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00\text{m}$; Kombinacja: $\min N (-0,+1,+K2,+3,+4,+K10,)$

Wyznaczenie współczynników interakcji (metoda 2, Załącznik B):

$$C_{my} = \max(0.6 + 0.4\psi, 0.4) = \max(0.6 + 0.4 \cdot 1.000, 0.4) = 1.000$$

$$C_{mz} = \max(0.6 + 0.4\psi, 0.4) = \max(0.6 + 0.4 \cdot 0.000, 0.4) = 0.600$$

$$C_{mLT} = C_{my} = 1.000$$

$$k_{yy} = \left[C_{my} \left(1 + \min(\bar{\chi}_y - 0.2, 0.8) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}/Y_{M1}} \right) \right]$$

$$k_{yy} = \left[1.000 \left(1 + \min(0.710 - 0.2, 0.8) \frac{45.2}{0.778 \cdot 1807.3/1.0} \right) \right] = 1.014$$

$$k_{zz} = \left[C_{mz} \left(1 + \min(2\bar{\chi}_z - 0.6, 1.4) \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}/Y_{M1}} \right) \right]$$

$$k_{zz} = \left[0.600 \left(1 + \min(2 \cdot 0.975 - 0.6, 1.4) \frac{45.2}{0.554 \cdot 1807.3/1.0} \right) \right] = 0.632$$

$$k_{yz} = 0.6k_{zz} = 0.6 \cdot 0.632 = 0.379$$

$$k_{zy} = 0.6k_{yy} = 0.6 \cdot 1.014 = 0.609$$

Warunki nośności dla elementu zginanego i ściskanego (klasa 2):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\chi_z N_{Rk}} = 0.05 < 1.0$$

$$\frac{45.2}{0.778 \cdot 1807.3} + 1.014 \frac{0.0 + 0.0}{0.724 \cdot 174.1} + 0.379 \frac{5.317 + 0.000}{82.7} = 0.05 < 1.0$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\chi_z N_{Rk}} = 0.08 < 1.0$$

$$\frac{45.2}{0.554 \cdot 1807.3} + 0.609 \frac{0.0 + 0.0}{0.724 \cdot 174.1} + 0.632 \frac{5.317 + 0.000}{82.7} = 0.08 < 1.0$$

Środek pod obciążeniem skupionym (0.5 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=6.70\text{m}$; Kombinacja: $\min T_y (-0,+1,-3,+8,)$

Dane dla najbardziej wyężonego środka [mm]: $t_w = 7.5$, $h_w = 206.0$, $t_f = 12.0$, $b_f = 180.0$

Parametr niestateczności:

$$k_F = 6 + 2 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 = 6 + 2 \left(\frac{206.0}{500.0} \right)^2 = 6.339$$

Efektywna szerokość strefy obciążenia:

$$l_y = \min[S_s + 2t_f(1 + \sqrt{m_1 + m_2}), a] = \min[20.0 + 2 \cdot 12.0(1 + \sqrt{24.0 + 0.0}), 500.0] = 161.6 \text{ mm}$$

Efektywny wymiar środka przy obciążeniu skupionym:

$$\bar{\lambda}_F = \sqrt{\frac{l_y t_w f_{yw}}{0.9 k_F E t_w^3 / h_w}} = \sqrt{\frac{161.6 \cdot 7.5 \cdot 235.0}{0.9 \cdot 6.339 \cdot 210000.0 \cdot 7.5^3 / 206.0}} = 0.341$$

$$\chi_F = \min \left[\frac{0.5}{\bar{\lambda}_F}, 1.0 \right] = \min \left[\frac{0.5}{0.341}, 1.0 \right] = 1.000$$

$$L_{eff} = \chi_F l_y = 1.000 \cdot 161.6 = 161.6 \text{ mm}$$

Nośność obliczeniowa środka:

$$F_{Rd} = \frac{f_{yw} L_{eff} t_w}{Y_{M1}} = \frac{235.0 \cdot 161.6 \cdot 7.5}{1.0} 1e-3 = 284.8 \text{ kN} > 1.3 \text{ kN} = F_{Ed}$$

Ugięcia (42.7 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00\text{m}$; Kombinacja: $\text{ext } U (0,1,3,7,)$

Przemieszczenie w płaszczyźnie układu: $u_z = |19.1| \text{ mm} < 44.7 \text{ mm} = u_{z,\text{lim}}$

Przemieszczenie prostopadłe do pł. układu: $u_y = |0.0| \text{ mm} < 44.7 \text{ mm} = u_{y,\text{lim}}$

Uwaga! Przy obliczaniu ugięć nie wzięto pod uwagę ewentualnego efektu szerokiego pasa.

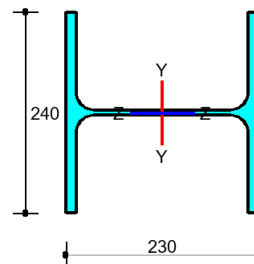
Słup Ss4 - Element stalowy [PN-EN 1993-1-1]

Informacje o elemencie

Nazwa/Opis: element nr 16 (belka) - Brak opisu elementu.

Węzły: 15 (x=7.600m, y=3.454m); 0 (x=7.600m, y=-4.877m)

Profil: hea200 obrócony (S 235)



Wyniki dla elementu

Całkowite wyężenie elementu: 37%

Rozciąganie: 2 %

Ściskanie: 8 %

Zginanie: 0 %

Zginanie z siłą podłużną: 0 %

Zginanie ze ściskaniem: 0 %

Ścinanie: 0 %

Środek pod obciążeniem skupionym: 0 %

Smukłość: 0 %

Ugięcia: 37 %

Wyniki w punktach charakterystycznych

Nr	Rzędna	Obwiednia	Warunek	Wyężenie
0	0.000	min Mx	Ściskanie	1.0 %
1	0.000	ext U	Ugięcia	37.1 %
2	0.000	min Ty	Ściskanie	1.2 %
3	0.000	max N	Rozciąganie	2.2 %
4	0.000	max Ty	Ściskanie	3.9 %
5	0.000	min N	Ściskanie	6.7 %
6	0.000	max Mx	Ściskanie	1.0 %
7	0.250	min Mx	Rozciąganie	0.8 %
8	0.250	ext U	Ugięcia	27.8 %
9	0.250	min Ty	Ściskanie	1.5 %
10	0.250	max N	Rozciąganie	2.2 %
11	0.250	max Ty	Ściskanie	4.1 %
12	0.250	min N	Ściskanie	7.0 %
13	0.250	max Mx	Ściskanie	2.2 %
14	0.500	min Mx	Rozciąganie	0.7 %
15	0.500	ext U	Ugięcia	18.5 %
16	0.500	min Ty	Ściskanie	1.8 %
17	0.500	max N	Rozciąganie	2.1 %
18	0.500	max Ty	Ściskanie	4.4 %
19	0.500	min N	Ściskanie	7.3 %
20	0.500	max Mx	Ściskanie	2.4 %

21	0.750	min Mx	Rozciąganie	0.6 %
22	0.750	ext U	Ugięcia	9.3 %
23	0.750	min Ty	Ściskanie	1.7 %
24	0.750	max N	Rozciąganie	2.0 %
25	0.750	max Ty	Ściskanie	5.0 %
26	0.750	min N	Ściskanie	7.6 %
27	0.750	max Mx	Ściskanie	2.6 %
28	1.000	min Mx	Rozciąganie	0.7 %
29	1.000	ext U	Ugięcia	0.0 %
30	1.000	min Ty	Ściskanie	1.9 %
31	1.000	max N	Rozciąganie	1.9 %
32	1.000	max Ty	Ściskanie	5.2 %
33	1.000	min N	Ściskanie	7.8 %
34	1.000	max Mx	Ściskanie	3.3 %

Wyniki szczegółowe

Rozciąganie (2.2 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00m$; Kombinacja: $\max N (+0,-1,-3,+11,)$

Pole przekroju: $A_{brutto} = 76.91 \text{ cm}^2$

Nośność elementu rozciąganego (6.2.3):

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{Mo}} = \frac{76.91 \cdot 23.5}{1.00} = 1807.3 \text{ kN} > 40.2 \text{ kN} = N$$

Długość wybowoczeniowa

Współczynniki długości wybowoczeniowej przyjęto na podstawie ENV 1993-1-1:1992 (załącznik E):

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_y = 1.000$ oraz $l_{o,y} = 8.3m$

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_z = 1.000$ oraz $l_{o,z} = 8.3m$

Wybowoczenie skrętne: $\mu_\omega = 1.000$ oraz $l_{o,\omega} = 8.3m$

Uwaga! Przy obliczaniu współczynnika długości wybowoczeniowej założono, że elementy belkowe dochodzące do słupa pracują w zakresie sprężystym oraz są nieznacznie obciążone osiowo.

Siły krytyczne

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 E I_y}{(\mu_y l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 7769.6 \text{ cm}^4}{(1.000 \cdot 8.3m)^2} = 2320.4 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 E I_z}{(\mu_z l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 2768.9 \text{ cm}^4}{(1.000 \cdot 8.3m)^2} = 826.9 \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_y^2} \left[\frac{\pi^2 E I_\omega}{(\mu_\omega l)^2} + G J_T \right]$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{11.7^2} \left[\frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 330354.8 \text{ cm}^6}{(1.000 \cdot 8.3m)^2} + 80769.0 \text{ MPa} \cdot 29.8 \text{ cm}^4 \right] = 2475.1 \text{ kN}$$

$$N_{cr,TF} = \frac{(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{(N_{cr,y} + N_{cr,T})^2 - 4 N_{cr,y} N_{cr,T} (1 - \mu_z^2 / i_y^2)}}{2(1 - \mu_z^2 / i_y^2)} = \frac{(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{R}}{2(1 - \mu_z^2 / i_y^2)}$$

$$R = (826.9 + 2475.1)^2 - 4 \cdot 826.9 \cdot 2475.1 (1 - 1.000 \cdot -0.0^2 / 11.706^2) = 2716268.8 \text{ kN}$$

$$N_{TF,yz} = \frac{(826.9 + 2475.1) - \sqrt{2716268.8}}{2(1 - 1.000 \cdot -0.0^2 / 11.706^2)} = 826.9 \text{ kN}$$

Ściskanie (7.8 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=8.33m$; Kombinacja: $\min N (-0,+1,+K2,+3,+4,+K9,)$

Pole przekroju (klasa 2): $A = A_{brutto} = 76.9 \text{ cm}^2$

Nośność obliczeniowa przekroju: $N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{Mo}} = \frac{76.9 \cdot 23.5}{1.0} = 1807.3 \text{ kN}$

Współczynniki wybowoczeniowe (Tablica 11):

$$\chi_y = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,y}} = 1807.3 / 2320.4 = 0.883 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \chi_y (\chi_y) = 0.672 \text{ (giętnie x-x)}$$

$$\chi_z = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,z}} = 1807.3 / 826.9 = 1.478 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_z (\chi_z) = 0.322 \text{ (giętnie y-y)}$$

$$\lambda_x = \sqrt{N_{Rc}/N_{cr,x}} = 1807.3/2475.1 = 0.855 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_x(\lambda_x) = 0.628 \text{ (skrętnie)}$$

$$\lambda_{zx} = \sqrt{N_{c,Rd}/N_{cr,zx}} = 1807.3/826.9 = 1.478 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_{zx}(\lambda_{zx}) = 0.322 \text{ (giętno-skrętne)}$$

Przyjęto do obliczeń: $\chi = \min(\chi_i) = 0.322$

Warunek nośności (stateczności) elementu ściskanego:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.322 \cdot 76.9 \cdot 23.5}{1.0} = 581.3 \text{ kN} > 45.6 \text{ kN} = N_{Ed}$$

Ugięcia (37.1 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00\text{m}$; Kombinacja: ext U (0,1,3,7,)

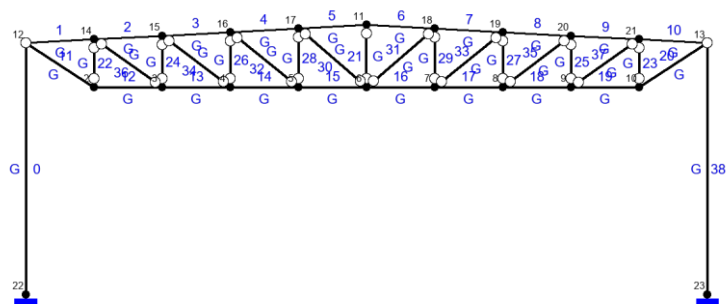
Premieszczenie w płaszczyźnie układu: $u_z = |20.6| \text{ mm} < 55.5 \text{ mm} = u_{z,lim}$

Premieszczenie prostopadłe do pł. układu: $u_y = |0.0| \text{ mm} < 55.5 \text{ mm} = u_{y,lim}$

Uwaga! Przy obliczaniu ugięć nie wzięto pod uwagę ewentualnego efektu szerokiego pasa.

2.3. RAMA W OSIACH „2” I „3”

CHARAKTERYSTYKA ELEMENTÓW PRĘTOWYCH



Podstawowe informacje o prętach układu

Nr	W1	W2	Profil 1	Profil 2	Typ
0	12	22	hea 320	----	pp
1	12	14	hea 200	----	pp
2	14	15	hea 200	----	utw
3	15	16	hea 200	----	utw
4	16	17	hea 200	----	utw
5	17	11	hea 200	----	utw
6	11	18	hea 200	----	utw
7	18	19	hea 200	----	utw
8	19	20	hea 200	----	utw
9	20	21	hea 200	----	utw
10	21	13	hea 200	----	pk
11	12	2	hea180	----	pp
12	2	3	hea180	----	utw

13	3	4	hea180	----	utw
14	4	5	hea180	----	utw
15	5	6	hea180	----	utw
16	6	7	hea180	----	utw
17	7	8	hea180	----	utw
18	8	9	hea180	----	utw
19	9	10	hea180	----	utw
20	10	13	hea180	----	pk
21	6	11		----	ppk
22	14	2		----	ppk
23	21	10		----	ppk
24	15	3		----	ppk
25	20	9		----	ppk
26	16	4		----	ppk
27	19	8		----	ppk
28	17	5		----	ppk
29	18	7		----	ppk
30	6	17		----	ppk
31	6	18		----	ppk
32	5	16		----	ppk
33	7	19		----	ppk
34	4	15		----	ppk
35	8	20		----	ppk
36	3	14		----	ppk
37	9	21		----	ppk
38	13	23	hea 320	----	pp

W tabeli użyto oznaczeń: W1 - węzeł początkowy elementu; W2 - węzeł końcowy elementu, utw - element bez przegubów; ppk - element z przegubem na początku i końcu; pp - element z przegubem na początku; pk - element z przegubem na końcu.

CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW PODPARCIA UKŁADU

Charakterystyka podpór układu

Nr	Węzeł	Typ	Kąt [st]	Podatność x [m/kN]	Podatność y [m/kN]	Podatność kątowa [rad/kNm]
0	23	Utwierdzenie	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
1	22	Utwierdzenie	0.00	0.0000	0.0000	0.0000

Informacje związane z wymuszeniami podpór układu

Nr	Wymuszenie x [m]	Wymuszenie y [m]	Wymuszenie kątowe [rad]
0	0.0000	-0.0000	0.0000
1	0.0000	-0.0000	0.0000

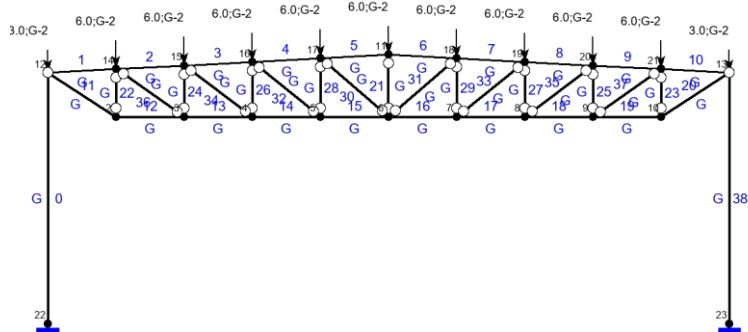
UWAGA! Wartości związane z podatnością i wymuszeniami podpór określone są w lokalnych układach współrzędnych poszczególnych podpór.

CHARAKTERYSTYKA OBCIĄŻENIA UKŁADU

Charakterystyka grup obciążeń

Nr	Nazwa	Typ	I/O	Min	Max	Psi d	Rang a	Opis
0	Wymuszenia układu	STALE	AKTYWNE	1.00	1.00	1.00	1	Osiadanie podpór układu.
1	Ciężar własny	STALE	AKTYWNE	1.00	1.35	1.00	1	Obciążenie ciężarem własnym.
2	Obciążenia zmienne	ZMIENNE	AKTYWNE	1.00	1.50	1.00	1	Obciążenia zmienne układu.
3	Obciążenie stałe	STALE	AKTYWNE	1.00	1.35	1.00	1	
4	Śnieg	ZMIENNE	AKTYWNE	0.00	1.50	0.00	1	
5	Wiatr ssanie	ZMIENNE	NIEAKTYWNE	0.00	1.50	0.00	1	
6	Wiatr parcie	ZMIENNE	NIEAKTYWNE	0.00	1.50	0.00	1	
7	Wiatr z lewej1	ZMIENNE	AKTYWNE	0.00	1.50	0.00	1	
8	Wiatr z prawej1	ZMIENNE	AKTYWNE	0.00	1.50	0.00	1	
9	Wiatr z lewej 2	ZMIENNE	AKTYWNE	0.00	1.50	0.00	1	
10	Wiatr z prawej 2	ZMIENNE	AKTYWNE	0.00	1.50	0.00	1	
11	Wiatr wzdłuż	ZMIENNE	AKTYWNE	0.00	1.50	0.00	1	

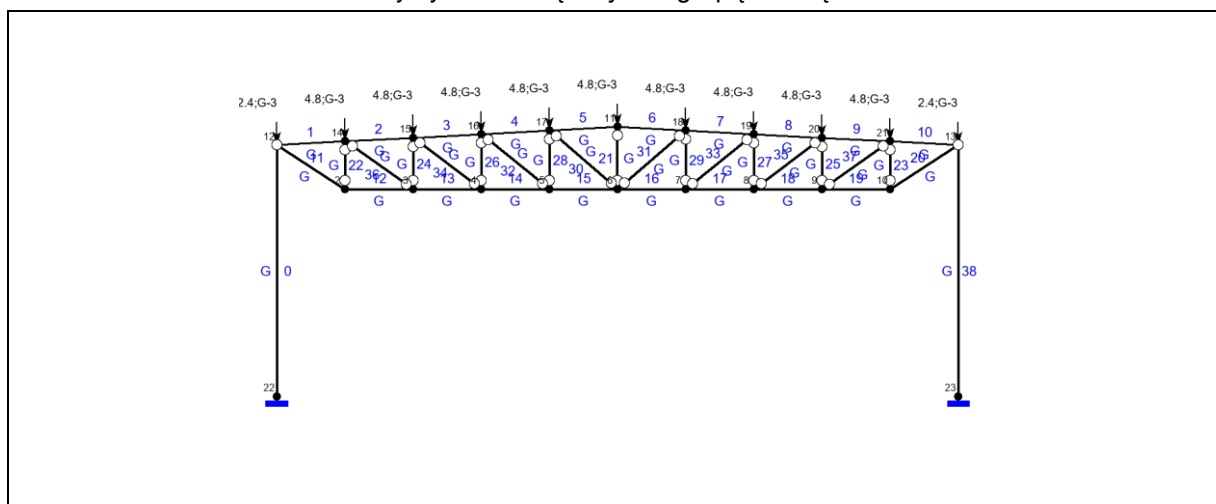
Charakterystyka sił związanych z grupą: Obciążenia zmienne



Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
0	10	Punktowe	0.00	2.203	----	3.030	----	----	----
25	8	Punktowe	0.00	2.203	----	6.050	----	----	----
27	1	Punktowe	0.00	0.000	----	3.030	----	----	----

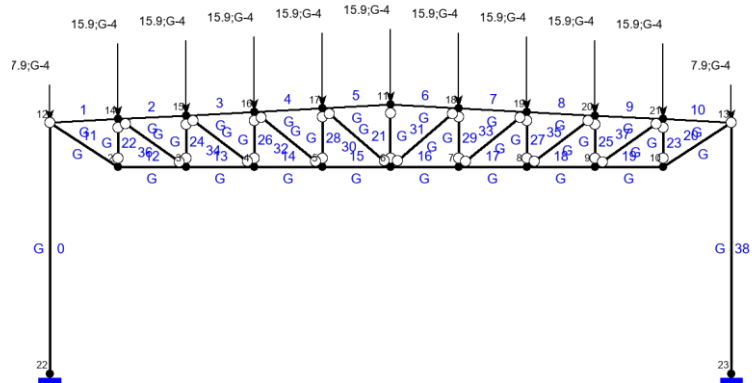
44	2	Punktowe	0.00	2.203	----	6.050	----	----	----
48	9	Punktowe	0.00	2.203	----	6.050	----	----	----
49	3	Punktowe	0.00	2.203	----	6.050	----	----	----
62	7	Punktowe	0.00	2.203	----	6.050	----	----	----
65	1	Punktowe	0.00	2.203	----	6.050	----	----	----
73	5	Punktowe	0.00	2.203	----	6.050	----	----	----
94	4	Punktowe	0.00	2.203	----	6.050	----	----	----
96	6	Punktowe	0.00	2.203	----	6.050	----	----	----

Charakterystyka sił związanych z grupą: Obciążenie stałe



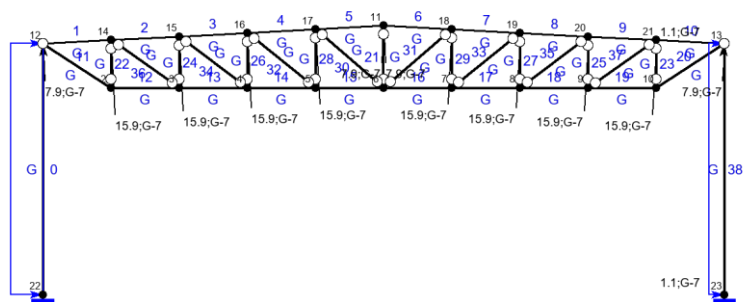
Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
2	10	Punktowe	0.00	2.203	----	2.400	----	----	----
10	5	Punktowe	0.00	2.203	----	4.790	----	----	----
16	3	Punktowe	0.00	2.203	----	4.790	----	----	----
22	7	Punktowe	0.00	2.203	----	4.790	----	----	----
26	1	Punktowe	0.00	0.000	----	2.400	----	----	----
32	9	Punktowe	0.00	2.203	----	4.790	----	----	----
80	4	Punktowe	0.00	2.203	----	4.790	----	----	----
92	8	Punktowe	0.00	2.203	----	4.790	----	----	----
98	2	Punktowe	0.00	2.203	----	4.790	----	----	----
101	6	Punktowe	0.00	2.203	----	4.790	----	----	----
102	1	Punktowe	0.00	2.203	----	4.790	----	----	----

Charakterystyka sił związanych z grupą: Śnieg



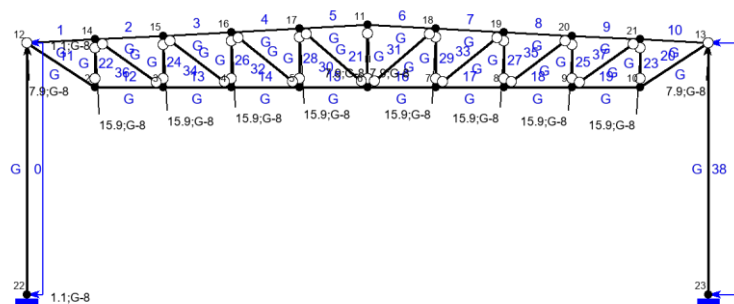
Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
7	10	Punktowe	0.00	2.203	----	7.940	----	----	----
9	6	Punktowe	0.00	2.203	----	15.880	----	----	----
52	1	Punktowe	0.00	2.203	----	15.880	----	----	----
54	5	Punktowe	0.00	2.203	----	15.880	----	----	----
72	4	Punktowe	0.00	2.203	----	15.880	----	----	----
78	3	Punktowe	0.00	2.203	----	15.880	----	----	----
79	1	Punktowe	0.00	0.000	----	7.940	----	----	----
83	2	Punktowe	0.00	2.203	----	15.880	----	----	----
85	7	Punktowe	0.00	2.203	----	15.880	----	----	----
87	8	Punktowe	0.00	2.203	----	15.880	----	----	----
100	9	Punktowe	0.00	2.203	----	15.880	----	----	----

Charakterystyka sił związanych z grupą: Wiatr z lewej1



Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
4	4	Punktowe	177.0 0	2.203	----	15.88 0	----	----	----
6	1	Punktowe	177.0 0	2.203	----	15.88 0	----	----	----
11	10	Punktowe	183.0 0	2.203	----	7.940	----	----	----
30	9	Punktowe	183.0 0	2.203	----	15.88 0	----	----	----
34	7	Punktowe	183.0 0	2.203	----	15.88 0	----	----	----
36	8	Punktowe	183.0 0	2.203	----	15.88 0	----	----	----
38	6	Punktowe	183.0 0	0.000	----	7.940	----	----	----
39	5	Punktowe	177.0 0	2.203	----	7.940	----	----	----
40	3	Punktowe	177.0 0	2.203	----	15.88 0	----	----	----
51	38	Liniowe	270.0 0	0.000	8.100	1.100	1.100	----	----
63	2	Punktowe	177.0 0	2.203	----	15.88 0	----	----	----
77	1	Punktowe	177.0 0	0.000	----	7.940	----	----	----
88	0	Liniowe Y	270.0 0	0.000	8.100	2.310	2.310	----	----
93	6	Punktowe	183.0 0	2.203	----	15.88 0	----	----	----

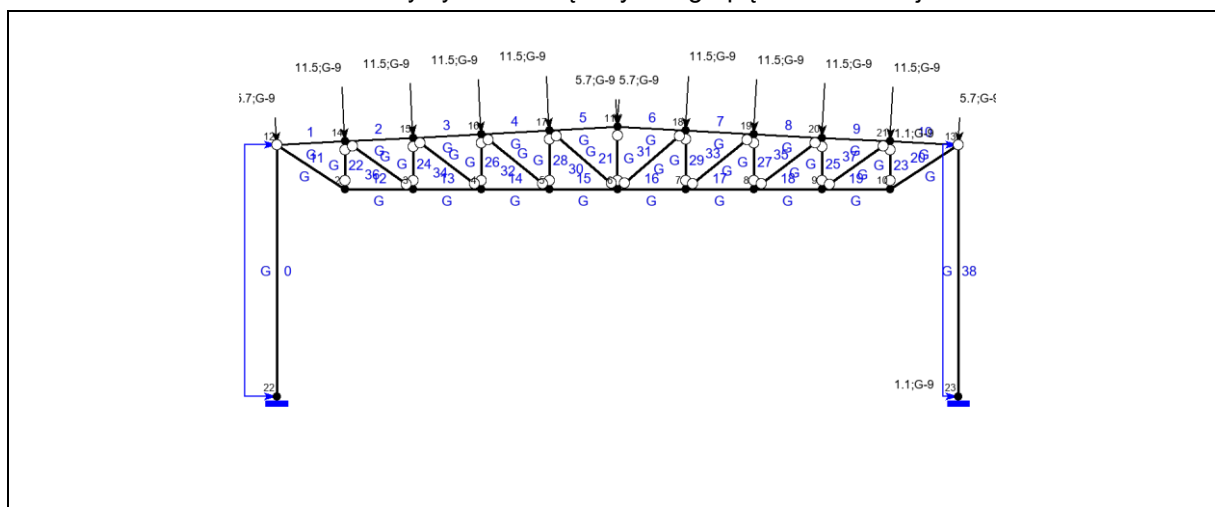
Charakterystyka sił związanych z grupą: Wiatr z prawej1



Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
12	5	Punktowe	177.0 0	2.203	----	7.940	----	----	----
18	3	Punktowe	177.0	2.203	----	15.88	----	----	----

			0			0			
24	4	Punktowe	177.0 0	2.203	----	15.88 0	----	----	----
37	9	Punktowe	183.0 0	2.203	----	15.88 0	----	----	----
59	0	Liniowe	270.0 0	0.000	8.100	-1.100	-1.100	----	----
60	1	Punktowe	177.0 0	2.203	----	15.88 0	----	----	----
61	8	Punktowe	183.0 0	2.203	----	15.88 0	----	----	----
74	7	Punktowe	183.0 0	2.203	----	15.88 0	----	----	----
75	10	Punktowe	183.0 0	2.203	----	7.940	----	----	----
76	6	Punktowe	183.0 0	0.000	----	7.940	----	----	----
82	2	Punktowe	177.0 0	2.203	----	15.88 0	----	----	----
86	1	Punktowe	177.0 0	0.000	----	7.940	----	----	----
91	6	Punktowe	183.0 0	2.203	----	15.88 0	----	----	----
95	38	Liniowe	270.0 0	0.000	8.100	-2.300	-2.300	----	----

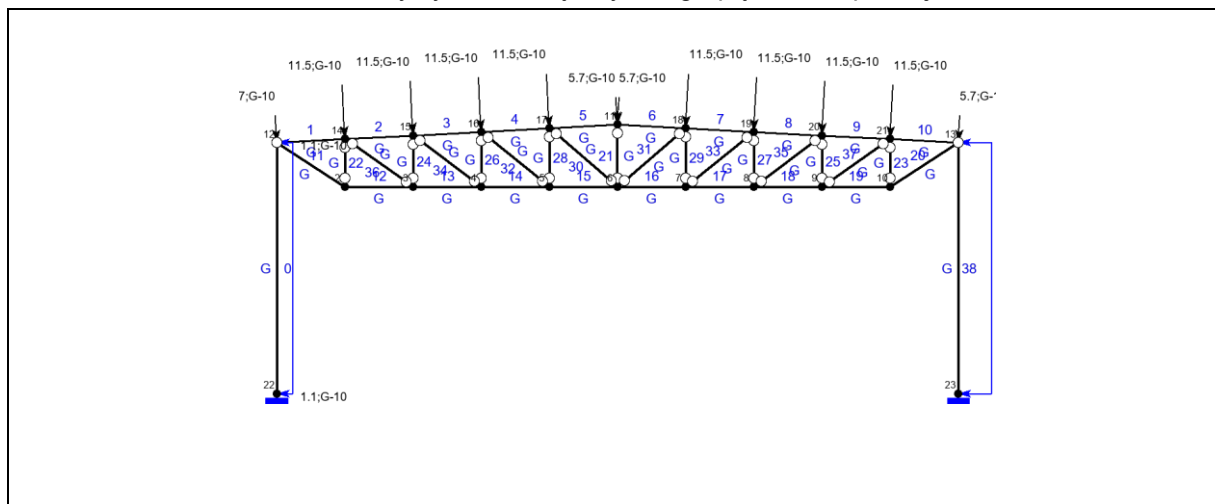
Charakterystyka sił związanych z grupą: Wiatr z lewej 2



Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
3	6	Punktowe	183.0 0	2.203	----	- 11.48 0	----	----	----
5	5	Punktowe	177.0 0	2.203	----	-5.740	----	----	----
8	3	Punktowe	177.0 0	2.203	----	- 11.48 0	----	----	----
15	6	Punktowe	183.0	0.000	----	-5.740	----	----	----

			0						
17	4	Punktowe	177.0 0	2.203	----	- 11.48 0	----	----	----
42	0	Liniowe	270.0 0	0.000	8.100	2.300	2.300	----	----
46	1	Punktowe	177.0 0	0.000	----	-5.740	----	----	----
53	9	Punktowe	183.0 0	2.203	----	- 11.48 0	----	----	----
56	1	Punktowe	177.0 0	2.203	----	- 11.48 0	----	----	----
58	7	Punktowe	183.0 0	2.203	----	- 11.48 0	----	----	----
67	10	Punktowe	183.0 0	2.203	----	-5.740	----	----	----
84	8	Punktowe	183.0 0	2.203	----	- 11.48 0	----	----	----
89	2	Punktowe	177.0 0	2.203	----	- 11.48 0	----	----	----
99	38	Liniowe	270.0 0	0.000	8.100	1.100	1.100	----	----

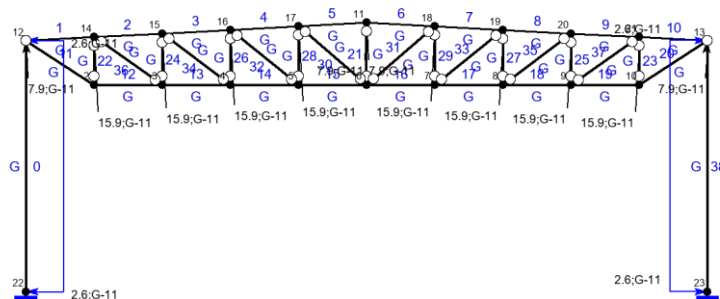
Charakterystyka sił związanych z grupą: Wiatr z prawej 2



Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
1	3	Punktowe	177.0 0	2.203	----	- 11.48 0	----	----	----
13	7	Punktowe	183.0 0	2.203	----	- 11.48 0	----	----	----
19	6	Punktowe	183.0 0	2.203	----	- 11.48	----	----	----

						0			
23	9	Punktowe	183.0 0	2.203	----	- 11.48 0	----	----	----
29	6	Punktowe	183.0 0	0.000	----	-5.740	----	----	----
43	0	Liniowe	270.0 0	0.000	8.100	-1.100	-1.100	----	----
45	10	Punktowe	183.0 0	2.203	----	-5.740	----	----	----
50	4	Punktowe	177.0 0	2.203	----	- 11.48 0	----	----	----
64	38	Liniowe	270.0 0	0.000	8.100	-2.300	-2.300	----	----
66	5	Punktowe	177.0 0	2.203	----	-5.740	----	----	----
69	1	Punktowe	177.0 0	2.203	----	- 11.48 0	----	----	----
70	8	Punktowe	183.0 0	2.203	----	- 11.48 0	----	----	----
81	1	Punktowe	177.0 0	0.000	----	-5.740	----	----	----
97	2	Punktowe	177.0 0	2.203	----	- 11.48 0	----	----	----

Charakterystyka sił związanych z grupą: Wiatr wzdłuż



Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
14	9	Punktowe	183.0 0	2.203	----	15.88 0	----	----	----
20	0	Liniowe	270.0 0	0.000	8.100	-2.640	-2.640	----	----
21	7	Punktowe	183.0 0	2.203	----	15.88 0	----	----	----
28	6	Punktowe	183.0	0.000	----	7.940	----	----	----

			0						
31	8	Punktowe	183.0 0	2.203	----	15.88 0	----	----	----
33	10	Punktowe	183.0 0	2.203	----	7.940	----	----	----
35	1	Punktowe	177.0 0	2.203	----	15.88 0	----	----	----
41	3	Punktowe	177.0 0	2.203	----	15.88 0	----	----	----
47	1	Punktowe	177.0 0	0.000	----	7.940	----	----	----
55	6	Punktowe	183.0 0	2.203	----	15.88 0	----	----	----
57	5	Punktowe	177.0 0	2.203	----	7.940	----	----	----
68	4	Punktowe	177.0 0	2.203	----	15.88 0	----	----	----
71	2	Punktowe	177.0 0	2.203	----	15.88 0	----	----	----
90	38	Liniove	270.0 0	0.000	8.100	2.640	2.640	----	----

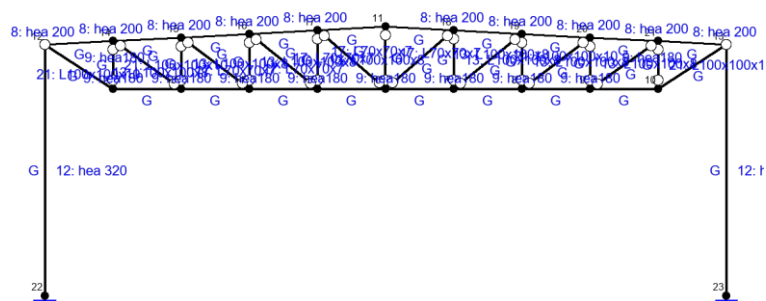
Uwzględnienie ciężaru własnego

Pręt	Ciężar własny
0	UWZGLĘDNIONO
1	UWZGLĘDNIONO
2	UWZGLĘDNIONO
3	UWZGLĘDNIONO
4	UWZGLĘDNIONO
5	UWZGLĘDNIONO
6	UWZGLĘDNIONO
7	UWZGLĘDNIONO
8	UWZGLĘDNIONO
9	UWZGLĘDNIONO
10	UWZGLĘDNIONO
11	UWZGLĘDNIONO
12	UWZGLĘDNIONO
13	UWZGLĘDNIONO
14	UWZGLĘDNIONO
15	UWZGLĘDNIONO
16	UWZGLĘDNIONO
17	UWZGLĘDNIONO
18	UWZGLĘDNIONO
19	UWZGLĘDNIONO
20	UWZGLĘDNIONO
21	UWZGLĘDNIONO
22	UWZGLĘDNIONO
23	UWZGLĘDNIONO
24	UWZGLĘDNIONO
25	UWZGLĘDNIONO

26	UWZGLĘDNIONO
27	UWZGLĘDNIONO
28	UWZGLĘDNIONO
29	UWZGLĘDNIONO
30	UWZGLĘDNIONO
31	UWZGLĘDNIONO
32	UWZGLĘDNIONO
33	UWZGLĘDNIONO
34	UWZGLĘDNIONO
35	UWZGLĘDNIONO
36	UWZGLĘDNIONO
37	UWZGLĘDNIONO
38	UWZGLĘDNIONO

UWAGA! Obciążenie ciężarem własnym jest automatycznie przypisywane do grupy obciążenia:
"Ciezar własny konstrukcji".

CHARAKTERYSTYKA ZASTOSOWANYCH PROFILI



PROFIL NR 8 - hea 200

Przekrój - HE-A 190

Nazwa	A [cm ²]	Jx [cm ⁴]	H [mm]	W _{xg} [cm ³]	W _{xd} [cm ³]
HE-A 190	53.88	3695.35	190.00	-----	-----

Materiał - S 235

Nazwa	E [kPa]	ro [kg/m ³]	alfa T [m/K]
S 235	210000000.00	7850.00	0.00001200

PROFIL NR 9 - hea180

Przekrój - HE-A 171

Nazwa	A [cm ²]	Jx [cm ⁴]	H [mm]	W _{xg} [cm ³]	W _{xd} [cm ³]
HE-A 171	45.29	2512.08	171.00	-----	-----

Materiał - S 235

Nazwa	E [kPa]	ro [kg/m ³]	alfa T [m/K]
S 235	210000000.00	7850.00	0.00001200

PROFIL NR 13 - L100x100x8

Przekrój - Lr 100x100

Nazwa	A [cm ²]	Jx [cm ⁴]	H [mm]	W _{xg} [cm ³]	W _{xd} [cm ³]
Lr 100x100	15.52	94.96	100.00	-----	-----

Materiał - S 235

Nazwa	E [kPa]	ro [kg/m ³]	alfa T [m/K]
S 235	210000000.00	7850.00	0.00001200

PROFIL NR 17 - L70x70x7

Przekrój - Lr 70x70

Nazwa	A [cm ²]	Jx [cm ⁴]	H [mm]	W _{xg}	W _{xd}
-------	----------------------	-----------------------	--------	-----------------	-----------------

				[cm3]	[cm3]
Lr 70x70	9.40	27.76	70.00	-----	-----

Material - S 235

Nazwa	E [kPa]	ro [kg/m3]	alfa T [m/K]
S 235	210000000.00	7850.00	0.00001200

PROFIL NR 21 - L100x100x10

Przekrój - Lr 100x100

Nazwa	A [cm2]	Jx [cm4]	H [mm]	Wxg [cm3]	Wxd [cm3]
Lr 100x100	19.16	115.82	100.00	-----	-----

Material - S 235

Nazwa	E [kPa]	ro [kg/m3]	alfa T [m/K]
S 235	210000000.00	7850.00	0.00001200

WYNIKI DLA KOMBINATORYKI OBCIĄŻEŃ

Charakterystyka grup obciążeń

N r	Nazwa	Typ	I/O	Mi n	Ma x	$\Psi_0/\Psi_1/\Psi_2$	Opis
0	Wymuszenia układu	STALE	AKTYWNE	1.0 0	1.0 0	1.00/1.00/1. 00	Osiadanie podpór układu.
1	Ciężar własny	STALE	AKTYWNE	1.0 0	1.3 5	1.00/1.00/1. 00	Obciążenie ciężarem własnym.
2	Obciążenia zmienne	ZMIENNE	AKTYWNE	1.0 0	1.5 0	1.00/1.00/1. 00	Obciążenia zmienne układu.
3	Obciążenie stałe	STALE	AKTYWNE	1.0 0	1.3 5	1.00/1.00/1. 00	
4	Śnieg	ZMIENNE	AKTYWNE	0.0 0	1.5 0	0.50/0.20/0. 00	
5	Wiatr ssanie	ZMIENNE	NIEAKTYWNE	0.0 0	1.5 0	0.60/0.20/0. 00	
6	Wiatr parcie	ZMIENNE	NIEAKTYWNE	0.0 0	1.5 0	0.60/0.20/0. 00	
7	Wiatr z lewej1	ZMIENNE	AKTYWNE	0.0 0	1.5 0	0.60/0.20/0. 00	
8	Wiatr z prawej1	ZMIENNE	AKTYWNE	0.0 0	1.5 0	0.60/0.20/0. 00	
9	Wiatr z lewej 2	ZMIENNE	AKTYWNE	0.0 0	1.5 0	0.60/0.20/0. 00	
10	Wiatr z prawej 2	ZMIENNE	AKTYWNE	0.0 0	1.5 0	0.60/0.20/0. 00	
11	Wiatr wzdłuż	ZMIENNE	AKTYWNE	0.0 0	1.5 0	0.60/0.20/0. 00	

Efekty działania obciążeń z grup o statusie "stałe" są uwzględniane zawsze, natomiast z grup o statusie "zmiennie" tylko wtedy, gdy wpływają na zwiększenie lub zmniejszenie wartości finalnej odpowiednio do poszukiwanego ekstremum.

W kombinatoryce nie uwzględnia się efektów obciążenia z grup NIEAKTYWNYCH.

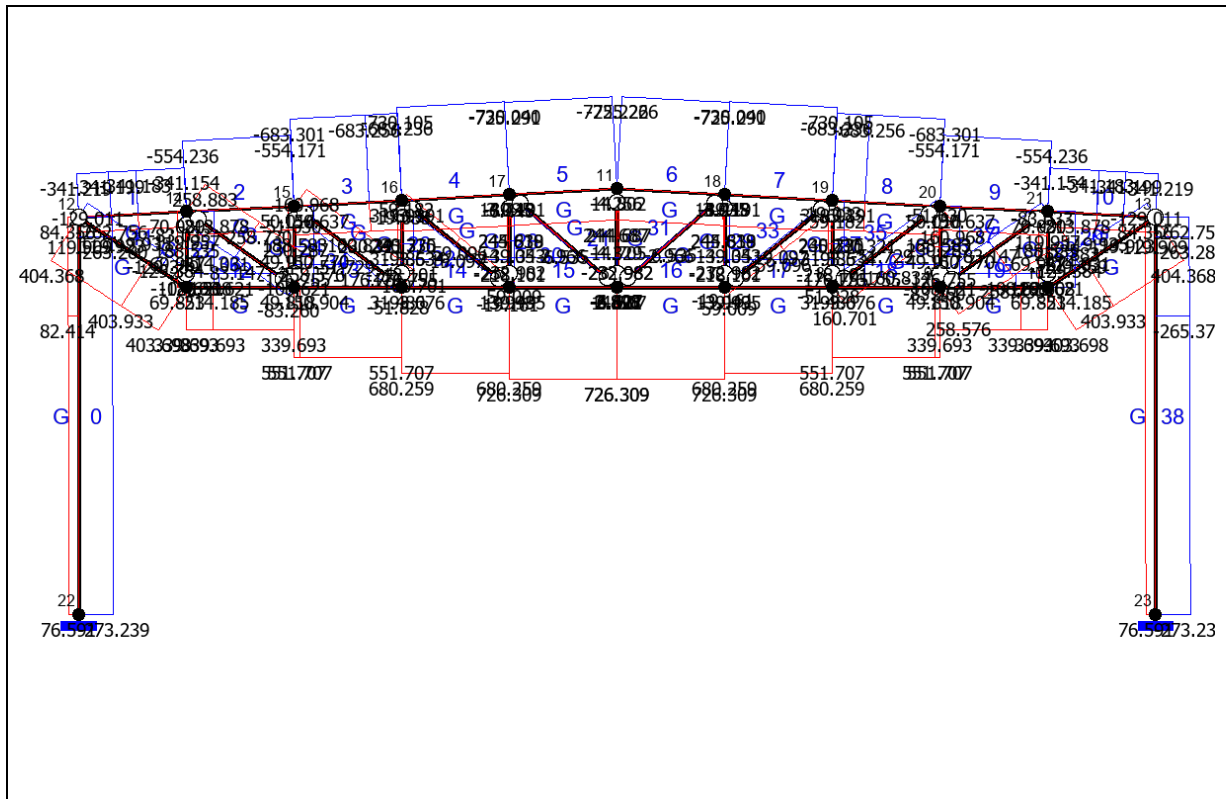
Charakterystyka relacji między grupami obciążenia

Nr	Grupy	Typ
1	5 ? 6	Wykluczają się
2	7 ? 8	Wykluczają się
3	7 ? 9	Wykluczają się
4	8 ? 9	Wykluczają się
5	7 ? 10	Wykluczają się
6	7 ? 11	Wykluczają się
7	8 ? 11	Wykluczają się
8	8 ? 10	Wykluczają się
9	9 ? 10	Wykluczają się
10	9 ? 11	Wykluczają się
11	10 ? 11	Wykluczają się

12	5 ? 7	Wykluczają się
13	5 ? 8	Wykluczają się
14	5 ? 9	Wykluczają się
15	5 ? 10	Wykluczają się
16	5 ? 11	Wykluczają się
17	6 ? 7	Wykluczają się
18	6 ? 8	Wykluczają się
19	6 ? 9	Wykluczają się
20	6 ? 10	Wykluczają się
21	6 ? 11	Wykluczają się

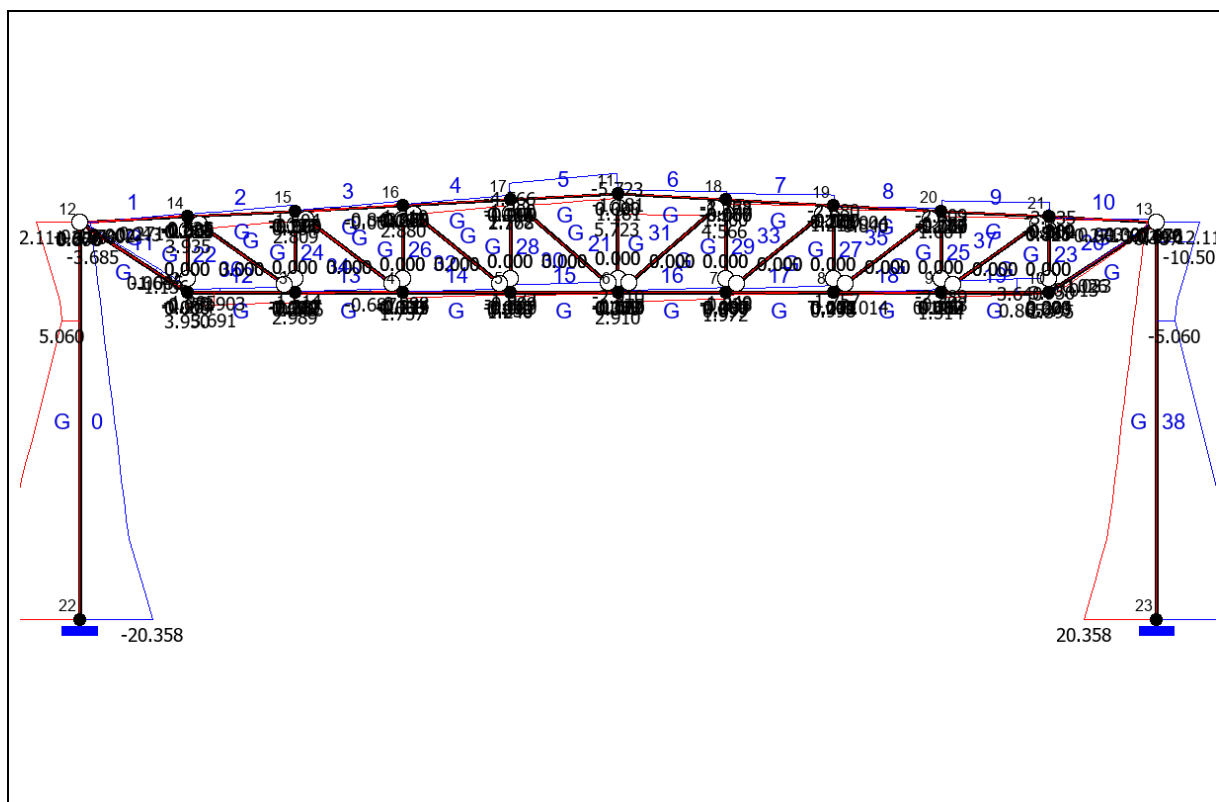
Relacje nie są uwzględniane w przypadku kombinacji użytkownika.

OBWIEDNIA SIŁ PRZEKROJOWYCH - NORMALNE [kN]



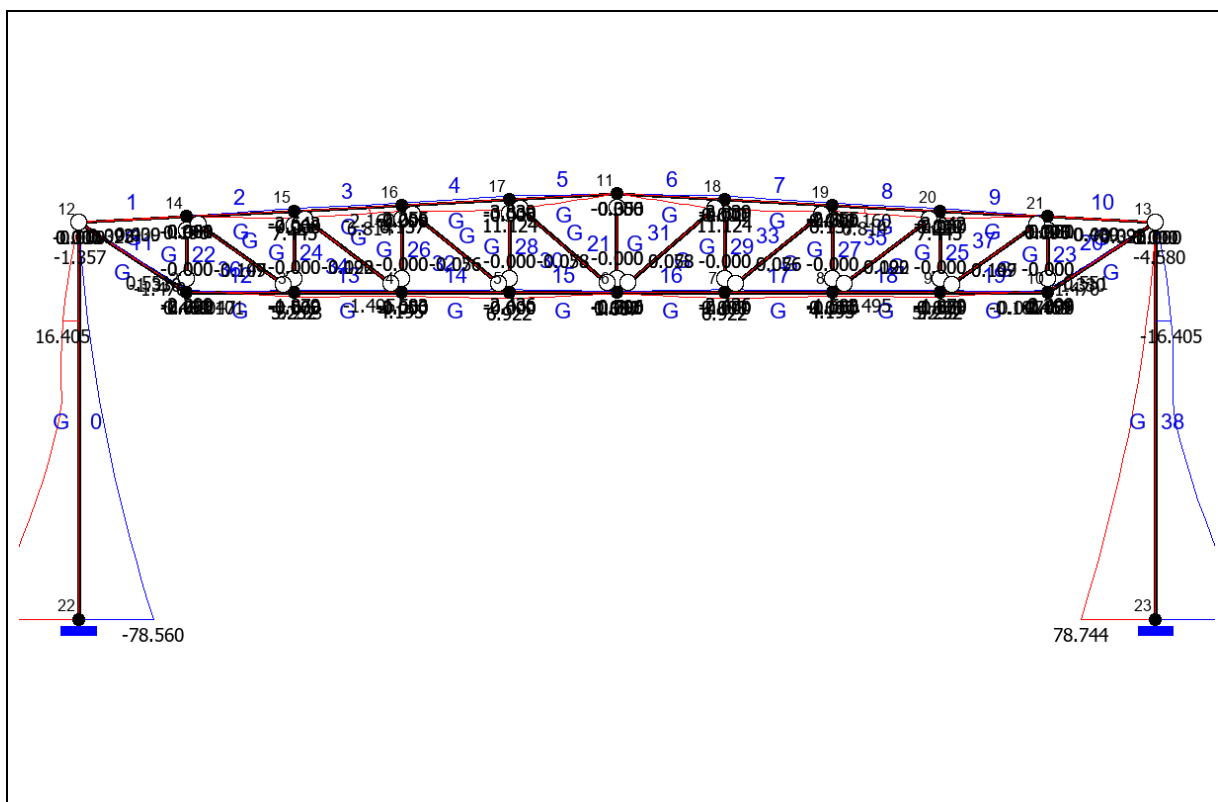
UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN-EN))

OBWIEDNIA SIŁ PRZEKROJOWYCH - TNĄCE [kN]



UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN-EN))

OBWIEDNIA SIŁ PRZEKROJOWYCH - MOMENTY ZGINAJĄCE [kNm]



UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN-EN))

WARTOŚCI SIŁ PRZEKROJOWYCH - KOMBINATORYKA

Zestawienie tabelaryczne wartości sił przekrojowych w charakterystycznych punktach

Pręt	x/L	N [kN]	T [kN]	M [kNm]	Grupy
0	0.000	*-262.756*	-0.752	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	84.356	*-3.039*	0.000	-0;-1;-3;+7;
	0.000	-34.581	0.117	*0.000*	-0;-1;-3;
	0.000	*84.356*	11.718	0.000	+0;-1;-3;+11;
	0.000	-32.680	*12.111*	0.000	+0;+1;+K2;+3;+K4;+11;
	0.000	-34.581	0.117	*0.000*	+0;-1;-3;
	1.000	*-273.239*	-8.771	-38.568	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	76.591	*-20.358*	-34.994	-0;-1;-3;+11;
	1.000	76.591	-16.381	*-78.560*	-0;-1;-3;+8;
	1.000	*76.591*	-20.358	-34.994	+0;-1;-3;+11;
	1.000	-248.082	*26.019*	97.576	+0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	1.000	-248.082	26.019	*97.576*	+0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.250	*-265.377*	-2.757	-3.553	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.250	82.414	*-6.358*	-9.491	-0;-1;-3;+8;
	0.250	82.414	-6.358	*-9.491*	-0;-1;-3;+8;
	0.250	*82.414*	3.699	15.609	+0;-1;-3;+11;
	0.250	-240.220	*5.060*	3.173	+0;+1;+K2;+3;+K4;+9;
	0.250	-35.301	4.092	*16.405*	+0;+1;+K2;+3;+K4;+11;
1	0.000	*-341.219*	0.676	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	119.909	*0.276*	0.000	-0;-1;-3;+11;
	0.000	-45.072	0.390	*0.000*	-0;-1;-3;
	0.000	*119.909*	0.276	0.000	+0;-1;-3;+11;
	0.000	-341.219	*0.676*	0.000	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-45.072	0.390	*0.000*	+0;-1;-3;
	1.000	*-341.154*	-0.556	0.133	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	115.007	*-0.825*	-0.461	-0;+1;-3;+11;
	1.000	115.007	-0.825	*-0.461*	-0;+1;-3;+11;
	1.000	*119.957*	-0.637	-0.397	+0;-1;-3;+11;
	1.000	-336.205	*-0.368*	0.196	+0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-336.205	-0.368	*0.196*	+0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.300	*-341.199*	0.307	0.325	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.300	119.923	*0.002*	0.092	-0;-1;-3;+11;
	0.300	119.923	0.002	*0.092*	-0;-1;-3;+11;
	0.300	*119.923*	0.002	0.092	+0;-1;-3;+11;
	0.300	-341.199	*0.307*	0.325	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.300	-341.199	0.307	*0.325*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.550	*-341.183*	-0.001	0.409	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.550	114.978	*-0.271*	0.083	-0;+1;-3;+11;
	0.550	119.935	-0.226	*0.030*	-0;-1;-3;+11;
	0.550	*119.935*	-0.226	0.030	+0;-1;-3;+11;
	0.550	-336.226	*0.043*	0.357	+0;-1;+K2;+3;+4;+K10;

	0.550	-341.183	-0.001	*0.409*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
2	0.000	*-554.236*	3.935	0.133	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	175.857	*-0.585*	-0.310	-0;-1;-3;+7;
	0.000	180.552	-0.349	*-0.461*	-0;+1;-3;+11;
	0.000	*188.535*	-0.562	-0.397	+0;-1;-3;+11;
	0.000	-554.236	*3.935*	0.133	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-546.252	3.722	*0.196*	+0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	*-554.171*	2.703	7.445	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	167.938	*-1.604*	-2.548	-0;+1;-3;+7;
	1.000	188.583	-1.475	*-2.642*	-0;-1;-3;+11;
	1.000	*188.583*	-1.475	-2.642	+0;-1;-3;+11;
	1.000	-546.204	*2.809*	7.389	+0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-554.171	2.703	*7.445*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
3	0.000	*-683.301*	0.023	7.445	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-673.509	*-0.126*	7.389	-0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	230.287	0.632	*-2.642*	-0;-1;-3;+11;
	0.000	*230.287*	0.632	-2.642	+0;-1;-3;+11;
	0.000	208.653	*0.784*	-2.548	+0;+1;-3;+7;
	0.000	-683.301	0.023	*7.445*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	*-683.236*	-1.210	6.137	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-683.236	*-1.210*	6.137	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	230.335	-0.281	*-2.255*	-0;-1;-3;+11;
	1.000	*230.335*	-0.281	-2.255	+0;-1;-3;+11;
	1.000	218.492	*-0.278*	-2.210	+0;-1;-3;+7;
	1.000	-683.236	-1.210	*6.137*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.700	*-683.256*	-0.840	6.814	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.700	-683.256	*-0.840*	6.814	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.700	230.321	-0.007	*-2.160*	-0;-1;-3;+11;
	0.700	*230.321*	-0.007	-2.160	+0;-1;-3;+11;
	0.700	218.478	*-0.004*	-2.117	+0;-1;-3;+7;
	0.700	-683.256	-0.840	*6.814*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
4	0.000	*-730.105*	2.880	6.137	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	245.770	*-0.262*	-2.255	-0;-1;-3;+11;
	0.000	245.770	-0.262	*-2.255*	-0;-1;-3;+11;
	0.000	*245.770*	-0.262	-2.255	+0;-1;-3;+11;
	0.000	-730.105	*2.880*	6.137	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-730.105	2.880	*6.137*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	*-730.040*	1.648	11.124	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	235.420	*-1.300*	-3.728	-0;+1;-3;+11;
	1.000	245.818	-1.175	*-3.839*	-0;-1;-3;+11;
	1.000	*245.818*	-1.175	-3.839	+0;-1;-3;+11;
	1.000	-719.642	*1.772*	11.014	+0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-730.040	1.648	*11.124*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
5	0.000	*-725.291*	-4.491	11.124	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-714.955	*-4.566*	11.014	-0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	244.639	2.094	*-3.839*	-0;-1;-3;+11;

	0.000	*244.639*	2.094	-3.839	+0;-1;-3;+11;
	0.000	234.303	*2.168*	-3.728	+0;+1;-3;+11;
	0.000	-725.291	-4.491	*11.124*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	*-725.226*	-5.723	-0.127	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-725.226	*-5.723*	-0.127	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	223.831	0.892	*-0.356*	-0;+1;-3;+7;
	1.000	*244.687*	1.181	-0.231	+0;-1;-3;+11;
	1.000	244.687	*1.181*	-0.231	+0;-1;-3;+11;
	1.000	-714.907	-5.478	*-0.050*	+0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
6	0.000	*-725.226*	5.723	-0.127	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	244.687	*-1.181*	-0.231	-0;-1;-3;+11;
	0.000	223.831	-0.892	*-0.356*	-0;+1;-3;+7;
	0.000	*244.687*	-1.181	-0.231	+0;-1;-3;+11;
	0.000	-725.226	*5.723*	-0.127	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-714.907	5.478	*-0.050*	+0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	*-725.291*	4.491	11.124	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	234.303	*-2.168*	-3.728	-0;+1;-3;+11;
	1.000	244.639	-2.094	*-3.839*	-0;-1;-3;+11;
	1.000	*244.639*	-2.094	-3.839	+0;-1;-3;+11;
	1.000	-714.955	*4.566*	11.014	+0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-725.291	4.491	*11.124*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
7	0.000	*-730.040*	-1.648	11.124	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-719.642	*-1.772*	11.014	-0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	245.818	1.175	*-3.839*	-0;-1;-3;+11;
	0.000	*245.818*	1.175	-3.839	+0;-1;-3;+11;
	0.000	235.420	*1.300*	-3.728	+0;+1;-3;+11;
	0.000	-730.040	-1.648	*11.124*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	*-730.105*	-2.880	6.137	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-730.105	*-2.880*	6.137	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	245.770	0.262	*-2.255*	-0;-1;-3;+11;
	1.000	*245.770*	0.262	-2.255	+0;-1;-3;+11;
	1.000	245.770	*0.262*	-2.255	+0;-1;-3;+11;
	1.000	-730.105	-2.880	*6.137*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
8	0.000	*-683.236*	1.210	6.137	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	218.492	*0.278*	-2.210	-0;-1;-3;+7;
	0.000	230.335	0.281	*-2.255*	-0;-1;-3;+11;
	0.000	*230.335*	0.281	-2.255	+0;-1;-3;+11;
	0.000	-683.236	*1.210*	6.137	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-683.236	1.210	*6.137*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	*-683.301*	-0.023	7.445	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	208.653	*-0.784*	-2.548	-0;+1;-3;+7;
	1.000	230.287	-0.632	*-2.642*	-0;-1;-3;+11;
	1.000	*230.287*	-0.632	-2.642	+0;-1;-3;+11;
	1.000	-673.509	*0.126*	7.389	+0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-683.301	-0.023	*7.445*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.300	*-683.256*	0.840	6.814	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;

	0.300	218.478	*0.004*	-2.117	-0;-1;-3;+7;
	0.300	230.321	0.007	*-2.160*	-0;-1;-3;+11;
	0.300	*230.321*	0.007	-2.160	+0;-1;-3;+11;
	0.300	-683.256	*0.840*	6.814	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.300	-683.256	0.840	*6.814*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
9	0.000	*-554.171*	-2.703	7.445	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-546.204	*-2.809*	7.389	-0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	188.583	1.475	*-2.642*	-0;-1;-3;+11;
	0.000	*188.583*	1.475	-2.642	+0;-1;-3;+11;
	0.000	167.938	*1.604*	-2.548	+0;+1;-3;+7;
	0.000	-554.171	-2.703	*7.445*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	*-554.236*	-3.935	0.133	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-554.236	*-3.935*	0.133	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	180.552	0.349	*-0.461*	-0;+1;-3;+11;
	1.000	*188.535*	0.562	-0.397	+0;-1;-3;+11;
	1.000	175.857	*0.585*	-0.310	+0;-1;-3;+7;
	1.000	-546.252	-3.722	*0.196*	+0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
10	0.000	*-341.154*	0.556	0.133	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-336.205	*0.368*	0.196	-0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	115.007	0.825	*-0.461*	-0;+1;-3;+11;
	0.000	*119.957*	0.637	-0.397	+0;-1;-3;+11;
	0.000	115.007	*0.825*	-0.461	+0;+1;-3;+11;
	0.000	-336.205	0.368	*0.196*	+0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	*-341.219*	-0.676	-0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-341.219	*-0.676*	-0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-50.038	-0.521	*-0.000*	-0;+1;-3;
	1.000	*119.909*	-0.276	-0.000	+0;-1;-3;+11;
	1.000	119.909	*-0.276*	-0.000	+0;-1;-3;+11;
	1.000	-45.072	-0.390	*-0.000*	+0;-1;-3;
	0.700	*-341.199*	-0.307	0.325	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.700	-341.199	*-0.307*	0.325	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.700	119.923	-0.002	*0.092*	-0;-1;-3;+11;
	0.700	*119.923*	-0.002	0.092	+0;-1;-3;+11;
	0.700	119.923	*-0.002*	0.092	+0;-1;-3;+11;
	0.700	-341.199	-0.307	*0.325*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.450	*-341.183*	0.001	0.409	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.450	-336.226	*-0.043*	0.357	-0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.450	119.935	0.226	*0.030*	-0;-1;-3;+11;
	0.450	*119.935*	0.226	0.030	+0;-1;-3;+11;
	0.450	114.978	*0.271*	0.083	+0;+1;-3;+11;
	0.450	-341.183	0.001	*0.409*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K9;
11	0.000	*-129.011*	0.563	0.000	-0;-1;-3;+7;
	0.000	398.392	*-0.457*	0.000	-0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	53.860	0.207	*0.000*	-0;-1;-3;
	0.000	*404.368*	-0.360	0.000	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-123.035	*0.660*	0.000	+0;+1;-3;+7;

	0.000	53.860	0.207	*0.000*	+0;-1;-3;
	1.000	*-129.508*	-0.204	0.469	-0;-1;-3;+7;
	1.000	403.698	*-1.395*	-2.299	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	403.698	-1.395	*-2.299*	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	*403.698*	-1.395	-2.299	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-129.508	*-0.204*	0.469	+0;-1;-3;+7;
	1.000	-129.508	-0.204	*0.469*	+0;-1;-3;+7;
	0.650	*-129.334*	0.064	0.534	-0;-1;-3;+7;
	0.650	403.933	*-1.033*	-1.186	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.650	398.069	-0.956	*-1.203*	-0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.650	*403.933*	-1.033	-1.186	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.650	-129.334	*0.064*	0.534	+0;-1;-3;+7;
	0.650	-123.470	-0.013	*0.551*	+0;+1;-3;+7;
12	0.000	*-108.621*	-0.673	0.469	-0;-1;-3;+7;
	0.000	-108.621	*-0.673*	0.469	-0;-1;-3;+7;
	0.000	339.693	3.950	*-2.299*	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	*339.693*	3.950	-2.299	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	339.693	*3.950*	-2.299	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-108.621	-0.673	*0.469*	+0;-1;-3;+7;
	1.000	*-108.621*	-1.440	-1.854	-0;-1;-3;+7;
	1.000	-103.655	*-1.514*	-1.819	-0;+1;-3;+7;
	1.000	-107.418	-1.423	*-1.879*	-0;-1;-3;+11;
	1.000	*339.693*	2.914	5.252	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	334.728	*2.989*	5.217	+0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	339.693	2.914	*5.252*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.300	*-108.621*	-0.903	-0.050	-0;-1;-3;+7;
	0.300	-108.621	*-0.903*	-0.050	-0;-1;-3;+7;
	0.300	-107.418	-0.886	*-0.101*	-0;-1;-3;+11;
	0.300	*339.693*	3.640	0.205	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.300	339.693	*3.640*	0.205	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.300	339.693	3.640	*0.205*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.250	*-108.621*	-0.865	0.047	-0;-1;-3;+7;
	0.250	-108.621	*-0.865*	0.047	-0;-1;-3;+7;
	0.250	339.693	3.691	*-0.198*	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.250	*339.693*	3.691	-0.198	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.250	339.693	*3.691*	-0.198	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.250	-108.621	-0.865	*0.047*	+0;-1;-3;+7;
13	0.000	*-176.755*	0.523	-1.854	-0;-1;-3;+7;
	0.000	543.733	*-0.087*	5.217	-0;-1;+K2;+3;+4;+K9;
	0.000	-174.659	0.518	*-1.879*	-0;-1;-3;+11;
	0.000	*551.707*	0.038	5.252	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-168.780	*0.648*	-1.819	+0;+1;-3;+7;
	0.000	551.707	0.038	*5.252*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	*-176.755*	-0.244	-1.547	-0;-1;-3;+7;
	1.000	551.707	*-0.998*	4.195	-0;+1;+K2;+3;+4;+K9;
	1.000	-174.659	-0.249	*-1.583*	-0;-1;-3;+11;

	1.000	*551.707*	-0.998	4.195	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-176.755	*-0.244*	-1.547	+0;-1;-3;+7;
	1.000	551.707	-0.998	*4.195*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.700	*-176.755*	-0.014	-1.462	-0;-1;-3;+7;
	0.700	551.707	*-0.687*	4.751	-0;+1;+K2;+3;+4;+K9;
	0.700	-174.659	-0.019	*-1.495*	-0;-1;-3;+11;
	0.700	*551.707*	-0.687	4.751	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.700	-176.755	*-0.014*	-1.462	+0;-1;-3;+7;
	0.700	551.707	-0.687	*4.751*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.050	*-176.755*	0.485	-1.799	-0;-1;-3;+7;
	0.050	543.733	*-0.125*	5.205	-0;-1;+K2;+3;+4;+K9;
	0.050	-174.659	0.480	*-1.824*	-0;-1;-3;+11;
	0.050	*551.707*	-0.014	5.253	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.050	-168.780	*0.596*	-1.751	+0;+1;-3;+7;
	0.050	551.707	-0.014	*5.253*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
14	0.000	*-218.101*	-0.015	-1.547	-0;-1;-3;+7;
	0.000	-218.101	*-0.015*	-1.547	-0;-1;-3;+7;
	0.000	-215.170	-0.004	*-1.583*	-0;-1;-3;+11;
	0.000	*680.259*	1.757	4.195	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	680.259	*1.757*	4.195	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	680.259	1.757	*4.195*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	*-218.101*	-0.782	-2.424	-0;-1;-3;+7;
	1.000	-208.317	*-0.899*	-2.372	-0;+1;-3;+7;
	1.000	-215.170	-0.771	*-2.436*	-0;-1;-3;+11;
	1.000	*680.259*	0.721	6.922	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	670.476	*0.838*	6.869	+0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	680.259	0.721	*6.922*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
15	0.000	*-232.982*	1.139	-2.424	-0;-1;-3;+7;
	0.000	715.906	*-1.972*	6.869	-0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-229.338	1.143	*-2.436*	-0;-1;-3;+11;
	0.000	*726.309*	-1.875	6.922	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-218.935	*1.240*	-2.384	+0;+1;-3;+11;
	0.000	726.309	-1.875	*6.922*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	*-232.982*	0.372	-0.761	-0;-1;-3;+7;
	1.000	726.309	*-2.910*	1.658	-0;+1;+K2;+3;+4;+K9;
	1.000	-218.935	0.204	*-0.796*	-0;+1;-3;+11;
	1.000	*726.309*	-2.910	1.658	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-229.338	*0.375*	-0.766	+0;-1;-3;+11;
	1.000	715.906	-2.739	*1.687*	+0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
16	0.000	*-232.982*	-0.372	-0.761	-0;-1;-3;+7;
	0.000	-229.338	*-0.375*	-0.766	-0;-1;-3;+11;
	0.000	-218.935	-0.204	*-0.796*	-0;+1;-3;+11;
	0.000	*726.309*	2.910	1.658	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	726.309	*2.910*	1.658	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	715.906	2.739	*1.687*	+0;-1;+K2;+3;+4;+K9;
	1.000	*-232.982*	-1.139	-2.424	-0;-1;-3;+7;

	1.000	-218.935	*-1.240*	-2.384	-0;+1;-3;+11;
	1.000	-229.338	-1.143	*-2.436*	-0;-1;-3;+11;
	1.000	*726.309*	1.875	6.922	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	715.906	*1.972*	6.869	+0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	726.309	1.875	*6.922*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
17	0.000	*-218.101*	0.782	-2.424	-0;-1;-3;+7;
	0.000	670.476	*-0.838*	6.869	-0;-1;+K2;+3;+4;+K9;
	0.000	-215.170	0.771	*-2.436*	-0;-1;-3;+11;
	0.000	*680.259*	-0.721	6.922	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-208.317	*0.899*	-2.372	+0;+1;-3;+7;
	0.000	680.259	-0.721	*6.922*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	*-218.101*	0.015	-1.547	-0;-1;-3;+7;
	1.000	680.259	*-1.757*	4.195	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-215.170	0.004	*-1.583*	-0;-1;-3;+11;
	1.000	*680.259*	-1.757	4.195	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-218.101	*0.015*	-1.547	+0;-1;-3;+7;
	1.000	680.259	-1.757	*4.195*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
18	0.000	*-176.755*	0.244	-1.547	-0;-1;-3;+7;
	0.000	-176.755	*0.244*	-1.547	-0;-1;-3;+7;
	0.000	-174.659	0.249	*-1.583*	-0;-1;-3;+11;
	0.000	*551.707*	0.998	4.195	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	551.707	*0.998*	4.195	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	551.707	0.998	*4.195*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	*-176.755*	-0.523	-1.854	-0;-1;-3;+7;
	1.000	-168.780	*-0.648*	-1.819	-0;+1;-3;+7;
	1.000	-174.659	-0.518	*-1.879*	-0;-1;-3;+11;
	1.000	*551.707*	-0.038	5.252	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	543.733	*0.087*	5.217	+0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	551.707	-0.038	*5.252*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.300	*-176.755*	0.014	-1.462	-0;-1;-3;+7;
	0.300	-176.755	*0.014*	-1.462	-0;-1;-3;+7;
	0.300	-174.659	0.019	*-1.495*	-0;-1;-3;+11;
	0.300	*551.707*	0.687	4.751	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.300	551.707	*0.687*	4.751	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.300	551.707	0.687	*4.751*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.950	*-176.755*	-0.485	-1.799	-0;-1;-3;+7;
	0.950	-168.780	*-0.596*	-1.751	-0;+1;-3;+7;
	0.950	-174.659	-0.480	*-1.824*	-0;-1;-3;+11;
	0.950	*551.707*	0.014	5.253	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.950	543.733	*0.125*	5.205	+0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.950	551.707	0.014	*5.253*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
19	0.000	*-108.621*	1.440	-1.854	-0;-1;-3;+7;
	0.000	334.728	*-2.989*	5.217	-0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-107.418	1.423	*-1.879*	-0;-1;-3;+11;
	0.000	*339.693*	-2.914	5.252	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-103.655	*1.514*	-1.819	+0;+1;-3;+7;

	0.000	339.693	-2.914	*5.252*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	*-108.621*	0.673	0.469	-0;-1;-3;+7;
	1.000	339.693	*-3.950*	-2.299	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	339.693	-3.950	*-2.299*	-0;+1;+K2;+3;+4;+K9;
	1.000	*339.693*	-3.950	-2.299	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-108.621	*0.673*	0.469	+0;-1;-3;+7;
	1.000	-108.621	0.673	*0.469*	+0;-1;-3;+7;
	0.700	*-108.621*	0.903	-0.050	-0;-1;-3;+7;
	0.700	339.693	*-3.640*	0.205	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.700	-107.418	0.886	*-0.101*	-0;-1;-3;+11;
	0.700	*339.693*	-3.640	0.205	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.700	-108.621	*0.903*	-0.050	+0;-1;-3;+7;
	0.700	339.693	-3.640	*0.205*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.750	*-108.621*	0.865	0.047	-0;-1;-3;+7;
	0.750	339.693	*-3.691*	-0.198	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.750	339.693	-3.691	*-0.198*	-0;+1;+K2;+3;+4;+K9;
	0.750	*339.693*	-3.691	-0.198	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.750	-108.621	*0.865*	0.047	+0;-1;-3;+7;
	0.750	-108.621	0.865	*0.047*	+0;-1;-3;+7;
20	0.000	*-129.508*	0.204	0.469	-0;-1;-3;+7;
	0.000	-129.508	*0.204*	0.469	-0;-1;-3;+7;
	0.000	403.698	1.395	*-2.299*	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	*403.698*	1.395	-2.299	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	403.698	*1.395*	-2.299	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-129.508	0.204	*0.469*	+0;-1;-3;+7;
	1.000	*-129.011*	-0.563	0.000	-0;-1;-3;+7;
	1.000	-123.035	*-0.660*	0.000	-0;+1;-3;+7;
	1.000	202.598	0.078	*-0.000*	-0;-1;+2;-3;+K10;
	1.000	*404.368*	0.360	-0.000	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	398.392	*0.457*	-0.000	+0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	53.860	-0.207	*0.000*	+0;-1;-3;
	0.350	*-129.334*	-0.064	0.534	-0;-1;-3;+7;
	0.350	-129.334	*-0.064*	0.534	-0;-1;-3;+7;
	0.350	398.069	0.956	*-1.203*	-0;-1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.350	*403.933*	1.033	-1.186	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.350	403.933	*1.033*	-1.186	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.350	-123.470	0.013	*0.551*	+0;+1;-3;+7;
21	0.000	*-4.401*	-0.000	0.000	-0;-1;-3;+11;
	0.000	8.834	*-0.000*	0.000	-0;+1;+2;+3;+K4;
	0.000	2.721	-0.000	*0.000*	-0;-1;-3;
	0.000	*14.607*	-0.000	0.000	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	2.721	*-0.000*	0.000	+0;-1;-3;
	0.000	2.721	-0.000	*0.000*	+0;-1;-3;
	1.000	*-4.256*	0.000	0.000	-0;-1;-3;+11;
	1.000	8.439	*0.000*	0.000	-0;-1;+2;+3;+K4;
	1.000	2.866	0.000	*0.000*	-0;-1;-3;

	1.000	*14.802*	0.000	0.000	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	3.457	*0.000*	0.000	+0;+1;-3;
	1.000	2.866	0.000	*0.000*	+0;-1;-3;
	0.500	*-4.329*	0.000	-0.000	-0;-1;-3;+11;
	0.500	8.366	*0.000*	-0.000	-0;-1;+2;+3;+K4;
	0.500	3.359	0.000	*-0.000*	-0;+1;-3;
	0.500	*14.705*	0.000	-0.000	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.500	3.359	*0.000*	-0.000	+0;+1;-3;
	0.500	2.794	0.000	*-0.000*	+0;-1;-3;
22	0.000	*-213.878*	-0.000	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-122.956	*-0.000*	0.000	-0;+1;+2;+3;+K4;
	0.000	-27.427	-0.000	*0.000*	-0;-1;-3;
	0.000	*70.080*	-0.000	0.000	+0;-1;-3;+7;
	0.000	-27.427	*-0.000*	0.000	+0;-1;-3;
	0.000	-27.427	-0.000	*0.000*	+0;-1;-3;
	1.000	*-214.185*	0.000	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-120.448	*0.000*	0.000	-0;-1;+2;+3;+K4;
	1.000	-27.654	0.000	*0.000*	-0;-1;-3;
	1.000	*69.853*	0.000	0.000	+0;-1;-3;+7;
	1.000	-30.468	*0.000*	0.000	+0;+1;-3;
	1.000	-27.654	0.000	*0.000*	+0;-1;-3;
	0.500	*-214.031*	0.000	-0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.500	-120.335	*0.000*	-0.000	-0;-1;+2;+3;+K4;
	0.500	-30.315	0.000	*-0.000*	-0;+1;-3;
	0.500	*69.967*	0.000	-0.000	+0;-1;-3;+7;
	0.500	-27.541	*0.000*	-0.000	+0;-1;-3;
	0.500	-27.541	0.000	*-0.000*	+0;-1;-3;
23	0.000	*-213.878*	-0.000	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-122.956	*-0.000*	0.000	-0;+1;+2;+3;+K4;
	0.000	-27.427	-0.000	*0.000*	-0;-1;-3;
	0.000	*70.080*	-0.000	0.000	+0;-1;-3;+7;
	0.000	-27.427	*-0.000*	0.000	+0;-1;-3;
	0.000	-27.427	-0.000	*0.000*	+0;-1;-3;
	1.000	*-214.185*	0.000	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-120.448	*0.000*	0.000	-0;-1;+2;+3;+K4;
	1.000	-27.654	0.000	*0.000*	-0;-1;-3;
	1.000	*69.853*	0.000	0.000	+0;-1;-3;+7;
	1.000	-30.468	*0.000*	0.000	+0;+1;-3;
	1.000	-27.654	0.000	*0.000*	+0;-1;-3;
	0.500	*-214.031*	0.000	-0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.500	-120.335	*0.000*	-0.000	-0;-1;+2;+3;+K4;
	0.500	-30.315	0.000	*-0.000*	-0;+1;-3;
	0.500	*69.967*	0.000	-0.000	+0;-1;-3;+7;
	0.500	-27.541	*0.000*	-0.000	+0;-1;-3;
	0.500	-27.541	0.000	*-0.000*	+0;-1;-3;
24	0.000	*-150.637*	-0.000	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;

	0.000	-86.351	*-0.000*	0.000	-0;+1;+2;+3;+K4;
	0.000	-18.928	-0.000	*0.000*	-0;-1;-3;
	0.000	*50.016*	-0.000	0.000	+0;-1;-3;+7;
	0.000	-18.928	*-0.000*	0.000	+0;-1;-3;
	0.000	-18.928	-0.000	*0.000*	+0;-1;-3;
	1.000	*-150.904*	0.000	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-84.780	*0.000*	0.000	-0;-1;+2;+3;+K4;
	1.000	-19.126	0.000	*0.000*	-0;-1;-3;
	1.000	*49.818*	0.000	0.000	+0;-1;-3;+7;
	1.000	-20.963	*0.000*	0.000	+0;+1;-3;
	1.000	-19.126	0.000	*0.000*	+0;-1;-3;
	0.500	*-150.770*	0.000	-0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.500	-84.682	*0.000*	-0.000	-0;-1;+2;+3;+K4;
	0.500	-20.829	0.000	*-0.000*	-0;+1;-3;
	0.500	*49.917*	0.000	-0.000	+0;-1;-3;+7;
	0.500	-19.027	*0.000*	-0.000	+0;-1;-3;
	0.500	-19.027	0.000	*-0.000*	+0;-1;-3;
25	0.000	*-150.637*	-0.000	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-86.351	*-0.000*	0.000	-0;+1;+2;+3;+K4;
	0.000	-18.928	-0.000	*0.000*	-0;-1;-3;
	0.000	*50.016*	-0.000	0.000	+0;-1;-3;+7;
	0.000	-18.928	*-0.000*	0.000	+0;-1;-3;
	0.000	-18.928	-0.000	*0.000*	+0;-1;-3;
	1.000	*-150.904*	0.000	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-84.780	*0.000*	0.000	-0;-1;+2;+3;+K4;
	1.000	-19.126	0.000	*0.000*	-0;-1;-3;
	1.000	*49.818*	0.000	0.000	+0;-1;-3;+7;
	1.000	-20.963	*0.000*	0.000	+0;+1;-3;
	1.000	-19.126	0.000	*0.000*	+0;-1;-3;
	0.500	*-150.770*	0.000	-0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.500	-84.682	*0.000*	-0.000	-0;-1;+2;+3;+K4;
	0.500	-20.829	0.000	*-0.000*	-0;+1;-3;
	0.500	*49.917*	0.000	-0.000	+0;-1;-3;+7;
	0.500	-19.027	*0.000*	-0.000	+0;-1;-3;
	0.500	-19.027	0.000	*-0.000*	+0;-1;-3;
26	0.000	*-93.391*	-0.000	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-53.287	*-0.000*	0.000	-0;+1;+2;+3;+K4;
	0.000	-11.335	-0.000	*0.000*	-0;-1;-3;
	0.000	*31.691*	-0.000	0.000	+0;-1;-3;+7;
	0.000	-11.335	*-0.000*	0.000	+0;-1;-3;
	0.000	-11.335	-0.000	*0.000*	+0;-1;-3;
	1.000	*-93.676*	0.000	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-52.566	*0.000*	0.000	-0;-1;+2;+3;+K4;
	1.000	-11.547	0.000	*0.000*	-0;-1;-3;
	1.000	*31.480*	0.000	0.000	+0;-1;-3;+7;
	1.000	-12.554	*0.000*	0.000	+0;+1;-3;

	1.000	-11.547	0.000	*0.000*	+0;-1;-3;
	0.500	*-93.534*	0.000	-0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.500	-52.460	*0.000*	-0.000	-0;-1;+2;+3;+K4;
	0.500	-12.411	0.000	*-0.000*	-0;+1;-3;
	0.500	*31.586*	0.000	-0.000	+0;-1;-3;+7;
	0.500	-11.441	*0.000*	-0.000	+0;-1;-3;
	0.500	-11.441	0.000	*-0.000*	+0;-1;-3;
27	0.000	*-93.391*	-0.000	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-53.287	*-0.000*	0.000	-0;+1;+2;+3;+K4;
	0.000	-11.335	-0.000	*0.000*	-0;-1;-3;
	0.000	*31.691*	-0.000	0.000	+0;-1;-3;+7;
	0.000	-11.335	*-0.000*	0.000	+0;-1;-3;
	0.000	-11.335	-0.000	*0.000*	+0;-1;-3;
	1.000	*-93.676*	0.000	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-52.566	*0.000*	0.000	-0;-1;+2;+3;+K4;
	1.000	-11.547	0.000	*0.000*	-0;-1;-3;
	1.000	*31.480*	0.000	0.000	+0;-1;-3;+7;
	1.000	-12.554	*0.000*	0.000	+0;+1;-3;
	1.000	-11.547	0.000	*0.000*	+0;-1;-3;
	0.500	*-93.534*	0.000	-0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.500	-52.460	*0.000*	-0.000	-0;-1;+2;+3;+K4;
	0.500	-12.411	0.000	*-0.000*	-0;+1;-3;
	0.500	*31.586*	0.000	-0.000	+0;-1;-3;+7;
	0.500	-11.441	*0.000*	-0.000	+0;-1;-3;
	0.500	-11.441	0.000	*-0.000*	+0;-1;-3;
28	0.000	*-39.191*	-0.000	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-22.032	*-0.000*	0.000	-0;+1;+2;+3;+K4;
	0.000	-4.216	-0.000	*0.000*	-0;-1;-3;
	0.000	*14.218*	-0.000	0.000	+0;-1;-3;+7;
	0.000	-4.216	*-0.000*	0.000	+0;-1;-3;
	0.000	-4.216	-0.000	*0.000*	+0;-1;-3;
	1.000	*-39.495*	0.000	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-22.087	*0.000*	0.000	-0;-1;+2;+3;+K4;
	1.000	-4.441	0.000	*0.000*	-0;-1;-3;
	1.000	*13.993*	0.000	0.000	+0;-1;-3;+7;
	1.000	-4.690	*0.000*	0.000	+0;+1;-3;
	1.000	-4.441	0.000	*0.000*	+0;-1;-3;
	0.500	*-39.343*	0.000	-0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.500	-21.975	*0.000*	-0.000	-0;-1;+2;+3;+K4;
	0.500	-4.538	0.000	*-0.000*	-0;+1;-3;
	0.500	*14.105*	0.000	-0.000	+0;-1;-3;+7;
	0.500	-4.538	*0.000*	-0.000	+0;+1;-3;
	0.500	-4.328	0.000	*-0.000*	+0;-1;-3;
29	0.000	*-39.191*	-0.000	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-22.032	*-0.000*	0.000	-0;+1;+2;+3;+K4;
	0.000	-4.216	-0.000	*0.000*	-0;-1;-3;

	0.000	*14.218*	-0.000	0.000	+0;-1;-3;+7;
	0.000	-4.216	*-0.000*	0.000	+0;-1;-3;
	0.000	-4.216	-0.000	*0.000*	+0;-1;-3;
	1.000	*-39.495*	0.000	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-22.087	*0.000*	0.000	-0;-1;+2;+3;+K4;
	1.000	-4.441	0.000	*0.000*	-0;-1;-3;
	1.000	*13.993*	0.000	0.000	+0;-1;-3;+7;
	1.000	-4.690	*0.000*	0.000	+0;+1;-3;
	1.000	-4.441	0.000	*0.000*	+0;-1;-3;
	0.500	*-39.343*	0.000	-0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.500	-21.975	*0.000*	-0.000	-0;-1;+2;+3;+K4;
	0.500	-4.538	0.000	*-0.000*	-0;+1;-3;
	0.500	*14.105*	0.000	-0.000	+0;-1;-3;+7;
	0.500	-4.538	*0.000*	-0.000	+0;+1;-3;
	0.500	-4.328	0.000	*-0.000*	+0;-1;-3;
30	0.000	*-6.627*	-0.107	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-3.739	*-0.107*	0.000	-0;+1;+2;+3;+K4;
	0.000	-0.912	-0.080	*0.000*	-0;-1;-3;
	0.000	*2.898*	-0.080	0.000	+0;-1;-3;+11;
	0.000	-0.912	*-0.080*	0.000	+0;-1;-3;
	0.000	-0.912	-0.080	*0.000*	+0;-1;-3;
	1.000	*-6.443*	0.107	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-3.483	*0.080*	0.000	-0;-1;+2;+3;+K4;
	1.000	-0.776	0.080	*0.000*	-0;-1;-3;
	1.000	*3.035*	0.080	0.000	+0;-1;-3;+11;
	1.000	-0.847	*0.107*	0.000	+0;+1;-3;
	1.000	-0.776	0.080	*0.000*	+0;-1;-3;
	0.500	*-6.535*	0.000	-0.078	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.500	-3.551	*0.000*	-0.058	-0;-1;+2;+3;+K4;
	0.500	-0.939	0.000	*-0.078*	-0;+1;-3;
	0.500	*2.966*	0.000	-0.058	+0;-1;-3;+11;
	0.500	-0.844	*0.000*	-0.058	+0;-1;-3;
	0.500	-0.844	0.000	*-0.058*	+0;-1;-3;
31	0.000	*-6.627*	0.107	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-3.620	*0.080*	0.000	-0;-1;+2;+3;+K4;
	0.000	-0.912	0.080	*0.000*	-0;-1;-3;
	0.000	*2.898*	0.080	0.000	+0;-1;-3;+11;
	0.000	-1.032	*0.107*	0.000	+0;+1;-3;
	0.000	-0.912	0.080	*0.000*	+0;-1;-3;
	1.000	*-6.443*	-0.107	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-3.555	*-0.107*	0.000	-0;+1;+2;+3;+K4;
	1.000	-0.776	-0.080	*0.000*	-0;-1;-3;
	1.000	*3.035*	-0.080	0.000	+0;-1;-3;+11;
	1.000	-0.776	*-0.080*	0.000	+0;-1;-3;
	1.000	-0.776	-0.080	*0.000*	+0;-1;-3;
	0.500	*-6.535*	0.000	0.078	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;

	0.500	-3.551	*0.000*	0.058	-0;-1;+2;+3;+K4;
	0.500	-0.844	0.000	*0.058*	-0;-1;-3;
	0.500	*2.966*	0.000	0.058	+0;-1;-3;+11;
	0.500	-0.844	*0.000*	0.058	+0;-1;-3;
	0.500	-0.939	0.000	*0.078*	+0;+1;-3;
32	0.000	*-19.161*	-0.080	0.000	-0;-1;-3;+7;
	0.000	34.073	*-0.107*	0.000	-0;+1;+2;+3;+K4;
	0.000	7.633	-0.080	*0.000*	-0;-1;-3;
	0.000	*59.009*	-0.107	0.000	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	7.633	*-0.080*	0.000	+0;-1;-3;
	0.000	7.633	-0.080	*0.000*	+0;-1;-3;
	1.000	*-19.033*	0.080	0.000	-0;-1;-3;+7;
	1.000	33.428	*0.080*	0.000	-0;-1;+2;+3;+K4;
	1.000	7.761	0.080	*0.000*	-0;-1;-3;
	1.000	*59.182*	0.107	0.000	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	8.578	*0.107*	0.000	+0;+1;-3;
	1.000	7.761	0.080	*0.000*	+0;-1;-3;
	0.500	*-19.097*	0.000	-0.056	-0;-1;-3;+7;
	0.500	33.364	*0.000*	-0.056	-0;-1;+2;+3;+K4;
	0.500	8.492	0.000	*-0.076*	-0;+1;-3;
	0.500	*59.096*	0.000	-0.076	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.500	7.697	*0.000*	-0.056	+0;-1;-3;
	0.500	7.697	0.000	*-0.056*	+0;-1;-3;
33	0.000	*-19.161*	0.080	0.000	-0;-1;-3;+7;
	0.000	33.300	*0.080*	0.000	-0;-1;+2;+3;+K4;
	0.000	7.633	0.080	*0.000*	-0;-1;-3;
	0.000	*59.009*	0.107	0.000	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	8.405	*0.107*	0.000	+0;+1;-3;
	0.000	7.633	0.080	*0.000*	+0;-1;-3;
	1.000	*-19.033*	-0.080	0.000	-0;-1;-3;+7;
	1.000	34.246	*-0.107*	0.000	-0;+1;+2;+3;+K4;
	1.000	7.761	-0.080	*0.000*	-0;-1;-3;
	1.000	*59.182*	-0.107	0.000	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	7.761	*-0.080*	0.000	+0;-1;-3;
	1.000	7.761	-0.080	*0.000*	+0;-1;-3;
	0.500	*-19.097*	0.000	0.056	-0;-1;-3;+7;
	0.500	33.364	*0.000*	0.056	-0;-1;+2;+3;+K4;
	0.500	7.697	0.000	*0.056*	-0;-1;-3;
	0.500	*59.096*	0.000	0.076	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.500	7.697	*0.000*	0.056	+0;-1;-3;
	0.500	8.492	0.000	*0.076*	+0;+1;-3;
34	0.000	*-51.828*	-0.131	0.000	-0;-1;-3;+7;
	0.000	92.769	*-0.177*	0.000	-0;+1;+2;+3;+K4;
	0.000	21.056	-0.131	*0.000*	-0;-1;-3;
	0.000	*160.701*	-0.177	0.000	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	21.056	*-0.131*	0.000	+0;-1;-3;

	0.000	21.056	-0.131	*0.000*	+0;-1;-3;
	1.000	*-51.630*	0.131	0.000	-0;-1;-3;+7;
	1.000	90.738	*0.131*	0.000	-0;-1;+2;+3;+K4;
	1.000	21.254	0.131	*0.000*	-0;-1;-3;
	1.000	*160.968*	0.177	0.000	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	23.552	*0.177*	0.000	+0;+1;-3;
	1.000	21.254	0.131	*0.000*	+0;-1;-3;
	0.500	*-51.729*	0.000	-0.090	-0;-1;-3;+7;
	0.500	90.639	*0.000*	-0.090	-0;-1;+2;+3;+K4;
	0.500	23.419	0.000	*-0.122*	-0;+1;-3;
	0.500	*160.834*	0.000	-0.122	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.500	21.155	*0.000*	-0.090	+0;-1;-3;
	0.500	21.155	0.000	*-0.090*	+0;-1;-3;
35	0.000	*-51.828*	0.131	0.000	-0;-1;-3;+7;
	0.000	90.540	*0.131*	0.000	-0;-1;+2;+3;+K4;
	0.000	21.056	0.131	*0.000*	-0;-1;-3;
	0.000	*160.701*	0.177	0.000	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	23.285	*0.177*	0.000	+0;+1;-3;
	0.000	21.056	0.131	*0.000*	+0;-1;-3;
	1.000	*-51.630*	-0.131	0.000	-0;-1;-3;+7;
	1.000	93.036	*-0.177*	0.000	-0;+1;+2;+3;+K4;
	1.000	21.254	-0.131	*0.000*	-0;-1;-3;
	1.000	*160.968*	-0.177	0.000	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	21.254	*-0.131*	0.000	+0;-1;-3;
	1.000	21.254	-0.131	*0.000*	+0;-1;-3;
	0.500	*-51.729*	0.000	0.090	-0;-1;-3;+7;
	0.500	90.639	*0.000*	0.090	-0;-1;+2;+3;+K4;
	0.500	21.155	0.000	*0.090*	-0;-1;-3;
	0.500	*160.834*	0.000	0.122	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.500	21.155	*0.000*	0.090	+0;-1;-3;
	0.500	23.419	0.000	*0.122*	+0;+1;-3;
36	0.000	*-83.260*	-0.162	0.000	-0;-1;-3;+7;
	0.000	149.256	*-0.219*	0.000	-0;+1;+2;+3;+K4;
	0.000	33.977	-0.162	*0.000*	-0;-1;-3;
	0.000	*258.576*	-0.219	0.000	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	33.977	*-0.162*	0.000	+0;-1;-3;
	0.000	33.977	-0.162	*0.000*	+0;-1;-3;
	1.000	*-83.033*	0.162	0.000	-0;-1;-3;+7;
	1.000	145.851	*0.162*	0.000	-0;-1;+2;+3;+K4;
	1.000	34.204	0.162	*0.000*	-0;-1;-3;
	1.000	*258.883*	0.219	0.000	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	37.916	*0.219*	0.000	+0;+1;-3;
	1.000	34.204	0.162	*0.000*	+0;-1;-3;
	0.500	*-83.147*	0.000	-0.109	-0;-1;-3;+7;
	0.500	145.737	*0.000*	-0.109	-0;-1;+2;+3;+K4;
	0.500	37.763	0.000	*-0.147*	-0;+1;-3;

	0.500	*258.730*	0.000	-0.147	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.500	34.091	*0.000*	-0.109	+0;-1;-3;
	0.500	34.091	0.000	*-0.109*	+0;-1;-3;
37	0.000	*-83.260*	0.162	0.000	-0;-1;-3;+7;
	0.000	145.624	*0.162*	0.000	-0;-1;+2;+3;+K4;
	0.000	33.977	0.162	*0.000*	-0;-1;-3;
	0.000	*258.576*	0.219	0.000	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	37.610	*0.219*	0.000	+0;+1;-3;
	0.000	33.977	0.162	*0.000*	+0;-1;-3;
	1.000	*-83.033*	-0.162	0.000	-0;-1;-3;+7;
	1.000	149.563	*-0.219*	0.000	-0;+1;+2;+3;+K4;
	1.000	34.204	-0.162	*0.000*	-0;-1;-3;
	1.000	*258.883*	-0.219	0.000	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	34.204	*-0.162*	0.000	+0;-1;-3;
	1.000	34.204	-0.162	*0.000*	+0;-1;-3;
	0.500	*-83.147*	0.000	0.109	-0;-1;-3;+7;
	0.500	145.737	*0.000*	0.109	-0;-1;+2;+3;+K4;
	0.500	34.091	0.000	*0.109*	-0;-1;-3;
	0.500	*258.730*	0.000	0.147	+0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.500	37.763	*0.000*	0.147	+0;+1;-3;
	0.500	37.763	0.000	*0.147*	+0;+1;-3;
38	0.000	*-262.756*	0.752	0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.000	-32.680	*-12.111*	0.000	-0;+1;+K2;+3;+K4;+11;
	0.000	-34.581	-0.117	*0.000*	-0;-1;-3;
	0.000	*84.356*	3.016	0.000	+0;-1;-3;+8;
	0.000	84.356	*3.039*	0.000	+0;-1;-3;+7;
	0.000	-34.581	-0.117	*0.000*	+0;-1;-3;
	1.000	*-273.239*	-16.015	-61.815	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	1.000	-248.082	*-26.019*	-97.576	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	1.000	-248.082	-26.019	*-97.576*	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	1.000	*76.591*	-24.929	-88.745	+0;-1;-3;+8;
	1.000	76.591	*20.358*	34.994	+0;-1;-3;+11;
	1.000	76.591	16.404	*78.745*	+0;-1;-3;+7;
	0.250	*-265.377*	-3.440	-2.721	-0;+1;+K2;+3;+4;+K10;
	0.250	-240.220	*-5.060*	-3.173	-0;+1;+K2;+3;+K4;+10;
	0.250	-35.301	-4.092	*-16.405*	-0;+1;+K2;+3;+K4;+11;
	0.250	*82.414*	-3.970	-0.966	+0;-1;-3;+8;
	0.250	82.414	*6.380*	9.537	+0;-1;-3;+7;
	0.250	82.414	6.380	*9.537*	+0;-1;-3;+7;

UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN-EN))

UWAGA!!! Wartości wyróżnione symbolem '*' oznaczają ekstremalne wartości dla danego punktu.

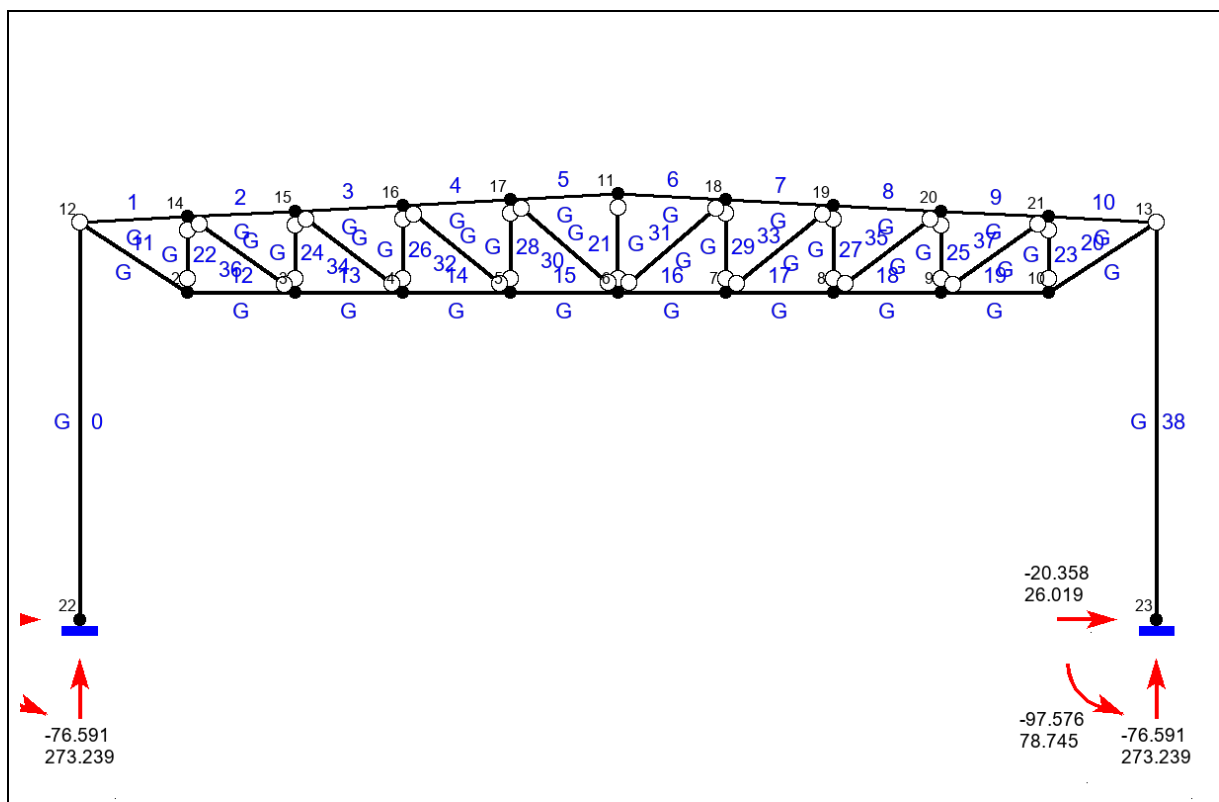
UWAGA!!! Symbole przed numerami grup obciążenia oznaczają odpowiednio:

-> „+” - zastosowano maksymalny współczynnik częściowy obciążenia,

-> „-” - zastosowano minimalny współczynnik częściowy obciążenia,

- > „K” - zastosowano współczynnik dla wartości kombinatorycznej oddziaływania zmiennego,
 - > „C” - zastosowano współczynnik dla wartości częstej oddziaływania zmiennego,
 - > „S” - zastosowano współczynnik dla wartości prawie stałej oddziaływania zmiennego.
- W przypadku kombinacji użytkownika zamiast symbolu wyświetlany jest mnożnik.

KOMBINATORYKA OBCIĄŻEŃ - REAKCJE PODPOROWE



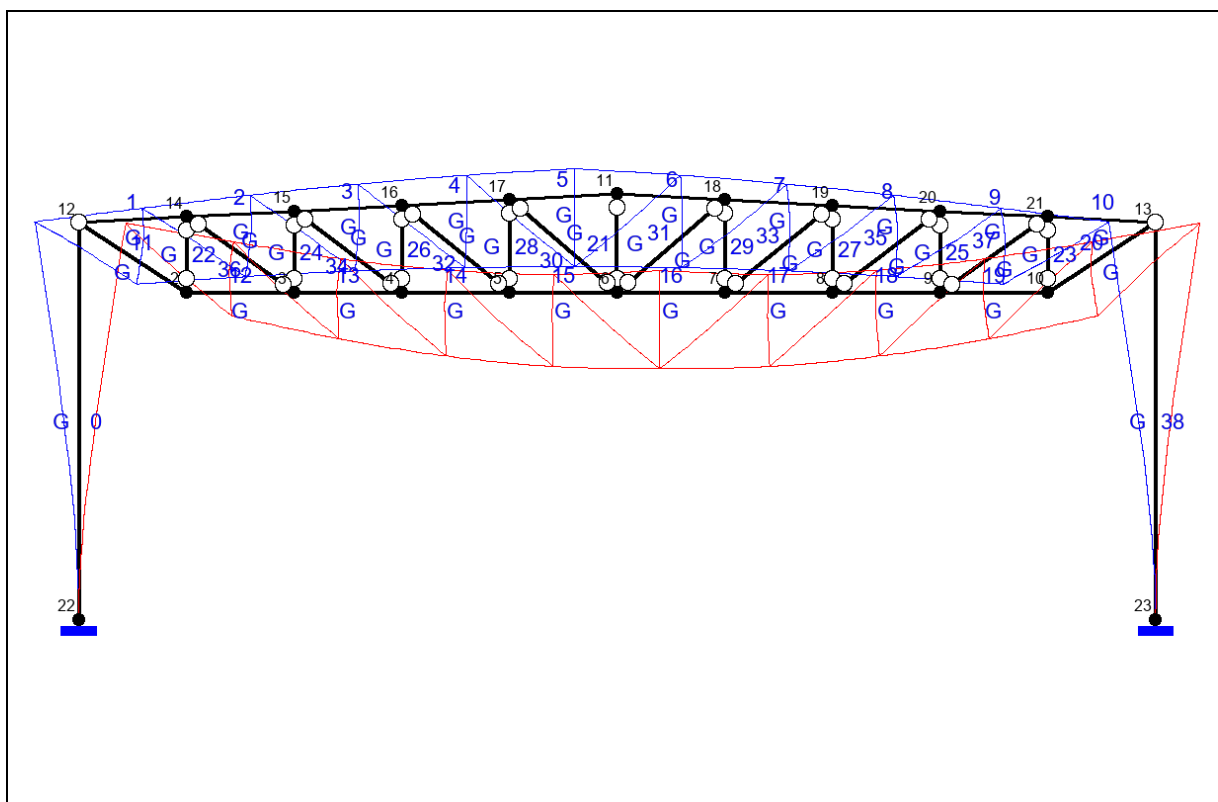
UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN-EN))

Tabela maksymalnych/minimalnych reakcji podporowych układu

Num er	Węz eł	min Rx [kN]	min Ry [kN]	min R [kN]	min M [kNm]	max Rx [kN]	max Ry [kN]	max R [kN]	max M [kNm]
0	23	-20.36	-76.59	42.35	-97.58	26.02	273.24	294.55	78.74
1	22	-26.02	-76.59	42.35	-78.56	20.36	273.24	294.56	97.58

UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN-EN))

KOMBINATORYKA OBCIĄŻEŃ - DEFORMACJE UKŁADU



UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN-EN))

WARTOŚCI EKSTREMALNYCH PRZEMIESZCZEŃ LOKALNYCH - KOMBINATORYKA

Zestawienie tabelaryczne ekstremalnych przemieszczeń lokalnych w charakterystycznych punktach

Pręt	x/L	min u [cm]	min v [cm]	min fi [st]	max u [cm]	max v [cm]	max fi [st]
0	0.000	-0.02493	-3.14414	-0.31312	0.08304	2.95110	0.33360
	1.000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.250	-0.01848	-2.12508	-0.28133	0.06258	1.93226	0.28721
1	0.000	-2.94575	-0.17935	-0.13748	3.13589	0.23970	0.42045
	1.000	-2.92504	-0.69511	-0.13629	3.07555	1.80114	0.41661
	0.300	-2.93954	-0.33363	-0.13710	3.11779	0.67963	0.42048
	0.550	-2.93436	-0.46264	-0.13739	3.10270	1.07858	0.41893
2	0.000	-2.92504	-0.69511	-0.13629	3.07555	1.80114	0.41661
	1.000	-2.89079	-1.18129	-0.11430	2.97766	3.31557	0.35131
3	0.000	-2.89079	-1.18129	-0.11430	2.97766	3.31557	0.35131
	1.000	-2.84825	-1.54310	-0.07720	2.85698	4.44011	0.23717
	0.700	-2.86102	-1.44886	-0.08790	2.89318	4.14857	0.26887
4	0.000	-2.84825	-1.54310	-0.07720	2.85698	4.44011	0.23717
	1.000	-2.95863	-1.75658	-0.03037	2.89246	5.10109	0.09312
5	0.000	-2.95863	-1.75658	-0.03037	2.89246	5.10109	0.09312
	1.000	-3.08680	-1.79664	-0.00000	2.93804	5.22146	0.00000
6	0.000	-2.92968	-1.79704	-0.00000	3.08680	5.22146	0.00000
	1.000	-2.88409	-1.75698	-0.09312	2.95863	5.10109	0.03037
7	0.000	-2.88409	-1.75698	-0.09312	2.95863	5.10109	0.03037
	1.000	-2.85698	-1.54350	-0.23717	2.85661	4.44011	0.07720
8	0.000	-2.85698	-1.54350	-0.23717	2.85661	4.44011	0.07720
	1.000	-2.97766	-1.18170	-0.35131	2.89915	3.31557	0.11430
	0.300	-2.89318	-1.44926	-0.26887	2.86937	4.14857	0.08790
9	0.000	-2.97766	-1.18170	-0.35131	2.89915	3.31557	0.11430
	1.000	-3.07555	-0.69553	-0.41661	2.93339	1.80114	0.13629
10	0.000	-3.07555	-0.69553	-0.41661	2.93339	1.80114	0.13629
	1.000	-3.13589	-0.17979	-0.42045	2.95410	0.23970	0.13748
	0.700	-3.11779	-0.33406	-0.42048	2.94788	0.67511	0.13710
	0.450	-3.10270	-0.46307	-0.41893	2.94271	1.07858	0.13739
11	0.000	-2.49122	-1.64486	-0.12240	2.68062	1.58223	0.37371
	1.000	-2.52683	-2.07562	-0.13178	2.78126	3.03512	0.40160
	0.650	-2.51435	-1.87282	-0.12708	2.74606	2.46687	0.38452
12	0.000	-3.32768	-0.52605	-0.13178	3.02597	1.61415	0.40160
	1.000	-3.25664	-1.02223	-0.11756	3.00084	3.13749	0.36179
	0.300	-3.30637	-0.67888	-0.13297	3.01843	2.08274	0.40898
	0.250	-3.30992	-0.65335	-0.13303	3.01969	2.00421	0.40899
13	0.000	-3.25664	-1.02223	-0.11756	3.00084	3.13749	0.36179
	1.000	-3.14127	-1.39842	-0.07956	2.95995	4.29320	0.24439
	0.700	-3.17588	-1.30041	-0.09050	2.97222	3.99353	0.27658

	0.050	-3.25087	-1.04459	-0.11535	2.99880	3.20635	0.35552
14	0.000	-3.14127	-1.39842	-0.07956	2.95995	4.29320	0.24439
	1.000	-2.99905	-1.62469	-0.03490	2.90950	4.98874	0.10704
15	0.000	-2.99905	-1.62469	-0.03490	2.90950	4.98874	0.10704
	1.000	-2.84723	-1.67892	-0.00000	2.85560	5.15400	0.00000
16	0.000	-2.84723	-1.67892	-0.00000	2.85560	5.15400	0.00000
	1.000	-2.90112	-1.62469	-0.10704	2.99905	4.98874	0.03490
17	0.000	-2.90112	-1.62469	-0.10704	2.99905	4.98874	0.03490
	1.000	-2.95158	-1.39842	-0.24439	3.14127	4.29320	0.07956
18	0.000	-2.95158	-1.39842	-0.24439	3.14127	4.29320	0.07956
	1.000	-2.99246	-1.02223	-0.36179	3.25664	3.13749	0.11756
	0.300	-2.96384	-1.30041	-0.27658	3.17588	3.99353	0.09050
	0.950	-2.99042	-1.04459	-0.35552	3.25087	3.20635	0.11535
19	0.000	-2.99246	-1.02223	-0.36179	3.25664	3.13749	0.11756
	1.000	-3.01759	-0.52605	-0.40160	3.32768	1.61415	0.13178
	0.700	-3.01005	-0.67888	-0.40898	3.30637	2.08274	0.13297
	0.750	-3.01131	-0.65335	-0.40899	3.30992	2.00421	0.13303
20	0.000	-2.78126	-2.07109	-0.40160	2.53385	3.03512	0.13178
	1.000	-2.68062	-1.64486	-0.37371	2.49823	1.58677	0.12240
	0.350	-2.74606	-1.86828	-0.38452	2.52137	2.46687	0.12708
21	0.000	-5.15400	-2.84723	-0.00000	1.67892	2.85560	0.00000
	1.000	-5.13910	-2.84723	-0.00000	1.67454	2.85560	0.00000
	0.500	-5.14657	-2.84723	-0.00000	1.67671	2.85560	0.00000
22	0.000	-0.55253	-3.16027	-0.10670	1.69602	2.95741	0.32622
	1.000	-0.52605	-3.02597	-0.10670	1.61415	3.32768	0.32622
	0.500	-0.53928	-2.88570	-0.10670	1.65510	2.93094	0.32622
23	0.000	-0.55253	-2.96577	-0.32622	1.69602	3.16027	0.10670
	1.000	-0.52605	-3.32768	-0.32622	1.61415	3.01759	0.10670
	0.500	-0.53928	-2.93094	-0.32622	1.65510	2.87732	0.10670
24	0.000	-1.04724	-3.13426	-0.08690	3.21403	2.94865	0.26639
	1.000	-1.02223	-3.00084	-0.08690	3.13749	3.25664	0.26639
	0.500	-1.03473	-2.87751	-0.08690	3.17578	2.90842	0.26639
25	0.000	-1.04724	-2.95702	-0.26639	3.21403	3.13426	0.08690
	1.000	-1.02223	-3.25664	-0.26639	3.13749	2.99246	0.08690
	0.500	-1.03473	-2.90842	-0.26639	3.17578	2.86913	0.08690
26	0.000	-1.41523	-3.06702	-0.05986	4.34399	2.92511	0.18374
	1.000	-1.39842	-2.95995	-0.05986	4.29320	3.14127	0.18374
	0.500	-1.40681	-2.86884	-0.05986	4.31862	2.88435	0.18374
27	0.000	-1.41523	-2.93348	-0.18374	4.34399	3.06702	0.05986
	1.000	-1.39842	-3.14127	-0.18374	4.29320	2.95158	0.05986
	0.500	-1.40681	-2.88435	-0.18374	4.31862	2.86046	0.05986
28	0.000	-1.63251	-2.96954	-0.02996	5.01150	2.89066	0.09203
	1.000	-1.62469	-2.90950	-0.02996	4.98874	2.99905	0.09203
	0.500	-1.62858	-2.86084	-0.02996	5.00014	2.86199	0.09203
29	0.000	-1.63251	-2.89903	-0.09203	5.01150	2.96954	0.02996
	1.000	-1.62469	-2.99905	-0.09203	4.98874	2.90112	0.02996

	0.500	-1.62858	-2.86199	-0.09203	5.00014	2.85246	0.02996
30	0.000	-5.19784	-5.39578	-0.01283	3.23785	3.11332	0.03874
	1.000	-5.20678	-5.21822	-0.01283	3.24107	3.05033	0.03874
	0.500	-5.20234	-5.42373	-0.01283	3.23944	2.99535	0.03874
31	0.000	-5.19784	-3.10790	-0.03874	3.24419	5.39578	0.01283
	1.000	-5.20678	-3.04491	-0.03874	3.24740	5.21822	0.01283
	0.500	-5.20234	-2.98993	-0.03874	3.24577	5.42373	0.01283
32	0.000	-4.93092	-5.39895	-0.05030	3.17903	3.06969	0.15412
	1.000	-4.85477	-4.71132	-0.05030	3.15171	2.82547	0.15412
	0.500	-4.89287	-5.16319	-0.05030	3.16535	2.86754	0.15412
33	0.000	-4.93092	-3.06447	-0.15412	3.18553	5.39895	0.05030
	1.000	-4.85477	-2.82025	-0.15412	3.15821	4.71132	0.05030
	0.500	-4.89287	-2.86232	-0.15412	3.17185	5.16319	0.05030
34	0.000	-4.37667	-4.99462	-0.08476	3.01851	2.87759	0.25979
	1.000	-4.25397	-3.86453	-0.08476	2.97482	2.47708	0.25979
	0.500	-4.31535	-4.47790	-0.08476	2.99664	2.64154	0.25979
35	0.000	-4.37667	-2.87258	-0.25979	3.02518	4.99462	0.08476
	1.000	-4.25397	-2.47206	-0.25979	2.98149	3.86453	0.08476
	0.500	-4.31535	-2.63653	-0.25979	3.00331	4.47790	0.08476
36	0.000	-3.62599	-4.19459	-0.11415	2.78903	2.54188	0.34964
	1.000	-3.46995	-2.71105	-0.11415	2.73355	2.01694	0.34964
	0.500	-3.54800	-3.49821	-0.11415	2.76127	2.24578	0.34964
37	0.000	-3.62599	-2.53710	-0.34964	2.79588	4.19459	0.11415
	1.000	-3.46995	-2.01215	-0.34964	2.74039	2.71106	0.11415
	0.500	-3.54800	-2.24100	-0.34964	2.76811	3.49821	0.11415
38	0.000	-0.02493	-2.95946	-0.33360	0.08304	3.14414	0.31401
	1.000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.250	-0.01848	-1.93755	-0.28721	0.06258	2.12508	0.28217

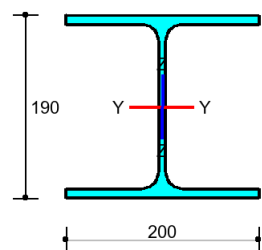
UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN-EN))

Pas górny - Element stalowy [PN-EN 1993-1-1]

Informacje o elemencie

Węzły: 17 (x=12.000m, y=3.685m); 11 (x=14.200m, y=3.800m)

Profil: hea 200 (S 235)



Wyniki dla elementu

Całkowite wyężenie elementu: 74%

Rozciąganie: 19 %

Ściskanie: 67 %

Zginanie: 13 %

Zginanie z siłą podłużną: 72 %

Zginanie ze ściskaniem: 74 %

Ścinanie: 4 %

Środek pod obciążeniem skupionym: 21 %

Smukłość: 0 %

Ugięcia: 40 %

Wyniki w punktach charakterystycznych

Nr	Rzędna	Obwiednia	Warunek	Wyężenie
0	0.000	min Mx	Zginanie z siłą podłużną	24.5 %
1	0.000	ext U	Ugięcia	39.4 %
2	0.000	min Ty	Zginanie ze ściskaniem	72.7 %
3	0.000	max N	Zginanie z siłą podłużną	24.5 %
4	0.000	max Ty	Zginanie z siłą podłużną	23.5 %
5	0.000	min N	Zginanie ze ściskaniem	73.7 %
6	0.000	max Mx	Zginanie ze ściskaniem	73.7 %
7	0.250	min Mx	Zginanie z siłą podłużną	23.3 %
8	0.250	ext U	Ugięcia	39.9 %
9	0.250	min Ty	Zginanie ze ściskaniem	72.1 %
10	0.250	max N	Zginanie z siłą podłużną	23.3 %
11	0.250	max Ty	Zginanie z siłą podłużną	23.3 %
12	0.250	min N	Zginanie ze ściskaniem	72.1 %
13	0.250	max Mx	Zginanie ze ściskaniem	72.1 %
14	0.500	min Mx	Zginanie z siłą podłużną	22.2 %
15	0.500	ext U	Ugięcia	40.2 %
16	0.500	min Ty	Zginanie ze ściskaniem	70.4 %
17	0.500	max N	Zginanie z siłą podłużną	22.2 %
18	0.500	max Ty	Zginanie z siłą podłużną	22.2 %
19	0.500	min N	Zginanie ze ściskaniem	70.4 %
20	0.500	max Mx	Zginanie ze ściskaniem	70.4 %
21	0.750	min Mx	Zginanie z siłą podłużną	20.4 %
22	0.750	ext U	Ugięcia	40.3 %
23	0.750	min Ty	Zginanie ze ściskaniem	68.5 %
24	0.750	max N	Zginanie z siłą podłużną	21.2 %
25	0.750	max Ty	Zginanie z siłą podłużną	21.2 %
26	0.750	min N	Zginanie ze ściskaniem	68.5 %
27	0.750	max Mx	Zginanie ze ściskaniem	68.5 %
28	1.000	min Mx	Zginanie z siłą podłużną	18.8 %
29	1.000	ext U	Ugięcia	40.3 %
30	1.000	min Ty	Zginanie ze ściskaniem	66.8 %
31	1.000	max N	Zginanie z siłą podłużną	20.4 %
32	1.000	max Ty	Zginanie z siłą podłużną	20.4 %
33	1.000	min N	Zginanie ze ściskaniem	66.8 %
34	1.000	max Mx	Zginanie ze ściskaniem	65.8 %

Wyniki szczegółowe

Rozciąganie (19.3 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=2.20m$; Kombinacja: max Ty (+0,-1,-3,+11,)

Pole przekroju: $A_{brutto} = 53.88 \text{ cm}^2$

Nośność elementu rozciąganego (6.2.3):

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{Mo}} = \frac{53.88 \cdot 23.5}{1.00} = 1266.2 \text{ kN} > 244.7 \text{ kN} = N$$

Długość wyboczeniowa

Współczynniki długości wyboczeniowej przyjęto na podstawie ENV 1993-1-1:1992 (załącznik E):

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_y = 1.000$ oraz $l_{0,y} = 2.2\text{m}$

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_z = 1.000$ oraz $l_{0,z} = 2.2\text{m}$

Wyboczenie skrętne: $\mu_\omega = 1.000$ oraz $l_{0,\omega} = 2.2\text{m}$

Uwaga! Przy obliczaniu współczynnika długości wyboczeniowej założono, że elementy belkowe dochodzące do słupa pracują w zakresie sprężystym oraz są nieznacznie obciążone osiowo.

Siły krytyczne

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 E I_y}{(\mu_y l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{MPa} \cdot 3695.3 \text{cm}^4}{(1.000 \cdot 2.2 \text{m})^2} = 15781.1 \text{kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 E I_z}{(\mu_z l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{MPa} \cdot 1335.6 \text{cm}^4}{(1.000 \cdot 2.2 \text{m})^2} = 5703.6 \text{kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_s^2} \left[\frac{\pi^2 E I_\omega}{(\mu_\omega l)^2} + G I_T \right]$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{9.7^2} \left[\frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{MPa} \cdot 108687.3 \text{cm}^6}{(1.000 \cdot 2.2 \text{m})^2} + 80769.0 \text{MPa} \cdot 14.5 \text{cm}^4 \right] = 6227.6 \text{kN}$$

$$N_{cr,TF} = \frac{(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{(N_{cr,y} + N_{cr,T})^2 - 4 N_{cr,y} N_{cr,T} (1 - \mu_z^2 / i_s^2)}}{2(1 - \mu_z^2 / i_s^2)} = \frac{(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{R}}{2(1 - \mu_z^2 / i_s^2)}$$

$$R = (5703.6 + 6227.6)^2 - 4 \cdot 5703.6 \cdot 6227.6 (1 - 1.000 \cdot -0.0^2 / 9.663^2) = 274569.3 \text{kN}$$

$$N_{TF,yz} = \frac{(5703.6 + 6227.6) - \sqrt{274569.3}}{2(1 - 1.000 \cdot -0.0^2 / 9.663^2)} = 5703.6 \text{kN}$$

Moment krytyczny

Moment krytyczny został wyliczony zgodnie z zał. F do ENV 1993-1-1:1992.

Wsp. długości wyboczeniowej: $\mu_z, M_{cr} = 1.00$, $\mu_\omega, M_{cr} = 1.00$ (tylko do obliczeń M_{cr})

Współczynniki ze względu na podparcie i obciążenie: $C_1 = 1.13$, $C_2 = 0.46$, $C_3 = 0.53$

Współrzędna przyłożonego obciążenia względem środka ciężkości: $z_a = 9.5 \text{cm}$

Współrzędna środka ścinania: $z_s = 0.0 \text{cm}$

$$z_j = z_s - 0.5 \int_A (y^2 + z^2) z dA / I_y = 0.0 + 0.5 \cdot 0.00 = 0.0$$

$$N_{cr,z} = \pi^2 E I_z / (\mu_z, M_{cr} L)^2 = \pi^2 210000.0 \cdot 1335.6 / (1.00 \cdot 220.3)^2 = 5703.6 \text{kN}$$

$$M_{cr} = C_1 N_{cr,z} \left\{ \left[\left(\frac{\mu_z, M_{cr}}{\mu_\omega, M_{cr}} \right)^2 \frac{I_\omega}{I_z} + \frac{G I_T}{N_{cr,z}} + V \right]^{0.5} - V \right\}$$

$$V = C_2 (z_a - z_s) - C_3 z_j = 0.46(9.5 - 0.0) - 0.53 \cdot 0.0 = 4.36$$

$$M_{cr} = 1e - 2 \cdot 1.13 \cdot 5703.6 \left\{ \left[\left(\frac{1.00}{1.00} \right)^2 \frac{108687.3}{1335.6} + \frac{8076.9 \cdot 14.5}{5703.6} + 4.36 \right]^{0.5} - 4.36 \right\} = 428.56 \text{kNm}$$

Ściskanie (66.7 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00\text{m}$; Kombinacja: $\max M_x (+0,+1,+K2,+3,+4,+K10,)$

Pole przekroju (klasa 2): $A = A_{brutto} = 53.9 \text{cm}^2$

$$\text{Nośność obliczeniowa przekroju: } N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{53.9 \cdot 23.5}{1.0} = 1266.2 \text{kN}$$

Współczynniki wyboczeniowe (Tablica 11):

$$\chi_y = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,y}} = 1266.2 / 15781.1 = 0.283 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \chi_y(\chi_y) = 0.970 \text{ (giętne x-x)}$$

$$\chi_z = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,z}} = 1266.2 / 5703.6 = 0.471 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_z(\chi_z) = 0.859 \text{ (giętne y-y)}$$

$$\chi_x = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,x}} = 1266.2 / 6227.6 = 0.451 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_x(\chi_x) = 0.870 \text{ (skrętne)}$$

$$\chi_{zx} = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,zx}} = 1266.2 / 5703.6 = 0.471 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_{zx}(\chi_{zx}) = 0.859 \text{ (giętno-skrętne)}$$

Przyjęto do obliczeń: $\chi = \min(\chi_i) = 0.859$

Warunek nośności (stateczności) elementu ściskanego:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.859 \cdot 53.9 \cdot 23.5}{1.0} = 1087.7 \text{kN} > 725.3 \text{kN} = N_{Ed}$$

Ścinanie (3.8 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=2.20m$; Kombinacja: $\min N (-0,+1,+K2,+3,+4,+K10,)$

Ścinanie po kierunku osi głównej Z-Z

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,z} = 11.1\text{cm}^2$

Warunek stateczności: $h_{w,z}/t_z = 26.2 < 60.0 = 72 \varepsilon/\eta$

Warunek nośności plastycznej:

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{v,z} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{11.1 \cdot 23.5}{\sqrt{3} \cdot 1.0} = 149.9\text{kN} > 5.7\text{kN} = V_{Ed,z}$$

Ścinanie po kierunku osi głównej Y-Y

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,y} = 38.7\text{cm}^2$

Warunek nośności plastycznej:

$$V_{pl,Rd,y} = \frac{A_{v,y} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{38.7 \cdot 23.5}{\sqrt{3} \cdot 1.0} = 525.1\text{kN} > 0.0\text{kN} = V_{Ed,y}$$

Zginanie (12.9 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00m$; Kombinacja: $\max M_x (+0,+1,+K2,+3,+4,+K10,)$

Zginanie względem osi głównej Y-Y

Uwzględniono efekt szerokiego pasa zgodnie z EN1993-1-5 p.3.3. Przy sprawdzaniu nośności przyjęto stan sprężysty (bez względu na klasę przekroju, również w drugim kierunku) z ew. uwzględnieniem niestateczności lokalnej.

Pas górny - strona lewa:

$$\kappa = b_0/L_e = 100.0/2203.0 = 0.045 \rightarrow \beta = \beta_1 = 1/(1 + 6.4 \kappa^2) = 1/(1.013) = 0.987$$

$$A_{eff} = \max(A_{c,eff} \beta^K, A_{c,eff} \beta) = \max(1000 \cdot 0.987^{0.045}, 1000 \cdot 0.987) = 999\text{mm}^2$$

Pas górny - strona prawa:

$$\kappa = b_0/L_e = 100.0/2203.0 = 0.045 \rightarrow \beta = \beta_1 = 1/(1 + 6.4 \kappa^2) = 1/(1.013) = 0.987$$

$$A_{eff} = \max(A_{c,eff} \beta^K, A_{c,eff} \beta) = \max(1000 \cdot 0.987^{0.045}, 1000 \cdot 0.987) = 999\text{mm}^2$$

Pas dolny - strona lewa:

$$\kappa = b_0/L_e = 100.0/2203.0 = 0.045 \rightarrow \beta = \beta_1 = 1/(1 + 6.4 \kappa^2) = 1/(1.013) = 0.987$$

$$A_{eff} = \max(A_{c,eff} \beta^K, A_{c,eff} \beta) = \max(1000 \cdot 0.987^{0.045}, 1000 \cdot 0.987) = 999\text{mm}^2$$

Pas dolny - strona prawa:

$$\kappa = b_0/L_e = 100.0/2203.0 = 0.045 \rightarrow \beta = \beta_1 = 1/(1 + 6.4 \kappa^2) = 1/(1.013) = 0.987$$

$$A_{eff} = \max(A_{c,eff} \beta^K, A_{c,eff} \beta) = \max(1000 \cdot 0.987^{0.045}, 1000 \cdot 0.987) = 999\text{mm}^2$$

Wsp. zwichrzenia:

$$\lambda_{LT} = \min \left[\sqrt{\frac{W_{eff,y} f_y}{M_{cr}}}, 3.0 \right] = \min \left[\sqrt{\frac{374.5 \cdot 23.5 \cdot 1e-2}{428.56}}, 3.0 \right] = 0.453 \rightarrow \chi_{LT}(\lambda_{LT}, \alpha_{LT}) = 0.979$$
$$\alpha_{LT} = 0.340$$

Nośność obliczeniowa z uwzględnieniem zwichrzenia (przekrój efektywny - efekt szerokiego pasa):

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} \frac{W_{eff,y} f_y}{\gamma_{M1}} = 0.979 \frac{374.5 \cdot 23.5}{1.0} 1e-2 = 86.2\text{kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{b,Rd,y}} = \frac{11.1}{86.2} = 0.13 < 1.0$$

Zginanie względem osi głównej Z-Z

Nośność obliczeniowa przekroju (klasa 2):

$$M_{c,Rd,z} = M_{eff,Rd,z} = \frac{W_{eff,z} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{133.4 \cdot 23.5}{1.0} 1e-2 = 31.3\text{kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,z}}{M_{c,Rd,z}} = \frac{0.0}{31.3} = 0.00 < 1.0$$

Zginanie z siłą podłużną (72.3 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00m$; Kombinacja: $\max M_x (+0,+1,+K2,+3,+4,+K10,)$

Naprężenia normalne w przekroju efektywnym z uwzględnieniem ew. wpływu siły poprzecznej:

$$\sigma_{x,Ed,eff} = \frac{N_{Ed}}{A_{eff}} + \frac{M_{Ed,y} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{I_{y,eff}} z_{eff} + \frac{M_{Ed,z} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{I_{y,eff}} y_{eff}$$
$$\sigma_{x,Ed,eff} = -\frac{725.3}{51.7} - \frac{11.1 \cdot 1e2 + 725.3 \cdot 0.000}{3557.3} 9.5 - \frac{0.0 \cdot 1e2 + 725.3 \cdot 0.000}{1333.7} 10.0 = -17.0 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{x,Ed,eff} = |-170.0| < 235.0 = \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

Dodatkowy warunek nośności (6.44) z uwzględnieniem ew. wpływu siły poprzecznej:

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{A_{eff} f_y / \gamma_{M0}}}{\frac{-725.3}{51.7 \cdot 23.5 / 1.0}} + \frac{\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{W_{eff,y,min} f_y / \gamma_{M0}}}{\frac{11.1 + -725.3 \cdot 0.000}{374.5 \cdot 10e-6 \cdot 23.5 \cdot 10e4 / 1.0}} + \frac{\frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{W_{eff,z,min} f_y / \gamma_{M0}}}{\frac{0.0 + -725.3 \cdot 0.000}{133.4 \cdot 1e-6 \cdot 23.5 \cdot 1e4 / 1.0}} = 0.723 < 1.0$$

Zginanie ze ściskaniem (73.7 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00m$; Kombinacja: $\max M_x (+0,+1,+K2,+3,+4,+K10,)$

Wyznaczenie współczynników interakcji (metoda 2, Załącznik B):

$$C_{my} = \max(0.2 + 0.8\alpha_s, 0.4) = \max(0.2 + 0.8 \cdot 0.525, 0.4) = 0.620$$

$$C_{mz} = \max(0.6 + 0.4\psi, 0.4) = \max(0.6 + 0.4 \cdot 1.000, 0.4) = 1.000$$

$$C_{mLT} = C_{my} = 0.620$$

$$k_{yy} = \left[C_{my} \left(1 + 0.6 \min(\bar{\lambda}_y, 1) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \right]$$

$$k_{yy} = \left[0.620 \left(1 + 0.6 \min(0.283, 1) \frac{725.3}{0.970 \cdot 1266.2 / 1.0} \right) \right] = 0.682$$

$$k_{zz} = \left[C_{mz} \left(1 + 0.6 \min(\bar{\lambda}_z, 1) \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \right]$$

$$k_{zz} = \left[1.000 \left(1 + 0.6 \min(0.471, 1) \frac{725.3}{0.859 \cdot 1266.2 / 1.0} \right) \right] = 1.189$$

$$k_{yz} = k_{zz} = 1.189$$

$$k_{zy} = 0.8k_{yy} = 0.8 \cdot 0.682 = 0.546$$

Warunki nośności dla elementu zginanego i ściskanego (klasa 2):

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}}}{\frac{725.3}{0.970 \cdot 1266.2 / 1.0}} + k_{yy} \frac{\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}}}{\frac{11.1 + 0.0}{0.979 \cdot 88.0 / 1.0}} + k_{yz} \frac{\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}}}{\frac{0.000 + 0.000}{31.3 / 1.0}} = 0.68 < 1.0$$

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}}}{\frac{725.3}{0.859 \cdot 1266.2 / 1.0}} + k_{zy} \frac{\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}}}{\frac{11.1 + 0.0}{0.979 \cdot 88.0 / 1.0}} + k_{zz} \frac{\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}}}{\frac{0.000 + 0.000}{31.3 / 1.0}} = 0.74 < 1.0$$

Środek pod obciążeniem skupionym (21.4 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=2.20m$; Kombinacja: $\max M_x (+0,-1,+K2,+3,+4,+K9,)$

Dane dla najbardziej wyężonego środka [mm]: $t_w = 6.5$, $h_w = 170.0$, $t_f = 10.0$, $b_f = 150.0$

Parametr niestateczności:

$$k_F = 6 + 2 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 = 6 + 2 \left(\frac{170.0}{500.0} \right)^2 = 6.231$$

Efektywna szerokość strefy obciążenia:

$$l_y = \min[S_s + 2t_f(1 + \sqrt{m_1 + m_2}), a] = \min[20.0 + 2 \cdot 10.0(1 + \sqrt{23.1 + 0.0}), 500.0] = 136.1 \text{ mm}$$

Efektywny wymiar środka przy obciążeniu skupionym:

$$\bar{\lambda}_F = \sqrt{\frac{l_y t_w f_{yw}}{0.9 k_F E t_w^3 / h_w}} = \sqrt{\frac{136.1 \cdot 6.5 \cdot 235.0}{0.9 \cdot 6.231 \cdot 210000 \cdot 0.65^3 / 170.0}} = 0.331$$

$$\chi_F = \min \left[\frac{0.5}{\bar{\lambda}_F}, 1.0 \right] = \min \left[\frac{0.5}{0.331}, 1.0 \right] = 1.000$$

$$L_{eff} = \chi_F l_y = 1.000 \cdot 136.1 = 136.1 \text{ mm}$$

Nośność obliczeniowa środka:

$$F_{Rd} = \frac{f_{yw} L_{eff} t_w}{\gamma_{M1}} = \frac{235.0 \cdot 136.1 \cdot 6.5}{1.0} 1e-3 = 207.9 \text{ kN} > 44.5 \text{ kN} = F_{Ed}$$

Ugięcia (40.3 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=2.20m$; Kombinacja: $\text{ext } U (0,1,K2,3,4,K9,)$

Przemieszczenie w płaszczyźnie układu: $u_z = |-35.5| \text{ mm} < 88.0 \text{ mm} = u_{z,lim}$

Przemieszczenie prostopadłe do pł. układu: $u_y = |0.0| \text{ mm} < 44.0 \text{ mm} = u_{y, \text{lim}}$.

Uwaga! Przy obliczaniu ugięć nie wzięto pod uwagę ewentualnego efektu szerokiego pasa.

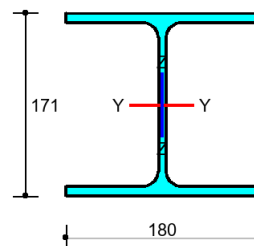
Pas dolny - Element stalowy [PN-EN 1993-1-1]

Informacje o elemencie

Nazwa/Opis: pas dolny (belka) - Brak opisu elementu.

Węzły: 5 (x=12.000m, y=1.800m); 6 (x=14.200m, y=1.800m)

Profil: hea180 (S 235)



Wyniki dla elementu

Całkowite wyężenie elementu: 81%

Rozciąganie: 68 %

Ściskanie: 26 %

Zginanie: 11 %

Zginanie z siłą podłużną: 81 %

Zginanie ze ściskaniem: 28 %

Ścinanie: 2 %

Środek pod obciążeniem skupionym: 0 %

Smukłość: 0 %

Ugięcia: 40 %

Wyniki w punktach charakterystycznych

Nr	Rzędna	Obwiednia	Warunek	Wyężenie
0	0.000	min Mx	Zginanie ze ściskaniem	27.9 %
1	0.000	ext U	Ugięcia	38.5 %
2	0.000	min Ty	Zginanie z siłą podłużną	79.6 %
3	0.000	max N	Zginanie z siłą podłużną	80.7 %
4	0.000	max Ty	Zginanie ze ściskaniem	26.7 %
5	0.000	min N	Zginanie ze ściskaniem	28.3 %
6	0.000	max Mx	Zginanie z siłą podłużną	80.7 %
7	0.250	min Mx	Zginanie ze ściskaniem	27.5 %
8	0.250	ext U	Ugięcia	39.2 %
9	0.250	min Ty	Zginanie z siłą podłużną	77.9 %
10	0.250	max N	Zginanie z siłą podłużną	79.1 %
11	0.250	max Ty	Zginanie ze ściskaniem	26.2 %
12	0.250	min N	Zginanie ze ściskaniem	27.9 %
13	0.250	max Mx	Zginanie z siłą podłużną	79.1 %
14	0.500	min Mx	Zginanie ze ściskaniem	27.1 %
15	0.500	ext U	Ugięcia	39.6 %
16	0.500	min Ty	Zginanie z siłą podłużną	77.2 %
17	0.500	max N	Zginanie z siłą podłużną	77.2 %
18	0.500	max Ty	Zginanie ze ściskaniem	27.1 %
19	0.500	min N	Zginanie ze ściskaniem	27.5 %
20	0.500	max Mx	Zginanie z siłą podłużną	77.2 %
21	0.750	min Mx	Zginanie ze ściskaniem	26.7 %

22	0.750	ext U	Ugięcia	39.8 %
23	0.750	min Ty	Zginanie z siłą podłużną	75.2 %
24	0.750	max N	Zginanie z siłą podłużną	75.2 %
25	0.750	max Ty	Zginanie ze ściskaniem	26.7 %
26	0.750	min N	Zginanie ze ściskaniem	27.2 %
27	0.750	max Mx	Zginanie z siłą podłużną	75.2 %
28	1.000	min Mx	Zginanie ze ściskaniem	25.4 %
29	1.000	ext U	Ugięcia	39.8 %
30	1.000	min Ty	Zginanie z siłą podłużną	72.9 %
31	1.000	max N	Zginanie z siłą podłużną	72.9 %
32	1.000	max Ty	Zginanie ze ściskaniem	26.5 %
33	1.000	min N	Zginanie ze ściskaniem	26.9 %
34	1.000	max Mx	Zginanie z siłą podłużną	71.9 %

Wyniki szczegółowe

Rozciąganie (68.2 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=2.20m$; Kombinacja: $\max N (+0,+1,+K2,+3,+4,+K10)$

Pole przekroju: $A_{brutto} = 45.29 \text{ cm}^2$

Nośność elementu rozciąganego (6.2.3):

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{Mo}} = \frac{45.29 \cdot 23.5}{1.00} = 1064.3 \text{ kN} > 726.3 \text{ kN} = N$$

Długość wyboczeniowa

Współczynniki długości wyboczeniowej przyjęto na podstawie ENV 1993-1-1:1992 (załącznik E):

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_y = 1.000$ oraz $l_{o,y} = 2.2m$

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_z = 1.000$ oraz $l_{o,z} = 2.2m$

Wyboczenie skrętne: $\mu_\omega = 1.000$ oraz $l_{o,\omega} = 2.2m$

Uwaga! Przy obliczaniu współczynnika długości wyboczeniowej założono, że elementy belkowe dochodzące do słupa pracują w zakresie sprężystym oraz są nieznacznie obciążone osiowo.

Siły krytyczne

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 E I_y}{(\mu_y l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 2512.1 \text{ cm}^4}{(1.000 \cdot 2.2m)^2} = 10757.4 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 E I_z}{(\mu_z l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 924.6 \text{ cm}^4}{(1.000 \cdot 2.2m)^2} = 3959.5 \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_z^2} \left[\frac{\pi^2 E I_\omega}{(\mu_\omega l)^2} + G J_T \right]$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{8.7^2} \left[\frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 60431.5 \text{ cm}^6}{(1.000 \cdot 2.2m)^2} + 80769.0 \text{ MPa} \cdot 11.1 \text{ cm}^4 \right] = 4589.6 \text{ kN}$$

$$N_{cr,TF} = \frac{(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{(N_{cr,y} + N_{cr,T})^2 - 4 N_{cr,y} N_{cr,T} (1 - \mu_z^2 / i_z^2)}}{2(1 - \mu_z^2 / i_z^2)} = \frac{(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{R}}{2(1 - \mu_z^2 / i_z^2)}$$

$$R = (3959.5 + 4589.6)^2 - 4 \cdot 3959.5 \cdot 4589.6 (1 - 1.000 \cdot -0.0^2 / 8.711^2) = 396979.0 \text{ kN}$$

$$N_{TF,yz} = \frac{(3959.5 + 4589.6) - \sqrt{396979.0}}{2(1 - 1.000 \cdot -0.0^2 / 8.711^2)} = 3959.5 \text{ kN}$$

Moment krytyczny

Moment krytyczny został wyliczony zgodnie z zał. F do ENV 1993-1-1:1992.

Wsp. długości wyboczeniowej: $\mu_{z,Mcr} = 1.00$, $\mu_{\omega,Mcr} = 1.00$ (tylko do obliczeń M_{cr})

Współczynniki ze względu na podparcie i obciążenie: $C_1 = 1.13$, $C_2 = 0.46$, $C_3 = 0.53$

Współrzędna przyłożonego obciążenia względem środka ciężkości: $z_a = 8.6 \text{ cm}$

Współrzędna środka ścinania: $z_s = 0.0 \text{ cm}$

$$z_j = z_s - 0.5 \int_A (y^2 + z^2) z dA / I_y = 0.0 + 0.5 \cdot 0.00 = 0.0$$

$$N_{cr,z} = \pi^2 E I_z / (\mu_{z,Mcr} L)^2 = \pi^2 \cdot 21000.0 \cdot 924.6 / (1.00 \cdot 220.0)^2 = 3959.5 \text{ kN}$$

$$M_{cr} = C_1 N_{cr,z} \left\{ \left[\left(\frac{M_{z, M_{cr}}}{M_{\omega, M_{cr}}} \right)^2 \frac{I_{\omega}}{I_z} + \frac{G I_t}{N_{cr,z}} + V \right]^{0.5} - V \right\}$$

$$V = C_2 (z_a - z_s) - C_3 z_j = 0.46(8.6 - 0.0) - 0.53 \cdot 0.0 = 3.92$$

$$M_{cr} = 1e - 2 \cdot 1.13 \cdot 3959.5 \left\{ \left[\left(\frac{1.00}{1.00} \right)^2 \frac{60431.5}{924.6} + \frac{8076.9 \cdot 11.1}{3959.5} + 3.92 \right]^{0.5} - 3.92 \right\} = 279.80 \text{ kNm}$$

Ściskanie (26.3 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=2.20\text{m}$; Kombinacja: $\min N (-0, -1, -3, +7,)$

Pole przekroju (klasa 2): $A = A_{brutto} = 45.3 \text{ cm}^2$

Nośność obliczeniowa przekroju: $N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{45.3 \cdot 23.5}{1.0} = 1064.3 \text{ kN}$

Współczynniki wyoboczeniowe (Tablica 11):

$\bar{\lambda}_y = \sqrt{N_{c,Rd}/N_{cr,y}} = 1064.3/10757.4 = 0.315 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \chi_y(\bar{\lambda}_y) = 0.959$ (giętne x-x)

$\bar{\lambda}_z = \sqrt{N_{c,Rd}/N_{cr,z}} = 1064.3/3959.5 = 0.518 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_z(\bar{\lambda}_z) = 0.833$ (giętne y-y)

$\bar{\lambda}_x = \sqrt{N_{Rc}/N_{cr,x}} = 1064.3/4589.6 = 0.482 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_x(\bar{\lambda}_x) = 0.853$ (skrętne)

$\bar{\lambda}_{zx} = \sqrt{N_{c,Rd}/N_{cr,zx}} = 1064.3/3959.5 = 0.518 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_{zx}(\bar{\lambda}_{zx}) = 0.833$ (giętno-skrętne)

Przyjęto do obliczeń: $\chi = \min(\chi_i) = 0.833$

Warunek nośności (stateczności) elementu ściskanego:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.833 \cdot 45.3 \cdot 23.5}{1.0} = 886.1 \text{ kN} > 233.0 \text{ kN} = N_{Ed}$$

Ścinanie (2.4 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=2.20\text{m}$; Kombinacja: $\min T_y (-0, +1, +K2, +3, +4, +K9,)$

Ścinanie po kierunku osi głównej Z-Z

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,z} = 9.1 \text{ cm}^2$

Warunek stateczności: $h_{w,z}/t_z = 25.3 < 60.0 = 72 \epsilon/\eta$

Warunek nośności plastycznej:

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{v,z} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{9.1 \cdot 23.5}{\sqrt{3} \cdot 1.0} = 123.7 \text{ kN} > 2.9 \text{ kN} = V_{Ed,z}$$

Ścinanie po kierunku osi głównej Y-Y

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,y} = 33.1 \text{ cm}^2$

Warunek nośności plastycznej:

$$V_{pl,Rd,y} = \frac{A_{v,y} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{33.1 \cdot 23.5}{\sqrt{3} \cdot 1.0} = 448.5 \text{ kN} > 0.0 \text{ kN} = V_{Ed,y}$$

Zginanie (10.7 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00\text{m}$; Kombinacja: $\max M_x (+0, +1, +K2, +3, +4, +K10,)$

Zginanie względem osi głównej Y-Y

Uwzględniono efekt szerokiego pasa zgodnie z EN1993-1-5 p.3.3. Przy sprawdzaniu nośności przyjęto stan sprężysty (bez względu na klasę przekroju, również w drugim kierunku) z ew. uwzględnieniem niestateczności lokalnej.

Pas górny - strona lewa:

$$\kappa = b_0/L_e = 90.0/2200.0 = 0.041 \rightarrow \beta = \beta_1 = 1/(1 + 6.4 \kappa^2) = 1/(1.011) = 0.989$$

$$A_{eff} = \max(A_{c,eff} \beta^K, A_{c,eff} \beta) = \max(855 \cdot 0.989^{0.041}, 855 \cdot 0.989) = 855 \text{ mm}^2$$

Pas górny - strona prawa:

$$\kappa = b_0/L_e = 90.0/2200.0 = 0.041 \rightarrow \beta = \beta_1 = 1/(1 + 6.4 \kappa^2) = 1/(1.011) = 0.989$$

$$A_{eff} = \max(A_{c,eff} \beta^K, A_{c,eff} \beta) = \max(855 \cdot 0.989^{0.041}, 855 \cdot 0.989) = 855 \text{ mm}^2$$

Pas dolny - strona lewa:

$$\kappa = b_0/L_e = 90.0/2200.0 = 0.041 \rightarrow \beta = \beta_1 = 1/(1 + 6.4 \kappa^2) = 1/(1.011) = 0.989$$

$$A_{eff} = \max(A_{c,eff} \beta^K, A_{c,eff} \beta) = \max(855 \cdot 0.989^{0.041}, 855 \cdot 0.989) = 855 \text{ mm}^2$$

Pas dolny - strona prawa:

$$\kappa = b_0/L_e = 90.0/2200.0 = 0.041 \rightarrow \beta = \beta_1 = 1/(1 + 6.4 \kappa^2) = 1/(1.011) = 0.989$$

$$A_{eff} = \max(A_{c,eff} \beta^K, A_{c,eff} \beta) = \max(855 \cdot 0.989^{0.041}, 855 \cdot 0.989) = 855 \text{ mm}^2$$

Wsp. zwiczenia:

$$\lambda_{LT} = \min \left[\sqrt{\frac{W_{eff,y} f_y}{M_{cr}}}, 3.0 \right] = \min \left[\sqrt{\frac{285.6 \cdot 23.5 \cdot 1e-2}{279.80}}, 3.0 \right] = 0.490 \rightarrow \chi_{LT}(\lambda_{LT}, \alpha_{LT}) = 0.964$$

$$\alpha_{LT} = 0.340$$

Nośność obliczeniowa z uwzględnieniem zwężenia (przekrój efektywny - efekt szerokiego pasa):

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} \frac{W_{eff,y} f_y}{\gamma_{M1}} = 0.964 \frac{285.6 \cdot 23.5}{1.0} 1e-2 = 64.7 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{b,Rd,y}} = \frac{6.9}{64.7} = 0.11 < 1.0$$

Zginanie względem osi głównej Z-Z

Nośność obliczeniowa przekroju (klasa 1):

$$M_{c,Rd,z} = M_{eff,Rd,z} = \frac{W_{eff,z} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{102.6 \cdot 23.5}{1.0} 1e-2 = 24.1 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,z}}{M_{c,Rd,z}} = \frac{0.0}{24.1} = 0.00 < 1.0$$

Zginanie z siłą podłużną (80.7 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00m$; Kombinacja: $\max M_x (+0,+1,+K2,+3,+4,+K10,)$

Naprężenia normalne w przekroju efektywnym z uwzględnieniem ew. wpływu siły poprzecznej:

$$\sigma_{x,Ed,eff} = \frac{N_{Ed}}{A_{eff}} + \frac{M_{Ed,y} + N_{Ed} e_{Ny}}{I_{y,eff}} z_{eff} + \frac{M_{Ed,z} + N_{Ed} e_{Nz}}{I_{z,eff}} y_{eff}$$

$$\sigma_{x,Ed,eff} = \frac{726.3}{43.9} + \frac{6.9 \cdot 1e2 + 726.3 \cdot 0.000}{2442.2} 8.5 + \frac{0.0 \cdot 1e2 + 726.3 \cdot 0.000}{923.7} 9.0 = 19.0 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{x,Ed,eff} = |189.7| < 235.0 = \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

Dodatkowy warunek nośności (6.44) z uwzględnieniem ew. wpływu siły poprzecznej:

$$\frac{N_{Ed}}{A_{eff} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{W_{eff,y,min} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{W_{eff,z,min} f_y / \gamma_{M0}} < 1.0$$

$$\frac{726.3}{43.9 \cdot 23.5 / 1.0} + \frac{6.9 + 726.3 \cdot 0.000}{285.6 \cdot 10e-6 \cdot 23.5 \cdot 10e4 / 1.0} + \frac{0.0 + 726.3 \cdot 0.000}{102.6 \cdot 1e-6 \cdot 23.5 \cdot 1e4 / 1.0} = 0.807 < 1.0$$

Zginanie ze ściskaniem (28.3 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00m$; Kombinacja: $\min N (-0,-1,-3,+7,)$

Wyznaczenie współczynników interakcji (metoda 2, Załącznik B):

$$C_{my} = \max(0.2 + 0.8 \alpha_s, 0.4) = \max(0.2 + 0.8 \cdot 0.570, 0.4) = 0.656$$

$$C_{mz} = \max(0.6 + 0.4 \psi, 0.4) = \max(0.6 + 0.4 \cdot 1.000, 0.4) = 1.000$$

$$C_{mLT} = C_{my} = 0.656$$

$$k_{yy} = \left[C_{my} \left(1 + 0.6 \min(\bar{\lambda}_y, 1) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \right]$$

$$k_{yy} = \left[0.656 \left(1 + 0.6 \min(0.315, 1) \frac{233.0}{0.959 \cdot 1064.3 / 1.0} \right) \right] = 0.684$$

$$k_{zz} = \left[C_{mz} \left(1 + 0.6 \min(\bar{\lambda}_z, 1) \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \right]$$

$$k_{zz} = \left[1.000 \left(1 + 0.6 \min(0.518, 1) \frac{233.0}{0.833 \cdot 1064.3 / 1.0} \right) \right] = 1.082$$

$$k_{yz} = k_{zz} = 1.082$$

$$k_{zy} = 0.8 k_{yy} = 0.8 \cdot 0.684 = 0.547$$

Warunki nośności dla elementu zginanego i ściskanego (klasa 2):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = 0.25 < 1.0$$

$$\frac{233.0}{0.959 \cdot 1064.3 / 1.0} + 0.684 \frac{2.4 + 0.0}{0.964 \cdot 67.1 / 1.0} + 1.082 \frac{0.000 + 0.000}{24.1 / 1.0} = 0.25 < 1.0$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = 0.28 < 1.0$$

$$\frac{233.0}{0.833 \cdot 1064.3 / 1.0} + 0.547 \frac{2.4 + 0.0}{0.964 \cdot 67.1 / 1.0} + 1.082 \frac{0.000 + 0.000}{24.1 / 1.0} = 0.28 < 1.0$$

Ugięcia (39.8 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=2.20\text{m}$; Kombinacja: ext U (0,1,K2,3,4,K10,)

Premieszczenie w płaszczyźnie układu: $u_z = |-35.0|\text{mm} < 88.0\text{mm} = u_{z,\text{lim}}$

Premieszczenie prostopadłe do pł. układu: $u_y = |0.0|\text{mm} < 44.0\text{mm} = u_{y,\text{lim}}$

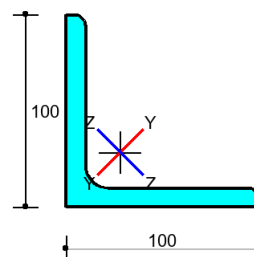
Uwaga! Przy obliczaniu ugięć nie wzięto pod uwagę ewentualnego efektu szerokiego pasa.

Słupek 1 - Element stalowy [PN-EN 1993-1-1]

Informacje o elemencie

Węzły: 14 ($x=5.400\text{m}$, $y=3.339\text{m}$); 2 ($x=5.400\text{m}$, $y=1.800\text{m}$)

Profil: L100x100x10 (S 235)



Wyniki dla elementu

Całkowite wyężenie elementu: 73%

Rozciąganie: 16 %

Ściskanie: 68 %

Zginanie: 4 %

Zginanie z siłą podłużną: 52 %

Zginanie ze ściskaniem: 73 %

Ścinanie: 0 %

Środek pod obciążeniem skupionym: 0 %

Smukłość: 0 %

Ugięcia: 0 %

Wyniki w punktach charakterystycznych

Nr	Rzędna	Obwiednia	Warunek	Wyężenie
0	0.000	min Mx	Zginanie ze ściskaniem	9.2 %
1	0.000	ext U	Ugięcia	0.0 %
2	0.000	min Ty	Zginanie ze ściskaniem	41.7 %
3	0.000	max N	Rozciąganie	15.6 %
4	0.000	max Ty	Zginanie ze ściskaniem	9.2 %
5	0.000	min N	Zginanie ze ściskaniem	73.0 %
6	0.000	max Mx	Zginanie ze ściskaniem	9.2 %
7	0.250	min Mx	Zginanie ze ściskaniem	10.2 %
8	0.250	ext U	Ugięcia	0.0 %
9	0.250	min Ty	Zginanie ze ściskaniem	41.7 %
10	0.250	max N	Rozciąganie	15.6 %
11	0.250	max Ty	Zginanie ze ściskaniem	9.2 %
12	0.250	min N	Zginanie ze ściskaniem	73.0 %
13	0.250	max Mx	Zginanie ze ściskaniem	9.2 %
14	0.500	min Mx	Zginanie ze ściskaniem	10.2 %
15	0.500	ext U	Ugięcia	0.0 %
16	0.500	min Ty	Zginanie ze ściskaniem	40.8 %
17	0.500	max N	Rozciąganie	15.5 %

18	0.500	max Ty	Zginanie ze ściskaniem	10.2 %
19	0.500	min N	Zginanie ze ściskaniem	73.0 %
20	0.500	max Mx	Zginanie ze ściskaniem	9.3 %
21	0.750	min Mx	Zginanie ze ściskaniem	10.2 %
22	0.750	ext U	Ugięcia	0.0 %
23	0.750	min Ty	Zginanie ze ściskaniem	40.8 %
24	0.750	max N	Rozciąganie	15.5 %
25	0.750	max Ty	Zginanie ze ściskaniem	10.2 %
26	0.750	min N	Zginanie ze ściskaniem	73.0 %
27	0.750	max Mx	Zginanie ze ściskaniem	9.3 %
28	1.000	min Mx	Zginanie ze ściskaniem	9.3 %
29	1.000	ext U	Ugięcia	0.0 %
30	1.000	min Ty	Zginanie ze ściskaniem	40.8 %
31	1.000	max N	Rozciąganie	15.5 %
32	1.000	max Ty	Zginanie ze ściskaniem	10.2 %
33	1.000	min N	Zginanie ze ściskaniem	73.1 %
34	1.000	max Mx	Zginanie ze ściskaniem	9.3 %

Wyniki szczegółowe

Rozciąganie (15.6 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00m$; Kombinacja: max N (+0,-1,-3,+7,)

Pole przekroju: $A_{brutto} = 19.16 \text{ cm}^2$

Nośność elementu rozciąganego (6.2.3):

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{19.16 \cdot 23.5}{1.00} = 450.2 \text{ kN} > 70.1 \text{ kN} = N$$

Długość wyboczeniowa

Współczynniki długości wyboczeniowej przyjęto na podstawie ENV 1993-1-1:1992 (załącznik E):

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_y = 1.000$ oraz $l_{0,y} = 1.5m$

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_z = 1.000$ oraz $l_{0,z} = 1.5m$

Wyboczenie skrętne: $\mu_\omega = 1.000$ oraz $l_{0,\omega} = 1.5m$

Uwaga! Przy obliczaniu współczynnika długości wyboczeniowej założono, że elementy belkowe dochodzące do słupa pracują w zakresie sprężystym oraz są nieznacznie obciążone osiowo.

Siły krytyczne

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 E I_y}{(\mu_y l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 280.2 \text{ cm}^4}{(1.000 \cdot 1.5m)^2} = 2452.9 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 E I_z}{(\mu_z l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 73.0 \text{ cm}^4}{(1.000 \cdot 1.5m)^2} = 638.9 \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_s^2} \left[\frac{\pi^2 E I_\omega}{(\mu_\omega l)^2} + G J_T \right]$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{5.4^2} \left[\frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 0.0 \text{ cm}^6}{(1.000 \cdot 1.5m)^2} + 80769.0 \text{ MPa} \cdot 5.9 \text{ cm}^4 \right] = 1638.1 \text{ kN}$$

$$N_{cr,TF} = \frac{(N_{cr,x} + N_{cr,T}) - \sqrt{(N_{cr,x} + N_{cr,T})^2 - 4 N_{cr,x} N_{cr,T} (1 - \mu_z^2 / i_s^2)}}{2(1 - \mu_z^2 / i_s^2)} = \frac{(N_{cr,x} + N_{cr,T}) - \sqrt{R}}{2(1 - \mu_z^2 / i_s^2)}$$

$$R = (2452.9 + 1638.1)^2 - 4 \cdot 2452.9 \cdot 1638.1 (1 - 1.000 \cdot -3.3^2 / 5.400^2) = 6572502.8 \text{ kN}$$

$$N_{TF,xz} = \frac{(2452.9 + 1638.1) - \sqrt{6572502.8}}{2(1 - 1.000 \cdot -3.3^2 / 5.400^2)} = 1207.6 \text{ kN}$$

Moment krytyczny

Moment krytyczny został określony przez użytkownika: $M_{cr} = 0.00 \text{ kNm}$

Ściskanie (68.3 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=1.54m$; Kombinacja: min N (-0,+1,+K2,+3,+4,+K10,)

Pole przekroju (klasa 4): $A = A_{eff} = 19.0 \text{ cm}^2$

Nośność obliczeniowa przekroju: $N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{19.0 \cdot 23.5}{1.0} = 446.5 \text{ kN}$

Współczynniki wyboczeniowe (Tablica 11):

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,y}} = 446.5 / 2452.9 = 0.427 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \chi_y(\bar{\lambda}_y) = 0.915 \text{ (giętne x-x)}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,z}} = 446.5 / 638.9 = 0.836 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \chi_z(\bar{\lambda}_z) = 0.702 \text{ (giętne y-y)}$$

$$\bar{\lambda}_x = \sqrt{N_{Rc} / N_{cr,x}} = 446.5 / 1638.1 = 0.522 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_x(\bar{\lambda}_x) = 0.831 \text{ (skrętne)}$$

$$\bar{\lambda}_{zx} = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,zx}} = 446.5 / 1207.6 = 0.608 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \chi_{zx}(\bar{\lambda}_{zx}) = 0.833 \text{ (giętno-skrętne)}$$

Przyjęto do obliczeń: $\chi = \min(\chi_i) = 0.702$

Warunek nośności (stateczności) elementu ściskanego:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.702 \cdot 19.0 \cdot 23.5}{1.0} = 313.4 \text{ kN} > 214.2 \text{ kN} = N_{Ed}$$

Zginanie (3.5 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=1.54\text{m}$; Kombinacja: $\min N (-0,+1,+K2,+3,+4,+K10,)$

Zginanie względem osi głównej Y-Y

Wsp. zwiczenia:

$$\lambda_{LT} = \min \left[\sqrt{\frac{W_{eff,y} f_y}{M_{cr}}}, 3.0 \right] = \min \left[\sqrt{\frac{40.5 \cdot 23.5 \cdot 1e-2}{0.00}}, 3.0 \right] = 3.000 \rightarrow \chi_{LT}(\lambda_{LT}, \alpha_{LT}) = 0.088$$

$$\alpha_{LT} = 0.760$$

Nośność obliczeniowa z uwzględnieniem zwiczenia (klasa 4):

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} \frac{W_{eff,y} f_y}{\gamma_{M1}} = 0.088 \frac{40.5 \cdot 23.5}{1.0} 1e-2 = 0.8 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{b,Rd,y}} = \frac{0.0}{0.8} = 0.00 < 1.0$$

Zginanie względem osi głównej Z-Z

Nośność obliczeniowa przekroju (klasa 4):

$$M_{c,Rd,z} = M_{eff,Rd,z} = \frac{W_{eff,z} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{19.5 \cdot 23.5}{1.0} 1e-2 = 4.6 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,z}}{M_{eff,Rd,z}} = \frac{0.2}{4.6} = 0.04 < 1.0$$

Zginanie z siłą podłużną (51.5 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=1.54\text{m}$; Kombinacja: $\min N (-0,+1,+K2,+3,+4,+K10,)$

Naprężenia normalne w przekroju efektywnym z uwzględnieniem ew. wpływu siły poprzecznej:

$$\sigma_{x,Ed,eff} = \frac{N_{Ed}}{A_{eff}} + \frac{M_{Ed,y} + N_{Ed} e_{Ny}}{I_{y,eff}} z_{eff} + \frac{M_{Ed,z} + N_{Ed} e_{Nz}}{I_{y,eff}} y_{eff}$$

$$\sigma_{x,Ed,eff} = -\frac{214.2}{19.0} - \frac{0.0 \cdot 1e2 + 214.2 \cdot 0.000}{286.6} 7.1 - \frac{0.2 \cdot 1e2 + 214.2 \cdot 0.000}{72.2} 3.7 = -12.1 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{x,Ed,eff} = |-12.1| < 235.0 = \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

Dodatkowy warunek nośności (6.44) z uwzględnieniem ew. wpływu siły poprzecznej:

$$\frac{N_{Ed}}{A_{eff} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{W_{eff,y, \min} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{W_{eff,z, \min} f_y / \gamma_{M0}} < 1.0$$

$$\frac{-214.2}{19.0 \cdot 23.5 / 1.0} + \frac{0.0 + -214.2 \cdot 0.000}{40.5 \cdot 10e-6 \cdot 23.5 \cdot 10e4 / 1.0} + \frac{0.2 + -214.2 \cdot 0.001}{19.5 \cdot 1e-6 \cdot 23.5 \cdot 1e4 / 1.0} = 0.515 < 1.0$$

Zginanie ze ściskaniem (73.1 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=1.54\text{m}$; Kombinacja: $\min N (-0,+1,+K2,+3,+4,+K10,)$

Wyznaczenie współczynników interakcji (metoda 2, Załącznik B):

$$C_{my} = \max(0.6 + 0.4\psi, 0.4) = \max(0.6 + 0.4 \cdot 1.000, 0.4) = 1.000$$

$$C_{mz} = \max(0.6 + 0.4\psi, 0.4) = \max(0.6 + 0.4 \cdot 1.000, 0.4) = 1.000$$

$$C_{mLT} = C_{my} = 1.000$$

$$k_{yy} = \left[C_{my} \left(1 + 0.6 \min(\bar{\lambda}_y, 1) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \right]$$

$$k_{yy} = \left[1.000 \left(1 + 0.6 \min(0.427, 1.) \frac{214.2}{0.915 \cdot 446.5 / 1.0} \right) \right] = 1.134$$

$$k_{zz} = \left[C_{mz} \left(1 + 0.6 \min(\lambda_z, 1.) \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \right]$$

$$k_{zz} = \left[1.000 \left(1 + 0.6 \min(0.836, 1.) \frac{214.2}{0.702 \cdot 446.5 / 1.0} \right) \right] = 1.343$$

$$k_{yz} = k_{zz} = 1.343$$

$$k_{zy} = 0.8 k_{yy} = 0.8 \cdot 1.134 = 0.907$$

Warunki nośności dla elementu zginanego i ściskanego (klasa 4):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = 0.57 < 1.0$$

$$\frac{214.2}{0.915 \cdot 446.5} + 1.134 \frac{0.0 + 0.0}{0.088 \cdot 9.5} + 1.343 \frac{0.000 + 0.162}{4.6} = 0.57 < 1.0$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = 0.73 < 1.0$$

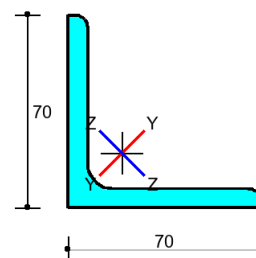
$$\frac{214.2}{0.702 \cdot 446.5} + 0.907 \frac{0.0 + 0.0}{0.088 \cdot 9.5} + 1.343 \frac{0.000 + 0.162}{4.6} = 0.73 < 1.0$$

Krzyżulec1 - Element stalowy [PN-EN 1993-1-1]

Informacje o elemencie

Węzły: 6 (x=14.200m, y=1.800m); 17 (x=12.000m, y=3.685m)

Profil: L70x70x7 (S 235)



Wyniki dla elementu

Całkowite wyężenie elementu: 27%

Rozciąganie: 1 %

Ściskanie: 18 %

Zginanie: 12 %

Zginanie z siłą podłużną: 3 %

Zginanie ze ściskaniem: 27 %

Ścinanie: 0 %

Środek pod obciążeniem skupionym: 0 %

Smukłość: 0 %

Ugięcia: 0 %

Wyniki w punktach charakterystycznych

Nr	Rzędna	Obwiednia	Warunek	Wyężenie
0	0.000	min Mx	Ściskanie	2.5 %
1	0.000	ext U	Ugięcia	0.0 %
2	0.000	min Ty	Zginanie ze ściskaniem	10.2 %
3	0.000	max N	Rozciąganie	1.3 %
4	0.000	max Ty	Ściskanie	2.5 %
5	0.000	min N	Zginanie ze ściskaniem	18.1 %
6	0.000	max Mx	Ściskanie	2.5 %
7	0.250	min Mx	Zginanie ze ściskaniem	10.7 %

8	0.250	ext U	Ugięcia	0.0 %
9	0.250	min Ty	Zginanie ze ściskaniem	17.1 %
10	0.250	max N	Zginanie	6.8 %
11	0.250	max Ty	Zginanie ze ściskaniem	8.0 %
12	0.250	min N	Zginanie ze ściskaniem	25.1 %
13	0.250	max Mx	Zginanie ze ściskaniem	8.0 %
14	0.500	min Mx	Zginanie ze ściskaniem	13.9 %
15	0.500	ext U	Ugięcia	0.0 %
16	0.500	min Ty	Zginanie ze ściskaniem	16.6 %
17	0.500	max N	Zginanie	9.1 %
18	0.500	max Ty	Zginanie ze ściskaniem	10.4 %
19	0.500	min N	Zginanie ze ściskaniem	27.5 %
20	0.500	max Mx	Zginanie ze ściskaniem	10.4 %
21	0.750	min Mx	Zginanie ze ściskaniem	10.6 %
22	0.750	ext U	Ugięcia	0.0 %
23	0.750	min Ty	Zginanie ze ściskaniem	14.7 %
24	0.750	max N	Zginanie	6.8 %
25	0.750	max Ty	Zginanie ze ściskaniem	10.6 %
26	0.750	min N	Zginanie ze ściskaniem	24.9 %
27	0.750	max Mx	Zginanie ze ściskaniem	8.0 %
28	1.000	min Mx	Ściskanie	2.1 %
29	1.000	ext U	Ugięcia	0.0 %
30	1.000	min Ty	Zginanie ze ściskaniem	9.5 %
31	1.000	max N	Rozciąganie	1.4 %
32	1.000	max Ty	Ściskanie	2.3 %
33	1.000	min N	Zginanie ze ściskaniem	17.6 %
34	1.000	max Mx	Ściskanie	2.1 %

Wyniki szczegółowe

Rozciąganie (1.4 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=2.90m$; Kombinacja: $\max N (+0,-1,-3,+11,)$

Pole przekroju: $A_{brutto} = 9.40cm^2$

Nośność elementu rozciąganego (6.2.3):

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{Mo}} = \frac{9.40 \cdot 23.5}{1.00} = 220.9kN > 3.0kN = N$$

Długość wyboczeniowa

Współczynniki długości wyboczeniowej przyjęto na podstawie ENV 1993-1-1:1992 (załącznik E):

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_y = 1.000$ oraz $l_{o,y} = 2.9m$

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_z = 1.000$ oraz $l_{o,z} = 2.9m$

Wyboczenie skrętne: $\mu_\omega = 1.000$ oraz $l_{o,\omega} = 2.9m$

Uwaga! Przy obliczaniu współczynnika długości wyboczeniowej założono, że elementy belkowe dochodzące do słupa pracują w zakresie sprężystym oraz są nieznacznie obciążone osiowo.

Siły krytyczne

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 E I_y}{(\mu_y l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0MPa \cdot 67.1cm^4}{(1.000 \cdot 2.9m)^2} = 165.6kN$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 E I_z}{(\mu_z l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0MPa \cdot 17.5cm^4}{(1.000 \cdot 2.9m)^2} = 43.2kN$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_s^2} \left[\frac{\pi^2 E I_\omega}{(\mu_\omega l)^2} + G J_T \right]$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{3.8^2} \left[\frac{\pi^2 \cdot 210000.0MPa \cdot 0.0cm^6}{(1.000 \cdot 2.9m)^2} + 80769.0MPa \cdot 1.4cm^4 \right] = 806.4kN$$

$$N_{cr,TF} = \frac{(N_{cr,x} + N_{cr,T}) - \sqrt{(N_{cr,x} + N_{cr,T})^2 - 4 N_{cr,x} N_{cr,T} (1 - \mu_z^2 / i_s^2)}}{2(1 - \mu_z^2 / i_s^2)} = \frac{(N_{cr,x} + N_{cr,T}) - \sqrt{R}}{2(1 - \mu_z^2 / i_s^2)}$$

$$R = (165.6 + 806.4)^2 - 4 \cdot 165.6 \cdot 806.4(1 - 1.000 \cdot -2.3^2/3.771^2) = 606822.4 \text{ kN}$$

$$N_{TF,xz} = \frac{(165.6 + 806.4) - \sqrt{606822.4}}{2(1 - 1.000 \cdot -2.3^2/3.771^2)} = 152.5 \text{ kN}$$

Moment krytyczny

Moment krytyczny został określony przez użytkownika: $M_{cr} = 0.00 \text{ kNm}$

Ściskanie (17.9 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00 \text{ m}$; Kombinacja: $\min N (-0,+1,+K2,+3,+4,+K10,)$

Pole przekroju (klasa 4): $A = A_{eff} = 9.3 \text{ cm}^2$

$$\text{Nośność obliczeniowa przekroju: } N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{9.3 \cdot 23.5}{1.0} = 218.8 \text{ kN}$$

Współczynniki wyboczeniowe (Tablica 11):

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{N_{c,Rd}/N_{cr,y}} = 218.8/165.6 = 1.149 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \chi_y(\bar{\lambda}_y) = 0.506 \text{ (giętno x-x)}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{N_{c,Rd}/N_{cr,z}} = 218.8/43.2 = 2.250 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \chi_z(\bar{\lambda}_z) = 0.169 \text{ (giętno y-y)}$$

$$\bar{\lambda}_x = \sqrt{N_{Rc}/N_{cr,x}} = 218.8/806.4 = 0.521 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_x(\bar{\lambda}_x) = 0.831 \text{ (skrętne)}$$

$$\bar{\lambda}_{zx} = \sqrt{N_{c,Rd}/N_{cr,zx}} = 218.8/152.5 = 1.198 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \chi_{zx}(\bar{\lambda}_{zx}) = 0.479 \text{ (giętno-skrętne)}$$

Przyjęto do obliczeń: $\chi = \min(\chi_i) = 0.169$

Warunek nośności (stateczności) elementu ściskanego:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.169 \cdot 9.3 \cdot 23.5}{1.0} = 37.1 \text{ kN} > 6.6 \text{ kN} = N_{Ed}$$

Ścinanie (0.3 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=2.90 \text{ m}$; Kombinacja: $\min N (-0,+1,+K2,+3,+4,+K10,)$

Ścinanie po kierunku osi głównej Z-Z

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,z} = 4.4 \text{ cm}^2$

$$\text{Warunek nośności sprężystej: } \tau_{Ed,z} = \frac{V_{Ed,z} S}{I_y t} = \frac{0.1 \cdot 10.8}{67.1 \cdot 0.7} = 0.2 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} < 135.7 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = \frac{f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}$$

Uwaga! Przyjęto, że element nie jest narażony na miejscową utratę stateczności w rozumieniu rozdziału 5 EN 1993-1-5.

Ścinanie po kierunku osi głównej Y-Y

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,y} = 4.4 \text{ cm}^2$

$$\text{Warunek nośności sprężystej: } \tau_{Ed,y} = \frac{V_{Ed,y} S}{I_z t} = \frac{0.1 \cdot 5.5}{17.5 \cdot 0.7} = 0.3 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} < 135.7 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = \frac{f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}$$

Uwaga! Przyjęto, że element nie jest narażony na miejscową utratę stateczności w rozumieniu rozdziału 5 EN 1993-1-5.

Zginanie (12.3 %)

Przekrój: $x/L=0.500$, $L=1.45 \text{ m}$; Kombinacja: $\min N (-0,+1,+K2,+3,+4,+K10,)$

Zginanie względem osi głównej Y-Y

Wsp. zwichrzenia:

$$\lambda_{LT} = \min \left[\sqrt{\frac{W_{pl,y} f_y}{M_{cr}}}, 3.0 \right] = \min \left[\sqrt{\frac{21.5 \cdot 23.5 \cdot 1e-2}{0.00}}, 3.0 \right] = 3.000 \rightarrow \chi_{LT}(\lambda_{LT}, \alpha_{LT}) = 0.088$$

$$\alpha_{LT} = 0.760$$

Nośność obliczeniowa z uwzględnieniem zwichrzenia (klasa 1):

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M1}} = 0.088 \frac{21.5 \cdot 23.5}{1.0} 1e-2 = 0.4 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{b,Rd,y}} = \frac{0.1}{0.4} = 0.12 < 1.0$$

Zginanie względem osi głównej Z-Z

Nośność obliczeniowa przekroju (klasa 1):

$$M_{c,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{11.1 \cdot 23.5}{1.0} 1e-2 = 2.6 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,z}}{M_{pl,Rd,z}} = \frac{0.1}{2.6} = 0.02 < 1.0$$

Zginanie z siłą podłużną (3.3 %)

Przekrój: $x/L=0.500$, $L=1.45m$; Kombinacja: $\min N (-0,+1,+K2,+3,+4,+K10,)$

Zredukowana nośność plastyczna przy zginaniu z siłą podłużną.

Dla przekrojów innych niż dwuteowniki, rury prostokątne oraz bisymetryczne przekroje skrzynkowe przyjęto:

$$n = N_{Ed}/N_{pl,Rd} = 6.5/220.9 = 0.030$$

$$M_{N,y,Rd} = \min[M_{pl,y,Rd}(1-n), M_{pl,y,Rd}] = \min[5.1(1-0.030), 5.1] = 4.9kNm$$

$$M_{N,z,Rd} = \min[M_{pl,z,Rd}(1-n), M_{pl,z,Rd}] = \min[2.6(1-0.030), 2.6] = 2.5kNm$$

Warunek nośności (klasa 1 i 2) z uwzględnieniem ew. wpływu siły poprzecznej:

$$\alpha = 1.0, \beta = 1.0$$

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}}\right]^\alpha + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}}\right]^\beta = \left[\frac{0.1}{4.9}\right]^{1.0} + \left[\frac{0.1}{2.5}\right]^{1.0} = 0.03 < 1.0$$

Zginanie ze ściskaniem (27.5 %)

Przekrój: $x/L=0.500$, $L=1.45m$; Kombinacja: $\min N (-0,+1,+K2,+3,+4,+K10,)$

Wyznaczenie współczynników interakcji (metoda 2, Załącznik B):

$$C_{my} = 0.95 + 0.05\alpha_h = 0.95 + 0.05 \cdot 0.000 = 0.950$$

$$C_{mz} = 0.95 + 0.05\alpha_h = 0.95 + 0.05 \cdot 0.000 = 0.950$$

$$C_{mLT} = C_{my} = 0.950$$

$$k_{yy} = \left[C_{my} \left(1 + \min(\chi_y - 0.2, 0.8) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}/Y_{M1}} \right) \right]$$

$$k_{yy} = \left[0.950 \left(1 + \min(1.155 - 0.2, 0.8) \frac{6.6}{0.503 \cdot 220.9/1.0} \right) \right] = 0.995$$

$$k_{zz} = \left[C_{mz} \left(1 + \min(2\chi_z - 0.6, 1.4) \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}/Y_{M1}} \right) \right]$$

$$k_{zz} = \left[0.950 \left(1 + \min(2 \cdot 2.261 - 0.6, 1.4) \frac{6.6}{0.168 \cdot 220.9/1.0} \right) \right] = 1.184$$

$$k_{yz} = 0.6k_{zz} = 0.6 \cdot 1.184 = 0.711$$

$$k_{zy} = 0.6k_{yy} = 0.6 \cdot 0.995 = 0.597$$

Warunki nośności dla elementu zginanego i ściskanego (klasa 1):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = 0.20 < 1.0$$

$$\frac{6.6}{0.503 \cdot 220.9} + 0.995 \frac{0.1+0.0}{0.088 \cdot 5.1} + 0.711 \frac{0.055+0.000}{2.6} = 0.20 < 1.0$$

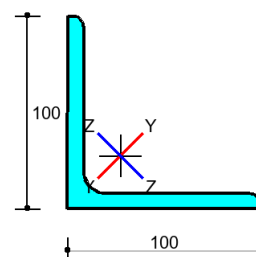
$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = 0.27 < 1.0$$

$$\frac{6.6}{0.168 \cdot 220.9} + 0.597 \frac{0.1+0.0}{0.088 \cdot 5.1} + 1.184 \frac{0.055+0.000}{2.6} = 0.27 < 1.0$$

Informacje o elemencie

Węzły: 4 (x=9.800m, y=1.800m); 15 (x=7.600m, y=3.454m)

Profil: L100x100x8 (S 235)



Wyniki dla elementu

Całkowite wyężenie elementu: 52%

Rozciąganie: 44 %

Ściskanie: 41 %

Zginanie: 9 %

Zginanie z siłą podłużną: 18 %

Zginanie ze ściskaniem: 52 %

Ścinanie: 0 %

Środek pod obciążeniem skupionym: 0 %

Smukłość: 0 %

Ugięcia: 0 %

Wyniki w punktach charakterystycznych

Nr	Rzędna	Obwiednia	Warunek	Wyężenie
0	0.000	min Mx	Rozciąganie	5.8 %
1	0.000	ext U	Ugięcia	0.0 %
2	0.000	min Ty	Rozciąganie	25.4 %
3	0.000	max N	Rozciąganie	44.1 %
4	0.000	max Ty	Rozciąganie	5.8 %
5	0.000	min N	Zginanie ze ściskaniem	42.7 %
6	0.000	max Mx	Rozciąganie	5.8 %
7	0.250	min Mx	Rozciąganie	6.4 %
8	0.250	ext U	Ugięcia	0.0 %
9	0.250	min Ty	Rozciąganie	25.5 %
10	0.250	max N	Rozciąganie	44.1 %
11	0.250	max Ty	Rozciąganie	5.8 %
12	0.250	min N	Zginanie ze ściskaniem	49.9 %
13	0.250	max Mx	Rozciąganie	5.8 %
14	0.500	min Mx	Zginanie	8.1 %
15	0.500	ext U	Ugięcia	0.0 %
16	0.500	min Ty	Rozciąganie	25.5 %
17	0.500	max N	Rozciąganie	44.1 %
18	0.500	max Ty	Zginanie	6.0 %
19	0.500	min N	Zginanie ze ściskaniem	52.3 %
20	0.500	max Mx	Zginanie	6.0 %
21	0.750	min Mx	Rozciąganie	6.4 %
22	0.750	ext U	Ugięcia	0.0 %
23	0.750	min Ty	Rozciąganie	24.9 %
24	0.750	max N	Rozciąganie	44.1 %
25	0.750	max Ty	Rozciąganie	6.4 %
26	0.750	min N	Zginanie ze ściskaniem	49.8 %
27	0.750	max Mx	Rozciąganie	5.8 %
28	1.000	min Mx	Rozciąganie	5.8 %

29	1.000	ext U	Ugięcia	0.0 %
30	1.000	min Ty	Rozciąganie	24.9 %
31	1.000	max N	Rozciąganie	44.1 %
32	1.000	max Ty	Rozciąganie	6.5 %
33	1.000	min N	Zginanie ze ściskaniem	42.6 %
34	1.000	max Mx	Rozciąganie	5.8 %

Wyniki szczegółowe

Rozciąganie (44.1 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=2.75m$; Kombinacja: $\max N (+0,+1,+K2,+3,+4,+K10,)$

Pole przekroju: $A_{brutto} = 15.52 \text{ cm}^2$

Nośność elementu rozciąganego (6.2.3):

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{Mo}} = \frac{15.52 \cdot 23.5}{1.00} = 364.7 \text{ kN} > 161.0 \text{ kN} = N$$

Długość wyboczeniowa

Współczynniki długości wyboczeniowej przyjęto na podstawie ENV 1993-1-1:1992 (załącznik E):

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_y = 1.000$ oraz $l_{o,y} = 2.8m$

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_z = 1.000$ oraz $l_{o,z} = 2.8m$

Wyboczenie skrętne: $\mu_\omega = 1.000$ oraz $l_{o,\omega} = 2.8m$

Uwaga! Przy obliczaniu współczynnika długości wyboczeniowej założono, że elementy belkowe dochodzące do słupa pracują w zakresie sprężystym oraz są nieznacznie obciążone osiowo.

Siły krytyczne

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 E I_y}{(\mu_y l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 229.7 \text{ cm}^4}{(1.000 \cdot 2.8m)^2} = 628.4 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 E I_z}{(\mu_z l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 59.9 \text{ cm}^4}{(1.000 \cdot 2.8m)^2} = 163.7 \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_z^2} \left[\frac{\pi^2 E I_\omega}{(\mu_\omega l)^2} + G J_T \right]$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{5.4^2} \left[\frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 0.0 \text{ cm}^6}{(1.000 \cdot 2.8m)^2} + 80769.0 \text{ MPa} \cdot 3.1 \text{ cm}^4 \right] = 849.1 \text{ kN}$$

$$N_{cr,TF} = \frac{(N_{cr,x} + N_{cr,T}) - \sqrt{(N_{cr,x} + N_{cr,T})^2 - 4 N_{cr,x} N_{cr,T} (1 - \mu_z^2 / i_z^2)}}{2(1 - \mu_z^2 / i_z^2)} = \frac{(N_{cr,x} + N_{cr,T}) - \sqrt{R}}{2(1 - \mu_z^2 / i_z^2)}$$

$$R = (628.4 + 849.1)^2 - 4 \cdot 628.4 \cdot 849.1 (1 - 1.000 \cdot -3.3^2 / 5.434^2) = 834500.3 \text{ kN}$$

$$N_{TF,xz} = \frac{(628.4 + 849.1) - \sqrt{834500.3}}{2(1 - 1.000 \cdot -3.3^2 / 5.434^2)} = 446.3 \text{ kN}$$

Moment krytyczny

Moment krytyczny został określony przez użytkownika: $M_{cr} = 0.00 \text{ kNm}$

Ściskanie (41.3 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00m$; Kombinacja: $\min N (-0,-1,-3,+7,)$

Pole przekroju (klasa 4): $A = A_{eff} = 15.4 \text{ cm}^2$

$$\text{Nośność obliczeniowa przekroju: } N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{Mo}} = \frac{15.4 \cdot 23.5}{1.0} = 361.0 \text{ kN}$$

Współczynniki wyboczeniowe (Tablica 11):

$$\bar{\chi}_y = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,y}} = 361.0 / 628.4 = 0.758 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \chi_y(\bar{\chi}_y) = 0.750 \text{ (giętne x-x)}$$

$$\bar{\chi}_z = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,z}} = 361.0 / 163.7 = 1.485 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \chi_z(\bar{\chi}_z) = 0.348 \text{ (giętne y-y)}$$

$$\bar{\chi}_x = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,x}} = 361.0 / 849.1 = 0.652 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_x(\bar{\chi}_x) = 0.754 \text{ (skrętne)}$$

$$\bar{\chi}_{zx} = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,zx}} = 361.0 / 446.3 = 0.899 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \chi_{zx}(\bar{\chi}_{zx}) = 0.662 \text{ (giętno-skrętne)}$$

Przyjęto do obliczeń: $\chi = \min(\chi_i) = 0.348$

Warunek nośności (stateczności) elementu ściskanego:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.948 \cdot 15.4 \cdot 23.5}{1.0} = 125.6 \text{ kN} > 51.8 \text{ kN} = N_{Ed}$$

Ścinanie (0.2 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=2.75\text{m}$; Kombinacja: $\min N (-0,-1,-3,+7,)$

Ścinanie po kierunku osi głównej Z-Z

$$\text{Przekrój czynny przy ścinaniu: } A_{v,z} = 7.4 \text{ cm}^2$$

$$\text{Warunek nośności sprężystej: } \tau_{Ed,z} = \frac{V_{Ed,z} S}{I_{yt}} = \frac{0.1 \cdot 25.6}{229.7 \cdot 0.8} = 0.1 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} < 135.7 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = \frac{f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}$$

Uwaga! Przyjęto, że element nie jest narażony na miejscową utratę stateczności w rozumieniu rozdziału 5 EN 1993-1-5.

Ścinanie po kierunku osi głównej Y-Y

$$\text{Przekrój czynny przy ścinaniu: } A_{v,y} = 7.4 \text{ cm}^2$$

$$\text{Warunek nośności sprężystej: } \tau_{Ed,y} = \frac{V_{Ed,y} S}{I_{xt}} = \frac{0.1 \cdot 13.2}{59.9 \cdot 0.8} = 0.3 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} < 135.7 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = \frac{f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}$$

Uwaga! Przyjęto, że element nie jest narażony na miejscową utratę stateczności w rozumieniu rozdziału 5 EN 1993-1-5.

Zginanie (9.2 %)

Przekrój: $x/L=0.500$, $L=1.38\text{m}$; Kombinacja: $\min N (-0,-1,-3,+7,)$

Zginanie względem osi głównej Y-Y

Wsp. zwichrzenia:

$$\lambda_{LT} = \min \left[\sqrt{\frac{W_{eff,y} f_y}{M_{cr}}}, 3.0 \right] = \min \left[\sqrt{\frac{33.4 \cdot 23.5 \cdot 1e-2}{0.00}}, 3.0 \right] = 3.000 \rightarrow \chi_{LT}(\lambda_{LT}, \alpha_{LT}) = 0.088$$

$$\alpha_{LT} = 0.760$$

Nośność obliczeniowa z uwzględnieniem zwichrzenia (klasa 4):

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} \frac{W_{eff,y} f_y}{\gamma_{M1}} = 0.088 \frac{33.4 \cdot 23.5}{1.0} 1e-2 = 0.7 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{b,Rd,y}} = \frac{0.1}{0.7} = 0.09 < 1.0$$

Zginanie względem osi głównej Z-Z

Nośność obliczeniowa przekroju (klasa 4):

$$M_{c,Rd,z} = M_{eff,Rd,z} = \frac{W_{eff,z} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{16.2 \cdot 23.5}{1.0} 1e-2 = 3.8 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,z}}{M_{c,Rd,z}} = \frac{0.1}{3.8} = 0.03 < 1.0$$

Zginanie z siłą podłużną (18.1 %)

Przekrój: $x/L=0.500$, $L=1.38\text{m}$; Kombinacja: $\min N (-0,-1,-3,+7,)$

Naprężenia normalne w przekroju efektywnym z uwzględnieniem ew. wpływu siły poprzecznej:

$$\sigma_{x,Ed,eff} = \frac{N_{Ed}}{A_{eff}} + \frac{M_{Ed,y} + N_{Ed} e_{Ny}}{I_{y,eff}} z_{eff} + \frac{M_{Ed,z} + N_{Ed} e_{Nz}}{I_{z,eff}} y_{eff}$$

$$\sigma_{x,Ed,eff} = -\frac{51.7}{15.4} - \frac{0.1 \cdot 1e2 + 51.7 \cdot 0.000}{236.3} 7.1 - \frac{0.1 \cdot 1e2 + 51.7 \cdot 0.000}{59.4} 3.7 = -4.2 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{x,Ed,eff} = |-42.5| < 235.0 = \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

Dodatkowy warunek nośności (6.44) z uwzględnieniem ew. wpływu siły poprzecznej:

$$\frac{N_{Ed}}{A_{eff} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{W_{eff,y,min} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{W_{eff,z,min} f_y / \gamma_{M0}} < 1.0$$

$$\frac{-51.7}{15.4 \cdot 23.5 / 1.0} + \frac{0.1 + -51.7 \cdot 0.000}{33.4 \cdot 10e-6 \cdot 23.5 \cdot 10e4 / 1.0} + \frac{0.1 + -51.7 \cdot 0.001}{16.2 \cdot 1e-6 \cdot 23.5 \cdot 1e4 / 1.0} = 0.181 < 1.0$$

Zginanie ze ściskaniem (52.3 %)

Przekrój: $x/L=0.500$, $L=1.38\text{m}$; Kombinacja: $\min N (-0,-1,-3,+7,)$

Wyznaczenie współczynników interakcji (metoda 2, Załącznik B):

$$C_{my} = 0.95 + 0.05 \alpha_h = 0.95 + 0.05 \cdot 0.000 = 0.950$$

$$C_{mz} = 0.95 + 0.05 \alpha_h = 0.95 + 0.05 \cdot 0.000 = 0.950$$

$$C_{mLT} = C_{my} = 0.950$$

$$k_{yy} = \left[C_{my} \left(1 + 0.6 \min(\lambda_y, 1.) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \right]$$

$$k_{yy} = \left[0.950 \left(1 + 0.6 \min(0.758, 1.) \frac{51.8}{0.750 \cdot 361.0 / 1.0} \right) \right] = 1.033$$

$$k_{zz} = \left[C_{mz} \left(1 + 0.6 \min(\lambda_z, 1.) \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \right]$$

$$k_{zz} = \left[0.950 \left(1 + 0.6 \min(1.485, 1.) \frac{51.8}{0.348 \cdot 361.0 / 1.0} \right) \right] = 1.185$$

$$k_{yz} = k_{zy} = 1.185$$

$$k_{zy} = 0.8 k_{yy} = 0.8 \cdot 1.033 = 0.826$$

Warunki nośności dla elementu zginanego i ściskanego (klasa 4):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = 0.32 < 1.0$$

$$\frac{51.8}{0.750 \cdot 361.0} + 1.033 \frac{0.1 + 0.0}{0.088 \cdot 7.9} + 1.185 \frac{0.064 + 0.047}{3.8} = 0.32 < 1.0$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = 0.52 < 1.0$$

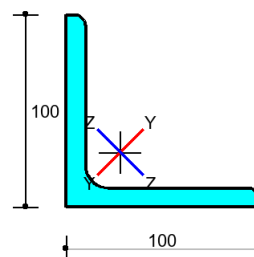
$$\frac{51.8}{0.348 \cdot 361.0} + 0.826 \frac{0.1 + 0.0}{0.088 \cdot 7.9} + 1.185 \frac{0.064 + 0.047}{3.8} = 0.52 < 1.0$$

Krzyżulec3 - Element stalowy [PN-EN 1993-1-1]

Informacje o elemencie

Węzły: 3 (x=7.600m, y=1.800m); 14 (x=5.400m, y=3.339m)

Profil: L100x100x10 (S 235)



Wyniki dla elementu

Całkowite wyężenie elementu: 64%

Rozciąganie: 58 %

Ściskanie: 52 %

Zginanie: 9 %

Zginanie z siłą podłużną: 22 %

Zginanie ze ściskaniem: 64 %

Ścinanie: 0 %

Środnik pod obciążeniem skupionym: 0 %

Smukłość: 0 %

Ugięcia: 0 %

Wyniki w punktach charakterystycznych

Nr	Rzędna	Obwiednia	Warunek	Wyężenie
0	0.000	min Mx	Rozciąganie	7.5 %
1	0.000	ext U	Ugięcia	0.0 %
2	0.000	min Ty	Rozciąganie	33.2 %
3	0.000	max N	Rozciąganie	57.4 %
4	0.000	max Ty	Rozciąganie	7.5 %
5	0.000	min N	Zginanie ze ściskaniem	53.8 %

6	0.000	max Mx	Rozciąganie	7.5 %
7	0.250	min Mx	Rozciąganie	8.4 %
8	0.250	ext U	Ugięcia	0.0 %
9	0.250	min Ty	Rozciąganie	33.2 %
10	0.250	max N	Rozciąganie	57.5 %
11	0.250	max Ty	Rozciąganie	7.6 %
12	0.250	min N	Zginanie ze ściskaniem	61.1 %
13	0.250	max Mx	Rozciąganie	7.6 %
14	0.500	min Mx	Rozciąganie	8.4 %
15	0.500	ext U	Ugięcia	0.0 %
16	0.500	min Ty	Rozciąganie	32.4 %
17	0.500	max N	Rozciąganie	57.5 %
18	0.500	max Ty	Rozciąganie	8.4 %
19	0.500	min N	Zginanie ze ściskaniem	63.6 %
20	0.500	max Mx	Rozciąganie	7.6 %
21	0.750	min Mx	Rozciąganie	8.4 %
22	0.750	ext U	Ugięcia	0.0 %
23	0.750	min Ty	Rozciąganie	32.4 %
24	0.750	max N	Rozciąganie	57.5 %
25	0.750	max Ty	Rozciąganie	8.4 %
26	0.750	min N	Zginanie ze ściskaniem	61.1 %
27	0.750	max Mx	Rozciąganie	7.6 %
28	1.000	min Mx	Rozciąganie	7.6 %
29	1.000	ext U	Ugięcia	0.0 %
30	1.000	min Ty	Rozciąganie	32.4 %
31	1.000	max N	Rozciąganie	57.5 %
32	1.000	max Ty	Rozciąganie	8.4 %
33	1.000	min N	Zginanie ze ściskaniem	53.7 %
34	1.000	max Mx	Rozciąganie	7.6 %

Wyniki szczegółowe

Rozciąganie (57.5 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=2.68m$; Kombinacja: $\max N (+0,+1,+K2,+3,+4,+K10)$

Pole przekroju: $A_{brutto} = 19.16 \text{ cm}^2$

Nośność elementu rozciąganego (6.2.3):

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{Mo}} = \frac{19.16 \cdot 23.5}{1.00} = 450.2 \text{ kN} > 258.9 \text{ kN} = N$$

Długość wyboczeniowa

Współczynniki długości wyboczeniowej przyjęto na podstawie ENV 1993-1-1:1992 (załącznik E):

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_y = 1.000$ oraz $l_{o,y} = 2.7m$

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_z = 1.000$ oraz $l_{o,z} = 2.7m$

Wyboczenie skrętne: $\mu_\omega = 1.000$ oraz $l_{o,\omega} = 2.7m$

Uwaga! Przy obliczaniu współczynnika długości wyboczeniowej założono, że elementy belkowe dochodzące do słupa pracują w zakresie sprężystym oraz są nieznacznie obciążone osiowo.

Siły krytyczne

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 E I_y}{(\mu_y l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 280.2 \text{ cm}^4}{(1.000 \cdot 2.7m)^2} = 805.8 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 E I_z}{(\mu_z l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 73.0 \text{ cm}^4}{(1.000 \cdot 2.7m)^2} = 209.9 \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_g^2} \left[\frac{\pi^2 E I_\omega}{(\mu_\omega l)^2} + G J_T \right]$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{5.4^2} \left[\frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 0.0 \text{ cm}^6}{(1.000 \cdot 2.7m)^2} + 80769.0 \text{ MPa} \cdot 5.9 \text{ cm}^4 \right] = 1638.0 \text{ kN}$$

$$N_{cr,TF} = \frac{(N_{cr,x} + N_{cr,T}) - \sqrt{(N_{cr,x} + N_{cr,T})^2 - 4N_{cr,x}N_{cr,T}(1 - \mu z_0^2/i_0^2)}}{2(1 - \mu z_0^2/i_0^2)} = \frac{(N_{cr,x} + N_{cr,T}) - \sqrt{R}}{2(1 - \mu z_0^2/i_0^2)}$$

$$R = (805.8 + 1638.0)^2 - 4 \cdot 805.8 \cdot 1638.0(1 - 1.000 \cdot -3.3^2/5.400^2) = 2633689.2 \text{ kN}$$

$$N_{TF,xz} = \frac{(805.8 + 1638.0) - \sqrt{2633689.2}}{2(1 - 1.000 \cdot -3.3^2/5.400^2)} = 649.1 \text{ kN}$$

Moment krytyczny

Moment krytyczny został określony przez użytkownika: $M_{cr} = 0.00 \text{ kNm}$

Ściskanie (52.1 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00 \text{ m}$; Kombinacja: $\min N (-0, -1, -3, +7,)$

Pole przekroju (klasa 4): $A = A_{eff} = 19.0 \text{ cm}^2$

Nośność obliczeniowa przekroju: $N_{c,Rd} = \frac{Af_y}{\gamma_{M0}} = \frac{19.0 \cdot 23.5}{1.0} = 446.5 \text{ kN}$

Współczynniki wyboczeniowe (Tablica 11):

$\lambda_y = \sqrt{N_{c,Rd}/N_{cr,y}} = 446.5/805.8 = 0.744 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \chi_y(\lambda_y) = 0.758$ (giętne x-x)

$\lambda_z = \sqrt{N_{c,Rd}/N_{cr,z}} = 446.5/209.9 = 1.459 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \chi_z(\lambda_z) = 0.358$ (giętne y-y)

$\lambda_x = \sqrt{N_{c,Rd}/N_{cr,x}} = 446.5/1638.0 = 0.522 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_x(\lambda_x) = 0.831$ (skrętne)

$\lambda_{zx} = \sqrt{N_{c,Rd}/N_{cr,zx}} = 446.5/649.1 = 0.829 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \chi_{zx}(\lambda_{zx}) = 0.706$ (giętno-skrętne)

Przyjęto do obliczeń: $\chi = \min(\chi_i) = 0.358$

Warunek nośności (stateczności) elementu ściskanego:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi Af_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.358 \cdot 19.0 \cdot 23.5}{1.0} = 159.8 \text{ kN} > 83.3 \text{ kN} = N_{Ed}$$

Ścinanie (0.2 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=2.68 \text{ m}$; Kombinacja: $\min N (-0, -1, -3, +7,)$

Ścinanie po kierunku osi głównej Z-Z

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,z} = 9.0 \text{ cm}^2$

$$\text{Warunek nośności sprężystej: } \tau_{Ed,z} = \frac{V_{Ed,z} S}{I_y t} = \frac{0.1 \cdot 31.5}{280.2 \cdot 1.0} = 0.1 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} < 135.7 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = \frac{f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}$$

Uwaga! Przyjęto, że element nie jest narażony na miejscową utratę stateczności w rozumieniu rozdziału 5 EN 1993-1-5.

Ścinanie po kierunku osi głównej Y-Y

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,y} = 9.0 \text{ cm}^2$

$$\text{Warunek nośności sprężystej: } \tau_{Ed,y} = \frac{V_{Ed,y} S}{I_x t} = \frac{0.1 \cdot 16.2}{73.0 \cdot 1.0} = 0.3 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} < 135.7 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = \frac{f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}$$

Uwaga! Przyjęto, że element nie jest narażony na miejscową utratę stateczności w rozumieniu rozdziału 5 EN 1993-1-5.

Zginanie (9.2 %)

Przekrój: $x/L=0.500$, $L=1.34 \text{ m}$; Kombinacja: $\min N (-0, -1, -3, +7,)$

Zginanie względem osi głównej Y-Y

Wsp. zwichrzenia:

$$\lambda_{LT} = \min \left[\sqrt{\frac{W_{eff,y} f_y}{M_{cr}}}, 3.0 \right] = \min \left[\sqrt{\frac{40.5 \cdot 23.5 \cdot 1e-2}{0.00}}, 3.0 \right] = 3.000 \rightarrow \chi_{LT}(\lambda_{LT}, \alpha_{LT}) = 0.088$$

$$\alpha_{LT} = 0.760$$

Nośność obliczeniowa z uwzględnieniem zwichrzenia (klasa 4):

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} \frac{W_{eff,y} f_y}{\gamma_{M1}} = 0.088 \frac{40.5 \cdot 23.5}{1.0} 1e-2 = 0.8 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{b,Rd,y}} = \frac{0.1}{0.8} = 0.09 < 1.0$$

Zginanie względem osi głównej Z-Z

Nośność obliczeniowa przekroju (klasa 4):

$$M_{c,Rd,z} = M_{eff,Rd,z} = \frac{W_{eff,z} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{19.5 \cdot 23.5}{1.0} 1e-2 = 4.6 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,z}}{M_{eff,Rd,z}} = \frac{0.1}{4.6} = 0.03 < 1.0$$

Zginanie z siłą podłużną (22.5 %)

Przekrój: $x/L=0.500$, $L=1.34m$; Kombinacja: $\min N (-0,-1,-3,+7,)$

Naprężenia normalne w przekroju efektywnym z uwzględnieniem ew. wpływu siły poprzecznej:

$$\sigma_{x,Ed,eff} = \frac{N_{Ed}}{A_{eff}} + \frac{M_{Ed,y} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{I_{y,eff}} z_{eff} + \frac{M_{Ed,z} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{I_{y,eff}} y_{eff}$$

$$\sigma_{x,Ed,eff} = -\frac{93.1}{19.0} - \frac{0.1 \cdot 1e2 + 93.1 \cdot 0.000}{296.6} 7.1 - \frac{0.1 \cdot 1e2 + 93.1 \cdot 0.000}{72.2} 3.7 = -5.3 \frac{kN}{cm^2}$$

$$\sigma_{x,Ed,eff} = |-52.8| < 235.0 = \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

Dodatkowy warunek nośności (6.44) z uwzględnieniem ew. wpływu siły poprzecznej:

$$\frac{N_{Ed}}{A_{eff} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{W_{eff,y,min} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{W_{eff,z,min} f_y / \gamma_{M0}} < 1.0$$

$$\frac{-93.1}{19.0 \cdot 235 / 1.0} + \frac{0.1 + -93.1 \cdot 0.000}{40.5 \cdot 10e-6 \cdot 235 \cdot 10e4 / 1.0} + \frac{0.1 + -93.1 \cdot 0.001}{19.5 \cdot 1e-6 \cdot 235 \cdot 1e4 / 1.0} = 0.225 < 1.0$$

Zginanie ze ściskaniem (63.6 %)

Przekrój: $x/L=0.500$, $L=1.34m$; Kombinacja: $\min N (-0,-1,-3,+7,)$

Wyznaczenie współczynników interakcji (metoda 2, Załącznik B):

$$C_{my} = 0.95 + 0.05 \alpha_h = 0.95 + 0.05 \cdot 0.000 = 0.950$$

$$C_{mz} = 0.95 + 0.05 \alpha_h = 0.95 + 0.05 \cdot 0.000 = 0.950$$

$$C_{mLT} = C_{my} = 0.950$$

$$k_{yy} = \left[C_{my} \left(1 + 0.6 \min(\lambda_y, 1) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \right]$$

$$k_{yy} = \left[0.950 \left(1 + 0.6 \min(0.744, 1) \frac{93.3}{0.758 \cdot 446.5 / 1.0} \right) \right] = 1.054$$

$$k_{zz} = \left[C_{mz} \left(1 + 0.6 \min(\lambda_z, 1) \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \right]$$

$$k_{zz} = \left[0.950 \left(1 + 0.6 \min(1.459, 1) \frac{93.3}{0.358 \cdot 446.5 / 1.0} \right) \right] = 1.247$$

$$k_{yz} = k_{zz} = 1.247$$

$$k_{zy} = 0.8 k_{yy} = 0.8 \cdot 1.054 = 0.843$$

Warunki nośności dla elementu zginanego i ściskanego (klasa 4):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = 0.38 < 1.0$$

$$\frac{93.3}{0.758 \cdot 446.5 / 1.0} + 1.054 \frac{0.1 + 0.0}{0.088 \cdot 9.5 / 1.0} + 1.247 \frac{0.077 + 0.063}{4.6 / 1.0} = 0.38 < 1.0$$

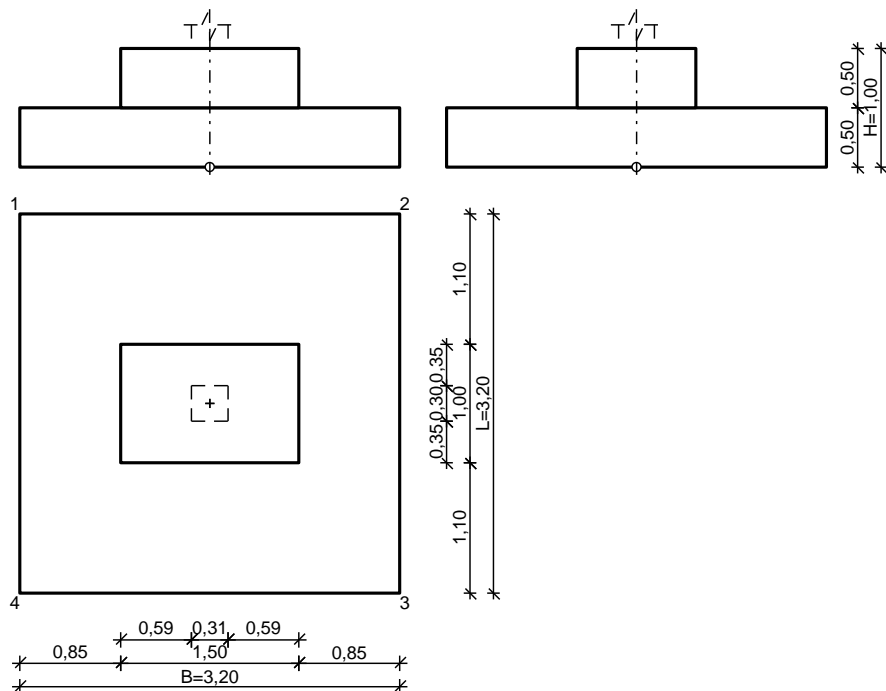
$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = 0.64 < 1.0$$

$$\frac{93.3}{0.358 \cdot 446.5 / 1.0} + 0.843 \frac{0.1 + 0.0}{0.088 \cdot 9.5 / 1.0} + 1.247 \frac{0.077 + 0.063}{4.6 / 1.0} = 0.64 < 1.0$$

2.4. FUNDAMENTY

Sf1

SZKIC FUNDAMENTU



$$V = 5,87 \text{ m}^3$$

GEOMETRIA FUNDAMENTU

Wymiary fundamentu :

Typ: stopa schodkowa

B = 3,20 m L = 3,20 m H = 1,00 m w = 0,50 m
 B_g = 1,50 m L_g = 1,00 m B_i = 0,85 m L_i = 1,10 m
 B_s = 0,31 m L_s = 0,30 m e_B = 0,00 m e_L = 0,00 m

Posadowienie fundamentu:

D = 1,10 m D_{min} = 1,10 m

Brak wody gruntowej w zasypce

OPIS PODŁOŻA

Napężenie dopuszczalne dla podłoża σ_{dop} [kPa] = 160,0 kPa

OBCIĄŻENIA FUNDAMENTU

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

Nr	typ obc.	N [kN]	T _B [kN]	M _B [kNm]	T _L [kN]	M _L [kNm]	e [kPa]	Δe [kPa/m]
1	całkowite	-31,39	25,18	90,30	0,00	0,00	0,00	0,00
2	całkowite	-31,19	-16,23	-77,32	-7,50	0,00	0,00	0,00
3	całkowite	-31,19	-20,20	-33,75	12,60	0,00	0,00	0,00
4	całkowite	241,46	25,99	97,38	0,00	0,00	0,00	0,00
5	całkowite	266,62	15,99	61,61	0,00	0,00	0,00	0,00
6	całkowite	266,62	-8,80	-38,78	0,00	0,00	0,00	0,00
7	całkowite	-76,77	25,03	89,08	0,00	0,00	0,00	0,00
8	całkowite	-76,77	-16,38	-78,53	0,00	0,00	0,00	0,00
9	całkowite	-76,77	-20,35	-34,97	0,00	0,00	0,00	0,00
10	całkowite	42,91	25,42	92,22	0,00	0,00	0,00	0,00
11	całkowite	42,91	-15,99	-75,40	0,00	0,00	0,00	0,00
12	całkowite	247,83	26,10	97,48	0,00	0,00	0,00	0,00
13	całkowite	247,83	-15,30	-69,83	0,00	0,00	0,00	0,00
14	całkowite	42,91	-19,97	-31,83	0,00	0,00	0,00	0,00
15	całkowite	272,99	16,00	61,71	0,00	0,00	0,00	0,00
16	całkowite	272,99	-8,78	-38,67	0,00	0,00	0,00	0,00
17	całkowite	150,04	-11,58	-15,88	0,00	0,00	0,00	0,00
18	całkowite	221,40	0,70	5,66	0,00	0,00	0,00	0,00
19	całkowite	30,94	15,25	55,36	0,00	0,00	0,00	0,00
20	całkowite	30,94	-9,59	-45,21	0,00	0,00	0,00	0,00
21	całkowite	153,89	15,61	58,52	0,00	0,00	0,00	0,00

22	całkowite	153,89	-9,18	-41,86	0,00	0,00	0,00	0,00
23	całkowite	30,94	-11,98	-19,07	0,00	0,00	0,00	0,00
24	całkowite	102,30	0,31	2,47	0,00	0,00	0,00	0,00
25	całkowite	-70,40	25,04	89,18	0,00	0,00	0,00	0,00
26	całkowite	-70,40	-16,37	-78,43	0,00	0,00	0,00	0,00
27	całkowite	-70,40	-20,34	-34,87	0,00	0,00	0,00	0,00
28	całkowite	202,45	25,86	96,26	0,00	0,00	0,00	0,00
29	całkowite	202,45	-15,45	-71,04	0,00	0,00	0,00	0,00
30	całkowite	104,66	15,50	57,34	0,00	0,00	0,00	0,00
31	całkowite	104,66	-9,35	-43,23	0,00	0,00	0,00	0,00
32	całkowite	227,61	15,85	60,49	0,00	0,00	0,00	0,00
33	całkowite	227,61	-8,93	-39,89	0,00	0,00	0,00	0,00
34	całkowite	104,66	-11,73	-17,09	0,00	0,00	0,00	0,00
35	całkowite	176,02	-11,73	-17,09	0,00	0,00	0,00	0,00
36	całkowite	142,90	25,66	94,67	0,00	0,00	0,00	0,00
37	całkowite	142,90	-15,65	-72,64	0,00	0,00	0,00	0,00
38	całkowite	56,56	3,54	13,49	0,00	0,00	0,00	0,00
39	całkowite	56,56	-1,98	-8,85	0,00	0,00	0,00	0,00
40	całkowite	83,88	3,62	14,20	0,00	0,00	0,00	0,00
41	całkowite	83,88	-1,89	-8,11	0,00	0,00	0,00	0,00
42	całkowite	26,30	3,44	12,68	0,00	0,00	0,00	0,00
43	całkowite	26,30	-2,08	-9,66	0,00	0,00	0,00	0,00

DANE MATERIAŁOWE

Zasypka:

Ciężar objętościowy: 20,0 kN/m³

Współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,min} = 0,90$; $\gamma_{f,max} = 1,20$

Parametry betonu:

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

Ciężar objętościowy $\rho = 25,0$ kN/m³

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16$ mm

Współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,min} = 0,90$; $\gamma_{f,max} = 1,10$

Zbrojenie:

Klasa stali: A-IIIN (**RB500W**) → $f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Średnica prętów wzdłuż boku B $\phi_B = 16$ mm

Średnica prętów wzdłuż boku L $\phi_L = 16$ mm

Maksymalny rozstaw prętów $\phi_L = 20,0$ cm

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu $c_{nom} = 85$ mm

Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach $c_{nom,b} = 30$ mm

ZAŁOŻENIA

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej $m = 0,81$
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie $m = 0,72$
- dla stateczności na obrót $m = 0,72$

Współczynnik kształtu przy wpływie zagłębienia na nośność podłoża: $\beta = 1,50$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu: $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia: 0,50
- przy korekcie nachylenia wypadkowej obciążenia: 1,00

Czas trwania robót: do 1 roku ($\lambda = 0,00$)

Stosunek wartości obc. obliczeniowych N do wartości obc. charakterystycznych N_k $N/N_k = 1,20$

WYNIKI-PROJEKTOWANIE

WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA

Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 12**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fN} = 7869,7$ kN

$N_k = 538,5$ kN < $m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 7869,7$ kN = 6374,5 kN (8,4%)

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 7**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fT} = 76,1$ kN

$T_k = 25,0$ kN < $m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 76,1$ kN = 54,8 kN (45,7%)

Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 12**

Naprężenie maksymalne $\sigma_{max} = 75,2$ kPa

$\sigma_{max} = 75,2$ kPa < $\sigma_{dop} = 160,0$ kPa (47,0%)

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 7**

Decyduje moment wywracający $M_{ob,2-3} = 236,94$ kNm, moment utrzymujący $M_{ub,2-3} = 366,40$ kNm

$$M_0 = 236,94 \text{ kNm} < m \cdot M_u = 0,72 \cdot 366,4 \text{ kNm} = 263,8 \text{ kNm} (89,8\%)$$

Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 15**

Osiadanie pierwotne $s' = 0,03 \text{ cm}$, wtórne $s'' = 0,00 \text{ cm}$, całkowite $s = 0,03 \text{ cm}$

$s = 0,03 \text{ cm} < s_{dop} = 7,00 \text{ cm} \quad (0,5\%)$

Nośność pionowa podłoża:

w poziomie posadowienia					w poziomie stropu warstwy najsłabszej				
Nr	N [kN]	Q _N [kN]	m _N	[%]	z [m]	N [kN]	Q _N [kN]	m _N	[%]
1	259,3	5341,6	0,05	6,0	0,00	259,3	5341,6	0,05	6,0
2	259,5	6416,4	0,04	5,0	0,00	259,5	6416,4	0,04	5,0
3	259,5	7388,7	0,04	4,3	0,00	259,5	7388,7	0,04	4,3
4	532,1	7841,3	0,07	8,4	0,00	532,1	7841,3	0,07	8,4
5	557,3	9122,5	0,06	7,5	0,00	557,3	9122,5	0,06	7,5
6	557,3	9956,7	0,06	6,9	0,00	557,3	9956,7	0,06	6,9
7	213,9	4492,5	0,05	5,9	0,00	213,9	4492,5	0,05	5,9
8	213,9	5625,4	0,04	4,7	0,00	213,9	5625,4	0,04	4,7
9	213,9	6804,9	0,03	3,9	0,00	213,9	6804,9	0,03	3,9
10	333,6	6346,1	0,05	6,5	0,00	333,6	6346,1	0,05	6,5
11	333,6	7475,4	0,04	5,5	0,00	333,6	7475,4	0,04	5,5
12	538,5	7869,7	0,07	8,4	0,00	538,5	7869,7	0,07	8,4
13	538,5	8940,1	0,06	7,4	0,00	538,5	8940,1	0,06	7,4
14	333,6	8337,4	0,04	4,9	0,00	333,6	8337,4	0,04	4,9
15	563,6	9142,7	0,06	7,6	0,00	563,6	9142,7	0,06	7,6
16	563,6	9974,2	0,06	7,0	0,00	563,6	9974,2	0,06	7,0
17	440,7	9962,3	0,04	5,5	0,00	440,7	9962,3	0,04	5,5
18	512,1	11094,2	0,05	5,7	0,00	512,1	11094,2	0,05	5,7
19	321,6	7980,5	0,04	5,0	0,00	321,6	7980,5	0,04	5,0
20	321,6	8789,7	0,04	4,5	0,00	321,6	8789,7	0,04	4,5
21	444,5	8719,3	0,05	6,3	0,00	444,5	8719,3	0,05	6,3
22	444,5	9541,9	0,05	5,8	0,00	444,5	9541,9	0,05	5,8
23	321,6	9369,1	0,03	4,2	0,00	321,6	9369,1	0,03	4,2
24	393,0	11169,0	0,04	4,3	0,00	393,0	11169,0	0,04	4,3
25	220,3	4629,1	0,05	5,9	0,00	220,3	4629,1	0,05	5,9
26	220,3	5758,7	0,04	4,7	0,00	220,3	5758,7	0,04	4,7
27	220,3	6916,4	0,03	3,9	0,00	220,3	6916,4	0,03	3,9
28	493,1	7632,9	0,06	8,0	0,00	493,1	7632,9	0,06	8,0
29	493,1	8710,3	0,06	7,0	0,00	493,1	8710,3	0,06	7,0
30	395,3	8469,1	0,05	5,8	0,00	395,3	8469,1	0,05	5,8
31	395,3	9291,2	0,04	5,3	0,00	395,3	9291,2	0,04	5,3
32	518,3	9002,9	0,06	7,1	0,00	518,3	9002,9	0,06	7,1
33	518,3	9831,6	0,05	6,5	0,00	518,3	9831,6	0,05	6,5
34	395,3	9775,9	0,04	5,0	0,00	395,3	9775,9	0,04	5,0
35	466,7	9994,0	0,05	5,8	0,00	466,7	9994,0	0,05	5,8
36	433,6	7250,4	0,06	7,4	0,00	433,6	7250,4	0,06	7,4
37	433,6	8343,8	0,05	6,4	0,00	433,6	8343,8	0,05	6,4
38	347,2	10475,4	0,03	4,1	0,00	347,2	10475,4	0,03	4,1
39	347,2	10778,5	0,03	4,0	0,00	347,2	10778,5	0,03	4,0
40	374,5	10503,9	0,04	4,4	0,00	374,5	10503,9	0,04	4,4
41	374,5	10844,3	0,03	4,3	0,00	374,5	10844,3	0,03	4,3
42	317,0	10440,2	0,03	3,7	0,00	317,0	10440,2	0,03	3,7
43	317,0	10693,2	0,03	3,7	0,00	317,0	10693,2	0,03	3,7

Nośność pozioma podłoża:

w poziomie posadowienia						w poziomie stropu warstwy najsłabszej					
Nr	N [kN]	T [kN]	Q _{HT} [kN]	m _T	[%]	z [m]	N [kN]	T [kN]	Q _{HT} [kN]	m _T	[%]
1	197,6	25,2	98,8	0,25	35,4	0,00	197,6	25,2	98,8	0,25	35,4
2	197,8	17,9	98,9	0,18	25,1	0,00	197,8	17,9	98,9	0,18	25,1
3	197,8	23,8	98,9	0,24	33,4	0,00	197,8	23,8	98,9	0,24	33,4
4	470,5	26,0	235,2	0,11	15,3	0,00	470,5	26,0	235,2	0,11	15,3
5	495,6	16,0	247,8	0,06	9,0	0,00	495,6	16,0	247,8	0,06	9,0
6	495,6	8,8	247,8	0,04	4,9	0,00	495,6	8,8	247,8	0,04	4,9
7	152,2	25,0	76,1	0,33	45,7	0,00	152,2	25,0	76,1	0,33	45,7
8	152,2	16,4	76,1	0,22	29,9	0,00	152,2	16,4	76,1	0,22	29,9
9	152,2	20,4	76,1	0,27	37,1	0,00	152,2	20,4	76,1	0,27	37,1
10	271,9	25,4	136,0	0,19	26,0	0,00	271,9	25,4	136,0	0,19	26,0
11	271,9	16,0	136,0	0,12	16,3	0,00	271,9	16,0	136,0	0,12	16,3
12	476,8	26,1	238,4	0,11	15,2	0,00	476,8	26,1	238,4	0,11	15,2
13	476,8	15,3	238,4	0,06	8,9	0,00	476,8	15,3	238,4	0,06	8,9
14	271,9	20,0	136,0	0,15	20,4	0,00	271,9	20,0	136,0	0,15	20,4
15	502,0	16,0	251,0	0,06	8,9	0,00	502,0	16,0	251,0	0,06	8,9
16	502,0	8,8	251,0	0,03	4,9	0,00	502,0	8,8	251,0	0,03	4,9
17	379,0	11,6	189,5	0,06	8,5	0,00	379,0	11,6	189,5	0,06	8,5
18	450,4	0,7	225,2	0,00	0,4	0,00	450,4	0,7	225,2	0,00	0,4
19	259,9	15,3	130,0	0,12	16,3	0,00	259,9	15,3	130,0	0,12	16,3
20	259,9	9,6	130,0	0,07	10,2	0,00	259,9	9,6	130,0	0,07	10,2
21	382,9	15,6	191,4	0,08	11,3	0,00	382,9	15,6	191,4	0,08	11,3
22	382,9	9,2	191,4	0,05	6,7	0,00	382,9	9,2	191,4	0,05	6,7
23	259,9	12,0	130,0	0,09	12,8	0,00	259,9	12,0	130,0	0,09	12,8
24	331,3	0,3	165,6	0,00	0,3	0,00	331,3	0,3	165,6	0,00	0,3
25	158,6	25,0	79,3	0,32	43,9	0,00	158,6	25,0	79,3	0,32	43,9
26	158,6	16,4	79,3	0,21	28,7	0,00	158,6	16,4	79,3	0,21	28,7
27	158,6	20,3	79,3	0,26	35,6	0,00	158,6	20,3	79,3	0,26	35,6
28	431,4	25,9	215,7	0,12	16,6	0,00	431,4	25,9	215,7	0,12	16,6
29	431,4	15,4	215,7	0,07	9,9	0,00	431,4	15,4	215,7	0,07	9,9
30	333,7	15,5	166,8	0,09	12,9	0,00	333,7	15,5	166,8	0,09	12,9
31	333,7	9,3	166,8	0,06	7,8	0,00	333,7	9,3	166,8	0,06	7,8
32	456,6	15,8	228,3	0,07	9,6	0,00	456,6	15,8	228,3	0,07	9,6

33	456,6	8,9	228,3	0,04	5,4	0,00	456,6	8,9	228,3	0,04	5,4
34	333,7	11,7	166,8	0,07	9,8	0,00	333,7	11,7	166,8	0,07	9,8
35	405,0	11,7	202,5	0,06	8,0	0,00	405,0	11,7	202,5	0,06	8,0
36	371,9	25,7	185,9	0,14	19,2	0,00	371,9	25,7	185,9	0,14	19,2
37	371,9	15,7	185,9	0,08	11,7	0,00	371,9	15,7	185,9	0,08	11,7
38	285,6	3,5	142,8	0,02	3,4	0,00	285,6	3,5	142,8	0,02	3,4
39	285,6	2,0	142,8	0,01	1,9	0,00	285,6	2,0	142,8	0,01	1,9
40	312,9	3,6	156,4	0,02	3,2	0,00	312,9	3,6	156,4	0,02	3,2
41	312,9	1,9	156,4	0,01	1,7	0,00	312,9	1,9	156,4	0,01	1,7
42	255,3	3,4	127,6	0,03	3,7	0,00	255,3	3,4	127,6	0,03	3,7
43	255,3	2,1	127,6	0,02	2,3	0,00	255,3	2,1	127,6	0,02	2,3

OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU

Nośność na przebicie:

Decyduje: **kombinacja nr 12**

Pole powierzchni wielokąta $A = 2,04 \text{ m}^2$

Siła przebijająca $N_{Sd} = (g+q)_{\max} \cdot A = 153,4 \text{ kN}$

Nośność na przebicie $N_{Rd} = 757,7 \text{ kN}$

$N_{Sd} = 153,4 \text{ kN} < N_{Rd} = 757,7 \text{ kN} \quad (20,2\%)$

Wymiarowanie zbrojenia:

Wzdłuż boku B:

Decyduje: **kombinacja nr 12**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 7,39 \text{ cm}^2$

Zbrojenie minimalne z warunków 23a, 23b normy $A_{s,\min} = 37,40 \text{ cm}^2$

Przyjęto **19 prętów $\phi 16 \text{ mm}$** o $A_s = 38,20 \text{ cm}^2$

Wzdłuż boku L:

Decyduje: **kombinacja nr 12**

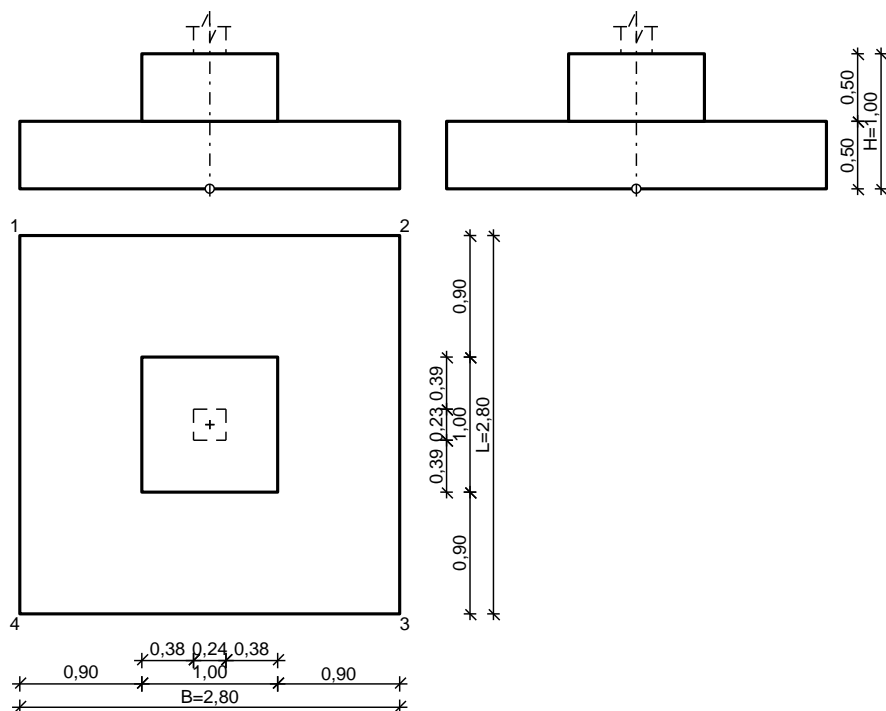
Zbrojenie potrzebne $A_s = 9,65 \text{ cm}^2$

Zbrojenie minimalne z warunków 23a, 23b normy $A_{s,\min} = 16,60 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **17 prętów $\phi 16 \text{ mm}$** o $A_s = 34,18 \text{ cm}^2$

Sf2

SZKIC FUNDAMENTU



$$V = 4,42 \text{ m}^3$$

GEOMETRIA FUNDAMENTU

Wymiary fundamentu :

Typ: stopa schodkowa

$B = 2,80 \text{ m}$ $L = 2,80 \text{ m}$ $H = 1,00 \text{ m}$ $w = 0,50 \text{ m}$
 $B_g = 1,00 \text{ m}$ $L_g = 1,00 \text{ m}$ $B_t = 0,90 \text{ m}$ $L_t = 0,90 \text{ m}$
 $B_s = 0,24 \text{ m}$ $L_s = 0,23 \text{ m}$ $e_B = 0,00 \text{ m}$ $e_L = 0,00 \text{ m}$

Posadowienie fundamentu:

$D = 1,10 \text{ m}$ $D_{\min} = 1,10 \text{ m}$

Brak wody gruntowej w zasypce

OPIS PODŁOŻA

Napężenie dopuszczalne dla podłoża $\sigma_{\text{dop}} [\text{kPa}] = 160,0 \text{ kPa}$

OBCIĄŻENIA FUNDAMENTU

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

Nr	typ obc.	N [kN]	T _B [kN]	M _B [kNm]	T _L [kN]	M _L [kNm]	e [kPa]	Δe [kPa/m]
1	całkowite	-5,15	24,92	66,17	0,00	0,00	0,00	0,00
2	całkowite	28,14	-17,30	-55,44	-7,50	0,00	0,00	0,00
3	całkowite	-18,90	-16,79	-23,72	12,60	0,00	0,00	0,00
4	całkowite	28,14	-17,30	-55,44	0,00	0,00	0,00	0,00
5	całkowite	-1,02	16,57	44,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	całkowite	15,67	-11,23	-36,53	0,00	0,00	0,00	0,00
7	całkowite	-10,18	-11,23	-15,93	0,00	0,00	0,00	0,00
8	całkowite	15,67	-11,37	-36,53	0,00	0,00	0,00	0,00

DANE MATERIAŁOWE

Zasypka:

Ciężar objętościowy: $20,0 \text{ kN/m}^3$

Współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,\min} = 0,90$; $\gamma_{f,\max} = 1,20$

Parametry betonu:

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

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

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16 \text{ mm}$

Współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,\min} = 0,90$; $\gamma_{f,\max} = 1,10$

Zbrojenie:

Klasa stali: A-IIIN (**RB500W**) → $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów wzdłuż boku B $\phi_B = 16 \text{ mm}$

Średnica prętów wzdłuż boku L $\phi_L = 16 \text{ mm}$

Maksymalny rozstaw prętów $\phi_L = 20,0 \text{ cm}$

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu $c_{nom} = 85 \text{ mm}$

Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach $c_{nom,b} = 30 \text{ mm}$

ZAŁOŻENIA

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej $m = 0,81$
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie $m = 0,72$
- dla stateczności na obrót $m = 0,72$

Współczynnik kształtu przy wpływie zagłębienia na nośność podłoża: $\beta = 1,50$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu: $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia: 0,50
- przy korekcie nachylenia wypadkowej obciążenia: 1,00

Czas trwania robót: do 1 roku ($\lambda = 0,00$)

Stosunek wartości obc. obliczeniowych N do wartości obc. charakterystycznych N_k $N/N_k = 1,20$

WYNIKI-PROJEKTOWANIE

WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA

Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{IN} = 3646,3 \text{ kN}$

$N_r = 217,2 \text{ kN} < m \cdot Q_{IN} = 0,81 \cdot 3646,3 \text{ kN} = 2953,5 \text{ kN}$ (7,4%)

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{IT} = 84,9 \text{ kN}$

$T_r = 24,9 \text{ kN} < m \cdot Q_{IT} = 0,72 \cdot 84,9 \text{ kN} = 61,2 \text{ kN}$ (40,7%)

Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 2**

Napężenie maksymalne $\sigma_{max} = 53,9 \text{ kPa}$

$\sigma_{max} = 53,9 \text{ kPa} < \sigma_{dop} = 160,0 \text{ kPa}$ (33,7%)

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający $M_{oB,2-3} = 98,30 \text{ kNm}$, moment utrzymujący $M_{uB,2-3} = 245,03 \text{ kNm}$

$M_o = 98,30 \text{ kNm} < m \cdot M_u = 0,72 \cdot 245,0 \text{ kNm} = 176,4 \text{ kNm}$ (55,7%)

Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 2**

Osiadanie pierwotne $s' = 0,00 \text{ cm}$, wtórne $s'' = 0,00 \text{ cm}$, całkowite $s = 0,00 \text{ cm}$

$s = 0,00 \text{ cm} < s_{dop} = 7,00 \text{ cm}$ (0,0%)

Nośność pionowa podłoża:

w poziomie posadowienia					w poziomie stropu warstwy najsłabszej				
Nr	N [kN]	Q_{IN} [kN]	m_N	[%]	z [m]	N [kN]	Q_{IN} [kN]	m_N	[%]
1	217,2	3646,3	0,06	7,4	0,00	217,2	3646,3	0,06	7,4
2	250,5	4877,7	0,05	6,3	0,00	250,5	4877,7	0,05	6,3
3	203,4	5284,4	0,04	4,8	0,00	203,4	5284,4	0,04	4,8
4	250,5	4941,5	0,05	6,3	0,00	250,5	4941,5	0,05	6,3
5	221,3	4991,2	0,04	5,5	0,00	221,3	4991,2	0,04	5,5
6	238,0	5883,0	0,04	5,0	0,00	238,0	5883,0	0,04	5,0
7	212,1	6377,5	0,03	4,1	0,00	212,1	6377,5	0,03	4,1
8	238,0	5870,4	0,04	5,0	0,00	238,0	5870,4	0,04	5,0

Nośność pozioma podłoża:

w poziomie posadowienia						w poziomie stropu warstwy najsłabszej					
Nr	N [kN]	T [kN]	Q_{IT} [kN]	m_T	[%]	z [m]	N [kN]	T [kN]	Q_{IT} [kN]	m_T	[%]
1	169,9	24,9	84,9	0,29	40,7	0,00	169,9	24,9	84,9	0,29	40,7
2	203,2	18,9	101,6	0,19	25,8	0,00	203,2	18,9	101,6	0,19	25,8
3	156,1	21,0	78,1	0,27	37,3	0,00	156,1	21,0	78,1	0,27	37,3
4	203,2	17,3	101,6	0,17	23,7	0,00	203,2	17,3	101,6	0,17	23,7
5	174,0	16,6	87,0	0,19	26,5	0,00	174,0	16,6	87,0	0,19	26,5
6	190,7	11,2	95,3	0,12	16,4	0,00	190,7	11,2	95,3	0,12	16,4
7	164,8	11,2	82,4	0,14	18,9	0,00	164,8	11,2	82,4	0,14	18,9
8	190,7	11,4	95,3	0,12	16,6	0,00	190,7	11,4	95,3	0,12	16,6

OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU

Nośność na przebiecie:

Decyduje: **kombinacja nr 2**

Pole powierzchni wielokąta $A = 1,15 \text{ m}^2$
Siła przebijająca $N_{Sd} = (g+q)_{\max} \cdot A = 62,1 \text{ kN}$
Nośność na przebicie $N_{Rd} = 558,2 \text{ kN}$
 $N_{Sd} = 62,1 \text{ kN} < N_{Rd} = 558,2 \text{ kN} \quad (11,1\%)$

Wymiarowanie zbrojenia:

Wzdłuż boku B:

Decyduje: **kombinacja nr 2**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 4,05 \text{ cm}^2$

Zbrojenie minimalne z warunków 23a, 23b normy $A_{s,\min} = 14,52 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **15 prętów $\phi 16 \text{ mm}$** o $A_s = 30,16 \text{ cm}^2$

Wzdłuż boku L:

Decyduje: **kombinacja nr 2**

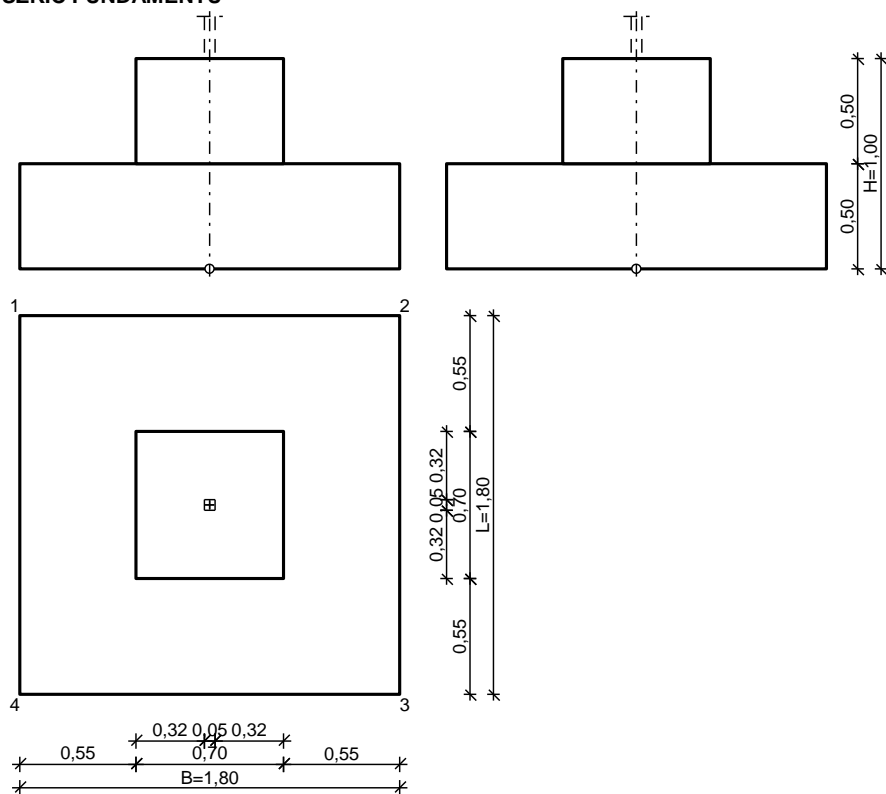
Zbrojenie potrzebne $A_s = 4,05 \text{ cm}^2$

Zbrojenie minimalne z warunków 23a, 23b normy $A_{s,\min} = 14,52 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **15 prętów $\phi 16 \text{ mm}$** o $A_s = 30,16 \text{ cm}^2$

Sf3

SZKIC FUNDAMENTU



$$V = 1,86 \text{ m}^3$$

GEOMETRIA FUNDAMENTU

Wymiary fundamentu :

Typ: **stopa schodkowa**

$B = 1,80 \text{ m}$ $L = 1,80 \text{ m}$ $H = 1,00 \text{ m}$ $w = 0,50 \text{ m}$
 $B_g = 0,70 \text{ m}$ $L_g = 0,70 \text{ m}$ $B_t = 0,55 \text{ m}$ $L_t = 0,55 \text{ m}$
 $B_s = 0,05 \text{ m}$ $L_s = 0,05 \text{ m}$ $e_B = 0,00 \text{ m}$ $e_L = 0,00 \text{ m}$

Posadowienie fundamentu:

$D = 1,10 \text{ m}$ $D_{\min} = 1,10 \text{ m}$

Brak wody gruntowej w zasypce

OPIS PODŁOŻA

Napężenie dopuszczalne dla podłoża $\sigma_{\text{dop}} [\text{kPa}] = 160,0 \text{ kPa}$

OBCIĄŻENIA FUNDAMENTU

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

Nr	typ obc.	N [kN]	T _B [kN]	M _B [kNm]	T _L [kN]	M _L [kNm]	e [kPa]	Δe [kPa/m]
1	całkowite	-36,27	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00
2	całkowite	41,39	0,00	0,00	-10,00	0,00	0,00	0,00

DANE MATERIAŁOWE

Zasyпка:

Ciężar objętościowy: $20,0 \text{ kN/m}^3$

Współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,\min} = 0,90$; $\gamma_{f,\max} = 1,20$

Parametry betonu:

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

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

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16 \text{ mm}$

Współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,\min} = 0,90$; $\gamma_{f,\max} = 1,10$

Zbrojenie:

Klasa stali: A-IIIIN (**RB500W**) $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów wzdłuż boku B $\phi_B = 16 \text{ mm}$

Średnica prętów wzdłuż boku L $\phi_L = 16 \text{ mm}$

Maksymalny rozstaw prętów $\phi_L = 20,0 \text{ cm}$

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu $c_{nom} = 85 \text{ mm}$

Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach $c_{nom,b} = 30 \text{ mm}$

ZAŁOŻENIA

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej $m = 0,81$
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie $m = 0,72$
- dla stateczności na obrót $m = 0,72$

Współczynnik kształtu przy wpływie zagłębienia na nośność podłoża: $\beta = 1,50$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu: $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia: $0,50$
- przy korekcie nachylenia wypadkowej obciążenia: $1,00$

Czas trwania robót: do 1 roku ($\lambda = 0,00$)

Stosunek wartości obc. obliczeniowych N do wartości obc. charakterystycznych N_k $N/N_k = 1,20$

WYNIKI-PROJEKTOWANIE

WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA

Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 2**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fNB} = 2832,1 \text{ kN}$, $Q_{fNL} = 2368,4 \text{ kN}$

$N_r = 133,4 \text{ kN} < m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 2368,4 \text{ kN} = 1918,4 \text{ kN}$ (7,0%)

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fT} = 18,1 \text{ kN}$

$T_r = 10,0 \text{ kN} < m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 18,1 \text{ kN} = 13,1 \text{ kN}$ (76,6%)

Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 2**

Napężenie maksymalne $\sigma_{\max} = 51,5 \text{ kPa}$

$\sigma_{\max} = 51,5 \text{ kPa} < \sigma_{dop} = 160,0 \text{ kPa}$ (32,2%)

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający $M_{oL,3-4} = 42,64 \text{ kNm}$, moment utrzymujący $M_{uL,3-4} = 65,29 \text{ kNm}$

$M_o = 42,64 \text{ kNm} < m \cdot M_{uL} = 0,72 \cdot 65,3 \text{ kNm} = 47,0 \text{ kNm}$ (90,7%)

Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 2**

Osiadanie pierwotne $s' = 0,01 \text{ cm}$, wtórne $s'' = 0,00 \text{ cm}$, całkowite $s = 0,01 \text{ cm}$

$s = 0,01 \text{ cm} < s_{dop} = 7,00 \text{ cm}$ (0,1%)

OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU

Nośność na przebicie:

Decyduje: **kombinacja nr 2**

Pole powierzchni wielokąta $A = 0,25 \text{ m}^2$

Siła przebijająca $N_{Sd} = (g+q)_{\max} \cdot A = 12,8 \text{ kN}$

Nośność na przebicie $N_{Rd} = 438,5 \text{ kN}$

$N_{Sd} = 12,8 \text{ kN} < N_{Rd} = 438,5 \text{ kN}$ (2,9%)

Wymiarowanie zbrojenia:

Wzdłuż boku B:

Decyduje: **kombinacja nr 2**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 1,04 \text{ cm}^2$

Zbrojenie minimalne z warunków 23a, 23b normy $A_{s,\min} = 21,04 \text{ cm}^2$

Przyjęto **11 prętów $\phi 16$ mm** o $A_s = 22,12 \text{ cm}^2$
Wzdłuż boku L:
Decyduje: **kombinacja nr 2**
Zbrojenie potrzebne $A_s = 1,04 \text{ cm}^2$
Zbrojenie minimalne z warunków 23a, 23b normy $A_{s,\min} = 21,04 \text{ cm}^2$
Przyjęto **11 prętów $\phi 16$ mm** o $A_s = 22,12 \text{ cm}^2$