

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]	zmiennie	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 śniegiem połaci dachu dwupołaciowego (układ równomierny) wg PN-EN 1991-1-3/5.3.3 (strefa 3, A=319 m n.p.m. → sk=1,314 kN/m ² , przyp.A, nachylenie połaci 3,0° → μ=0,8, Ce=1,0, Ct=1,0) [1,05kN/m ²]	zmiennie	1,05	1,00	1,05	1,50	1,58
2.	Obciążenie śniegiem mniej obciążonej połaci dachu dwupołaciowego (układ nierównomierny) wg PN-EN 1991-1-3/5.3.3 (strefa 3, A=319 m n.p.m. → sk=1,314 kN/m ² , przyp.A, nachylenie połaci 3,0° → μ=0,4, Ce=1,0, Ct=1,0) [0,53kN/m ²]	zmiennie	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 - ciśnienie sumaryczne (netto) w polu C połaci dachu wiaty dwuspadowej wg PN-EN 1991-1-4/7.3 (strefa 1, A=319 m n.p.m. → vb,0=22,25 m/s, teren III, ze=h=7,0 m, co=1, cr=0,75, wymiary wiaty h=7,0 m, d=10,0 m, b=30,0 m, nachylenie połaci α=5,0°, wsp.blokowania φ=1,00 → qp=0,557 kPa, cp,net=1,30) [0,72kN/m ²]	zmiennie	0,72	1,00	0,72	1,50	1,08
2.	Obciążenie wiatrem - ciśnienie sumaryczne (netto) w polu C połaci dachu wiaty dwuspadowej wg PN-EN 1991-1-4/7.3 (strefa 1, A=319 m n.p.m. → vb,0=22,25 m/s, teren III, ze=h=7,0 m, co=1, cr=0,75, wymiary wiaty h=7,0 m, d=10,0 m, b=30,0 m, nachylenie połaci α=5,0°, wsp.blokowania φ=1,00 → qp=0,557 kPa, cp,net=-1,80) [-1,00kN/m ²]	zmiennie	-1,00	1,00	-1,00	1,50	-1,50

Tablica 4

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 powierzchnię zewnętrzną w polu D ściany nawietrznej budynku na rzucie prostokąta wg PN-EN 1991-1-4/7.2.2 (strefa 1, A=319 m n.p.m. → v _{b,0} =22,25 m/s, teren III, z _e =h=7,0 m, c _o =1, c _r =0,75, wymiary budynku h=7,0 m, d=10,0 m, b=30,0 m → q _p =0,557 kPa, c _s c _d =1,000, c _p e=0,76) [0,42kN/m ²]	zmienne	0,42	1,00	0,42	1,50	0,63
2.	Obciążenie wiatrem na powierzchnię zewnętrzną w polu E ściany zawietrznej budynku na rzucie prostokąta wg PN-EN 1991-1-4/7.2.2 (strefa 1, A=319 m n.p.m. → v _{b,0} =22,25 m/s, teren III, z _e =h=7,0 m, c _o =1, c _r =0,75, wymiary budynku h=7,0 m, d=10,0 m, b=30,0 m → q _p =0,557 kPa, c _s c _d =1,000, c _p e=-0,42) [-0,23kN/m ²]	zmienne	-0,23	1,00	-0,23	1,50	-0,35

Tablica 5

Ciążar ściany betonowej

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.	Beton zwykły grub.60 cm [24,00kN/m ³ ·0,60m]	stałe	14,40	--	14,40	1,35	19,44

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.2,50 m	stałe	0,25	--	0,25	1,35	0,34
2.	obciążenie technologiczne szer.2,50 m	stałe	0,25	--	0,25	1,35	0,34
3.	Równomiernie rozłożone obciążenie użytkowe - powierzchnia kategorii H (dach bez dostępu, z wyjątkiem zwykłego utrzymania i napraw) szer.2,50 m [(0,400kN/m ² ·2,50m)]	zmienne	1,00	1,00	1,00	1,50	1,50
Σ:			1,50		1,50		2,17

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 śniegiem połaci dachu dwupołaciowego (układ równomierny) wg PN-EN 1991-1-3/5.3.3 (strefa 3, A=319 m n.p.m. → s _k =1,314 kN/m ² , przyp.A, nachylenie połaci 3,0° → μ ₂ =0,8, C _e =1,0, C _t =1,0) szer.2,50 m [1,05kN/m ² ·2,50m]	zmienne	2,63	1,00	2,63	1,50	3,94
2.	Obciążenie śniegiem mniej obciążonej połaci dachu dwupołaciowego (układ nierównomierny) wg PN-EN 1991-1-3/5.3.3 (strefa 3, A=319 m n.p.m. → s _k =1,314 kN/m ² , przyp.A, nachylenie połaci 3,0° → μ=0,4, C _e =1,0, C _t =1,0) szer.2,50 m [0,53kN/m ² ·2,50m]	zmienne	1,31	1,00	1,31	1,50	1,97

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 - ciśnienie sumaryczne (netto) w polu C połaci dachu wiaty dwuspadowej wg PN-EN 1991-1-4/7.3 (strefa 1, A=319 m n.p.m. → v _{b,0} =22,25 m/s, teren III, z _e =h=7,0 m, c _o =1, c _r =0,75, wymiary wiaty h=7,0 m, d=10,0 m, b=30,0 m, nachylenie połaci α=5,0°, wsp.blokowania	zmienne	1,80	1,00	1,80	1,50	2,70

$\varphi=1,00 \rightarrow q_p=0,557 \text{ kPa}$, $c_{p,net}=1,30$ szer.2,50 m
 $[(0,72 \text{ kN/m}^2) \cdot 2,50 \text{ m}]$

2. Obciążenie wiatrem - ciśnienie sumaryczne (netto) w polu C połaci dachu wiaty dwuspadowej wg PN-EN 1991-1-4/7.3 (strefa 1, $A=319 \text{ m n.p.m.} \rightarrow v_{b,0}=22,25 \text{ m/s}$, teren III, $z_e=h=7,0 \text{ m}$, $c_o=1$, $c_r=0,75$, wymiary wiaty $h=7,0 \text{ m}$, $d=10,0 \text{ m}$, $b=30,0 \text{ m}$, nachylenie połaci $\alpha=5,0^\circ$, wsp.blokowania $\varphi=1,00 \rightarrow q_p=0,557 \text{ kPa}$, $c_{p,net}=-1,80$) szer.2,50 m $[(-1,00 \text{ kN/m}^2) \cdot 2,50 \text{ m}]$

zmienne -2,50 1,00 -2,50 1,50 -3,75

Tablica 9

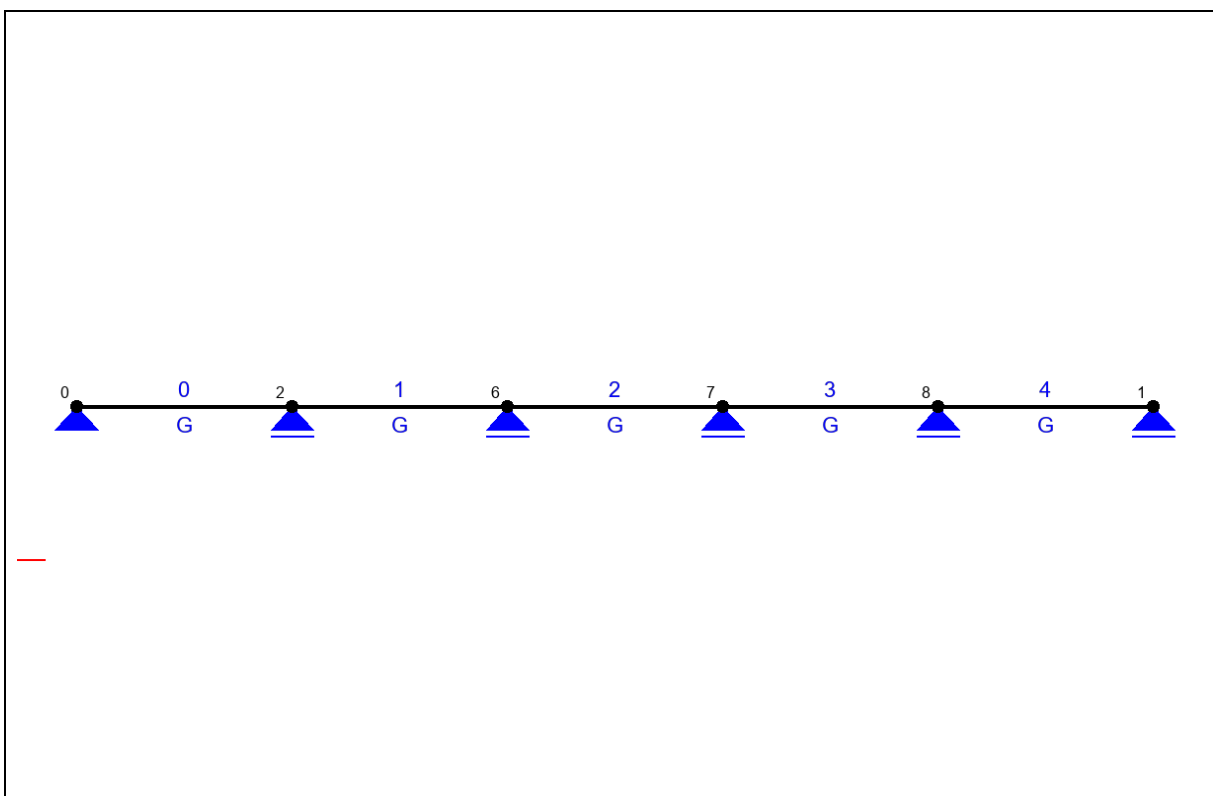
Obciążenie wiatrem na słupy ramy głównej

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m	ψ	Wartość rep. kN/m	γ_F	Wartość obl. kN/m
1.	Obciążenie wiatrem - siła wypadkowa oddziaływania na element konstrukcyjny o przekroju prostokątnym wg PN-EN 1991-1-4/7.6 (strefa 1, $A=319 \text{ m n.p.m.} \rightarrow v_{b,0}=22,25 \text{ m/s}$, teren III, $z_e=l=5,0 \text{ m}$, $c_o=1$, $c_r=0,70 \rightarrow q_p=0,531 \text{ kPa}$, $c_{scd}=1,000$, $c_f=1,745$, $A_{ref}=1,5 \text{ m}^2$ dług.600 cm $[1,39 \text{ kN:6,00m}]$	zmienne	0,23	1,00	0,23	1,50	0,35

2. WYMIAROWANIE GŁÓWNYCH ELEMENTÓW KONSTRUKCJI

2.1. Płatew Ps1

CHARAKTERYSTYKA ELEMENTÓW PRĘTOWYCH

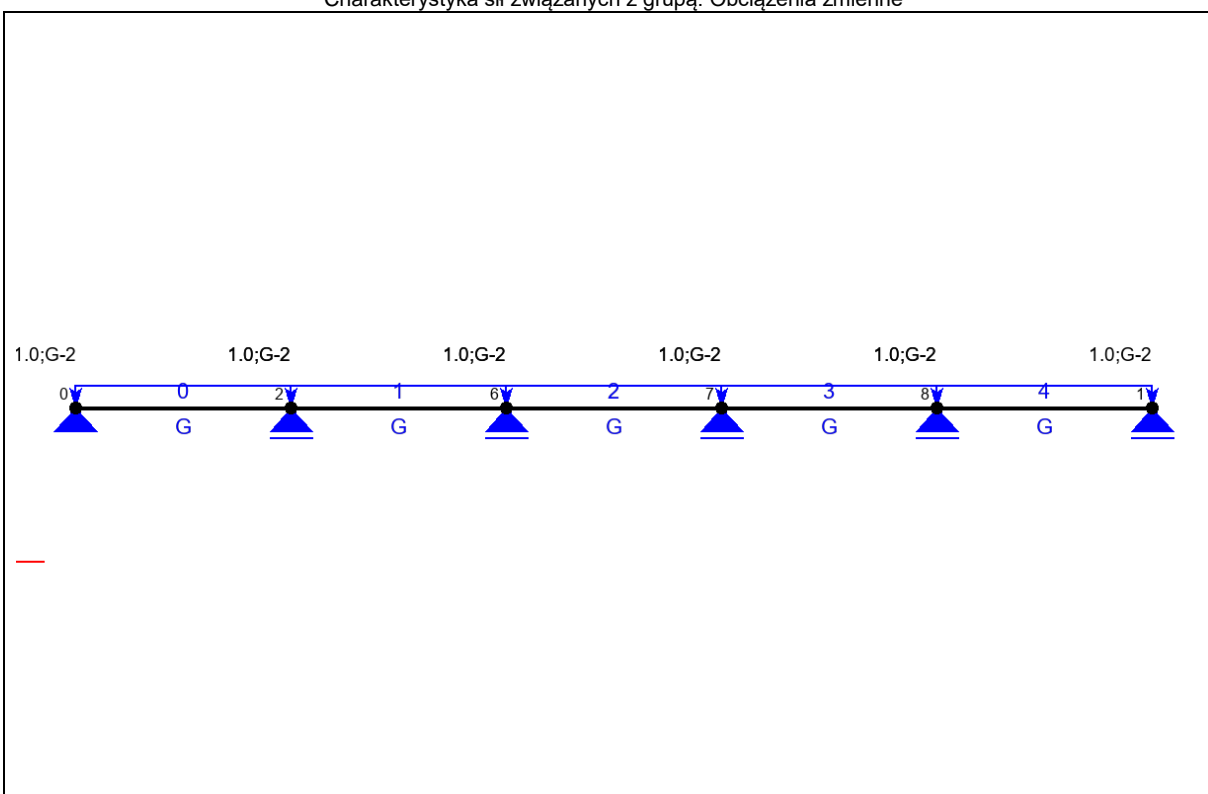


CHARAKTERYSTYKA OBCIĄŻENIA UKŁADU

Charakterystyka grup obciążeń

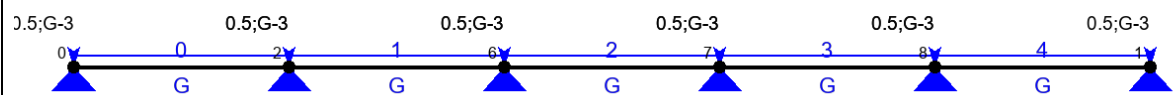
Nr	Nazwa	Typ	I/O	Min	Max	Psi d	Ranga	Opis
0	Wymuszenia układu	STALE	AKTYWNE	1.00	1.00	1.00	1	Osiadanie podpór układu.
1	Ciężar własny	STALE	AKTYWNE	1.00	1.35	1.00	1	Obciążenie ciężarem własnym.
2	Obciążenia zmienne	ZMIENNE	AKTYWNE	1.00	1.50	1.00	1	Obciążenia zmienne układu.
3	Obciążenie stałe	STALE	AKTYWNE	1.00	1.35	1.00	1	
4	Śnieg	ZMIENNE	AKTYWNE	0.00	1.50	0.00	1	
5	Wiatr ssanie	ZMIENNE	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



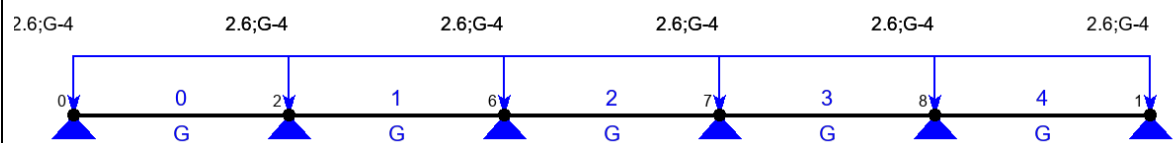
Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
5	1	Liniowe	0.00	0.000	6.000	1.000	1.000	----	----
6	0	Liniowe	0.00	0.000	6.000	1.000	1.000	----	----
7	3	Liniowe	0.00	0.000	6.000	1.000	1.000	----	----
8	2	Liniowe	0.00	0.000	6.000	1.000	1.000	----	----
9	4	Liniowe	0.00	0.000	6.000	1.000	1.000	----	----

Charakterystyka sił związanych z grupą: Obciążenie stałe



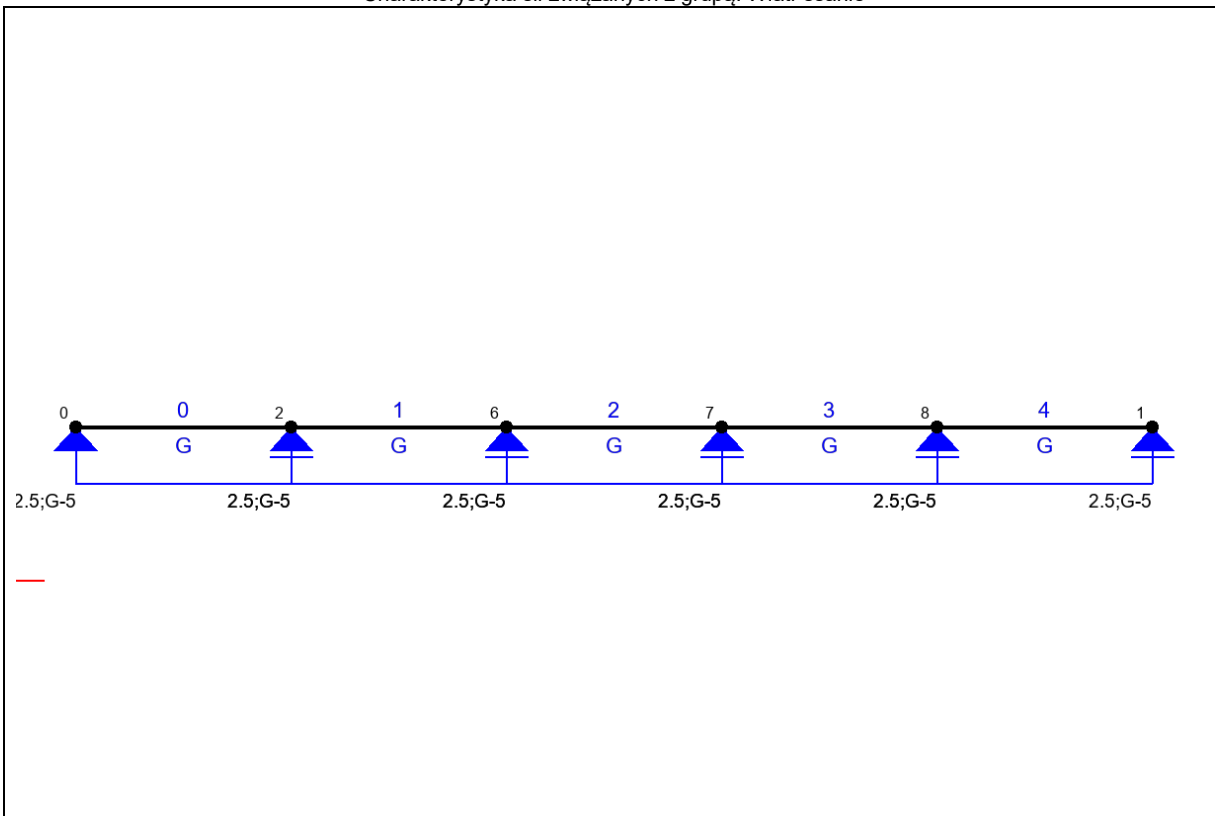
Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
0	1	Liniowe	0.00	0.000	6.000	0.500	0.500	----	----
1	0	Liniowe	0.00	0.000	6.000	0.500	0.500	----	----
2	3	Liniowe	0.00	0.000	6.000	0.500	0.500	----	----
3	2	Liniowe	0.00	0.000	6.000	0.500	0.500	----	----
4	4	Liniowe	0.00	0.000	6.000	0.500	0.500	----	----

Charakterystyka sił związanych z grupą: Śnieg



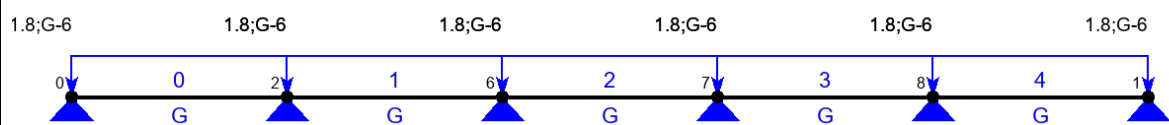
Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
10	1	Liniowe	0.00	0.000	6.000	2.630	2.630	----	----
11	0	Liniowe	0.00	0.000	6.000	2.630	2.630	----	----
12	3	Liniowe	0.00	0.000	6.000	2.630	2.630	----	----
13	2	Liniowe	0.00	0.000	6.000	2.630	2.630	----	----
14	4	Liniowe	0.00	0.000	6.000	2.630	2.630	----	----

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]
15	1	Liniowe	0.00	0.000	6.000	-2.500	-2.500	----	----
16	0	Liniowe	0.00	0.000	6.000	-2.500	-2.500	----	----
17	3	Liniowe	0.00	0.000	6.000	-2.500	-2.500	----	----
18	2	Liniowe	0.00	0.000	6.000	-2.500	-2.500	----	----
19	4	Liniowe	0.00	0.000	6.000	-2.500	-2.500	----	----

Charakterystyka sił związanych z grupą: Wiatr parcie



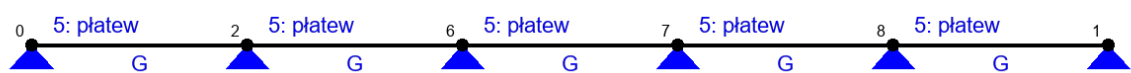
Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
20	1	Liniowe	0.00	0.000	6.000	1.800	1.800	----	----
21	0	Liniowe	0.00	0.000	6.000	1.800	1.800	----	----
22	3	Liniowe	0.00	0.000	6.000	1.800	1.800	----	----
23	2	Liniowe	0.00	0.000	6.000	1.800	1.800	----	----
24	4	Liniowe	0.00	0.000	6.000	1.800	1.800	----	----

Uwzględnienie ciężaru własnego

Pręt	Ciężar własny
0	UWZGLĘDNIONO
1	UWZGLĘDNIONO
2	UWZGLĘDNIONO
3	UWZGLĘDNIONO
4	UWZGLĘDNIONO

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

CHARAKTERYSTYKA ZASTOSOWANYCH PROFILI



PROFIL NR 5 - płatew
Przekrój - HE-A 152

Nazwa	A [cm ²]	Jx [cm ⁴]	H [mm]	W _{xg} [cm ³]	W _{xd} [cm ³]
HE-A 152	38.81	1666.49	160.17	-----	-----

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 OBCIĄŻEN

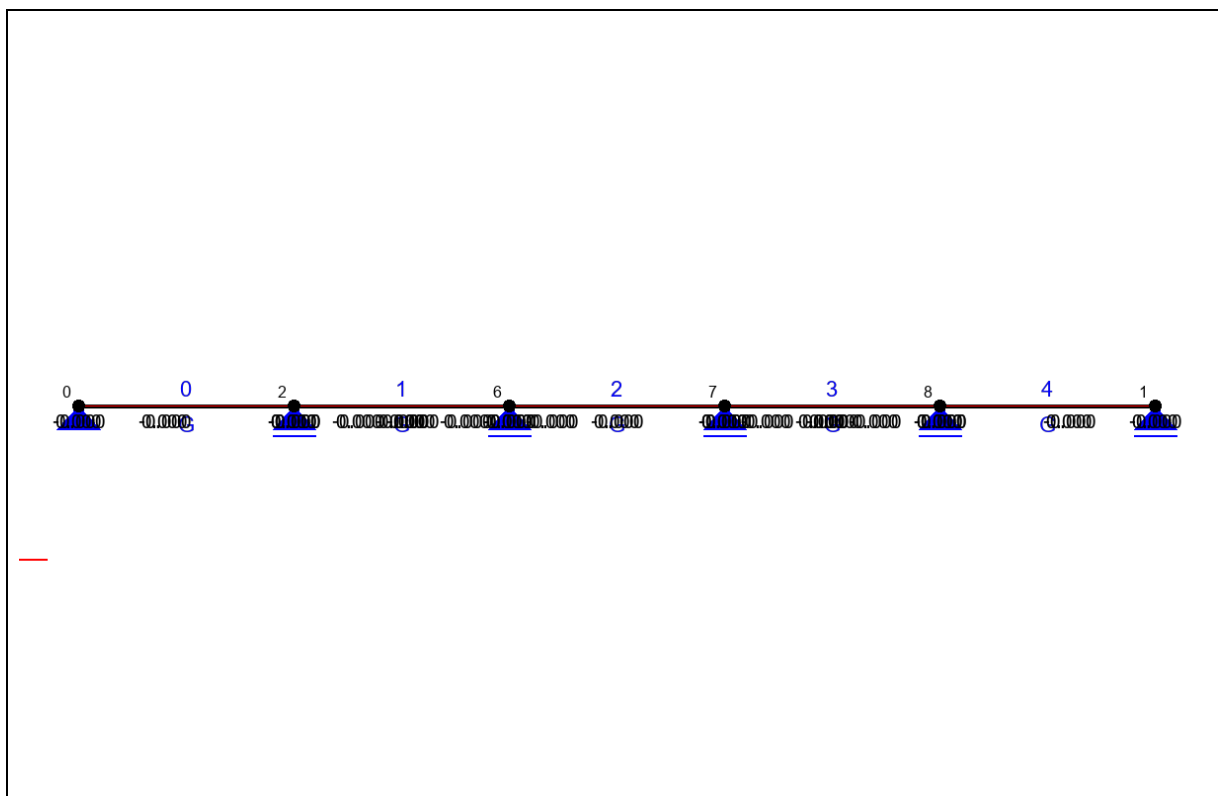
Charakterystyka grup obciążeń

Nr	Nazwa	Typ	I/O	Min	Max	ψ ₀ /ψ ₁ /ψ 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 lewej 1	ZMIENNE	NIEAKTYWNE	0.00	1.50	0.60/0.20/0.00	
8	Wiatr z prawej 1	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	

Charakterystyka relacji między grupami obciążenia

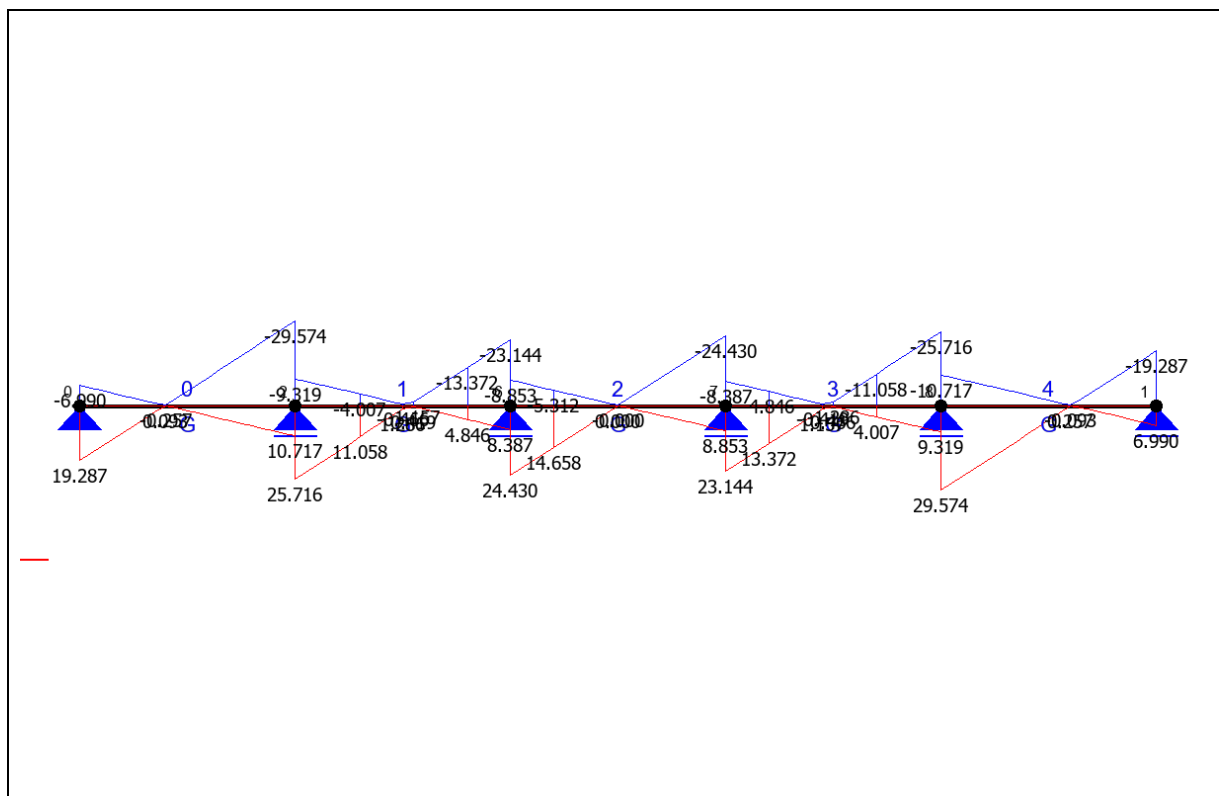
Nr	Grupy	Typ
1	5 ? 6	Wykluczają się

OBWIEDNIA SIŁ PRZEKROJOWYCH - NORMALNE [kN]



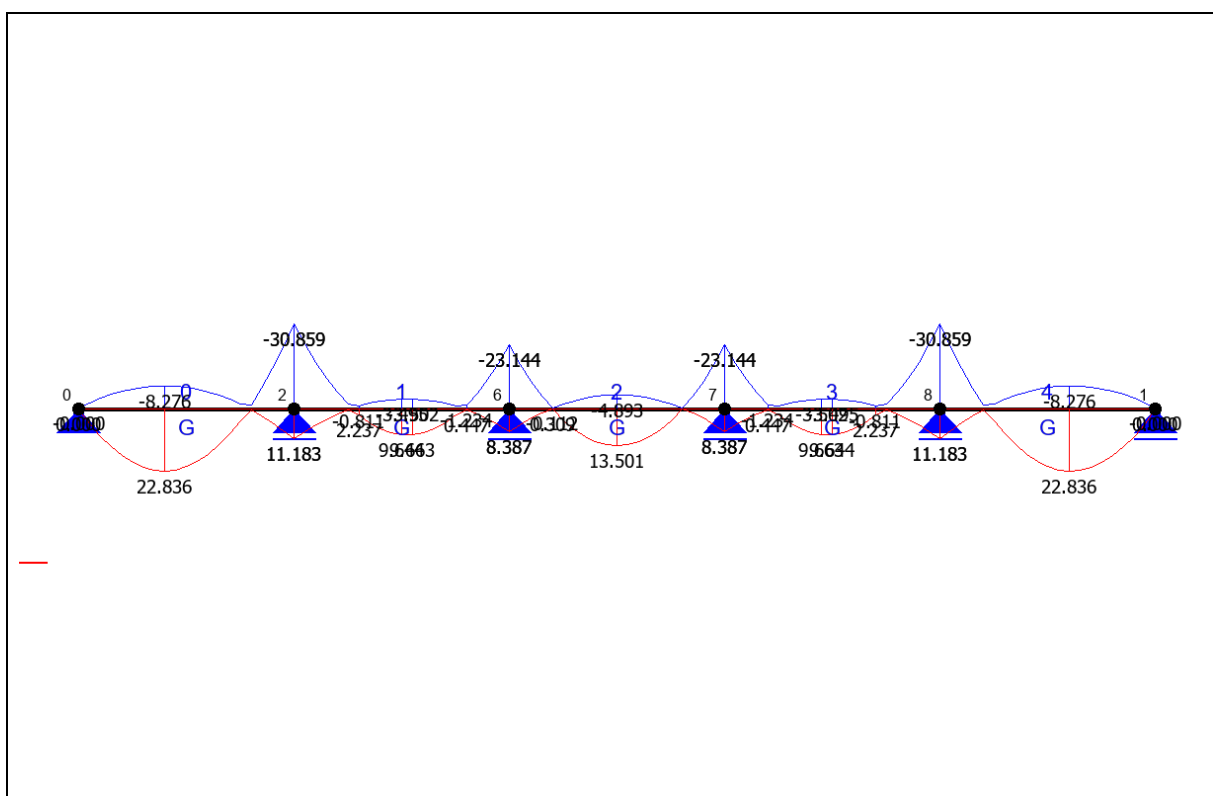
UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN-EN) + SGU - charakterystyczna (PN-EN))

OBWIEDNIA SIŁ PRZĘKROJOWYCH - TNĄCE [kN]



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

OBWIEDNIA SIŁ PRZEKROJOWYCH - MOMENTY ZGINAJĄCE [kNm]



UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN-EN) + SGU - charakterystyczna (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*	14.615	0.000	-0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	0.000	0.000	*-6.990*	-0.000	-0;-1;-3;+5;
	0.000	0.000	-6.990	*-0.000*	-0;-1;-3;+5;
	0.000	*0.000*	-6.990	-0.000	+0;-1;-3;+5;
	0.000	-0.000	*19.287*	0.000	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.000	-0.000	1.892	*0.000*	0;1;3;
	1.000	*-0.000*	10.717	11.183	-0;-1;-3;+5;
	1.000	0.000	*-29.574*	-30.859	-0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	1.000	0.000	-29.574	*-30.859*	-0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	1.000	*0.000*	-22.410	-23.385	+0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	1.000	-0.000	*10.717*	11.183	+0;-1;-3;+5;
	1.000	-0.000	10.717	*11.183*	+0;-1;-3;+5;
	0.400	*-0.000*	0.093	-8.276	-0;-1;-3;+5;
	0.400	0.000	*-0.257*	22.836	-0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.400	-0.000	0.093	*-8.276*	-0;-1;-3;+5;
	0.400	*0.000*	-0.195	17.305	+0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	0.400	-0.000	*0.093*	-8.276	+0;-1;-3;+5;
	0.400	0.000	-0.257	*22.836*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.550	*-0.000*	0.419	-3.502	-0;-1;-3;+5;
1	0.000	*-0.000*	19.487	-23.385	-0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	0.000	0.000	*-9.319*	11.183	-0;-1;-3;+5;
	0.000	-0.000	25.716	*-30.859*	-0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.000	*0.000*	-9.319	11.183	+0;-1;-3;+5;
	0.000	-0.000	*25.716*	-30.859	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.000	0.000	-9.319	*11.183*	+0;-1;-3;+5;
	1.000	*-0.000*	8.387	8.387	-0;-1;-3;+5;
	1.000	0.000	*-23.145*	-23.145	-0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	1.000	0.000	-23.145	*-23.145*	-0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	1.000	*0.000*	-17.538	-17.538	+0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	1.000	-0.000	*8.387*	8.387	+0;-1;-3;+5;
	1.000	-0.000	8.387	*8.387*	+0;-1;-3;+5;

	0.550	0.000	*-1.157*	9.663	-0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.550	-0.000	0.419	*-3.502*	-0;-1;-3;+5;
	0.550	*0.000*	-0.877	7.322	+0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	0.550	-0.000	*0.419*	-3.502	+0;-1;-3;+5;
	0.550	0.000	-1.157	*9.663*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.500	*-0.000*	0.974	7.308	-0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	0.500	0.000	*-0.466*	-3.495	-0;-1;-3;+5;
	0.500	0.000	-0.466	*-3.495*	-0;-1;-3;+5;
	0.500	*0.000*	-0.466	-3.495	+0;-1;-3;+5;
	0.500	-0.000	*1.286*	9.644	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.500	-0.000	1.286	*9.644*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.300	*-0.000*	8.379	1.695	-0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	0.300	0.000	*-4.007*	-0.811	-0;-1;-3;+5;
	0.300	0.000	-4.007	*-0.811*	-0;-1;-3;+5;
	0.300	*0.000*	-4.007	-0.811	+0;-1;-3;+5;
	0.300	-0.000	*11.058*	2.237	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.300	-0.000	11.058	*2.237*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.800	*-0.000*	4.846	0.447	-0;-1;-3;+5;
	0.800	0.000	*-13.372*	-1.234	-0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.800	0.000	-13.372	*-1.234*	-0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.800	*0.000*	-10.133	-0.935	+0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	0.800	-0.000	*4.846*	0.447	+0;-1;-3;+5;
	0.800	-0.000	4.846	*0.447*	+0;-1;-3;+5;
2	0.000	*-0.000*	18.513	-17.538	-0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	0.000	0.000	*-8.853*	8.387	-0;-1;-3;+5;
	0.000	-0.000	24.430	*-23.145*	-0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.000	*0.000*	-8.853	8.387	+0;-1;-3;+5;
	0.000	-0.000	*24.430*	-23.145	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.000	0.000	-8.853	*8.387*	+0;-1;-3;+5;
	1.000	*-0.000*	8.853	8.387	-0;-1;-3;+5;
	1.000	0.000	*-24.430*	-23.145	-0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	1.000	0.000	-24.430	*-23.145*	-0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	1.000	*0.000*	-18.513	-17.538	+0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	1.000	-0.000	*8.853*	8.387	+0;-1;-3;+5;
	1.000	-0.000	8.853	*8.387*	+0;-1;-3;+5;
	0.500	*-0.000*	-0.000	-4.893	-0;-1;-3;+5;
	0.500	-0.000	*-0.000*	-4.893	-0;-1;-3;+5;
	0.500	-0.000	-0.000	*-4.893*	-0;-1;-3;+5;
	0.500	*0.000*	0.000	10.231	+0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	0.500	0.000	*0.000*	7.545	+0;+1;+2;+3;+K4;
	0.500	0.000	0.000	*13.501*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.200	*-0.000*	11.108	0.234	-0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	0.200	0.000	*-5.312*	-0.112	-0;-1;-3;+5;
	0.200	0.000	-5.312	*-0.112*	-0;-1;-3;+5;
	0.200	*0.000*	-5.312	-0.112	+0;-1;-3;+5;
	0.200	-0.000	*14.658*	0.309	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.200	-0.000	14.658	*0.309*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
3	0.000	*-0.000*	17.538	-17.538	-0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	0.000	0.000	*-8.387*	8.387	-0;-1;-3;+5;
	0.000	-0.000	23.145	*-23.145*	-0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.000	*0.000*	-8.387	8.387	+0;-1;-3;+5;
	0.000	-0.000	*23.145*	-23.145	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.000	0.000	-8.387	*8.387*	+0;-1;-3;+5;
	1.000	*-0.000*	9.319	11.183	-0;-1;-3;+5;
	1.000	0.000	*-25.716*	-30.859	-0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	1.000	0.000	-25.716	*-30.859*	-0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	1.000	*0.000*	-19.487	-23.385	+0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	1.000	-0.000	*9.319*	11.183	+0;-1;-3;+5;
	1.000	-0.000	9.319	*11.183*	+0;-1;-3;+5;
	0.500	*-0.000*	0.466	-3.495	-0;-1;-3;+5;
	0.500	0.000	*-1.286*	9.644	-0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.500	-0.000	0.466	*-3.495*	-0;-1;-3;+5;
	0.500	*0.000*	-0.974	7.308	+0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	0.500	-0.000	*0.466*	-3.495	+0;-1;-3;+5;
	0.500	0.000	-1.286	*9.644*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.450	*-0.000*	0.877	7.322	-0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	0.450	0.000	*-0.419*	-3.502	-0;-1;-3;+5;
	0.450	0.000	-0.419	*-3.502*	-0;-1;-3;+5;
	0.450	*0.000*	-0.419	-3.502	+0;-1;-3;+5;
	0.450	-0.000	*1.157*	9.663	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.450	-0.000	1.157	*9.663*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.700	*-0.000*	4.007	-0.811	-0;-1;-3;+5;

	0.700	0.000	*-11.058*	2.237	-0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.700	-0.000	4.007	*-0.811*	-0;-1;-3;+5;
	0.700	*0.000*	-8.379	1.695	+0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	0.700	-0.000	*4.007*	-0.811	+0;-1;-3;+5;
	0.700	0.000	-11.058	*2.237*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.200	*-0.000*	10.133	-0.935	-0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	0.200	0.000	*-4.846*	0.447	-0;-1;-3;+5;
	0.200	-0.000	13.372	*-1.234*	-0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.200	*0.000*	-4.846	0.447	+0;-1;-3;+5;
	0.200	-0.000	*13.372*	-1.234	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.200	0.000	-4.846	*0.447*	+0;-1;-3;+5;
4	0.000	*-0.000*	22.410	-23.385	-0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	0.000	0.000	*-10.717*	11.183	-0;-1;-3;+5;
	0.000	-0.000	29.574	*-30.859*	-0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.000	*0.000*	-10.717	11.183	+0;-1;-3;+5;
	0.000	-0.000	*29.574*	-30.859	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.000	0.000	-10.717	*11.183*	+0;-1;-3;+5;
	1.000	*-0.000*	6.990	0.000	-0;-1;-3;+5;
	1.000	0.000	*-19.287*	-0.000	-0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	1.000	0.000	-9.696	*-0.000*	-0;-1;+2;+3;+K6;
	1.000	*0.000*	-14.615	-0.000	+0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	1.000	-0.000	*6.990*	0.000	+0;-1;-3;+5;
	1.000	0.000	-2.140	*0.000*	+0;+1;-3;
	0.600	*-0.000*	0.195	17.305	-0;+1;+2;+3;+K4;+K6;
	0.600	0.000	*-0.093*	-8.276	-0;-1;-3;+5;
	0.600	0.000	-0.093	*-8.276*	-0;-1;-3;+5;
	0.600	*0.000*	-0.093	-8.276	+0;-1;-3;+5;
	0.600	-0.000	*0.257*	22.836	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;
	0.600	-0.000	0.257	*22.836*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K6;

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

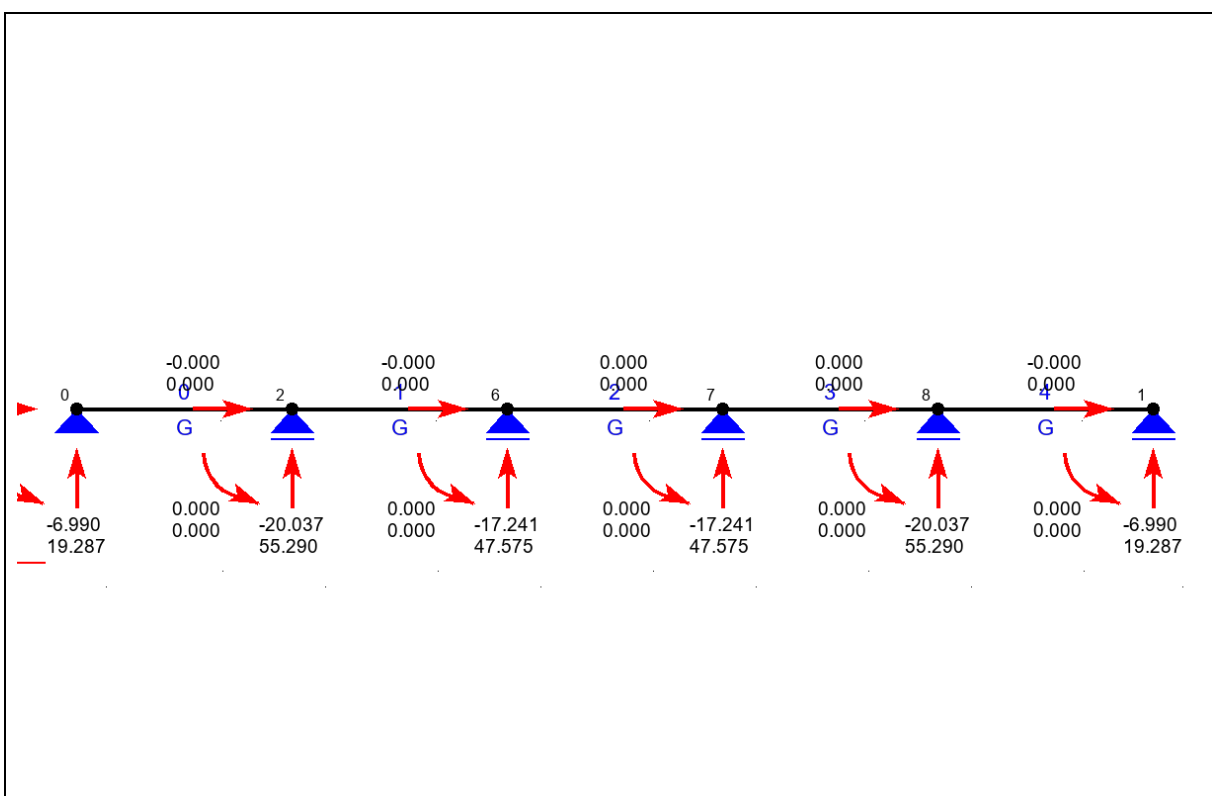
UWAGA!!! Wartości wyróżnione symbolem '*' oznaczają ekstremalne wartości dla danego punktu.

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

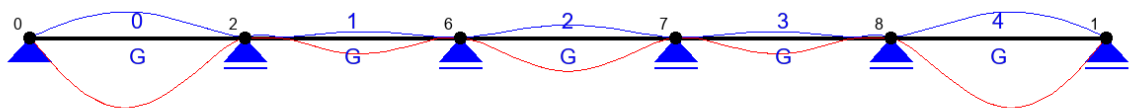


UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN-EN) + SGU - charakterystyczna (PN-EN))

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	0	-0.00	-6.99	1.89	0.00	0.00	19.29	20.78	0.00
1	1	-0.00	-6.99	1.89	0.00	0.00	19.29	20.78	0.00
2	2	-0.00	-20.04	5.42	0.00	0.00	55.29	59.57	0.00
3	7	0.00	-17.24	4.67	0.00	0.00	47.57	51.26	0.00
4	6	-0.00	-17.24	4.67	0.00	0.00	47.57	51.26	0.00
5	8	0.00	-20.04	5.42	0.00	0.00	55.29	59.57	0.00

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



UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN-EN) + SGU - charakterystyczna (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	-0.25175	0.00000	0.00000	0.69469
	1.000	-0.00000	-0.00000	-0.18946	0.00000	0.00000	0.06866
	0.400	-0.00000	-0.71095	-0.03351	0.00000	1.96181	0.09246
1	0.000	-0.00000	-0.00000	-0.18946	0.00000	0.00000	0.06866
	1.000	-0.00000	-0.00000	-0.02289	0.00000	0.00000	0.06315
	0.550	-0.00000	-0.16624	-0.01223	0.00000	0.45872	0.00585
	0.500	-0.00000	-0.16477	-0.01144	0.00000	0.45467	0.03158
	0.300	-0.00000	-0.08003	-0.06070	0.00000	0.22082	0.16748
2	0.800	-0.00000	-0.06289	-0.15713	0.00000	0.17354	0.05694
	0.000	-0.00000	-0.00000	-0.02289	0.00000	0.00000	0.06315
	1.000	-0.00000	-0.00000	-0.06315	0.00000	0.00000	0.02289
	0.500	-0.00000	-0.34452	-0.00000	0.00000	0.95068	0.00000
3	0.200	-0.00000	-0.15492	-0.09722	0.00000	0.42749	0.26828
	0.000	-0.00000	-0.00000	-0.06315	0.00000	0.00000	0.02289
	1.000	-0.00000	-0.00000	-0.06866	0.00000	0.00000	0.18946
	0.500	-0.00000	-0.16477	-0.03158	0.00000	0.45467	0.01144
	0.450	-0.00000	-0.16624	-0.00585	0.00000	0.45872	0.01614
4	0.700	-0.00000	-0.08003	-0.16748	0.00000	0.22082	0.06070
	0.200	-0.00000	-0.06289	-0.05694	0.00000	0.17354	0.15713
	0.000	-0.00000	-0.00000	-0.06866	0.00000	0.00000	0.18946
	1.000	-0.00000	-0.00000	-0.69469	0.00000	0.00000	0.25175
	0.600	-0.00000	-0.71095	-0.09246	0.00000	1.96181	0.03351

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

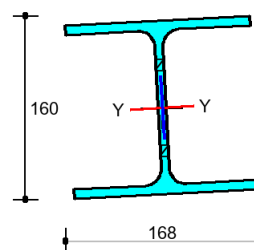
Pręt nr 1 - Element stalowy [PN-EN 1993-1-1]

Informacje o elemencie

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

Węzły: 2 (x=8.000m, y=4.300m); 6 (x=14.000m, y=4.300m)

Profil: płatek (S 235)



Wyniki dla elementu

Całkowite wyężenie elementu: 99%

Rozciąganie: 0 %

Ściskanie: 0 %

Zginanie: 99 %

Zginanie z siłą podłużną: 34 %

Zginanie ze ściskaniem: 41 %

Ścinanie: 24 %

Środek pod obciążeniem skupionym: 32 %

Smukłość: 0 %

Ugięcia: 10 %

Wyniki w punktach charakterystycznych

Nr	Rzędna	Obwiednia	Warunek	Wyężenie
0	0.000	min Mx	Zginanie	99.3 %
1	0.000	ext U	Ugięcia	0.0 %
2	0.000	min Ty	Zginanie	36.0 %
3	0.000	max N	Zginanie	36.0 %
4	0.000	max Ty	Zginanie	99.3 %
5	0.000	min N	Zginanie	75.3 %
6	0.000	max Mx	Zginanie	36.0 %
7	0.250	min Mx	Ścinanie	12.4 %

8	0.250	ext U	Ugięcia	3.0 %
9	0.250	min Ty	Ścinanie	4.5 %
10	0.250	max N	Ścinanie	4.5 %
11	0.250	max Ty	Ścinanie	12.4 %
12	0.250	min N	Ścinanie	9.4 %
13	0.250	max Mx	Ścinanie	4.5 %
14	0.500	min Mx	Zginanie	11.2 %
15	0.500	ext U	Ugięcia	10.3 %
16	0.500	min Ty	Zginanie	11.2 %
17	0.500	max N	Zginanie	11.2 %
18	0.500	max Ty	Zginanie	31.0 %
19	0.500	min N	Zginanie	23.5 %
20	0.500	max Mx	Zginanie	31.0 %
21	0.750	min Mx	Ścinanie	3.6 %
22	0.750	ext U	Ugięcia	5.8 %
23	0.750	min Ty	Ścinanie	10.0 %
24	0.750	max N	Ścinanie	7.6 %
25	0.750	max Ty	Ścinanie	3.6 %
26	0.750	min N	Ścinanie	3.6 %
27	0.750	max Mx	Ścinanie	10.0 %
28	1.000	min Mx	Zginanie	74.5 %
29	1.000	ext U	Ugięcia	0.0 %
30	1.000	min Ty	Zginanie	74.5 %
31	1.000	max N	Zginanie	56.5 %
32	1.000	max Ty	Zginanie	27.0 %
33	1.000	min N	Zginanie	27.0 %
34	1.000	max Mx	Zginanie	27.0 %

Wyniki szczegółowe

Długość wybocheniowa

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

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_y = 0.000 \rightarrow \mu_y = 1.000$ oraz $l_{0,y} = 6.0m$

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_y = 0.000 \rightarrow \mu_z = 1.000$ oraz $l_{0,z} = 6.0m$

Wyboczenie skrętne: $\mu_{\omega} = 1.000$ oraz $l_{0,\omega} = 6.0m$

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

Siły krytyczne

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 E I_y}{(\mu_y l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 1674.3 \text{ cm}^4}{(1.000 \cdot 6.0 \text{ m})^2} = 964.0 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 E I_z}{(\mu_z l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 615.6 \text{ cm}^4}{(1.000 \cdot 6.0 \text{ m})^2} = 354.4 \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \left[\frac{\pi^2 E I_{\omega}}{(\mu_{\omega} l)^2} + G J_T \right]$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{7.7^2} \left[\frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 31575.1 \text{ cm}^6}{(1.000 \cdot 6.0 \text{ m})^2} + 80769.0 \text{ MPa} \cdot 8.5 \text{ cm}^4 \right] = 1471.9 \text{ kN}$$

$$N_{cr,TF} = \frac{(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{(N_{cr,y} + N_{cr,T})^2 - 4 N_{cr,y} N_{cr,T} (1 - \mu_z^2 / i_0^2)}}{2(1 - \mu_z^2 / i_0^2)} = \frac{(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{R}}{2(1 - \mu_z^2 / i_0^2)}$$

$$R = (354.4 + 1471.9)^2 - 4 \cdot 354.4 \cdot 1471.9 (1 - 1.000 \cdot -0.0^2 / 7.682^2) = 1248791.4 \text{ kN}$$

$$N_{TF,yz} = \frac{(354.4 + 1471.9) - \sqrt{1248791.4}}{2(1 - 1.000 \cdot -0.0^2 / 7.682^2)} = 354.4 \text{ kN}$$

Moment krytyczny

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

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

Współczynniki ze względu na podparcie i obciążenie: $C_1 = 1.28$, $C_2 = 1.56$, $C_3 = 0.75$

Współrzędna przyłożonego obciążenia względem środka ciężkości: $z_a = 7.6 \text{ cm}$

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

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

$$N_{cr,z} = \pi^2 E I_z / (\mu_{z,Mcr} L)^2 = \pi^2 \cdot 210000.0 \cdot 615.6 / (1.00 \cdot 600.0)^2 = 354.4 \text{ kN}$$

$$M_{cr} = C_1 N_{cr,z} \left\{ \left[\left(\frac{\mu_{z,Mcr}}{\mu_{\omega,Mcr}} \right)^2 \frac{l_{\omega}}{l_z} + \frac{G_k}{N_{cr,z}} + V \right]^{0.5} - V \right\}$$

$$V = C_2 (z_a - z_s) - C_3 z_j = 1.56 (7.6 - 0.0) - 0.75 \cdot 0.0 = 11.87$$

$$M_{cr} = 1e-2 \cdot 1.28 \cdot 354.4 \left\{ \left[\left(\frac{1.00}{1.00} \right)^2 \frac{31575.1}{615.6} + \frac{8076.9 \cdot 8.5}{354.4} + 11.87 \right]^{0.5} - 11.87 \right\} = 35.41 \text{ kNm}$$

Ściskanie (0.0 %)

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

Pole przekroju (klasa 1): $A = A_{brutto} = 38.8 \text{ cm}^2$

Nośność obliczeniowa przekroju: $N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{38,8 \cdot 23,5}{1,0} = 912,0 \text{ kN}$

Współczynniki wyboczeniowe (Tablica 11):

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,y}} = 912,0 / 964,0 = 0,973 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \chi_y(\bar{\lambda}_y) = 0,614 \text{ (giętno x-x)}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,z}} = 912,0 / 354,4 = 1,604 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_z(\bar{\lambda}_z) = 0,283 \text{ (giętno y-y)}$$

$$\bar{\lambda}_x = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,x}} = 912,0 / 1471,9 = 0,787 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_x(\bar{\lambda}_x) = 0,670 \text{ (skrętne)}$$

$$\bar{\lambda}_{zx} = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,zx}} = 912,0 / 354,4 = 1,604 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_{zx}(\bar{\lambda}_{zx}) = 0,283 \text{ (giętno-skrętne)}$$

Przyjęto do obliczeń: $\chi = \min(\chi_i) = 0,283$

Warunek nośności (stateczności) elementu ściskanego:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,283 \cdot 38,8 \cdot 23,5}{1,0} = 258,1 \text{ kN} > 0,0 \text{ kN} = N_{Ed}$$

Ścinanie (23.5 %)

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: $A_{v,z} = 8,0 \text{ cm}^2$

Warunek stateczności: $h_{w,z}/t_z = 22,3 < 60,0 = 72 \varepsilon/\eta$

Warunek nośności plastycznej:

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{v,z} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{8,0 \cdot 23,5}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 109,1 \text{ kN} > 25,7 \text{ kN} = V_{Ed,z}$$

Ścinanie po kierunku osi głównej Y-Y

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,y} = 27,7 \text{ cm}^2$

Warunek nośności plastycznej:

$$V_{pl,Rd,y} = \frac{A_{v,y} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{27,7 \cdot 23,5}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 376,1 \text{ kN} > 1,3 \text{ kN} = V_{Ed,y}$$

Zginanie (99.3 %)

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:

$$\lambda_{LT} = \min \left[\sqrt{\frac{W_{pl,y} f_y}{M_{cr}}}, 3,0 \right] = \min \left[\sqrt{\frac{247,4 \cdot 23,5 \cdot 10^{-2}}{35,41}}, 3,0 \right] = 1,281 \rightarrow \chi_{LT}(\lambda_{LT}, \alpha_{LT}) = 0,534$$

$$\alpha_{LT} = 0,340$$

Nośność obliczeniowa z uwzględnieniem zwichrzenia (klasa 1):

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M1}} = 0,534 \frac{247,4 \cdot 23,5}{1,0} 10^{-2} = 31,0 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{b,Rd,y}} = \frac{30,8}{31,0} = 0,99 < 1,0$$

Zginanie względem osi głównej Z-Z

Nośność obliczeniowa przekroju (klasa 1):

$$M_{c,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{117,8 \cdot 23,5}{1,0} 10^{-2} = 27,7 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,z}}{M_{pl,Rd,z}} = \frac{1,6}{27,7} = 0,06 < 1,0$$

Zginanie z siłą podłużną (33.9 %)

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

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

$$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0,0 / 912,0 = 0,000$$

$$a_y = \min \left[\left(\frac{A - 2A_{tr,y}}{A} \right), 0,5 \right] = \min \left[\left(\frac{38,8 - 2 \cdot 14,4}{38,8} \right), 0,5 \right] = 0,258$$

$$M_{N,y,Rd} = \min \left[M_{pl,y,Rd} \frac{(1-n)}{(1-0,5 a_y)}, M_{pl,y,Rd} \right] = \min \left[58,1 \frac{(1-0,000)}{(1-0,5 \cdot 0,258)}, 58,1 \right] = 58,1 \text{ kNm}$$

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

$$a_z = \min \left[\left(\frac{A - 2A_{tr,z}}{A} \right), 0,5 \right] = \min \left[\left(\frac{38,8 - 2 \cdot 14,4}{38,8} \right), 0,5 \right] = 0,258$$

$$n \leq a_z \rightarrow M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} = 27,7 \text{ kNm}$$

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

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

$$\left[\frac{M_{y,Rd}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[\frac{M_{z,Rd}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta = \left[\frac{30,8}{58,1} \right]^{2,0} + \left[\frac{1,6}{27,7} \right]^{1,0} = 0,34 < 1,0$$

Zginanie ze ściskaniem (41.5 %)

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

Wyznaczenie współczynników interakcji (metoda 2, Załącznik B):

$$C_{my} = \max(0,1 - 0,8 \alpha_s, 0,4) = \max(0,1 + 0,8 \cdot 0,313, 0,4) = 0,400$$

$$C_{mz} = \max(0,1 - 0,8 \alpha_s, 0,4) = \max(0,1 + 0,8 \cdot 0,313, 0,4) = 0,400$$

$$C_{mLT} = C_{my} = 0,400$$

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

$$k_{yy} = \left[0.400 \left(1 + \min(0.973 - 0.2, 0.8) \frac{0.0}{0.614 \cdot 912.0 / 1.0} \right) \right] = 0.403$$

$$k_{zz} = \left[c_{mz} \left(1 + \min(2\lambda_z - 0.6, 1.4) \frac{N_{Ed}}{x_y N_{pl,Rk} / \gamma_{M1}} \right) \right]$$

$$k_{zz} = \left[0.400 \left(1 + \min(2 \cdot 1.604 - 0.6, 1.4) \frac{0.0}{0.283 \cdot 912.0 / 1.0} \right) \right] = 0.406$$

$$k_{yz} = 0.6k_{zz} = 0.6 \cdot 0.406 = 0.243$$

$$k_{zy} = 0.6k_{yy} = 0.6 \cdot 0.403 = 0.242$$

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

$$\frac{N_{Ed}}{x_y N_{pl,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{x_{Ly} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = 0.41 < 1.0$$

$$\frac{0.0}{0.814 \cdot 912.0} + 0.403 \frac{30.8 + 0.0}{0.283 \cdot 500.0} + 0.243 \frac{1.615 + 0.000}{29.7} = 0.41 < 1.0$$

$$\frac{N_{Ed}}{x_z N_{pl,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{x_{Ly} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = 0.26 < 1.0$$

$$\frac{0.0}{0.381 \cdot 912.0} + 0.242 \frac{30.8 + 0.0}{0.283 \cdot 500.0} + 0.406 \frac{1.615 + 0.000}{29.7} = 0.26 < 1.0$$

Środek pod obciążeniem skupionym (31.8 %)

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

Dane dla najbardziej wyężonego środka [mm]: $t_w = 6.0$, $h_w = 134.0$, $t_f = 9.0$, $b_f = 135.0$

Parametr niestateczności:

$$k_F = 6 + 2 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 = 6 + 2 \left(\frac{134.0}{500.0} \right)^2 = 6.144$$

Efektywna szerokość strefy obciążenia:

$$l_y = \min[S_x + 2t_f(1 + \sqrt{m_1 + m_2}), a] = \min[20.0 + 2 \cdot 9.0(1 + \sqrt{22.5 + 0.0}), 500.0] = 123.4\text{mm}$$

Efektywny wymiar środka przy obciążeniu skupionym:

$$\lambda_F = \sqrt{\frac{l_y t_w t_{fw}}{0.9 k_F E t_{fw}^3 / h_w}} = \sqrt{\frac{123.4 \cdot 6.0 \cdot 235.0}{0.9 \cdot 6.144 \cdot 210000.0 \cdot 6.0^3 / 134.0}} = 0.305$$

$$\chi_F = \min\left[\frac{0.5}{\lambda_F}, 1.0\right] = \min\left[\frac{0.5}{0.305}, 1.0\right] = 1.000$$

$$L_{eff} = \chi_F l_y = 1.000 \cdot 123.4 = 123.4\text{mm}$$

Nośność obliczeniowa środka:

$$F_{Rd} = \frac{t_{fw} t_w t_{fw}}{\gamma_{M1}} = \frac{235.0 \cdot 123.4 \cdot 6.0}{1.0} 1e-3 = 174.0\text{kN} > 55.3\text{kN} = F_{Ed}$$

Ugięcia (10.3 %)

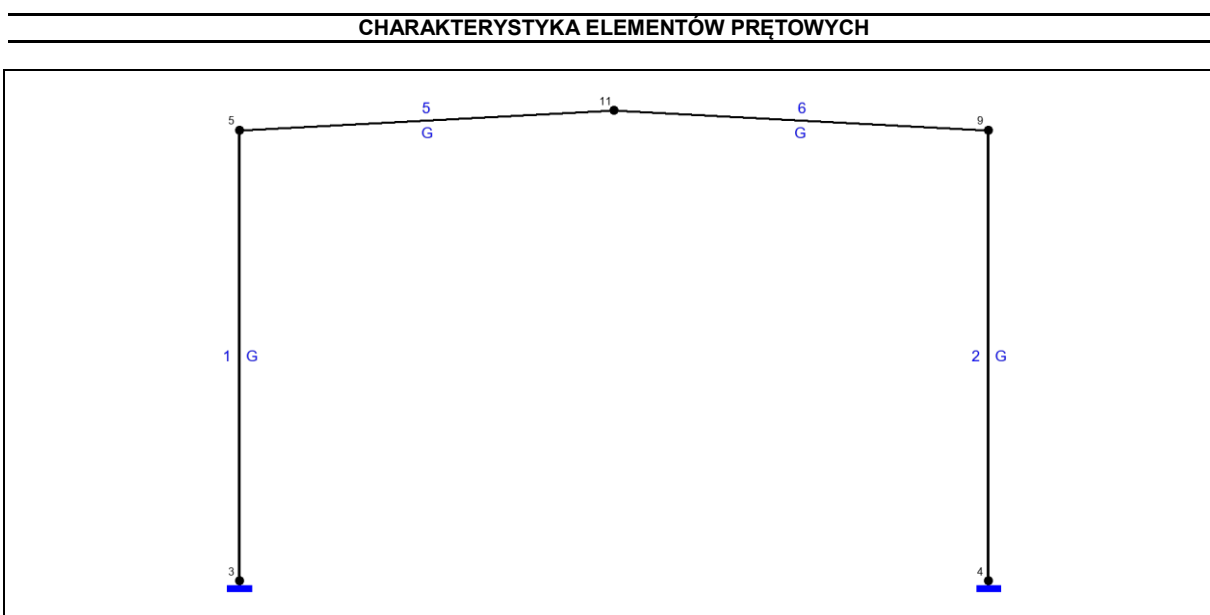
Przekrój: $x/L=0.500$, $L=3.00m$; Kombinacja: ext U (0,1,K2,3,4,K6.)

Przemieszczenie w płaszczyźnie układu: $u_x = |-3.1|\text{mm} < 30.0\text{mm} = u_{x,lim}$.

Przemieszczenie prostopadłe do pł. układu: $u_y = |-0.3|\text{mm} < 30.0\text{mm} = u_{y,lim}$.

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

2.2. Główna rama nośna

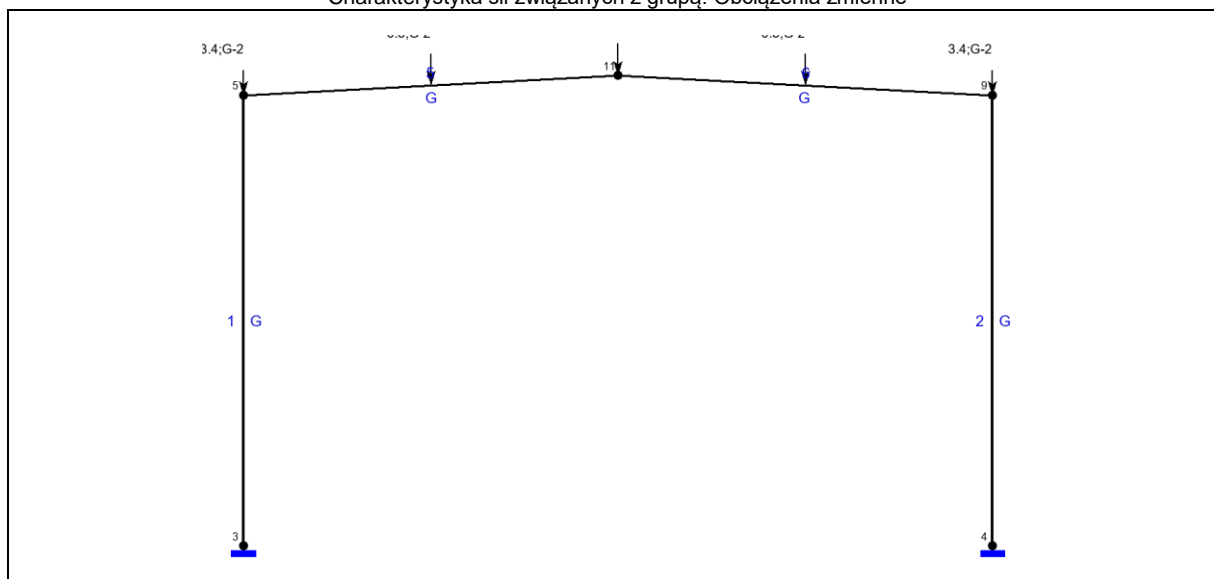


CHARAKTERYSTYKA OBCIĄŻENIA UKŁADU

Charakterystyka grup obciążeń

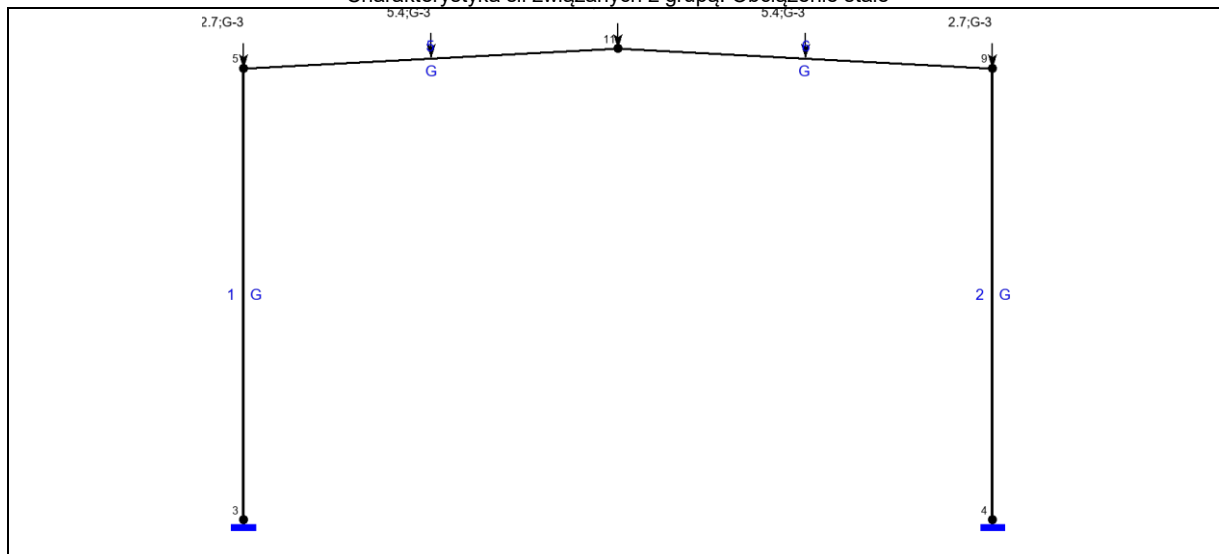
Nr	Nazwa	Typ	I/O	Min	Max	Psi d	Ranga	Opis
0	Wymuszenia układu	STALE	AKTYWNE	1.00	1.00	1.00	1	Osiadanie podpór układu.
1	Ciężar własny	STALE	AKTYWNE	1.00	1.35	1.00	1	Obciążenie ciężarem własnym.
2	Obciążenia zmienne	ZMIENNE	AKTYWNE	1.00	1.50	1.00	1	Obciążenia zmienne układu.
3	Obciążenie stałe	STALE	AKTYWNE	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	
11	Wiatr wzdłuż	ZMIENNE	AKTYWNE	0.00	1.50	0.00	1	

Charakterystyka sił związanych z grupą: Obciążenia zmienne



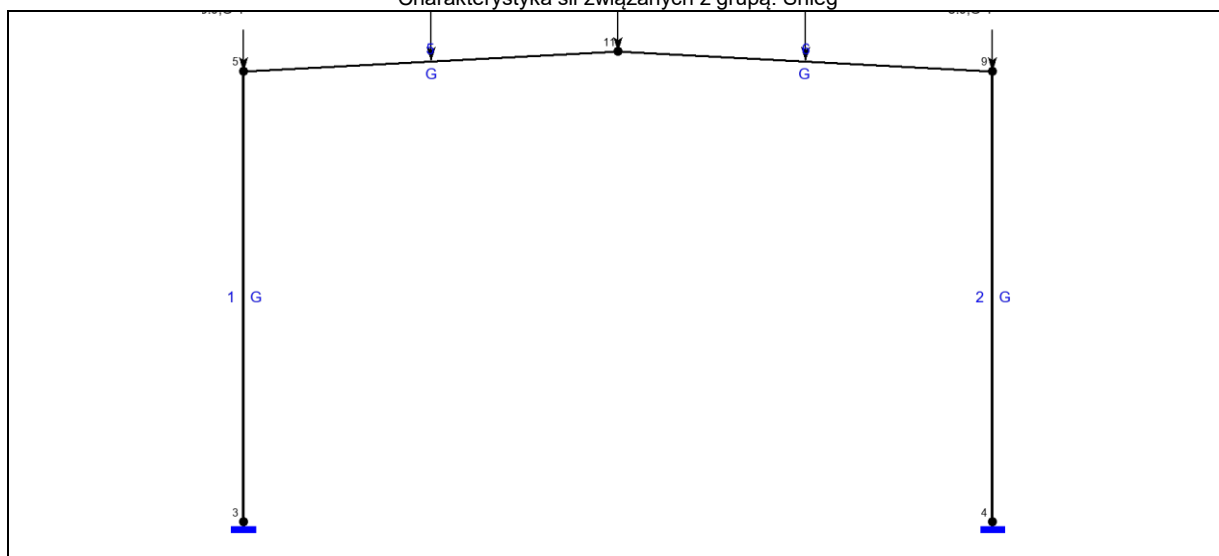
Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
10	5	Punktowe	0.00	0.000	----	3.400	----	----	----
12	5	Punktowe	0.00	5.007	----	6.790	----	----	----
13	5	Punktowe	0.00	2.503	----	6.790	----	----	----
18	6	Punktowe	0.00	5.007	----	3.400	----	----	----
19	6	Punktowe	0.00	2.503	----	6.790	----	----	----

Charakterystyka sił związanych z grupą: Obciążenie stałe



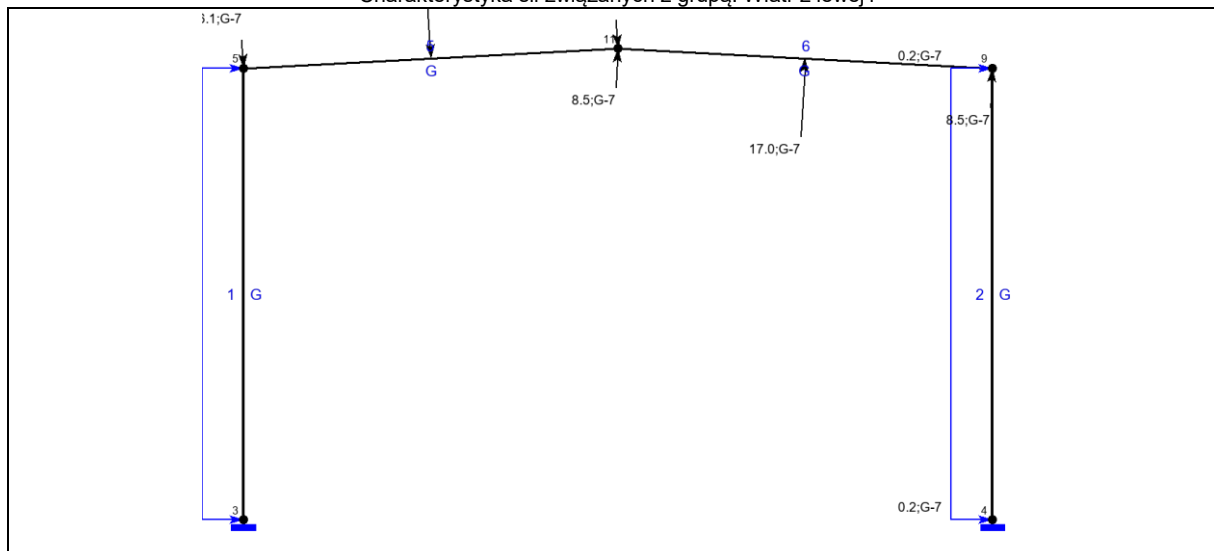
Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
11	6	Punktowe	0.00	5.007	----	2.710	----	----	----
14	5	Punktowe	0.00	2.503	----	5.424	----	----	----
15	5	Punktowe	0.00	0.000	----	2.710	----	----	----
16	6	Punktowe	0.00	2.503	----	5.424	----	----	----
17	5	Punktowe	0.00	5.007	----	5.424	----	----	----

Charakterystyka sił związanych z grupą: Śnieg



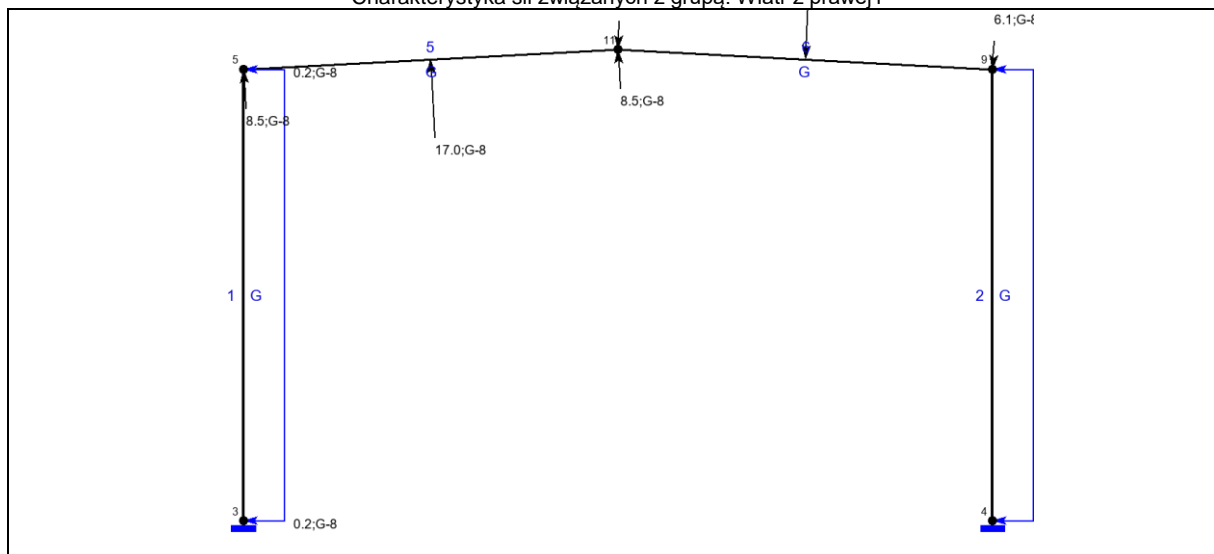
Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
21	6	Punktowe	0.00	5.007	----	8.900	----	----	----
24	5	Punktowe	0.00	2.503	----	17.860	----	----	----
25	5	Punktowe	0.00	0.000	----	8.930	----	----	----
26	6	Punktowe	0.00	2.503	----	17.860	----	----	----
27	5	Punktowe	0.00	5.007	----	17.860	----	----	----

Charakterystyka sił związanych z grupą: Wiatr z lewej1



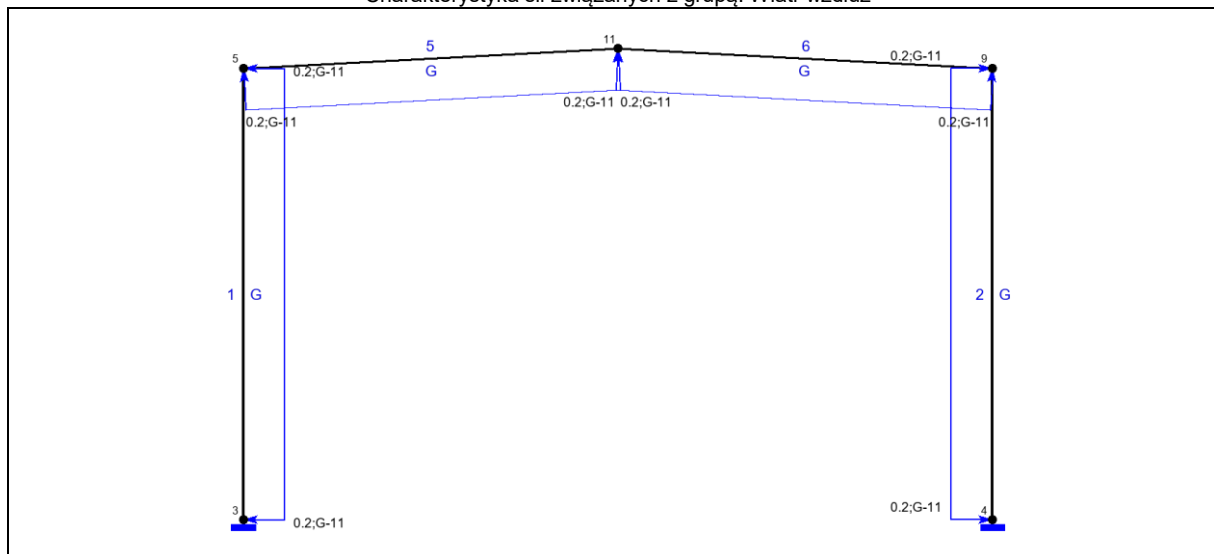
Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
0	6	Punktowe	183.00	2.498	----	16.974	----	----	----
1	1	Liniowe	270.00	0.000	6.000	0.230	0.230	----	----
2	2	Liniowe	270.00	0.000	6.000	0.230	0.230	----	----
20	5	Punktowe	177.00	0.000	----	-6.110	----	----	----
22	5	Punktowe	177.00	5.007	----	-6.110	----	----	----
23	5	Punktowe	177.00	2.503	----	-12.220	----	----	----
28	6	Punktowe	183.00	5.007	----	8.490	----	----	----
29	6	Punktowe	183.00	0.000	----	8.490	----	----	----

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]
3	5	Punktowe	177.00	2.498	----	16.974	----	----	----
4	5	Punktowe	177.00	0.000	----	8.490	----	----	----
5	5	Punktowe	177.00	5.007	----	8.490	----	----	----
6	6	Punktowe	183.00	0.000	----	-6.110	----	----	----
7	6	Punktowe	183.00	5.007	----	-6.110	----	----	----
8	6	Punktowe	183.00	2.503	----	-12.220	----	----	----
9	2	Liniowe	90.00	0.000	6.000	0.230	0.230	----	----
30	1	Liniowe	90.00	0.000	6.000	0.230	0.230	----	----

Charakterystyka sił związanych z grupą: Wiatr wzdłuż



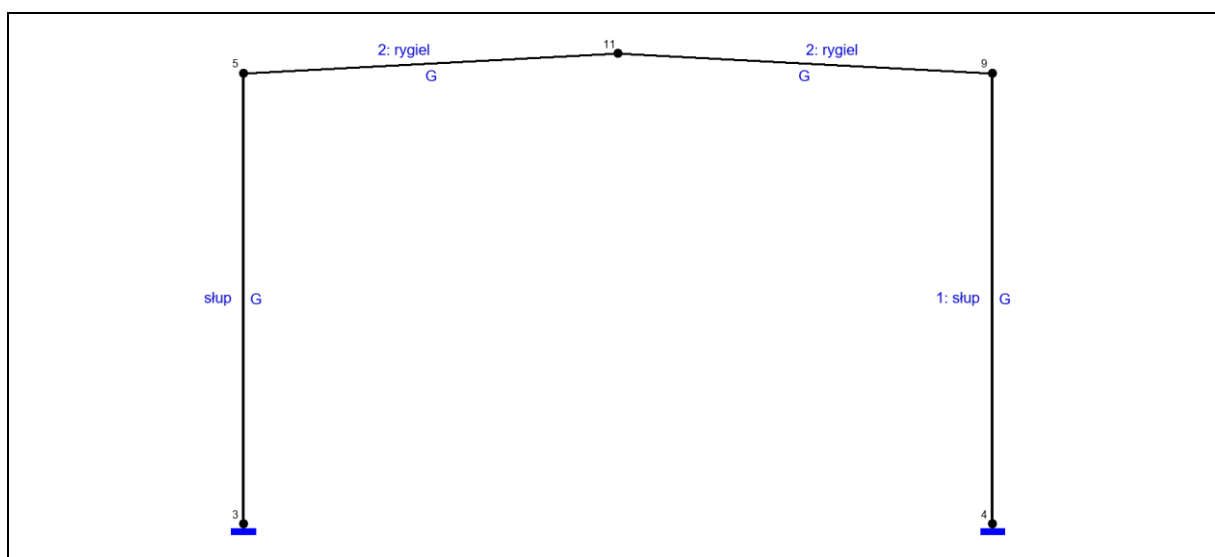
Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
31	1	Liniowe	90.00	0.000	6.000	0.230	0.230	----	----
32	2	Liniowe	90.00	0.000	6.000	-0.230	-0.230	----	----
33	5	Liniowe	177.00	0.000	5.007	0.230	0.230	----	----
34	6	Liniowe	183.00	0.000	5.007	0.230	0.230	----	----

Uwzględnienie ciężaru własnego

Pręt	Ciężar własny
1	UWZGLĘDNIONO
2	UWZGLĘDNIONO
5	UWZGLĘDNIONO
6	UWZGLĘDNIONO

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

CHARAKTERYSTYKA ZASTOSOWANYCH PROFILI



PROFIL NR 1 - słup
Przekrój - HE-B 220

Nazwa	A [cm ²]	Jx [cm ⁴]	H [mm]	Wxg [cm ³]	Wxd [cm ³]
HE-B 220	91.09	8094.93	220.00	-----	-----

Materiał - S 235

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

PROFIL NR 2 - rygiel
Przekrój - IPE 500

Nazwa	A [cm ²]	Jx [cm ⁴]	H [mm]	Wxg [cm ³]	Wxd [cm ³]
IPE 500	115.59	48234.55	500.00	-----	-----

Materiał - S 235

Nazwa	E [kPa]	ro [kg/m ³]	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	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	Ciążar 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	
1 1	Wiatr wzdłuż	ZMIENNE	AKTYWNE	0.00	1.50	0.60/0.20/0.00	

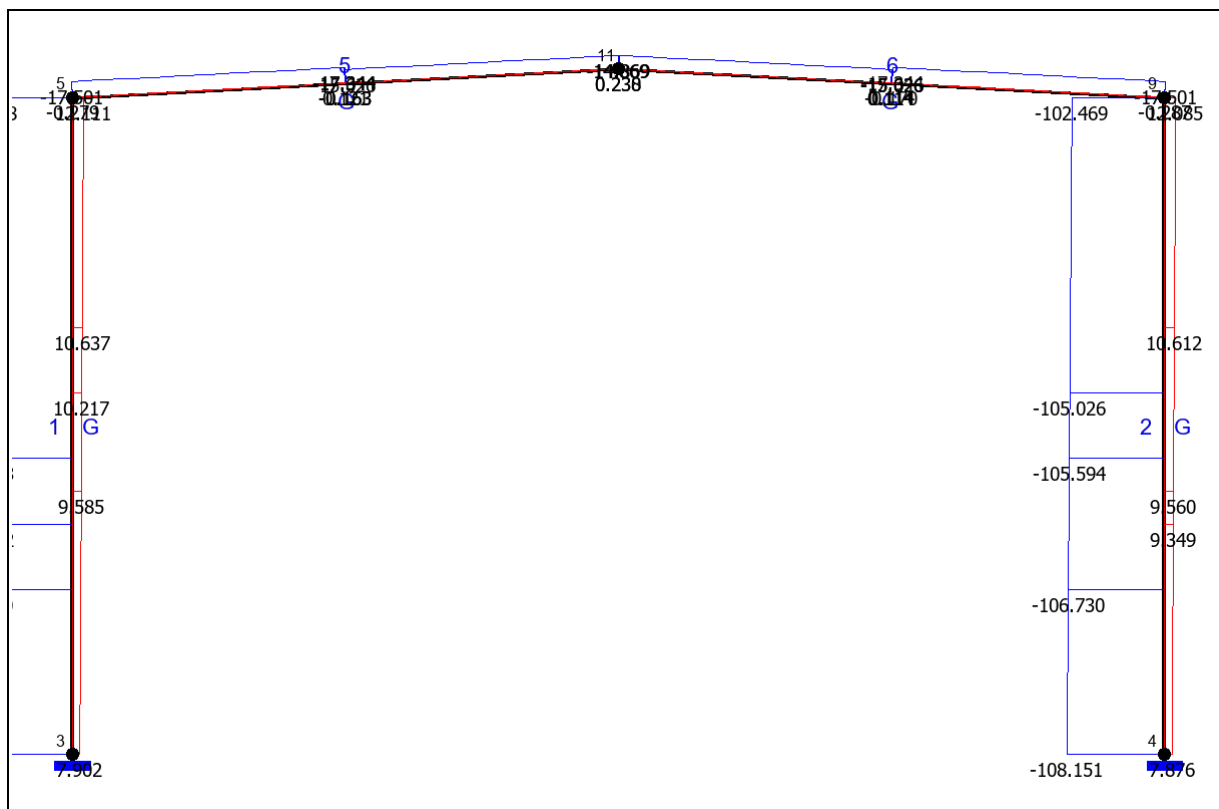
Efekty działania obciążeń z grup o statusie "stałe" są uwzględniane zawsze, natomiast z grup o statusie "zmiennie" tylko wtedy, gdy wpływają na zwiększenie lub zmniejszenie wartości finalnej odpowiednio do poszukiwanego ekstremum. W kombinatoryce nie uwzględnia się efektów obciążenia z grup NIEAKTYWNYCH.

Charakterystyka relacji między grupami obciążenia

Nr	Grupy	Typ
1	7 ? 8	Wykluczają się
2	7 ? 11	Wykluczają się
3	8 ? 11	Wykluczają się

Relacje nie są uwzględniane w przypadku kombinacji użytkownika.

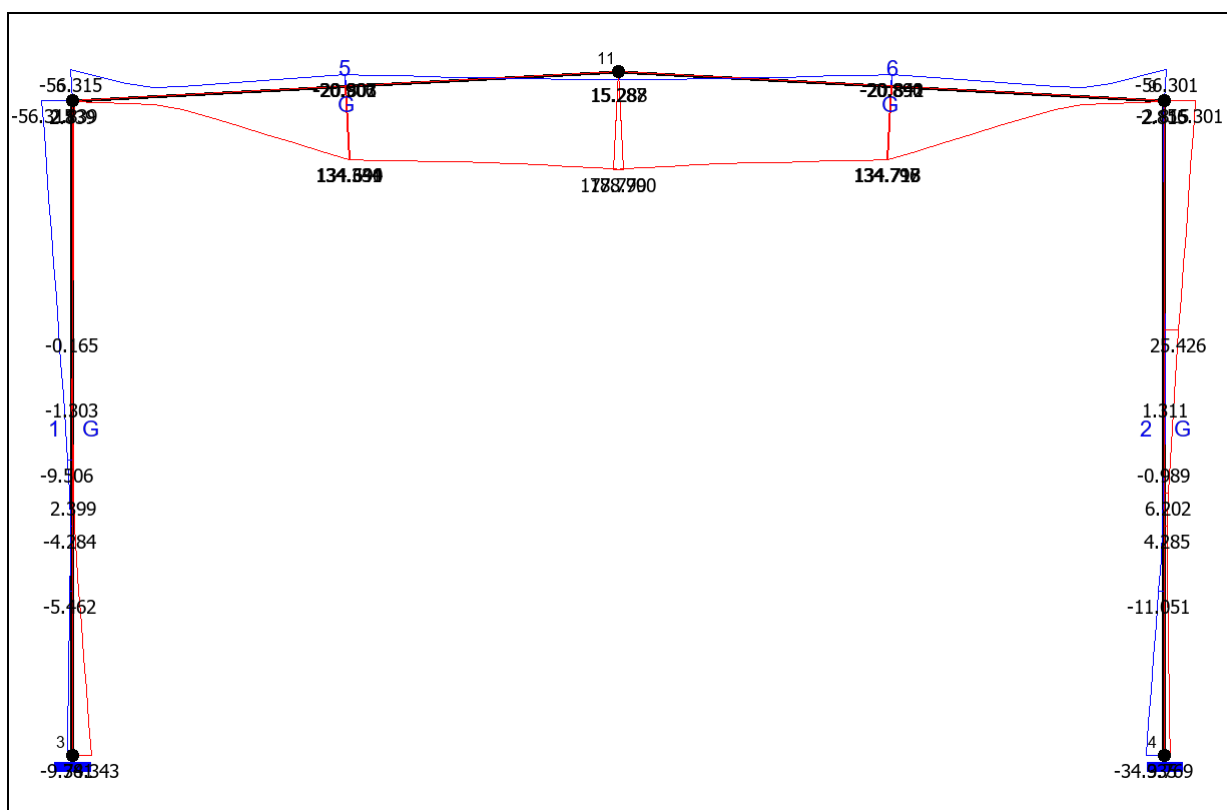
OBWIEDNIA SIŁ PRZEKROJOWYCH - NORMALNE [kN]



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

27

OBWIEDNIA SIŁ PRZEKROJOWYCH - MOMENTY ZGINAJĄCE [kNm]



UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGU - charakterystyczna (PN-EN) + 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
1	0.000	*-108.180*	-10.493	19.579	-0;+1;+K2;+3;+4;+K7;
	0.000	-83.850	*-15.731*	34.343	-0;+1;+K2;+3;+4;+K8;
	0.000	-32.648	3.138	*-9.781*	-0;-1;-3;+7;
	0.000	*7.902*	-5.591	14.824	+0;-1;-3;+8;
	0.000	-32.648	*3.138*	-9.781	+0;-1;-3;+7;
	0.000	-83.850	-15.731	*34.343*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K8;
	1.000	*-102.498*	-11.735	-47.104	-0;+1;+K2;+3;+4;+K7;
	1.000	-78.168	*-14.489*	-56.315	-0;+1;+K2;+3;+4;+K8;
	1.000	-78.168	-14.489	*-56.315*	-0;+1;+K2;+3;+4;+K8;
	1.000	*12.111*	-3.521	-12.512	+0;-1;-3;+8;
	1.000	-28.439	*1.068*	2.839	+0;-1;-3;+7;
	1.000	-28.439	1.068	*2.839*	+0;-1;-3;+7;
	0.350	*-106.192*	-10.928	-2.912	-0;+1;+K2;+3;+4;+K7;
	0.350	-81.862	*-15.296*	1.765	-0;+1;+K2;+3;+4;+K8;
	0.350	-84.656	-5.189	*-4.284*	-0;+1;+K2;+3;+4;+K4;+7;
	0.350	*9.375*	-4.867	3.844	+0;-1;-3;+8;
	0.350	-31.175	*2.414*	-3.951	+0;-1;-3;+7;
	0.350	9.375	-4.867	*3.844*	+0;-1;-3;+8;
	0.550	*-105.055*	-11.176	-16.175	-0;+1;+K2;+3;+4;+K7;
	0.550	-80.725	*-15.048*	-16.441	-0;+1;+K2;+3;+4;+K8;
	0.550	-96.138	-13.572	*-17.259*	-0;+1;+K2;+3;+4;+K11;
	0.550	*10.217*	-4.453	-1.748	+0;-1;-3;+8;
	0.550	-30.333	*2.000*	-1.303	+0;-1;-3;+7;
	0.550	-30.333	2.000	*-1.303*	+0;-1;-3;+7;
2	0.000	*-108.151*	10.497	-19.586	-0;+1;+K2;+3;+4;+K8;
	0.000	-32.674	*-3.132*	9.769	-0;-1;-3;+8;
	0.000	-83.821	15.727	*-34.335*	-0;+1;+K2;+3;+4;+K7;
	0.000	*7.876*	5.585	-14.811	+0;-1;-3;+7;
	0.000	-83.821	*15.727*	-34.335	+0;+1;+K2;+3;+4;+K7;
	0.000	-32.674	-3.132	*9.769*	+0;-1;-3;+8;
	1.000	*-102.469*	11.739	47.119	-0;+1;+K2;+3;+4;+K8;
	1.000	-28.465	*-1.062*	-2.815	-0;-1;-3;+8;
	1.000	-28.465	-1.062	*-2.815*	-0;-1;-3;+8;
	1.000	*12.085*	3.515	12.489	+0;-1;-3;+7;
	1.000	-78.139	*14.485*	56.302	+0;+1;+K2;+3;+4;+K7;
	1.000	-78.139	14.485	*56.302*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K7;
	0.550	*-105.026*	11.180	16.179	-0;+1;+K2;+3;+4;+K8;
	0.550	-30.359	*-1.994*	1.311	-0;-1;-3;+8;
	0.550	-30.359	-1.994	*1.311*	-0;-1;-3;+8;
	0.550	*10.191*	4.447	1.741	+0;-1;-3;+7;
	0.550	-80.696	*15.044*	16.437	+0;+1;+K2;+3;+4;+K7;
	0.550	-96.093	13.572	*17.259*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K11;
	0.350	*-106.162*	10.931	2.913	-0;+1;+K2;+3;+4;+K8;
	0.350	-31.201	*-2.408*	3.952	-0;-1;-3;+8;
	0.350	9.349	4.861	*-3.843*	-0;-1;-3;+7;
	0.350	*9.349*	4.861	-3.843	+0;-1;-3;+7;
	0.350	-81.832	*15.292*	-1.764	+0;+1;+K2;+3;+4;+K7;
	0.350	-84.659	5.195	*4.285*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K4;+8;
5	0.000	*-17.501*	71.645	-54.142	-0;+1;+K2;+3;+4;
	0.000	-2.741	*-2.250*	-12.512	-0;-1;-3;+8;
	0.000	-17.400	62.821	*-56.315*	-0;+1;+K2;+3;+4;+K8;
	0.000	*-0.279*	16.585	2.839	+0;-1;-3;+7;
	0.000	-15.923	*74.122*	-47.104	+0;+1;+K2;+3;+4;+K7;
	0.000	-0.279	16.585	*2.839*	+0;-1;-3;+7;
	0.499	*-17.344*	68.647	121.113	-0;+1;+K2;+3;+4;
	0.499	-1.513	*9.438*	18.043	-0;-1;-3;+11;
	0.499	-2.624	20.991	*-20.907*	-0;-1;-3;+8;
	0.499	*-0.163*	14.364	41.501	+0;-1;-3;+7;
	0.499	-17.243	*75.099*	96.893	+0;+1;+K2;+3;+4;+K8;
	0.499	-15.766	71.123	*134.337*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K7;
	0.500	*-15.026*	24.404	121.457	-0;+1;+K2;+3;+4;
	0.500	0.121	*-9.387*	41.573	-0;-1;-3;+7;
	0.500	-2.340	15.570	*-20.802*	-0;-1;-3;+8;
	0.500	*0.121*	-9.387	41.573	+0;-1;-3;+7;
	0.500	-14.925	*30.857*	97.269	+0;+1;+K2;+3;+4;+K8;
	0.500	-13.448	15.883	*134.693*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K7;
	1.000	*-14.869*	21.400	178.791	-0;+1;+K2;+3;+4;

	1.000	-0.002	*-11.625*	18.177	-0;+1;-3;+7;
	1.000	0.238	-11.612	*15.287*	-0;-1;-3;+7;
	1.000	*0.238*	-11.612	15.287	+0;-1;-3;+7;
	1.000	-14.527	*27.865*	167.866	+0;-1;+K2;+3;+4;+K8;
	1.000	-14.869	21.400	*178.791*	+0;+1;+K2;+3;+4;
6	0.000	*-14.869*	-21.400	178.791	-0;+1;+K2;+3;+4;
	0.000	-14.524	*-27.880*	167.805	-0;-1;+K2;+3;+4;+K7;
	0.000	-2.219	-13.370	*15.287*	-0;-1;-3;+7;
	0.000	*0.230*	11.587	15.390	+0;-1;-3;+8;
	0.000	-0.010	*11.600*	18.279	+0;+1;-3;+8;
	0.000	-14.869	-21.400	*178.791*	+0;+1;+K2;+3;+4;
	0.499	*-15.026*	-24.398	121.579	-0;+1;+K2;+3;+4;
	0.499	-14.921	*-30.866*	97.323	-0;+1;+K2;+3;+4;+K7;
	0.499	-2.335	-15.591	*-20.891*	-0;-1;-3;+7;
	0.499	*0.114*	9.366	41.565	+0;-1;-3;+8;
	0.499	0.114	*9.366*	41.565	+0;-1;-3;+8;
	0.499	-13.452	-15.892	*134.796*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K8;
	0.500	*-15.026*	-24.404	121.457	-0;+1;+K2;+3;+4;
	0.500	-15.026	*-24.404*	121.457	-0;+1;+K2;+3;+4;
	0.500	-2.336	9.866	*-20.842*	-0;-1;-3;+7;
	0.500	*0.114*	9.362	41.612	+0;-1;-3;+8;
	0.500	-2.336	*9.866*	-20.842	+0;-1;-3;+7;
	0.500	-13.452	-15.898	*134.717*	+0;+1;+K2;+3;+4;+K8;
	1.000	*-17.501*	-71.645	-54.142	-0;+1;+K2;+3;+4;
	1.000	-15.928	*-74.137*	-47.119	-0;+1;+K2;+3;+4;+K8;
	1.000	-17.397	-62.836	*-56.302*	-0;+1;+K2;+3;+4;+K7;
	1.000	*-0.287*	-16.610	2.815	+0;-1;-3;+8;
	1.000	-2.736	*2.224*	-12.489	+0;-1;-3;+7;
	1.000	-0.287	-16.610	*2.815*	+0;-1;-3;+8;

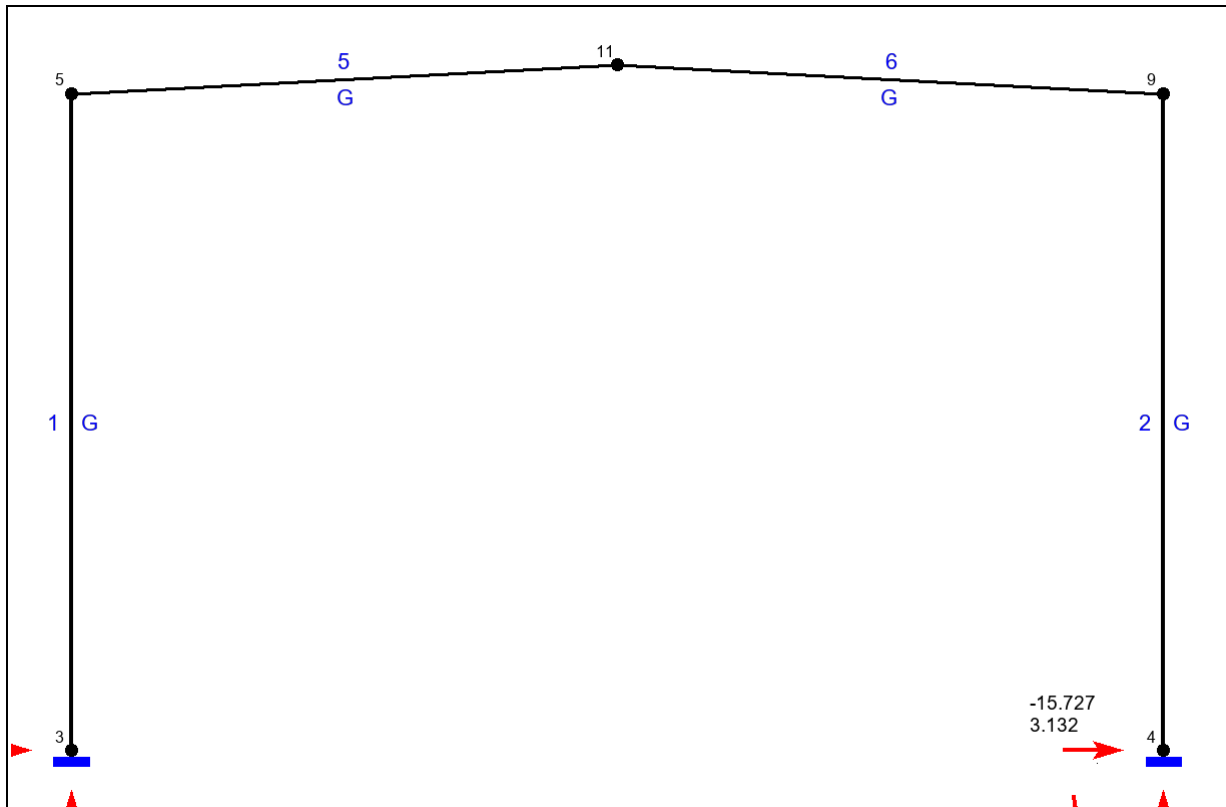
UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGU - charakterystyczna (PN-EN) + SGN - podstawowa (PN-EN))

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

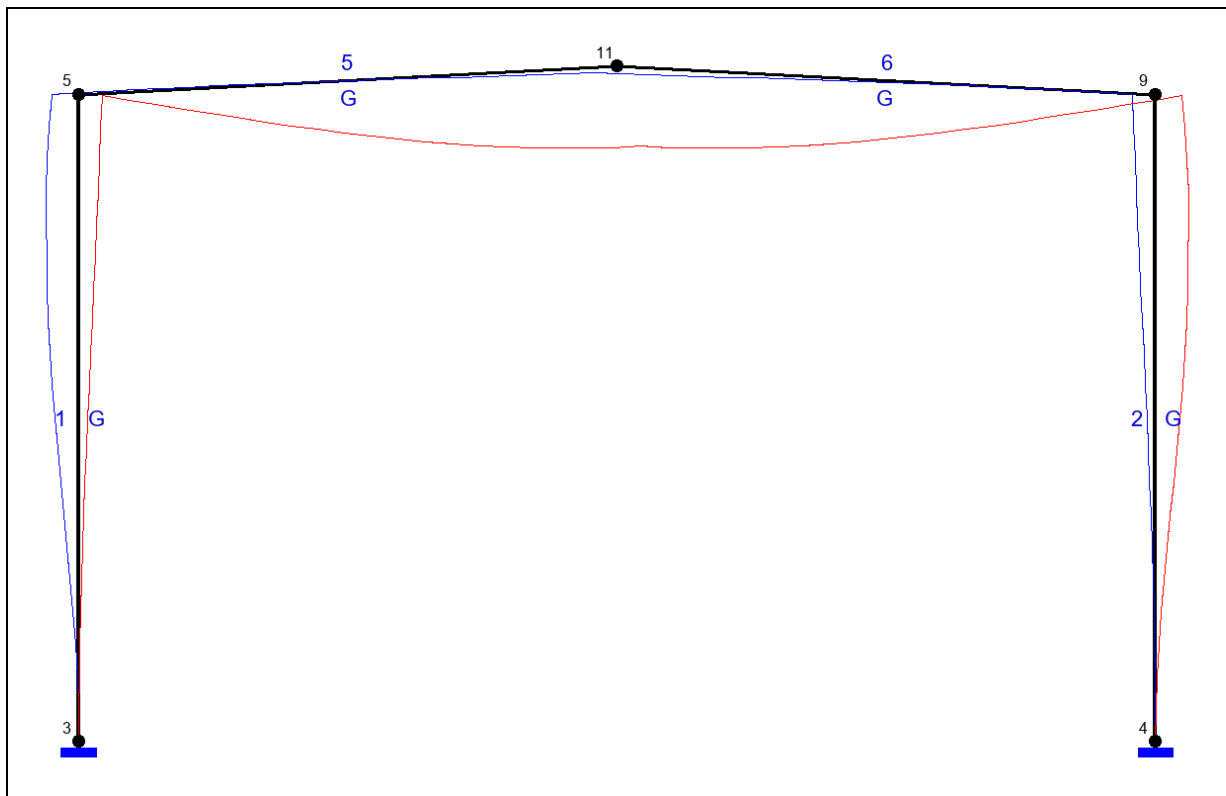


UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGU - charakterystyczna (PN-EN) + SGN - podstawowa (PN-EN))

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	3	-3.14	-7.90	19.65	-34.34	15.73	108.18	117.82	9.78
1	4	-15.73	-7.88	19.65	-9.77	3.13	108.15	117.76	34.33

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



UWAGA!!! Prezentowane wyniki zostały obliczone dla : Kombinatoryka obciążeń (SGU - charakterystyczna (PN-EN) + 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]
1	0.000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	1.000	-0.02464	-0.54055	-0.00245	0.00314	0.48065	0.26576
	0.350	-0.00883	-0.30362	-0.12725	0.00095	0.10002	0.04770
	0.550	-0.01377	-0.55179	-0.10360	0.00156	0.21274	0.05816
2	0.000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	1.000	-0.02463	-0.48068	-0.26583	0.00313	0.54043	0.00255
	0.550	-0.01377	-0.21258	-0.05814	0.00156	0.55166	0.10356
	0.350	-0.00882	-0.09992	-0.04766	0.00095	0.30355	0.12722
5	0.000	-0.54052	-0.02905	-0.00245	0.47949	0.04423	0.26576
	0.499	-0.54179	0.00601	0.01728	0.47947	1.15995	0.21381
	0.500	-0.54179	0.00619	0.01716	0.47947	1.16172	0.21347
	1.000	-0.54288	0.12165	-0.02376	0.47949	1.65149	0.02374
6	0.000	-0.47951	0.12078	-0.02376	0.54276	1.65149	0.02374
	0.499	-0.47949	0.00581	-0.21313	0.54168	1.16383	-0.01716
	0.500	-0.47949	0.00563	-0.21347	0.54167	1.16206	-0.01727
	1.000	-0.47952	-0.02904	-0.26583	0.54040	0.04422	0.00255

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

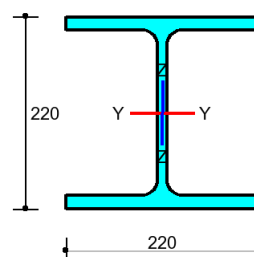
Pręt nr 1 - Element stalowy [PN-EN 1993-1-1]

Informacje o elemencie

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

Węzły: 3 (x=2.700m, y=-0.100m); 5 (x=2.700m, y=5.900m)

Profil: słup (S 235)



Wyniki dla elementu

Całkowite wyężenie elementu: 41%

Rozciąganie: 1 %

Ściskanie: 11 %

Zginanie: 41 %

Zginanie z siłą podłużną: 8 %

Zginanie ze ściskaniem: 20 %

Ścinanie: 6 %

Środek pod obciążeniem skupionym: 3 %

Smukłość: 0 %

Ugięcia: 19 %

Wyniki w punktach charakterystycznych

Nr	Rzędna	Obwiednia	Warunek	Wyężenie
0	0.000	min Mx	Zginanie	7.1 %
1	0.000	ext U	Ugięcia	0.0 %
2	0.000	min Ty	Zginanie	24.9 %
3	0.000	max N	Zginanie	10.8 %
4	0.000	max Ty	Zginanie	7.1 %
5	0.000	min N	Zginanie ze ściskaniem	14.5 %
6	0.000	max Mx	Zginanie	24.9 %
7	0.250	min Mx	Zginanie ze ściskaniem	4.2 %
8	0.250	ext U	Ugięcia	5.0 %
9	0.250	min Ty	Zginanie ze ściskaniem	10.3 %
10	0.250	max N	Zginanie	5.0 %
11	0.250	max Ty	Zginanie ze ściskaniem	4.2 %
12	0.250	min N	Zginanie ze ściskaniem	11.5 %
13	0.250	max Mx	Zginanie	8.0 %

14	0.500	min Mx	Zginanie ze ściskaniem	12.1 %
15	0.500	ext U	Ugięcia	14.1 %
16	0.500	min Ty	Zginanie ze ściskaniem	10.3 %
17	0.500	max N	Ścinanie	1.9 %
18	0.500	max Ty	Zginanie ze ściskaniem	3.4 %
19	0.500	min N	Zginanie ze ściskaniem	13.0 %
20	0.500	max Mx	Ścinanie	1.9 %
21	0.750	min Mx	Zginanie	24.9 %
22	0.750	ext U	Ugięcia	18.7 %
23	0.750	min Ty	Zginanie	24.9 %
24	0.750	max N	Zginanie	5.0 %
25	0.750	max Ty	Zginanie ze ściskaniem	3.1 %
26	0.750	min N	Zginanie	21.6 %
27	0.750	max Mx	Zginanie ze ściskaniem	3.1 %
28	1.000	min Mx	Zginanie	40.9 %
29	1.000	ext U	Ugięcia	15.1 %
30	1.000	min Ty	Zginanie	40.9 %
31	1.000	max N	Zginanie	9.1 %
32	1.000	max Ty	Zginanie ze ściskaniem	3.4 %
33	1.000	min N	Zginanie	34.2 %
34	1.000	max Mx	Zginanie ze ściskaniem	3.4 %

Wyniki szczegółowe

Rozciąganie (0.6 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=6.00m$; Kombinacja: $\max N (+0,-1,-3,+8,)$

Pole przekroju: $A_{\text{brutto}} = 91.09 \text{ cm}^2$

Nośność elementu rozciąganego (6.2.3):

$$N_{pl,Rd} = \frac{A_f}{\gamma_{Ma}} = \frac{91.09 \cdot 23.5}{1.00} = 2140.7 \text{ kN} > 12.1 \text{ kN} = N$$

Długość wybowoczeniowa

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

– w pł. układu: $\eta_1 = 0.000$ $\eta_2 = 0.065$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_y = 0.501$ oraz $l_{0,y} = 6.0m$

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_z = 1.000$ oraz $l_{0,z} = 6.0m$

Wybowoczenie skrętne: $\mu_{\omega} = 1.000$ oraz $l_{0,\omega} = 6.0m$

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

Siły krytyczne

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 E I_y}{(\mu_y l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 8094.9 \text{ cm}^4}{(0.501 \cdot 6.0m)^2} = 18593.2 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 E I_z}{(\mu_z l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 2843.3 \text{ cm}^4}{(1.000 \cdot 6.0m)^2} = 1637.0 \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,T} = \frac{1}{11.0^2} \left[\frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 295652.9 \text{ cm}^6}{(1.000 \cdot 6.0m)^2} + 80769.0 \text{ MPa} \cdot 63.0 \text{ cm}^4 \right] = 5653.9 \text{ kN}$$

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

$$R = (1637.0 + 5653.9)^2 - 4 \cdot 1637.0 \cdot 5653.9 (1 - 1.000 \cdot -0.0^2 / 10.958^2) = 16135411.0 \text{ kN}$$

$$N_{TF,yz} = \frac{(1637.0 + 5653.9) - \sqrt{16135411.0}}{2(1 - 1.000 \cdot -0.0^2 / 10.958^2)} = 1637.0 \text{ kN}$$

Moment krytyczny

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

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

Współczynniki ze względu na podparcie i obciążenie: $C_1 = 1.28$, $C_2 = 1.56$, $C_3 = 0.75$

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

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

$$z_1 = z_s - 0.5 \int_A (y^2 + z^2) z dA / J_y = 0.0 + 0.5 \cdot 0.00 = 0.0$$

$$N_{cr,z} = \pi^2 E I_z / (\mu_{z,Mcr} L)^2 = \pi^2 \cdot 210000.0 \cdot 2843.3 / (1.00 \cdot 6000.0)^2 = 1637.0 \text{ kN}$$

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

$$V = C_2 (z_a - z_s) - C_3 z_1 = 1.56 (11.0 - 0.0) - 0.75 \cdot 0.0 = 17.18$$

$$M_{cr} = 1e - 2 \cdot 1.28 \cdot 1637.0 \left\{ \left[\left(\frac{1.00}{1.00} \right)^2 \frac{295652.9}{2843.3} + \frac{8076.9 \cdot 63.0}{1637.0} + 17.18 \right]^{0.5} - 17.18 \right\} = 199.06 \text{ kNm}$$

Ściskanie (10.9 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00m$; Kombinacja: $\min N (-0,+1,+K2,+3,+4,+K7,)$

Pole przekroju (klasa 1): $A = A_{\text{brutto}} = 91.1 \text{ cm}^2$

Nośność obliczeniowa przekroju: $N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{91.1 \cdot 23.5}{1.0} = 2140.7 \text{ kN}$

Współczynniki wyboczeniowe (Tablica 11):

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,y}} = 2140.7 / 18593.2 = 0.339 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \chi_y(\bar{\lambda}_y) = 0.950 \text{ (gięte x-x)}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,z}} = 2140.7 / 1637.0 = 1.144 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_z(\bar{\lambda}_z) = 0.462 \text{ (gięte y-y)}$$

$$\bar{\lambda}_x = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,x}} = 2140.7 / 5653.9 = 0.615 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_x(\bar{\lambda}_x) = 0.776 \text{ (skrętnie)}$$

$$\bar{\lambda}_{zx} = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,zx}} = 2140.7 / 1637.0 = 1.144 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_{zx}(\bar{\lambda}_{zx}) = 0.462 \text{ (giętno-skrętnie)}$$

Przyjęto do obliczeń: $\chi = \min(\chi_i) = 0.462$

Warunek nośności (stateczności) elementu ściskanego:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.462 \cdot 91.1 \cdot 23.5}{1.0} = 988.1 \text{ kN} > 108.2 \text{ kN} = N_{Ed}$$

Ścinanie (6.5 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00\text{m}$; Kombinacja: $\max M_x (+0,+1,+K2,+3,+4,+K8,)$

Ścinanie po kierunku osi głównej Z-Z

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,z} = 17.9 \text{ cm}^2$

Warunek stateczności: $h_{w,z} / t_z = 19.8 < 60.0 = 72 \varepsilon / \eta$

Warunek nośności plastycznej:

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{v,z} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{17.9 \cdot 23.5}{\sqrt{3} \cdot 1.0} = 242.3 \text{ kN} > 15.7 \text{ kN} = V_{Ed,z}$$

Ścinanie po kierunku osi głównej Y-Y

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,y} = 67.4 \text{ cm}^2$

Warunek nośności plastycznej:

$$V_{pl,Rd,y} = \frac{A_{v,y} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{67.4 \cdot 23.5}{\sqrt{3} \cdot 1.0} = 913.9 \text{ kN} > 0.0 \text{ kN} = V_{Ed,y}$$

Zginanie (40.9 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=6.00\text{m}$; Kombinacja: $\min T_y (-0,+1,+K2,+3,+4,+K8,)$

Zginanie względem osi głównej Y-Y

Wsp. zwichrzenia:

$$\lambda_{LT} = \min \left[\sqrt{\frac{W_{pl,y} f_y}{M_{cr}}}, 3.0 \right] = \min \left[\sqrt{\frac{831.9 \cdot 23.5 \cdot 10^{-2}}{199.06}}, 3.0 \right] = 0.991 \rightarrow \chi_{LT}(\lambda_{LT}, \alpha_{LT}) = 0.705$$

$$\alpha_{LT} = 0.340$$

Nośność obliczeniowa z uwzględnieniem zwichrzenia (klasa 1):

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M1}} = 0.705 \frac{831.9 \cdot 23.5}{1.0} 10^{-2} = 137.9 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{b,Rd,y}} = \frac{56.3}{137.9} = 0.41 < 1.0$$

Zginanie względem osi głównej Z-Z

Nośność obliczeniowa przekroju (klasa 1):

$$M_{c,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{393.3 \cdot 23.5}{1.0} 10^{-2} = 92.4 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,z}}{M_{pl,Rd,z}} = \frac{0.0}{92.4} = 0.00 < 1.0$$

Zginanie z siłą podłużną (8.3 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=6.00\text{m}$; Kombinacja: $\min T_y (-0,+1,+K2,+3,+4,+K8,)$

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

$$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 78.2 / 2140.7 = 0.037$$

$$a_y = \min \left[(A - 2A_{tr,y}) / A, 0.5 \right] = \min \left[(91.1 - 2 \cdot 35.2) / 91.1, 0.5 \right] = 0.227$$

$$M_{N,y,Rd} = \min \left[M_{pl,y,Rd} \frac{(1-n)}{(1-0.5a_y)}, M_{pl,y,Rd} \right] = \min \left[195.5 \frac{(1-0.037)}{(1-0.5 \cdot 0.227)}, 195.5 \right] = 195.5 \text{ kNm}$$

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

$$a_z = \min \left[(A - 2A_{tr,z}) / A, 0.5 \right] = \min \left[(91.1 - 2 \cdot 35.2) / 91.1, 0.5 \right] = 0.227$$

$$n \leq a_z \rightarrow M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} = 92.4 \text{ kNm}$$

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

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

$$\left[\frac{M_{y,Rd}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[\frac{M_{z,Rd}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta = \left[\frac{56.3}{195.5} \right]^{2.0} + \left[\frac{0.0}{92.4} \right]^{1.0} = 0.08 < 1.0$$

Zginanie ze ściskaniem (20.3 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=6.00\text{m}$; Kombinacja: $\min T_y (-0,+1,+K2,+3,+4,+K8,)$

Wyznaczenie współczynników interakcji (metoda 2, Załącznik B):

$$C_{my} = \max(0.2 + 0.8\alpha_s, 0.4) = \max(0.2 + 0.8 \cdot 0.212, 0.4) = 0.400$$

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

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

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

$$k_{yy} = \left[0.400 \left(1 + \min(0.339 - 0.2, 0.8) \frac{83.9}{0.950 \cdot 2140.7/1.0} \right) \right] = 0.402$$

$$k_{zz} = \left[c_{mz} \left(1 + \min(2\lambda_z - 0.6, 1.4) \frac{N_{Ed}}{x_{y,N_{Ed}}/Y_{M1}} \right) \right]$$

$$k_{zz} = \left[1.000 \left(1 + \min(2 \cdot 1.144 - 0.6, 1.4) \frac{83.9}{0.462 \cdot 2140.7/1.0} \right) \right] = 1.111$$

$$k_{yz} = 0.6k_{zz} = 0.6 \cdot 1.111 = 0.666$$

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

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

$$\frac{N_{Ed}}{x_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{x_{Ly} M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{y_{M1} M_{z,Rk}} = 0.20 < 1.0$$

$$\frac{83.9}{0.950 \cdot 2140.7} + 0.402 \frac{56.3 + 0.0}{0.705 \cdot 195.3} + 0.666 \frac{0.000 + 0.000}{9.24} = 0.20 < 1.0$$

$$\frac{N_{Ed}}{x_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{x_{Ly} M_{y,Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{y_{M1} M_{z,Rk}} = 0.18 < 1.0$$

$$\frac{83.9}{0.462 \cdot 2140.7} + 0.241 \frac{56.3 + 0.0}{0.705 \cdot 195.3} + 1.111 \frac{0.000 + 0.000}{9.24} = 0.18 < 1.0$$

Środek pod obciążeniem skupionym (3.4 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00m$; Kombinacja: max $M_x (+0, +1, +K2, +3, +4, +K8,)$

Dane dla najbardziej wyężonego środka [mm]: $t_w = 9.5$, $h_w = 188.0$, $t_f = 16.0$, $b_f = 220.0$

Parametr niestateczności:

$$k_F = 6 + 2 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 = 6 + 2 \left(\frac{188.0}{500.0} \right)^2 = 6.283$$

Efektywna szerokość strefy obciążenia:

$$l_y = \min[S_x + 2t_f(1 + \sqrt{m_1 + m_2}), a] = \min[20.0 + 2 \cdot 16.0(1 + \sqrt{23.2 + 0.0}), 500.0] = 206.0\text{mm}$$

Efektywny wymiar środka przy obciążeniu skupionym:

$$\lambda_F = \sqrt{\frac{l_y t_w t_{fw}}{0.9 k_F E t_{fw}^3 / h_w}} = \sqrt{\frac{206.0 \cdot 9.5 \cdot 235.0}{0.9 \cdot 6.283 \cdot 210000.0 \cdot 9.5^3 / 188.0}} = 0.291$$

$$\chi_F = \min\left[\frac{0.5}{\lambda_F}, 1.0\right] = \min\left[\frac{0.5}{0.291}, 1.0\right] = 1.000$$

$$L_{eff} = \chi_F l_y = 1.000 \cdot 206.0 = 206.0\text{mm}$$

Nośność obliczeniowa środka:

$$F_{Rd} = \frac{t_{fw} t_w t_{fw}}{Y_{M1}} = \frac{235.0 \cdot 206.0 \cdot 9.5}{1.0} 1e-3 = 459.9\text{kN} > 15.7\text{kN} = F_{Ed}$$

Ugięcia (18.7 %)

Przekrój: $x/L=0.750$, $L=4.50m$; Kombinacja: ext U (0, 1, K2, 3, 4, K8,)

Przemieszczenie w płaszczyźnie układu: $u_x = |4.5|\text{mm} < 24.0\text{mm} = u_{x,lim}$.

Przemieszczenie prostopadłe do pł. układu: $u_y = |-0.0|\text{mm} < 24.0\text{mm} = u_{y,lim}$.

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

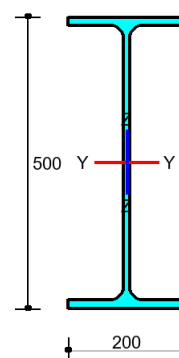
Pręt nr 5 - Element stalowy [PN-EN 1993-1-1]

Informacje o elemencie

Nazwa/Opis: element nr 5 (belka) - Brak opisu elementu.

Węzły: 5 ($x=2.700m$, $y=5.900m$); 11 ($x=7.700m$, $y=6.162m$)

Profil: rygiel (S 235)



Wyniki dla elementu

Całkowite wyężenie elementu: 89%

Rozciąganie: 0 %

Ściskanie: 1 %

Zginanie: 89 %

Zginanie z siłą podłużną: 12 %

Zginanie ze ściskaniem: 66 %

Ścinanie: 12 %

Środek pod obciążeniem skupionym: 12 %

Smukłość: 0 %

Ugięcia: 28 %

Wyniki w punktach charakterystycznych

Nr	Rzędna	Obwiednia	Warunek	Wyteżenie
0	0.000	min Mx	Zginanie	27.9 %
1	0.000	ext U	Ugięcia	0.6 %
2	0.000	min Ty	Zginanie	6.2 %
3	0.000	max N	Scinanie	2.6 %
4	0.000	max Ty	Zginanie	23.3 %
5	0.000	min N	Zginanie	26.8 %
6	0.000	max Mx	Scinanie	2.6 %
7	0.250	min Mx	Zginanie	7.9 %
8	0.250	ext U	Ugięcia	10.9 %
9	0.250	min Ty	Zginanie	7.9 %
10	0.250	max N	Zginanie	11.3 %
11	0.250	max Ty	Zginanie	22.2 %
12	0.250	min N	Zginanie	17.1 %
13	0.250	max Mx	Zginanie	22.2 %
14	0.499	min Mx	Zginanie	10.4 %
15	0.499	ext U	Ugięcia	19.8 %
16	0.499	min Ty	Zginanie	10.4 %
17	0.499	max N	Zginanie	20.6 %
18	0.499	max Ty	Zginanie	66.5 %
19	0.499	min N	Zginanie	60.0 %
20	0.499	max Mx	Zginanie	66.5 %
21	0.499	min Mx	Zginanie	10.4 %
22	0.499	ext U	Ugięcia	19.8 %
23	0.499	min Ty	Zginanie	8.9 %
24	0.499	max N	Zginanie	20.6 %
25	0.499	max Ty	Zginanie	48.0 %
26	0.499	min N	Zginanie	60.0 %
27	0.499	max Mx	Zginanie	66.5 %
28	0.500	min Mx	Zginanie	10.3 %
29	0.500	ext U	Ugięcia	19.8 %
30	0.500	min Ty	Zginanie	9.0 %
31	0.500	max N	Zginanie	20.6 %
32	0.500	max Ty	Zginanie	48.2 %
33	0.500	min N	Zginanie	60.2 %
34	0.500	max Mx	Zginanie	66.7 %
35	0.500	min Mx	Zginanie	10.3 %
36	0.500	ext U	Ugięcia	19.8 %
37	0.500	min Ty	Zginanie	20.6 %
38	0.500	max N	Zginanie	20.6 %
39	0.500	max Ty	Zginanie	48.2 %
40	0.500	min N	Zginanie	60.2 %
41	0.500	max Mx	Zginanie	66.7 %
42	0.750	min Mx	Scinanie	2.2 %
43	0.750	ext U	Ugięcia	25.9 %
44	0.750	min Ty	Zginanie	14.4 %
45	0.750	max N	Zginanie	14.4 %
46	0.750	max Ty	Zginanie	66.8 %
47	0.750	min N	Zginanie	74.8 %
48	0.750	max Mx	Zginanie	76.1 %
49	1.000	min Mx	Zginanie	7.6 %
50	1.000	ext U	Ugięcia	28.2 %
51	1.000	min Ty	Zginanie	9.0 %
52	1.000	max N	Zginanie	7.6 %
53	1.000	max Ty	Zginanie	83.2 %
54	1.000	min N	Zginanie	88.6 %
55	1.000	max Mx	Zginanie	88.6 %

Wyniki szczegółowe

Rozciąganie (0.0 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=5.01m$; Kombinacja: max N (+0,-1,-3,+7,)

Pole przekroju: $A_{brutto} = 115.59cm^2$

Nośność elementu rozciąganego (6.2.3):

$$N_{p,Rd} = \frac{A_f \cdot f_y}{\gamma_{Ms}} = \frac{115.59 \cdot 23.5}{1.00} = 2716.4kN > 0.2kN = N$$

Długość wyboczeniowa

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

– w pł. układu: $\eta_1 = 0.781$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_y = 0.000 \rightarrow \mu_y = 0.915$ oraz $l_{0,y} = 5.0m$

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_z = 0.000 \rightarrow \mu_z = 1.000$ oraz $l_{0,z} = 5.0m$

Wyboczenie skrętne: $\mu_{\omega} = 1.000$ oraz $l_{\omega} = 5.0m$

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

Siły krytyczne

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 E I_y}{(\mu_y l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 48234.5 \text{ cm}^4}{(0.915 \cdot 5.0 \text{ m})^2} = 47608.7 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 E I_z}{(\mu_z l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 2141.8 \text{ cm}^4}{(1.000 \cdot 5.0 \text{ m})^2} = 1770.8 \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,T} = \frac{1}{20.9^2} \left[\frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 1251822.7 \text{ cm}^6}{(1.000 \cdot 5.0 \text{ m})^2} + 80769.0 \text{ MPa} \cdot 68.8 \text{ cm}^4 \right] = 3649.0 \text{ kN}$$

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

$$R = (1770.8 + 3649.0)^2 - 4 \cdot 1770.8 \cdot 3649.0 (1 - 1.000 \cdot -0.0^2 / 20.876^2) = 3527740.2 \text{ kN}$$

$$N_{TF,yz} = \frac{(1770.8 + 3649.0) - \sqrt{3527740.2}}{2(1 - 1.000 \cdot -0.0^2 / 20.876^2)} = 1770.8 \text{ kN}$$

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: $C_1 = 1.28$, $C_2 = 1.56$, $C_3 = 0.75$

Współrzędna przyłożonego obciążenia względem środka ciężkości: $z_a = 25.0 \text{ cm}$

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

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

$$N_{cr,z} = \pi^2 E I_z / (\mu_{z,Mcr} L)^2 = \pi^2 \cdot 210000.0 \cdot 2141.8 / (1.00 \cdot 500.7)^2 = 1770.8 \text{ kN}$$

$$M_{cr} = C_1 N_{cr,z} \left\{ \left[\left(\frac{\mu_{z,Mcr}}{\mu_{\omega,Mcr}} \right)^2 \frac{l_{\omega}}{l_z} + \frac{G_k}{N_{cr,z}} + V \right]^{0.5} - V \right\}$$

$$V = C_2 (z_a - z_s) - C_3 z_j = 1.56 (25.0 - 0.0) - 0.75 \cdot 0.0 = 39.05$$

$$M_{cr} = 1e-2 \cdot 1.28 \cdot 1770.8 \left\{ \left[\left(\frac{1.00}{1.00} \right)^2 \frac{1251822.7}{2141.8} + \frac{8076.9688}{1770.8} + 39.05 \right]^{0.5} - 39.05 \right\} = 231.50 \text{ kNm}$$

Ściskanie (1.4 %)

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

Pole przekroju (klasa 1): $A = A_{brutto} = 115.6 \text{ cm}^2$

$$\text{Nośność obliczeniowa przekroju: } N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{115.6 \cdot 23.5}{1.0} = 2716.4 \text{ kN}$$

Współczynniki wyboczeniowe (Tablica 11):

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,y}} = 2716.4 / 47608.7 = 0.239 \rightarrow \text{krzywa 'a'} \rightarrow \chi_y(\bar{\lambda}_y) = 0.991 \text{ (giętno x-x)}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,z}} = 2716.4 / 1770.8 = 1.239 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \chi_z(\bar{\lambda}_z) = 0.458 \text{ (giętno y-y)}$$

$$\bar{\lambda}_x = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,x}} = 2716.4 / 3649.0 = 0.863 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_x(\bar{\lambda}_x) = 0.623 \text{ (skrętne)}$$

$$\bar{\lambda}_{x\omega} = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,x\omega}} = 2716.4 / 1770.8 = 1.239 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \chi_{x\omega}(\bar{\lambda}_{x\omega}) = 0.458 \text{ (giętno-skrętne)}$$

Przyjęto do obliczeń: $\chi = \min(\chi_i) = 0.458$

Warunek nośności (stateczności) elementu ściskanego:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.458 \cdot 115.6 \cdot 23.5}{1.0} = 1243.2 \text{ kN} > 17.5 \text{ kN} = N_{Ed}$$

Ścinanie (11.6 %)

Przekrój: $x/L=0.499$, $L=2.50m$; Kombinacja: $\max T_y (+0,+1,+K2,+3,+4,+K8)$

Ścinanie po kierunku osi głównej Z-Z

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,z} = 47.7 \text{ cm}^2$

Warunek stateczności: $h_{w,z} / t_w = 45.9 < 60.0 = 72 \epsilon / \eta$

Warunek nośności plastycznej:

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{v,z} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{47.7 \cdot 23.5}{\sqrt{3} \cdot 1.0} = 647.7 \text{ kN} > 75.1 \text{ kN} = V_{Ed,z}$$

Ścinanie po kierunku osi głównej Y-Y

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,y} = 60.7 \text{ cm}^2$

Warunek nośności plastycznej:

$$V_{pl,Rd,y} = \frac{A_{v,y} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{60.7 \cdot 23.5}{\sqrt{3} \cdot 1.0} = 824.0 \text{ kN} > 0.0 \text{ kN} = V_{Ed,y}$$

Zginanie (88.6 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=5.01m$; Kombinacja: $\max M_x (+0,+1,+K2,+3,+4)$

Zginanie względem osi głównej Y-Y

Wsp. zwiczerzenia:

$$\lambda_{LT} = \min \left[\sqrt{\frac{W_{pl,y} f_y}{M_{cr}}}, 3.0 \right] = \min \left[\sqrt{\frac{2183.8 \cdot 23.5 \cdot 1e-2}{231.50}}, 3.0 \right] = 1.489 \rightarrow \chi_{LT}(\lambda_{LT}, \alpha_{LT}) = 0.393$$

$$\alpha_{LT} = 0.490$$

Nośność obliczeniowa z uwzględnieniem zwichrzenia (klasa 1):

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M1}} = 0.393 \frac{2183.8 \cdot 235}{1.0} 1e-2 = 201.9 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{b,Rd,y}} = \frac{178.8}{201.9} = 0.89 < 1.0$$

Zginanie względem osi głównej Z-Z

Nośność obliczeniowa przekroju (klasa 1):

$$M_{c,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{336.8 \cdot 235}{1.0} 1e-2 = 79.1 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,z}}{M_{pl,Rd,z}} = \frac{0.0}{79.1} = 0.00 < 1.0$$

Zginanie z siłą podłużną (12.1 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=5.01\text{m}$; Kombinacja: max $M_x (+0,+1,+K2,+3,+4)$

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

$$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 14.9 / 2716.4 = 0.005$$

$$a_y = \min[(A - 2A_{t,y}) / A, 0.5] = \min[(115.6 - 2 \cdot 32.0) / 115.6, 0.5] = 0.446$$

$$M_{N,y,Rd} = \min \left[M_{pl,y,Rd} \frac{(1-n)}{(1-0.5a_y)}, M_{pl,y,Rd} \right] = \min \left[513.2 \frac{(1-0.005)}{(1-0.5 \cdot 0.446)}, 513.2 \right] = 513.2 \text{ kNm}$$

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

$$a_z = \min[(A - 2A_{t,z}) / A, 0.5] = \min[(115.6 - 2 \cdot 32.0) / 115.6, 0.5] = 0.446$$

$$n \leq a_z \rightarrow M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} = 79.1 \text{ kNm}$$

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

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

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta = \left[\frac{178.8}{513.2} \right]^{2.0} + \left[\frac{0.0}{79.1} \right]^{1.0} = 0.12 < 1.0$$

Zginanie ze ściskaniem (66.4 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=5.01\text{m}$; Kombinacja: max $M_x (+0,+1,+K2,+3,+4)$

Wyznaczenie współczynników interakcji (metoda 2, Załącznik B):

$$C_{my} = \max(0.2 + 0.8\alpha_s, 0.4) = \max(0.2 + 0.8 \cdot 0.679, 0.4) = 0.743$$

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

$$C_{mLT} = C_{my} = 0.743$$

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

$$k_{yy} = \left[0.743 \left(1 + \min(0.239 - 0.2, 0.8) \frac{17.5}{0.991 \cdot 2716.4 / 1.0} \right) \right] = 0.744$$

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

$$k_{zz} = \left[1.000 \left(1 + \min(2 \cdot 1.239 - 0.6, 1.4) \frac{17.5}{0.458 \cdot 2716.4 / 1.0} \right) \right] = 1.017$$

$$k_{yz} = 0.6k_{zz} = 0.6 \cdot 1.017 = 0.610$$

$$k_{zy} = 0.6k_{yy} = 0.6 \cdot 0.744 = 0.446$$

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

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{Ly} M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\chi_{Lz} M_{z,Rk}} = 0.66 < 1.0$$

$$\frac{17.5}{0.991 \cdot 2716.4} + 0.744 \frac{178.8 + 0.0}{0.340 \cdot 313.2} + 0.610 \frac{0.000 + 0.000}{0.791} = 0.66 < 1.0$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{Ly} M_{y,Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\chi_{Lz} M_{z,Rk}} = 0.41 < 1.0$$

$$\frac{17.5}{0.458 \cdot 2716.4} + 0.446 \frac{178.8 + 0.0}{0.340 \cdot 313.2} + 1.017 \frac{0.000 + 0.000}{0.791} = 0.41 < 1.0$$

Środek pod obciążeniem skupionym (11.9 %)

Przekrój: $x/L=0.500$, $L=2.50\text{m}$; Kombinacja: max $M_x (+0,+1,+K2,+3,+4,+K7)$

Dane dla najbardziej wyężonego środka [mm]: $t_w = 10.2$, $h_w = 468.0$, $t_f = 16.0$, $b_f = 200.0$

Parametr niestateczności:

$$k_F = 6 + 2 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 = 6 + 2 \left(\frac{468.0}{500.0} \right)^2 = 7.752$$

Efektywna szerokość strefy obciążenia:

$$l_y = \min[S_s + 2t_f(1 + \sqrt{m_1 + m_2}), a] = \min[20.0 + 2 \cdot 16.0(1 + \sqrt{19.6 + 0.0}), 500.0] = 193.7 \text{ mm}$$

Efektywny wymiar środka przy obciążeniu skupionym:

$$\bar{\lambda}_F = \sqrt{\frac{l_y t_w f_{yw}}{0.9 k_F E t_{fw}^3 / h_w}} = \sqrt{\frac{193.7 \cdot 10.2 \cdot 235.0}{0.9 \cdot 7.752 \cdot 21000.0 \cdot 10.2^3 / 468.0}} = 0.374$$

$$\chi_F = \min\left[\frac{0.5}{\bar{\lambda}_F}, 1.0\right] = \min\left[\frac{0.5}{0.374}, 1.0\right] = 1.000$$

$$L_{eff} = \chi_F l_y = 1.000 \cdot 193.7 = 193.7 \text{ mm}$$

Nośność obliczeniowa środka:

$$F_{Rd} = \frac{f_{yw} A_{sw} s_w}{\gamma_{Ms}} = \frac{235,0 \cdot 193,7 \cdot 10,2}{1,0} 1e-3 = 464,3 \text{ kN} > 55,2 \text{ kN} = F_{Ed}$$

Ugięcia (28.2 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=5.01\text{m}$; Kombinacja: ext U (0, 1, K2, 3, 4,)

Przemieszczenie w płaszczyźnie układu: $u_x = |-11.3| \text{ mm} < 40.1 \text{ mm} = u_{x, \text{lim}}$.

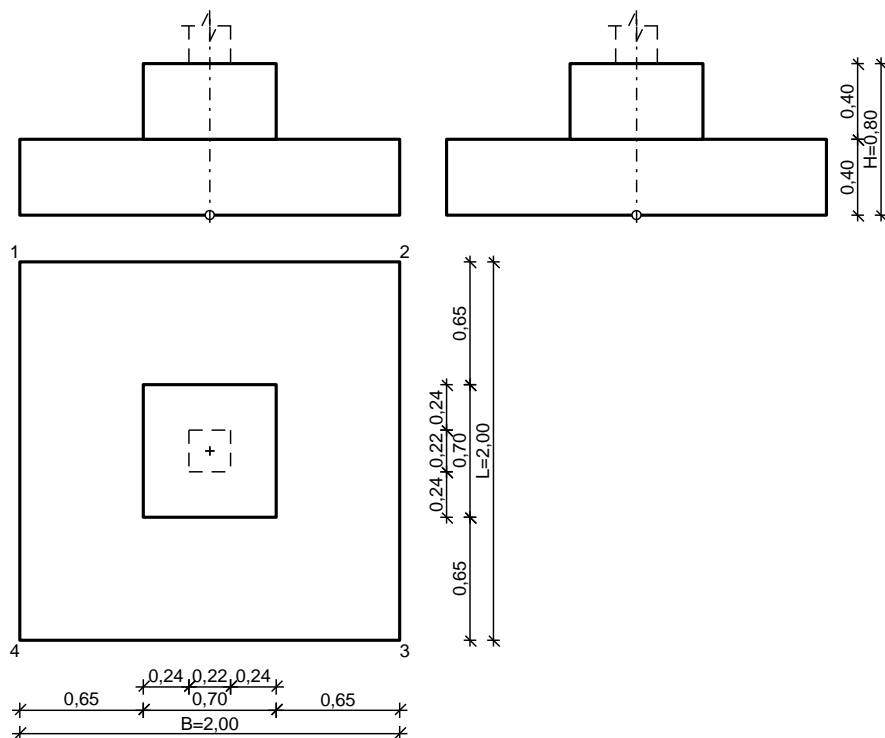
Przemieszczenie prostopadłe do pł. układu: $u_y = |-0.0| \text{ mm} < 10.0 \text{ mm} = u_{y, \text{lim}}$.

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

2.3. Fundamenty

STOPA FUNDAMENTOWA Sf1

SZKIC FUNDAMENTU



$$V = 1,80 \text{ m}^3$$

GEOMETRIA FUNDAMENTU

Wymiary fundamentu :

Typ: stopa schodkowa

B = 2,00 m L = 2,00 m H = 0,80 m w = 0,40 m
 B_g = 0,70 m L_g = 0,70 m B_t = 0,65 m L_t = 0,65 m
 B_s = 0,22 m L_s = 0,22 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

Szkic uwarstwienia podłoża:

Zestawienie warstw podłoża

N	nazwa gruntu	h [m]	nawodn iona	$\rho_o^{(n)}$ [t/m ³]	$\gamma_{f, \text{min}}$	$\gamma_{f, \text{max}}$	$\phi_u^{(n)}$ [°]	$c_u^{(n)}$ [kPa]	M ₀ [kPa]	M [kPa]
1	Piaski średnie	4,00	nie	1,70	0,90	1,10	29,42	0,00	86725	96361

Naprężenie dopuszczalne dla podłoża σ_{dop} [kPa] = 180,0 kPa

OBCIĄŻENIA FUNDAMENTU

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

N r	typ obc.	N [kN]	T _B [kN]	M _B [kNm]	T _L [kN]	M _L [kNm]	e [kPa]	Δe [kPa/m]
1	całkowite	32,65	3,14	9,78	0,00	0,00	0,00	0,00
2	całkowite	83,85	-15,73	-34,34	0,00	0,00	0,00	0,00
3	całkowite	-7,90	-5,59	-14,82	0,00	0,00	0,00	0,00
4	całkowite	108,18	-10,49	-19,58	0,00	0,00	0,00	0,00

DANE MATERIAŁOWE

Zasyпка:

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

Otulinie:

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 2**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fN} = 2176,2$ kN

$N_r = 195,4$ kN < $m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 2176,2$ kN = 1762,7 kN (11,1%)

Nośność (stateczność) podłoża z uwagą na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 2**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fT} = 85,4$ kN

$T_r = 15,7$ kN < $m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 85,4$ kN = 61,5 kN (25,6%)

Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 2**

Naprężenie maksymalne $\sigma_{max} = 84,0$ kPa

$\sigma_{max} = 84,0$ kPa < $\sigma_{dop} = 180,0$ kPa (46,7%)

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 3**

Decyduje moment wywracający $M_{oB,1-4} = 27,19$ kNm, moment utrzymujący $M_{uB,1-4} = 87,02$ kNm

$M_o = 27,19$ kNm < $m \cdot M_u = 0,72 \cdot 87,02$ kNm = 62,7 kNm (43,4%)

Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 4**

Osiadanie pierwotne $s' = 0,03$ cm, wtórne $s'' = 0,00$ cm, całkowite $s = 0,03$ cm

$s = 0,03$ cm < $s_{dop} = 7,00$ cm (0,4%)

OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU

Nośność na przebiecie:

Decyduje: **kombinacja nr 2**

Pole powierzchni wielokąta $A = 0,58$ m²

Siła przebijająca $N_{Sd} = (g+q)_{max} \cdot A = 48,6 \text{ kN}$
 Nośność na przebicie $N_{Rd} = 298,7 \text{ kN}$
 $N_{Sd} = 48,6 \text{ kN} < N_{Rd} = 298,7 \text{ kN} \quad (16,3\%)$

Wymiarowanie zbrojenia:

Wzdłuż boku B:

Decyduje: **kombinacja nr 2**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 3,14 \text{ cm}^2$

Zbrojenie minimalne z warunków 23a, 23b normy $A_{s,min} = 7,77 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **11 prętów $\phi 16 \text{ mm}$** o $A_s = 22,12 \text{ cm}^2$

Wzdłuż boku L:

Decyduje: **kombinacja nr 2**

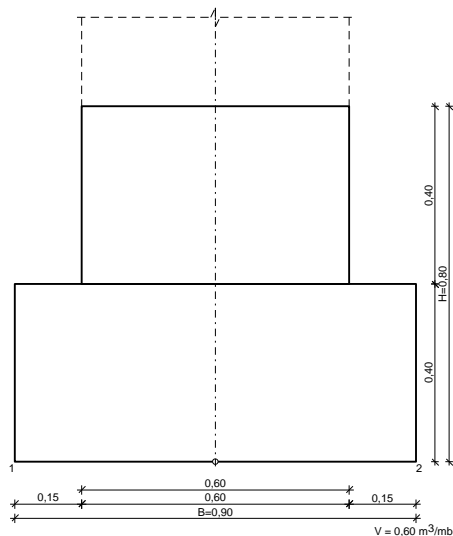
Zbrojenie potrzebne $A_s = 3,14 \text{ cm}^2$

Zbrojenie minimalne z warunków 23a, 23b normy $A_{s,min} = 7,77 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **11 prętów $\phi 16 \text{ mm}$** o $A_s = 22,12 \text{ cm}^2$

Ława Ł1

SZKIC FUNDAMENTU



GEOMETRIA FUNDAMENTU

Wymiary fundamentu :

Typ: **ława schodkowa**

$B = 0,90 \text{ m}$ $H = 0,80 \text{ m}$ $w = 0,40 \text{ m}$

$B_g = 0,60 \text{ m}$ $B_t = 0,15 \text{ m}$

$B_s = 0,60 \text{ m}$ $e_B = 0,00 \text{ m}$

Posadowienie fundamentu:

$D = 1,00 \text{ m}$ $D_{min} = 1,00 \text{ m}$

Brak wody gruntowej w zasypce

OPIS PODŁOŻA

Napężenie dopuszczalne dla podłoża $\sigma_{dop} [\text{kPa}] = 180,0 \text{ kPa}$

OBCIĄŻENIA FUNDAMENTU

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

Nr	typ obc.	N [kN/m]	T_B [kN/m]	M_B [kNm/m]	e [kPa]	Δe [kPa/m]
1	całkowite	59,00	-2,08	-9,66	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)** $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$

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**) → $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów wzdłuż boku B $\phi_B = 12 \text{ mm}$

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 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 $Q_{fN} = 217,5 \text{ kN/mb}$

$N_r = 79,8 \text{ kN/mb} < m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 217,5 \text{ kN/mb} = 176,2 \text{ kN/mb}$ (45,3%)

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fT} = 37,9 \text{ kN/mb}$

$T_r = 2,1 \text{ kN/mb} < m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 37,9 \text{ kN/mb} = 27,3 \text{ kN/mb}$ (7,6%)

Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Naprężenie maksymalne $\sigma_{max} = 172,6 \text{ kPa}$

$\sigma_{max} = 172,6 \text{ kPa} < \sigma_{dop} = 180,0 \text{ kPa}$ (95,9%)

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający $M_{oB,1} = 11,32 \text{ kNm/mb}$, moment utrzymujący $M_{uB,1} = 34,08 \text{ kNm/mb}$

$M_o = 11,32 \text{ kNm/mb} < m \cdot M_u = 0,72 \cdot 34,1 \text{ kNm/mb} = 24,5 \text{ kNm/mb}$ (46,1%)

Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne $s' = 0,07 \text{ cm}$, wtórne $s'' = 0,00 \text{ cm}$, całkowite $s = 0,07 \text{ cm}$

$s = 0,07 \text{ cm} < s_{dop} = 7,00 \text{ cm}$ (0,9%)

OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU

Nośność na przebicie:

dla fundamentu o zadanych wymiarach nie trzeba sprawdzać nośności na przebicie

Wymiarowanie zbrojenia:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 0,17 \text{ cm}^2/\text{mb}$

Przyjęto konstrukcyjnie **$\phi 12 \text{ mm}$ co $20,0 \text{ cm}$** o $A_s = 5,65 \text{ cm}^2/\text{mb}$