OPIS TECHNICZNY

do Projektu architektoniczno - budowlanego projektu

„Przebudowy budynków przy ul. Ciołka 11A i Astronomów 3 w Warszawie”

Spis treści

1. Dane ogólne 3

Przedmiot opracowania: 3

Obiekt: 3

Adres budowy: 3

Inwestor: 3

Podstawa opracowania 3

2. Ocena stanu istniejącego 4

3. Opis rozbiórek 4

3.1. Rozbiórki ścian 4

Wyburzenie klatek schodowych 4

3.2. Wykucia otworów w istniejących ścianach 5

3.3. Demontaż pokrycia dachowego 5

4. Elementy projektowane 5

4.1. Schody płytowe 5

4.2. Kładka stalowa 5

4.3. Szyby windowe 7

5. Obliczenia statyczne 8

1. Dane ogólne

Przedmiot opracowania:

Przedmiotem projektu jest „Przebudowa budynków przy ul. Ciołka 11A i Astronomów 3 w Warszawie”

Przedmiotem opracowania projektu jest przebudowa budynków istniejących wraz z projektem zagospodarowania oraz projekt łączników między budynkami.

Obiekt:

Budynki przy ul. Ciołka 11A i Astronomów 3 w Warszawie”

Adres budowy:

dz. nr ew. 142/1 i 142/2, ul. Ciołka 11A i Astronomów 3, Warszawa

Inwestor:

Izba Administracji Skarbowej w Warszawie; ul. Alojzego Felińskiego 2B, 01-513 Warszawa

Podstawa opracowania

Niniejsze opracowanie wykonano na podstawie umowy z Inwestorem.

Projekt koncepcyjny wykonano na podstawie:

a) informacji udzielonych przez użytkownika budynków i Inwestora oraz projektanta na podstawie

- materiałów archiwalnych udostępnionych przez Inwestora
- wizji lokalnej budynku,
- inwentaryzacji budynku opracowanej przez autorów niniejszego opracowania,
- ekspertyzy techniczno-budowlanej

b) następujących przepisów:

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych , jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, 690 z 2002r. z późn. zmian.);
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U Nr 109, poz. 719).
- Instrukcja Nr 221 Instytutu Techniki Budowlanej. Wytyczne oceny odporności ogniowej elementów konstrukcji budowlanych.

- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 września 2010 r. w sprawie wymagań, jakim powinna odpowiadać ochrona wartości pieniężnych przechowywanych i transportowanych przez przedsiębiorców i inne jednostki organizacyjne
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy
- Prawo Budowlane

2. Warunki gruntowo wodne

Zgodnie z badaniami gruntowo wodnymi zakłada się II kategorię geotechniczną.

3. Ocena stanu istniejącego

Budynek wybudowany w technologii tradycyjnej. Fundamenty betonowe o szerokości 1,20 i 140cm schodkowe oraz trapezowe. Główny układ nośny stropów pokazany na rzutach konstrukcyjnych- strop na belkach stalowych. Stropodach, który został dobudowany podczas rozbudowy ze stropu Akermana.

Stan budynków dobry. Nie stwierdzono żadnych uszkodzeń, zarysować ani ugięć elementów konstrukcyjnych. Ze względu na fakt, że obciążenia nie będą zwiększane, a wszelkie nowoprojektowane elementy nie będą dociążały konstrukcji możliwa jest przebudowa obiektu.

4. Opis rozbiórek

4.1. Rozbiórki ścian

W obu budynkach projektuje się ścian poprzecze. Wszystkie ściany, których zakłada się wyburzenie oznaczone są na rzutach konstrukcyjnych i architektonicznych. Ubytki w stropach, w miejscu przechodzenia ścian przez strop należy, w zależności od szerokości, należy albo uzupełnić o belki strunobetonowe, ułożyć pustaki stropowe i zalać zachowując górny poziom stropu lub w razie wąskiej ściany, ułożyć beleczkę ze strzemion 4#12 opartą na ścianach i zalać betonem.

Wyburzenie klatek schodowych

Projektuje się wyburzenie wszystkich istniejących klatek schodowych. Wyburzenie dotyczy zarówno biegi jak i spoczniki. Powstałe w ten sposób otwory w stropach należy zalać betonem.

W tym celu należy wykuć bruzdy w istniejących murach i ułożyć belki strunobetonowe. Po ułożeniu pustaków stropowych i ułożeniu siatek zbrojeniowych należy zalać opisywane stropu betonowe- do poziomu istniejących stropów.

4.2. Wykucia otworów w istniejących ścianach

Wykucia otworów okiennych lub drzwiowych w istniejących ścianach należy poprzedzić osadzeniem nadproża stalowego. Ze względu ma znaczną grubość ścian należy osadzić jako nadproże po dwie belki stalowe wykonując to w dwóch etapach. Przekrój belki oraz detale wykonawcze wg rysunków.

W przypadku przebić instalacyjnych (do szerokości 50cm) sytuacja będzie analogiczna. W tym przypadku jako nadproże projektuje się po dwie beleczki HEA 120. Projektuje się oparcie belek na istniejących ścianach po min. 25cm na podlewce betonowej.

4.3. Demontaż pokrycia dachowego

Projektuje się demontaż istniejącego pokrycia dachowego w postaci płyt korytkowych. Rozbiórce podlegać będą wszystkie warstwy wykończeniowe, płyty korytkowe oraz ścianki podpierające. Rozbiórka dachu projektowana jest w obu budynkach.

5. Elementy projektowane

5.1. Schody płytowe

Projektuje się w każdym budynku po dwie główne klatki schodowe zlokalizowane w narożnikach budynków. Dodatkowo projektuje się po dwie klatki schodowe z piwnicy na parter oraz z poziomu -0,93m na poziom 0.

Wszystkie biegi schodowe projektuje się płytowe. Grubość płyty biegu 20cm, beton C25/30, stal klasy A III-N (np. B500sp). Spoczniki projektuje się oparte na belkach strunobetonowych. Belki opartą będą z jednej strony na istniejącej ścianie, a z drugiej na nowoprojektowanej ścianie żelbetowej grubości 25cm. Ścianę żelbetową projektuje się przy każdej klatce schodowej w obu budynkach.

5.2. Kładka stalowa

Projektuje się dwie kładki stalowe łączące oba budynki. Przejście możliwe będzie między poziomami +6,45 oraz 9,61. Rozpiętość kładek około 30m, dokładna lokalizacja określona na rzutach. Projektuje się kładkę z następujących profili stalowych:

- Pas górny oraz dolny HEA 300
- Pas pośredni HEA 240
- Krzyżulce RK 200x10 oraz 200x6,3

Wszystkie oznaczenia wg rysunku PAS-130-PB-K-P-01.

Na poziomie dolnym projektuje się następujące warstwy:

- Warstwa wykończeniowa,
- Szlichta 5cm,
- Styrodur 10cm,
- Płyta żelbetowa 15cm,
- Blacha trapezowa T95 mocowana do dolnej półki belek,
- 2x g-k,
- Wełna mineralna 20cm. .

Na poziomie pośrednim projektuje się następujące warstwy:

- Warstwa wykończeniowa,
- Szlichta 5cm,
- Styrodur 10cm,
- Płyta żelbetowa 15cm,
- Blacha trapezowa T95 mocowana do dolnej półki belek,
- 2x g-k.

Na poziomie górnym projektuje się następujące warstwy:

- Membrana,
- Wełna mineralna 30cm,
- Blacha trapezowa T95 mocowana do dolnej półki belek,
- 2x g-k.

Montaż kratownic na projektowanych słupach żelbetowych 50x50. Słupy należy posadowić na stopach fundamentowych zgodnie z rysunkiem rzutu fundamentów. W celu wylania stopy należy istniejącą ławę żelbetową wyciąć, zostawiając z każdej strony po 10cm dylatacji między ławą i nową stopą fundamentową. Wyburzenie ścian pod nowe słupy należy prowadzić od góry, wprowadzając w poziomie każdego stropu rygiel żelbetowy.

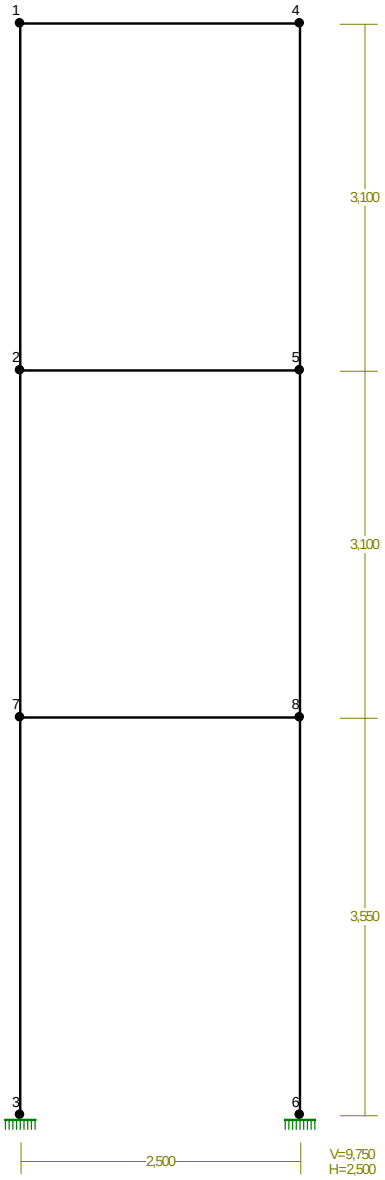
5.3. Szyby windowe

Projektuje się cztery szyby windowe, po dwa w każdym budynku. Widny zlokalizowane w okolicach klatek schodowych. Szyby wykonywane w technologii monolitycznej. Grubość ścian 15 i 20cm, wg rzutów. Pod szyby projektuje się płytę fundamentową grubości 30cm, wg rzutów fundamentów.

6. Obliczenia statyczne

NAZWA: Rama 3z

WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	9,750	5	2,500	6,650
2	0,000	6,650	6	2,500	0,000
3	0,000	0,000	7	0,000	3,550
4	2,500	9,750	8	2,500	3,550

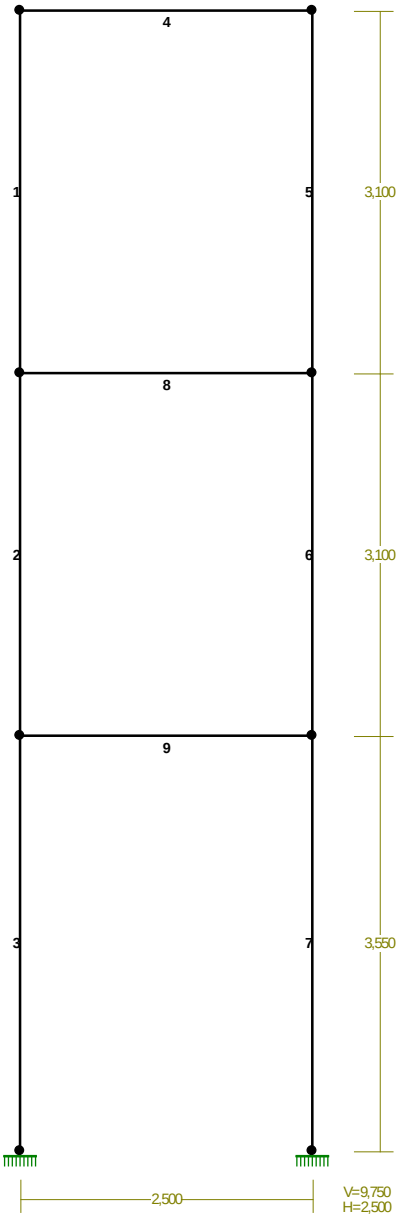
PODPORY:

			P o d a t n o ś c i		
Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx(Do*):	Dy:	DFi:
			[m / k N]		[rad/kNm]
3	utwierdzenie	90,0	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
6	utwierdzenie	90,0	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00

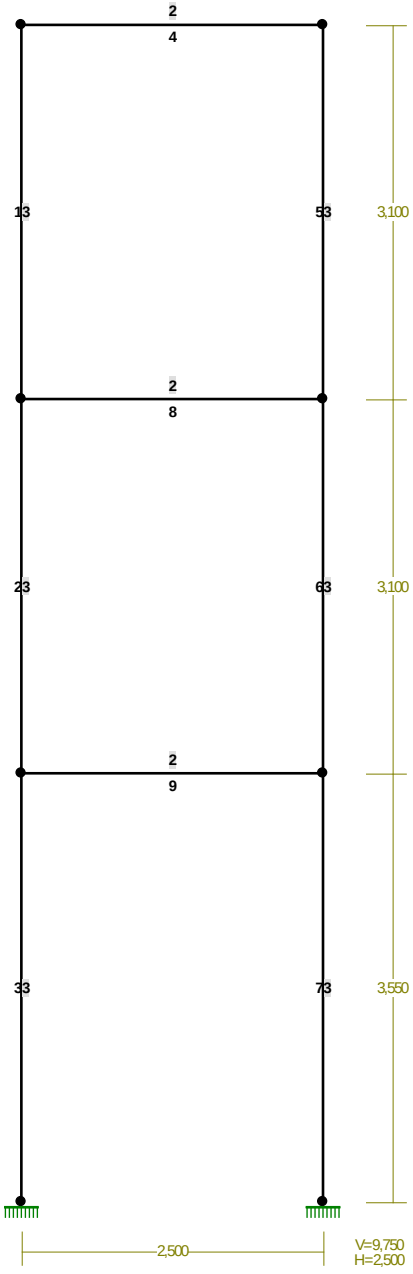
OSIADANIA:

Węzeł:	Kąt:	Wx(Wo*)[m]:	Wy[m]:	FIo[grad]:
B r a k O s i a d a ń				

PRĘTY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

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

22 - cięgno

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	0,000	-3,100	3,100	1,000	3 B 40,0x40,0
2	00	2	7	0,000	-3,100	3,100	1,000	3 B 40,0x40,0
3	00	7	3	0,000	-3,550	3,550	1,000	3 B 40,0x40,0
4	00	1	4	2,500	0,000	2,500	1,000	2 B 60,0x40,0
5	00	4	5	0,000	-3,100	3,100	1,000	3 B 40,0x40,0
6	00	5	8	0,000	-3,100	3,100	1,000	3 B 40,0x40,0
7	00	8	6	0,000	-3,550	3,550	1,000	3 B 40,0x40,0
8	00	2	5	2,500	0,000	2,500	1,000	2 B 60,0x40,0
9	00	7	8	2,500	0,000	2,500	1,000	2 B 60,0x40,0

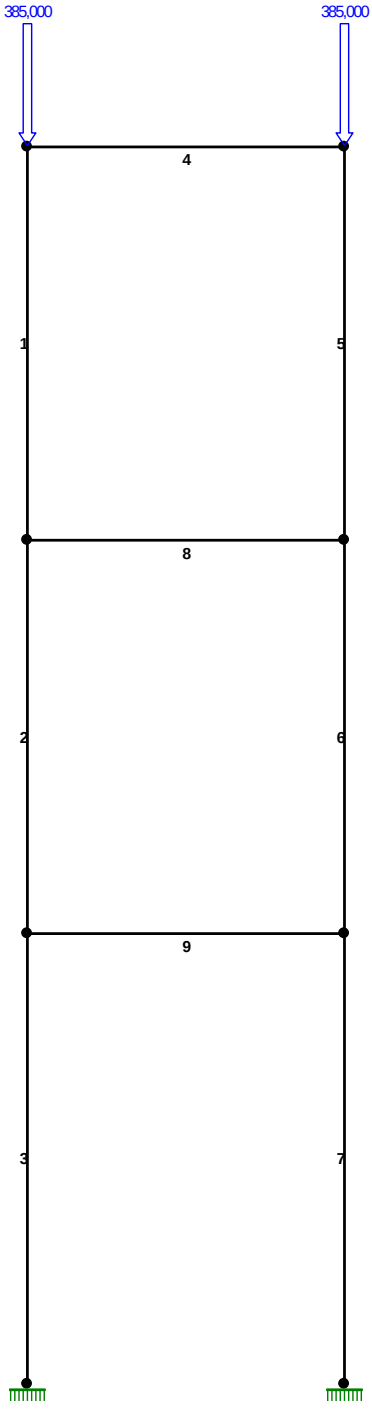
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm2]	Ix[cm4]	Iy[cm4]	Wg[cm3]	Wd[cm3]	h[cm]	Materiał:
2	2400,0	720000	320000	24000	24000	60,0	20 B30
3	1600,0	213333	213333	10667	10667	40,0	20 B30

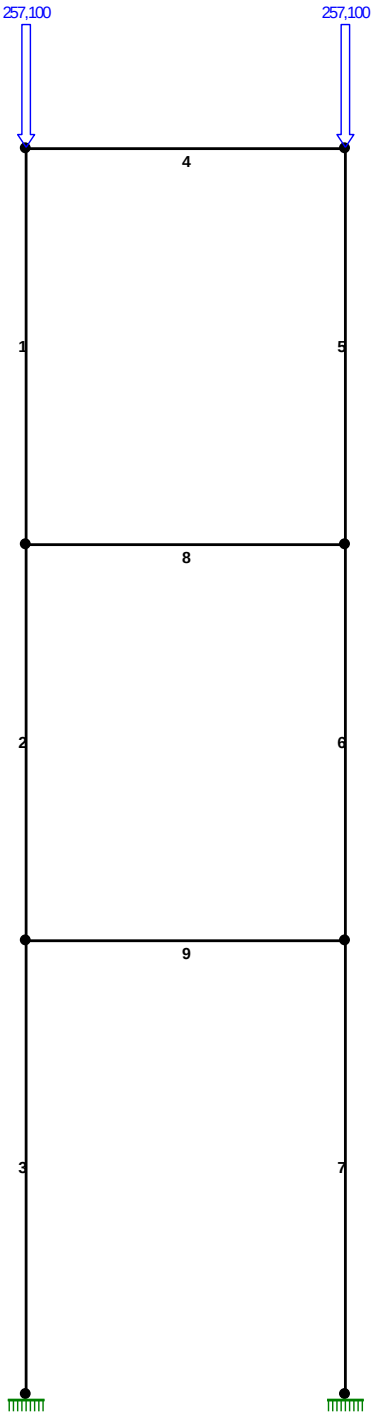
STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm2]	Napręż.gr.: [N/mm2]	AlfaT: [1/K]
20 B30	31	16,700	1,00E-05

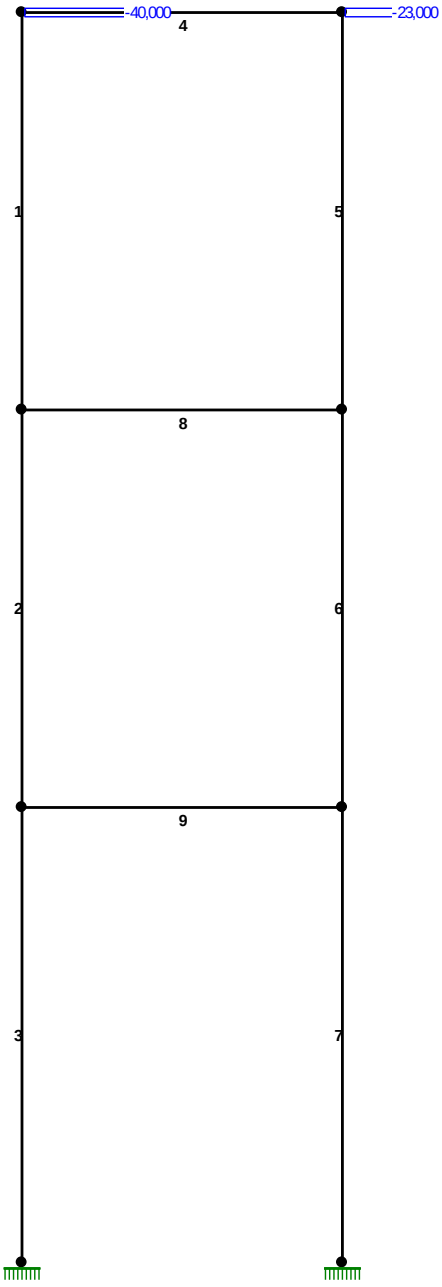
OBCIĄŻENIA:



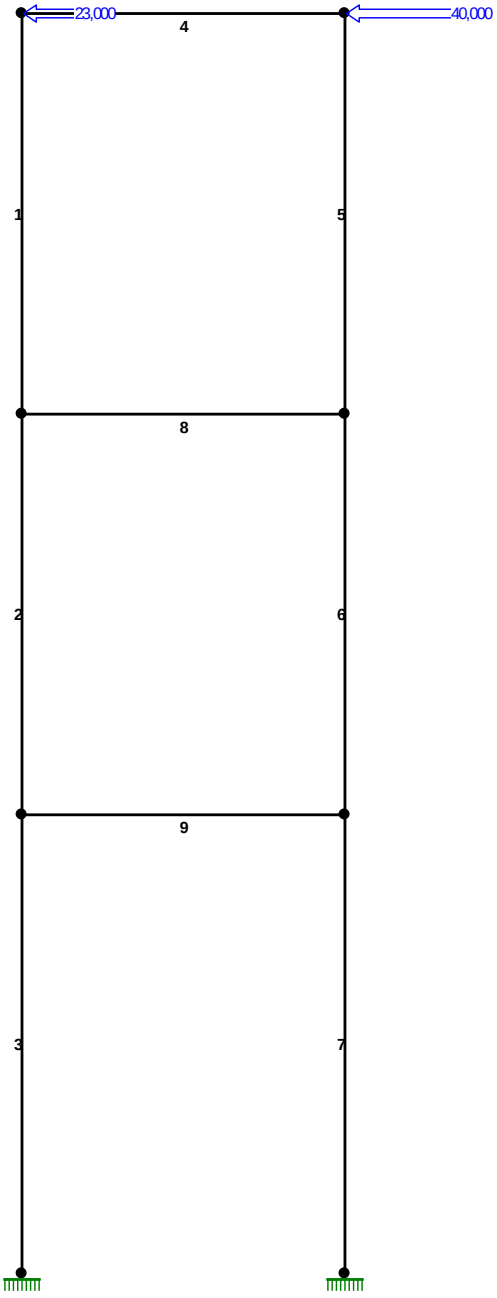
OBCIĄŻENIA:



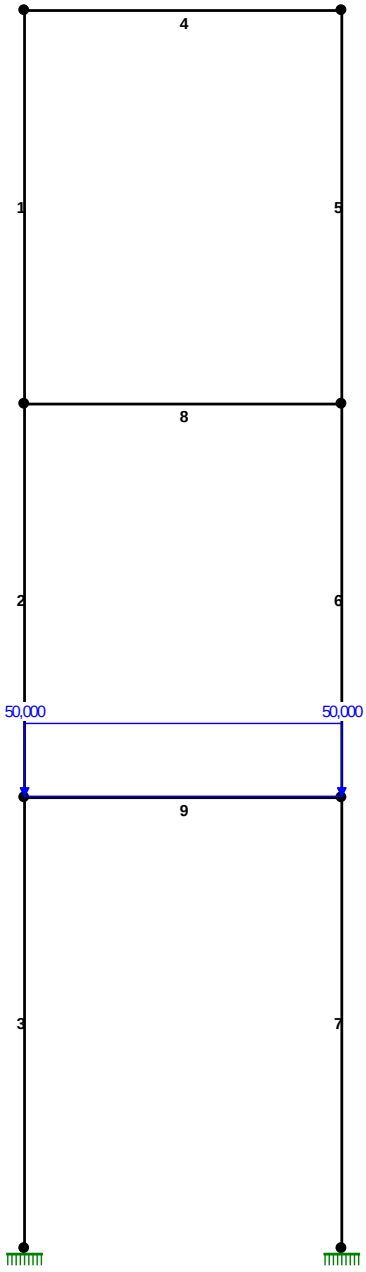
OBCIĄŻENIA:



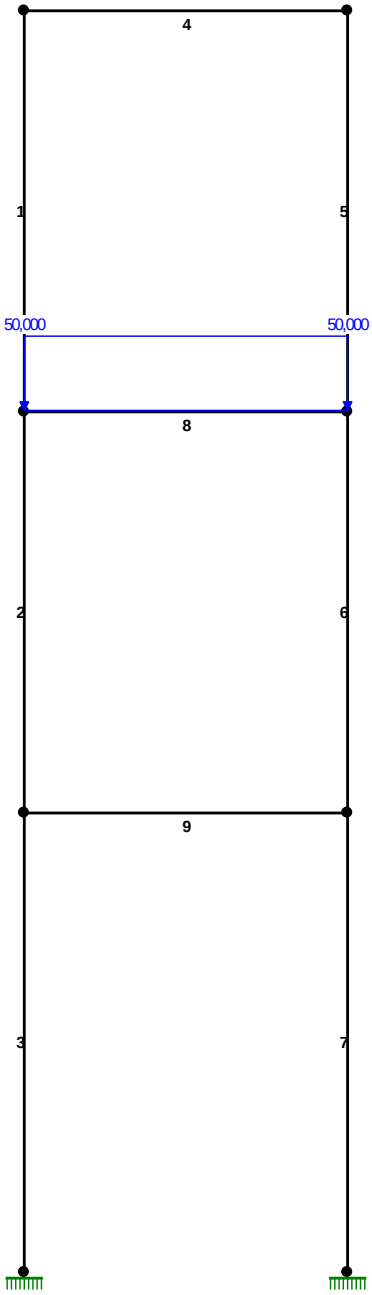
OBCIĄŻENIA:



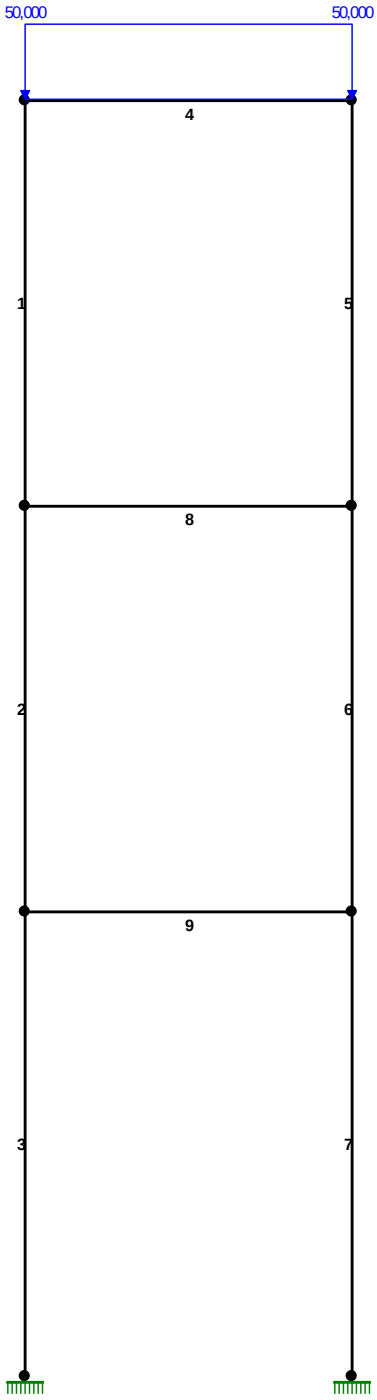
OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: H ""				Zmienne	γf= 1,50	
4	Liniowe	0,0	50,000	50,000	0,00	2,50

OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A "STAŁE"				Stałe	γf= 1,27	
4	Skupione	0,0	385,000		0,00	
4	Skupione	0,0	385,000		2,50	

OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: B "ZMIENNE"				Zmienne	γf= 1,35	
4	Skupione	0,0	257,100		0,00	
4	Skupione	0,0	257,100		2,50	

OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: C "WIATR"				Zmienne	γf= 1,50	
1	Skupione	-90,0	-40,000		0,00	
5	Skupione	-90,0	-23,000		0,00	

OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: D ""				Zmienne	γf= 1,50	
1	Skupione	-90,0	23,000		0,00	
5	Skupione	-90,0	40,000		0,00	

OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: F ""				Zmienne	γf= 1,50	
9	Liniowe	0,0	50,000	50,000	0,00	2,50

OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: G ""				Zmienne	γf= 1,50	
8	Liniowe	0,0	50,000	50,000	0,00	2,50

==========

W Y N I K I wg PN 82/B-02000
Teoria I-go rzędu
Kombinatoryka obciążeń

==========

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψd:		γf:
Ciężar wł.				1,10
A -"STAŁE"	Stałe			1,27
B -"ZMIENNE"	Zmienne	1	1,00	1,35
C -"WIATR"	Zmienne	1	1,00	1,50
D -""	Zmienne	1	1,00	1,50
F -""	Zmienne	1	1,00	1,50
G -""	Zmienne	1	1,00	1,50
H -""	Zmienne	1	1,00	1,50

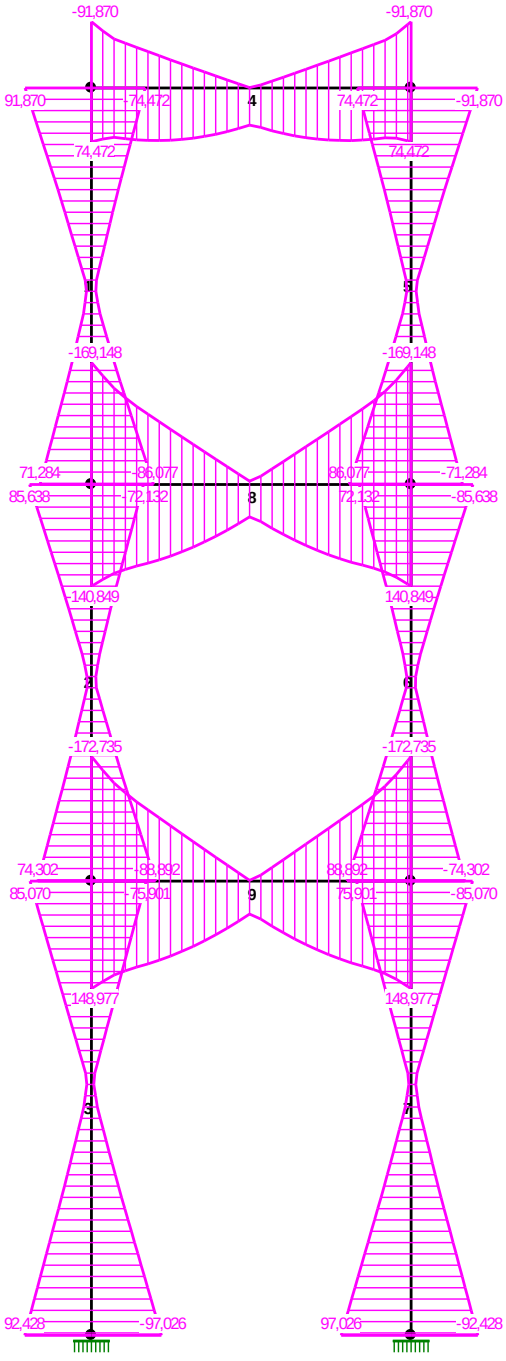
RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
A -"STAŁE"	EWENTUALNIE
B -"ZMIENNE"	EWENTUALNIE
C -"WIATR"	EWENTUALNIE
D -""	EWENTUALNIE
F -""	EWENTUALNIE
G -""	EWENTUALNIE
H -""	EWENTUALNIE

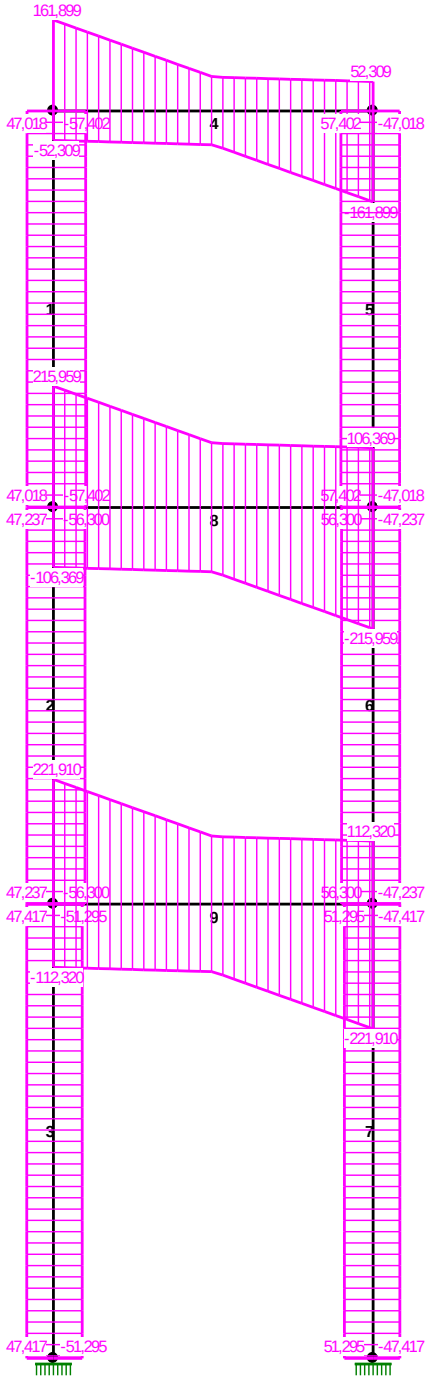
KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr:	Specyfikacja:
1	ZAWSZE : A
	EWENTUALNIE: B+C/D+F+G+H

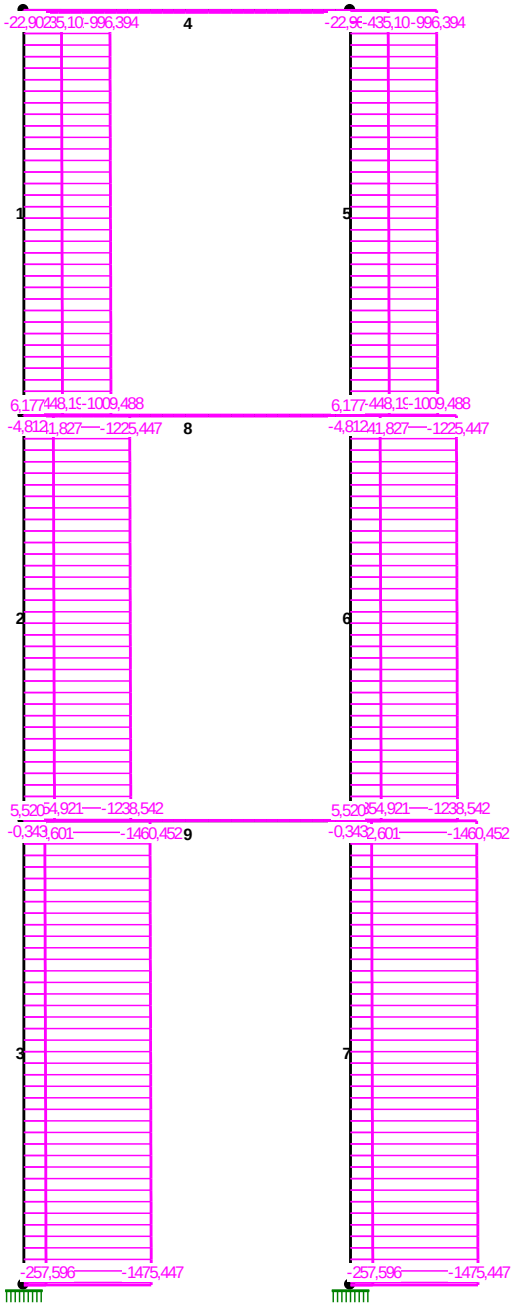
MOMENTY-OBWIEDNIE:



TNĄCE-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:



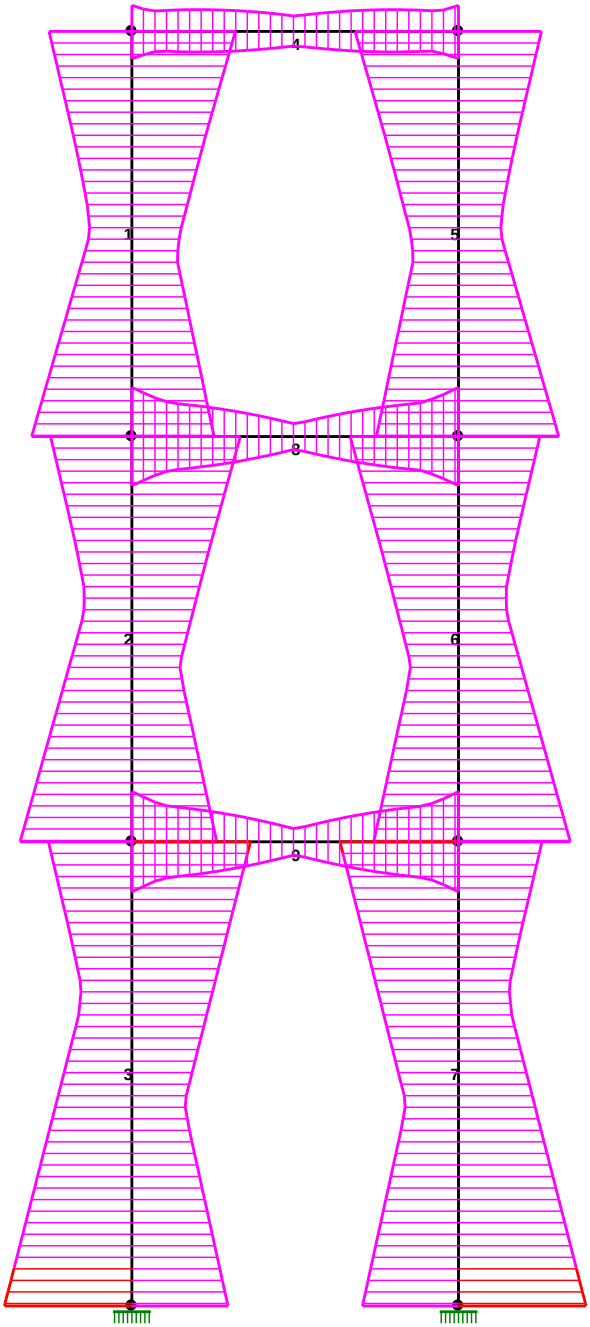
SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,000	**91,870***	-57,402	-996,394	ABDGH
	3,100	**-86,077***	-57,402	-1009,488	ABDGH
	0,000	91,870	**-57,402***	-996,394	ABDGH
	3,100	-86,077	**-57,402***	-1009,488	ABDGH
	0,000	-74,472	47,018	**-435,101***	ACF
	3,100	-86,077	-57,402	**-1009,488***	ABDGH
2	0,000	**85,638***	-56,300	-1131,697	ABDFG
	3,100	**-88,892***	-56,300	-1144,792	ABDFG
	0,000	85,638	**-56,300***	-1131,697	ABDFG
	3,100	-88,892	**-56,300***	-1144,792	ABDFG
	0,000	-70,681	46,588	**-341,827***	AC
	3,100	-88,333	-55,651	**-1238,542***	ABDFGH
3	3,550	**92,428***	47,417	-698,431	ABCG
	3,550	**-97,026***	-51,295	-1381,697	ABDFH
	0,000	85,070	**-51,295***	-1366,702	ABDFH
	3,550	-97,026	**-51,295***	-1381,697	ABDFH
	0,000	-74,837	46,970	**-242,601***	AC
	3,550	-96,506	-50,848	**-1475,447***	ABDFGH
4	0,000	**74,472***	-52,309	-12,982	ACF
	0,000	**-91,870***	161,899	-22,902	ADGH
	0,000	-91,870	**161,899***	-22,902	ADGH
	0,000	-0,868	7,920	**-0,267***	AF
	1,250	4,082	-0,000	**-0,267***	ABF
	0,000	-91,870	161,899	**-22,902***	ABDGH
	0,469	69,192	3,315	**-22,902***	ABCGH
5	3,100	**86,077***	57,402	-1009,488	ABCGH
	0,000	**-91,870***	57,402	-996,394	ABCGH
	3,100	86,077	**57,402***	-1009,488	ABCGH
	0,000	-91,870	**57,402***	-996,394	ABCGH
	0,000	74,472	-47,018	**-435,101***	ADF
	3,100	86,077	57,402	**-1009,488***	ABCGH
6	3,100	**88,892***	56,300	-1144,792	ABCFG
	0,000	**-85,638***	56,300	-1131,697	ABCFG
	3,100	88,892	**56,300***	-1144,792	ABCFG
	0,000	-85,638	**56,300***	-1131,697	ABCFG
	0,000	70,681	-46,588	**-341,827***	AD
	3,100	88,333	55,651	**-1238,542***	ABCFGH
7	3,550	**97,026***	51,295	-1381,697	ABCFH
	3,550	**-92,428***	-47,417	-698,431	ABDG
	3,550	97,026	**51,295***	-1381,697	ABCFH
	0,000	-85,070	**51,295***	-1366,702	ABCFH
	0,000	74,837	-46,970	**-242,601***	AD
	3,550	96,506	50,848	**-1475,447***	ABCFGH
8	0,000	**140,849***	-106,369	0,059	AC
	0,000	**-169,148***	215,959	1,263	ADFGH
	0,000	-166,539	**215,959***	5,971	ABDGH
	0,000	-5,384	7,920	**6,177***	ABH

	1,250	-0,434	0,000	**6,177***	AH
	0,000	-165,815	215,959	**-4,812***	ABDFG
	0,313	111,992	-38,036	**-4,812***	ABCFG
9	0,000	**148,977***	-112,320	-0,334	ACH
	0,000	**-172,735***	221,910	5,520	ADFG
	0,000	-172,735	**221,910***	5,520	ADFG
	0,000	-172,735	221,910	**5,520***	ABDFG
	0,313	118,091	-43,988	**5,520***	ABCFG
	0,000	-1,319	7,920	**-0,343***	AH
	1,250	3,631	0,000	**-0,343***	AH

* = Wartości ekstremalne

NAPĘŻENIA-OBWIEDNIE:



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

Pręt:	x[m]:	SigmaG: Ro	SigmaD: Ro	Sigma: [MPa]	Kombinacja obciążeń:
1	0,000	**0,255***		4,262	ACF
	0,000	**-0,889***		-14,840	ABDGH
	0,000		**0,273***	4,555	ADGH
	3,100		**-0,861***	-14,379	ABDGH
2	0,000	**0,269***		4,490	AC
	0,000	**-0,931***		-15,552	ABDFGH
	3,100		**0,281***	4,695	AC
	3,100		**-0,959***	-16,022	ABDFGH
3	0,000	**0,329***		5,500	AC
	0,000	**-1,018***		-17,003	ABDFGH
	3,550		**0,420***	7,006	AC
	3,550		**-1,094***	-18,269	ABDFGH
4	0,000	**0,224***		3,732	ABDGH
	0,000	**-0,189***		-3,157	ABCF
	0,000		**0,183***	3,049	ABCF
	2,500		**-0,235***	-3,923	ACGH
5	0,000	**0,273***		4,555	ACGH
	3,100	**-0,861***		-14,379	ABCGH
	0,000		**0,255***	4,262	ADF
	0,000		**-0,889***	-14,840	ABCGH
6	3,100	**0,281***		4,695	AD
	3,100	**-0,959***		-16,022	ABCFGH
	0,000		**0,269***	4,490	AD
	0,000		**-0,931***	-15,552	ABCFGH
7	3,550	**0,420***		7,006	AD
	3,550	**-1,094***		-18,269	ABCFGH
	0,000		**0,329***	5,500	AD
	0,000		**-1,018***	-17,003	ABCFGH
8	2,500	**0,422***		7,053	ABCFGH
	0,000	**-0,351***		-5,868	ABC
	2,500		**0,351***	5,869	AD
	0,000		**-0,422***	-7,043	ADFGH
9	2,500	**0,432***		7,220	ABCFG
	2,500	**-0,372***		-6,209	ABDH
	0,000		**0,372***	6,206	ABCH
	0,000		**-0,430***	-7,174	ABDFG

* = Wartości ekstremalne

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

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

3	**51,295***	1381,697	1382,649	-97,026	ABDFH
	51,295*	1034,612	1035,883	-97,026	ADFH
	-47,417*	698,431	700,039	92,428	ABCG
	-47,417*	351,346	354,531	92,428	ACG
	50,848	**1475,447***	1476,323	-96,506	ABDFGH
	-46,970	**257,596***	261,843	91,908	AC
	50,848	1475,447	**1476,323***	-96,506	ABDFGH
	-47,417	351,346	354,531	**92,428***	ACG
	-47,417	698,431	700,039	**92,428***	ABCG
	51,295	1034,612	1035,883	**-97,026***	ADFH
	51,295	1381,697	1382,649	**-97,026***	ABDFH
6	**47,417***	698,431	700,039	-92,428	ABDG
	47,417*	351,346	354,531	-92,428	ADG
	-51,295*	1381,697	1382,649	97,026	ABCFH
	-51,295*	1034,612	1035,883	97,026	ACFH
	-50,848	**1475,447***	1476,323	96,506	ABCFGH
	46,970	**257,596***	261,843	-91,908	AD
	-50,848	1475,447	**1476,323***	96,506	ABCFGH
	-51,295	1034,612	1035,883	**97,026***	ACFH
	-51,295	1381,697	1382,649	**97,026***	ABCFH
	47,417	351,346	354,531	**-92,428***	ADG
	47,417	698,431	700,039	**-92,428***	ABDG

* = Wartości ekstremalne

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

Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,00999			ACGH
		0,00245		ABDFGH
			0,01028	ABDFGH
2	0,00674			ABDH
		0,00182		ABDFGH
			0,00698	ABDFGH
3	0,00000			ADFH
		0,00000		ABDFGH
			0,00000	ABDFGH
4	0,00999			ADGH
		0,00245		ABCFGH
			0,01028	ABCFGH
5	0,00674			ACH
		0,00182		ABCFGH
			0,00698	ABCFGH
6	0,00000			ACFH
		0,00000		ABCFGH
			0,00000	ABCFGH
7	0,00346			ABDFG
		0,00105		ABDFGH
			0,00362	ABDFGH

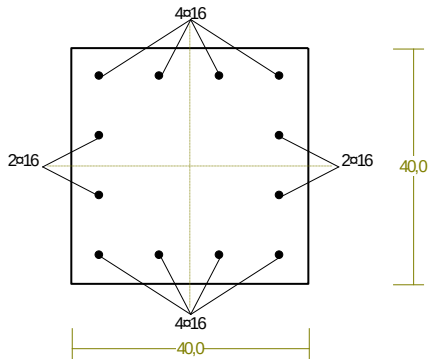
```
   8      0,00346                                ABCFG
                    0,00105                      ABCFGH
                                  0,00362        ABCFGH
-------------------------------------------------------------------
```

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

Pręt:	L/f:	Kombinacja obciążeń:
1	11493,6	ADFH
2	12529,9	ABDFH
3	8439,5	ACFH
4	16666,4	ABCFH
5	11493,6	ACFH
6	12529,9	ABCFH
7	8439,5	ADFH
8	16969,6	ACG
9	16353,2	ACFH

Cechy przekroju:

zadanie Rama 3z, pręt nr 1, przekrój: x_a=1,55 m, x_b=1,55 m



Wymiary przekroju [cm]:
h=40,0, b=40,0,
Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej
BETON: **B37**
f_{ck}= **30,0** MPa, $f_{cd}=\alpha\cdot f_{ck}/\gamma_c$=1,00×30,0/1,50=**20,0** MPa
Cechy geometryczne przekroju betonowego:
A_c=**1600** cm^2, J_{cx}=**213333** cm^4, J_{cy}=**213333** cm^4
STAL: **A-IIIN** (**B500SP**)
f_{yk}=500 MPa, γ_s=1,15, f_{yd}=420 MPa

ξ_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+420/200000)=0,625,

Zbrojenie główne:
$A_{s1}+A_{s2}$=**24,13** cm^2, ρ=100 ($A_{s1}+A_{s2}$)/A_c =100×24,13/1600=**1,51** %,
J_{sx}=**3923** cm^4, J_{sy}=**3923** cm^4,

Siły przekrojowe:

zadanie: Rama 3z, pręt nr 1, przekrój: x_a=1,55 m, x_b=1,55 m

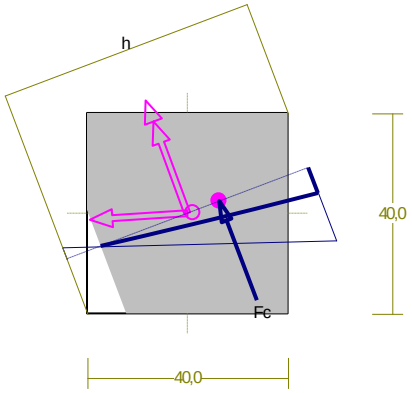
Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **A**

Momenty zginające:	M_x = -0,094 kNm,	M_y = 5,860 kNm,
Siły poprzeczne:	V_y = -0,756 kN,	V_x = -11,342 kN,
Siła osiowa:	N = -501,877 kN = N_{Sd},	

Uwzględnienie smukłości pręta:
- w płaszczyźnie ustroju:
  $e_{ey} = M_x/N$ = (-0,094)/(-501,877)=0,000 m,
  $M_{Sdx} = \eta_x (e_{ay} + e_{ey})$ N = 1,048×(0,020 +0,000)×(-495,330) = -11,710 kNm,
- w płaszczyźnie prostopadłej do ustroju:
  $e_{ex} = -M_y/N$ = -(5,860)/(-501,877)=0,012 m,
  $M_{Sdy} = \eta_y (e_{ax} + e_{ex})$ N = -1,036×(0,017 +0,012)×(-495,330) = 31,696 kNm.

Zbrojenie wymagane:

(zadanie Rama 3z, pręt nr 1, przekrój: x_a=1,55 m, x_b=1,55 m)



Wielkości obliczeniowe:
N_{Sd}=-495,330 kN,
$M_{Sd}=\sqrt{(M_{Sdx}^2+ M_{Sdy}^2)} = \sqrt{(-11,710^2+31,696^2)}$ =33,789 kNm
f_{cd}=20,0 MPa, f_{yd}=420 MPa =f_{td},
Dodatkowe zbrojenie mniej ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.
Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

Wielkości geometryczne [cm]:

h=51,6, d=51,6, x=47,6 (ξ=0,923), a_c=19,0, A_{cc}=1519 cm^2,
ε_c=-0,39 ‰,

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

F_c= -495,322,
M_c= 33,789,

Warunki równowagi wewnętrznej:

F_c=-495,322=-495,322 kN (N_{Sd}=-495,330 kN)
M_c=33,789=33,789 kNm (M_{Sd}=33,789 kNm)

Długości wyboczeniowe pręta:

zadanie Rama 3z, pręt nr 1

- **przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu:**

podatności węzłów ustalone według załącznika C normy, współczynnik β obliczono jak dla pręta dwustronnie zamocowanego w układzie przesuwnym

ze wzoru (C.1) $l_o = \beta\, l_{col}$, l_{col}=3,100 m,

podatności węzłów: κ_a =0,193 ⇒ k_A =(1/κ_a-1)=4,185, ε_b =0,323 ⇒ k_B =(1/κ_b-1)=2,093,

$\beta=1+1/(5k_A+1) + 1/(5k_B+1) + 0,2/(k_A+k_B)$ =
1 + 1/(5×4,185+1) + 1/(5×2,093+1) + 0,2/(4,185 + 2,093) = 1,165 ⇒ l_o= 1,165×3,100 = 3,611 m

- **przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:**

podatności węzłów ustalone według załącznika C normy, współczynnik β obliczono jak dla pręta swobodnego:

ze wzoru (C.1) $l_o = \beta\, l_{col}$, l_{col}=3,100 m,

podatności węzłów: κ_a =1,000 ⇒ k_A =(1/κ_a -1)=0,000, ε_b =1,000 ⇒ k_B =(1/κ_b-1)=0,000,

β=1,000 ⇒ l_o = 1,000×3,100 = 3,100 m ⇒ l_o= 1,000×3,100 = 3,100 m*|*

podatności węzłów: κ_a=0,000, κ_b=0,000, κ_v=0,000, ⇒ μ = 1,000, dla l_{col} = 3,100, l_o= μ l_{col} = 1,000×3,100 = 3,100 m*)

Uwzględnienie wpływu smukłości pręta:

zadanie Rama 3z, pręt nr 1

- **w płaszczyźnie ustroju:**

mimośród niezamierzony: (l_{col}=3,100 m, h=0,400 m, n=1) $e_a = \max\left\langle \frac{l_{col}}{600}\left(1+\frac{1}{n}\right), \frac{h}{30}, 0,01 \right\rangle$

= max⟨0,010, 0,013, 0,010⟩ =0,013 m, przyjęto: e_a=0,020 m,

mimośród statyczny: M_{max}=max M_{Sd} =1,265 kNm, N_{Sd}=-495,330 kN ⇒ e_e= |M_{max}/N| = |1,265/(-495,330)| = 0,003 m,

mimośród początkowy: $e_o=e_a+e_e=0,020+0,003=0,023$ m,

obliczenie siły krytycznej:
- długość wyboczeniowa: $l_o=3,611$ m (obliczona wg PN),
- moduł sprężystości betonu: $E_{cm}=32,0\cdot10^6$ kPa,
- momenty bezwładności: $I_c=21,3333\cdot10^{-4}$ m^4,
  $I_s=0,3923\cdot10^{-4}$ m^4 (dla zbrojenia rzeczywistego)
- $e_o/h=\max\langle(e_a+e_e)/h,\ 0,05,\ 0,5\text{-}0,01(l_o/h+f_{cd})\rangle = \max\langle0,056,\ 0,05,\ 0,210\rangle = 0,210$,
- $k_{lt}=1+0,5\ (N_{Sd,lt}/N_{Sd})\ \phi_{(t,to)} =1 + 0,5\times1,000\times2,00 = 2,000$,

$$N_{crit}=\frac{9}{l_o^2}\left[\frac{E_{cm}I_c}{2k_{lt}}\left(\frac{0,11}{0,1+\frac{e_o}{h}}+0,1\right)+E_sI_s\right]=$$

$$\frac{9}{3,611^2}\left[\frac{3,200\cdot10^7\times2,133\cdot10^{-3}}{2\times2,000}\left(\frac{0,11}{0,1+0,210}+0,1\right)+2,0\cdot10^8\times3,923\cdot10^{-5}\right]=10778,921\ \text{kN}$$

współczynnik zwiększający mimośród początkowy:

$$\eta=\frac{1}{1-N_{Sd}/N_{crit}}=\frac{1}{1-(495,330/10778,921)}=1,048$$

,

- **<u>w płaszczyźnie prostopadłej do ustroju:</u>**

mimośród niezamierzony: ($l_{col}=3,100$ m, $h=0,400$ m) $e_a=\max\left\langle\frac{l_{col}}{600},\frac{h}{30},0,01\right\rangle=\max<0,005,$

0,013, 0,010> =0,013 m, przyjęto: $e_a=0,017$ m,

mimośród statyczny: $M_{max}=0,6\cdot M_{1Sd}+0,4\cdot M_{2Sd}=0,6\cdot(23,440)+0,4\cdot(-11,720)=9,376$ kNm, $N_{Sd}=-495,330$ kN $\Rightarrow$ $e_e=|M_{max}/N|=|9,376/(-495,330)|=0,019$ m,

mimośród początkowy: $e_o=e_a+e_e=0,017+0,019=0,036$ m,

obliczenie siły krytycznej:
- długość wyboczeniowa: $l_o=3,100$ m (obliczona wg PN),
- moduł sprężystości betonu: $E_{cm}=32,0\cdot10^6$ kPa,
- momenty bezwładności: $I_c=21,3333\cdot10^{-4}$ m^4,
  $I_s=0,3923\cdot10^{-4}$ m^4 (dla zbrojenia rzeczywistego
- $e_o/h=\max\langle(e_a+e_e)/h,\ 0,05,\ 0,5\text{-}0,01(l_o/h+f_{cd})\rangle = \max\langle0,089,\ 0,05,\ 0,223\rangle = 0,223$,
- $k_{lt}=1+0,5\ (N_{Sd,lt}/N_{Sd})\ \phi_{(t,to)} =1 + 0,5\times1,000\times2,00 = 2,000$,

$$N_{crit}=\frac{9}{l_o^2}\left[\frac{E_{cm}I_c}{2k_{lt}}\left(\frac{0,11}{0,1+\frac{e_o}{h}}+0,1\right)+E_sI_s\right]=$$

$$\frac{9}{3,100^2}\left[\frac{3,200\cdot10^7\times2,133\cdot10^{-3}}{2\times2,000}\left(\frac{0,11}{0,1+0,223}+0,1\right)+2,0\cdot10^8\times3,923\cdot10^{-5}\right]=14397,480\ \text{kN}$$

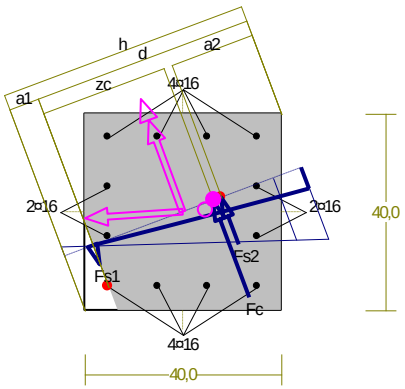
współczynnik zwiększający mimośród początkowy:

$$\eta=\frac{1}{1-N_{Sd}/N_{crit}}=\frac{1}{1-(495,330/14397,480)}=1,036$$

.

Nośność przekroju prostopadłego:

zadanie Rama 3z, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,00$ m, $x_b=3,10$ m



Wielkości obliczeniowe:

N_{Sd}=-495,330 kN,

$M_{Sd}=\sqrt{(M_{Sdx}^2+ M_{Sdy}^2)} = \sqrt{(-11,710^2+31,696^2)}$ =33,789 kNm

f_{cd}=20,0 MPa, f_{yd}=420 MPa =f_{td},

Zbrojenie rozciągane: A_{s1}=**2,01** cm^2,

Zbrojenie ściskane: A_{s2}=**22,12** cm^2,

$A_s=A_{s1}+A_{s2}$=24,13 cm^2, $\rho=100\times A_s/A_c$= 100×24,13/1600=1,51 %

Wielkości geometryczne [cm]:

h=51,5, d=45,3, x=45,2 (ξ=0,997),

a_1=6,2, a_2=17,4, a_c=19,1, z_c=26,1, A_{cc}=1539 cm^2,

ε_c=-0,33 ‰, ε_{s2}=-0,28 ‰, ε_{s1}=0,00 ‰,

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

F_c= -427,896, F_{s1} = 0,043, F_{s2} = -67,477,

M_c= 28,143, M_{s1} = 0,008, M_{s2} = 5,638,

Warunek stanu granicznego nośności:

N_{Rd} = |**-2683,978| kN** > N_{Sd} =F_c+F_{s1}+F_{s2}= |-427,896+(0,043)+(-67,477)| = |**-495,330**| kN

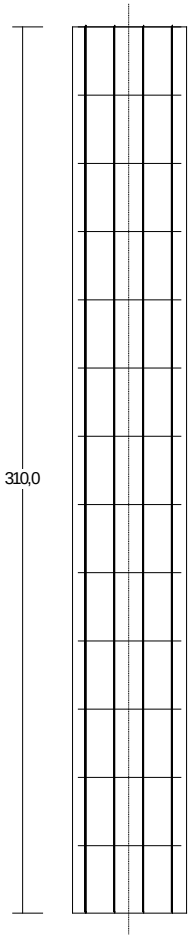
Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

zadanie Rama 3z, pręt nr 1

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy ϕ=6 mm ze stali A-I, dla której f_{ywd} = 210 MPa.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,min} = 0,08\ \sqrt{f_{ck}}\ / f_{yk} = 0,08\times \sqrt{30}\ / 500 = 0,00088$$



Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a = 0,0$ $x_b = 310,0$ cm

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$s_{max} = 0,75\ d = 0,75 \times 318 = 239$ $s_{max} \le 400$ mm

przyjęto $s_{max} = 239$ mm.

Ze względu na pręty ściskane $s_{max} = 15\ \phi = 15 \times 16,0 = 240,0$ mm.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$s_{max} = \min\{h; b\} = \min\{400,0; 400,0\} = 400,0$ $s_{max} \le 400$ mm

przyjęto $s_{max} = 400,0$ mm.

Ze względu na zbrojenie $s_{max} = 15\ \phi = 15 \times 16,0 = 240,0$ mm.

Przyjęto strzemiona 4-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **23,9** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

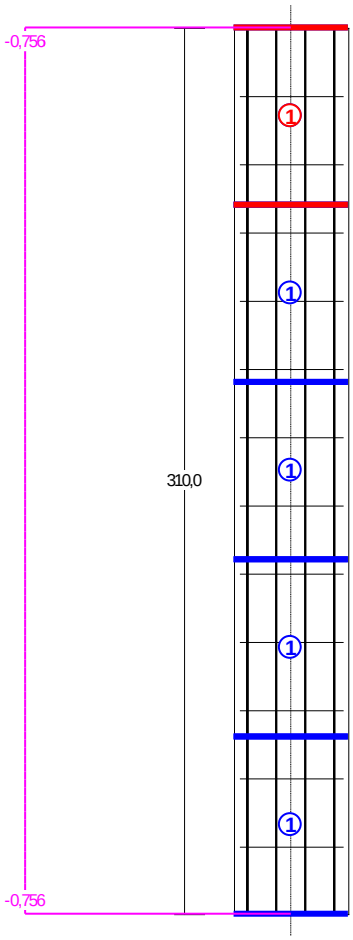
$$\rho_w = A_{sw} / (s\ b_w \sin \alpha) = 1,13 / (23,9 \times 40,0 \times 1,000) = 0,00118$$

$$\rho_w = \mathbf{0,00118} > \mathbf{0,00088} = \rho_{w\ min}$$

Ścinanie

zadanie Rama 3z, pręt nr 1.

Przyjęto podparcie lub obciążenie pośrednie.



Odcinek nr 1

Początek i koniec odcinka: $x_a = 0,0 \quad x_b = 62,0$ cm

Siły przekrojowe: $N_{Sd} = -495,330;$

$V_{Sd\,max} = -0,756$ kN

Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{12,06}{40,0 \times 31,8} = 0,00948; \qquad \rho_L \le 0,01$$

Przyjęto $\rho_L = 0,00948$.

$\sigma_{cp} = N_{Sd} / A_C = 495,330 / 1750,80 \times 10 = 2,83$ MPa $\qquad \sigma_{cp} \le 0,2\, f_{cd}$

Przyjęto $\sigma_{cp} = 2,83$ MPa.

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

$= [0,35 \times 1,28 \times 1,30 \times (1,2 + 40 \times 0,00948) + 0,15 \times 2,83] \times 40,0 \times 31,8 \times 10^{-1} = 171,082$ kN

$V_{Sd} = 0,756 < 171,082 = V_{Rd1}$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

V_{Sd} = **0,756 < 171,082** = V_{Rd1}

$\nu = 0{,}6\,(1 - f_{ck} / 250) = 0{,}6\times(1 - 30 / 250) = 0{,}528$

$V_{Rd2} = 0{,}5\,\nu\, f_{cd}\, b_w\, z = 0{,}5\times0{,}528\times20{,}0\times40{,}0\times6{,}1\times10^{-1} = 128{,}299$ kN

$\alpha_c = 1 + \sigma_{cp}/f_{cd} = 1 + 2{,}83/20{,}0 = 1{,}141$

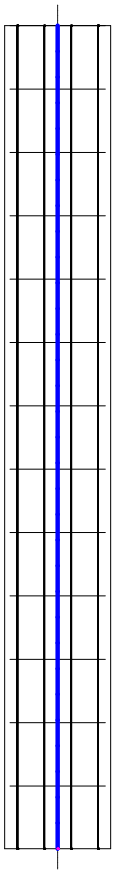
$V_{Rd2,red} = \alpha_c$ VRd2 =1,141×128,299 = 146,448 kN

Przyjęto $V_{Rd2,red}$ = 128,299 kN

V_{Sd} = **0,756 < 128,299** = $V_{Rd2,red}$

Nośność zbrojenia podłużnego

zadanie Rama 3z, pręt nr 1.



Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla x = 0,310 m:

$\Delta F_{td} = 0{,}5\,|V_{Sd}|\,(\cot\theta - V_{Rd32}/\,V_{Rd3}\,\cot\alpha) = 0{,}5\times-0{,}756\times(1{,}000) = 0{,}378$ kN

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciąganym:

$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 0{,}000 + 0{,}378 = 0{,}378$ kN;

$F_{td} \le F_{td,max} = 0{,}000$ kN

Przyjęto F_{td} = 0,000 kN

F_{td} = **0,000 < 506,676** = 12,06×420 ×10^{-1} = A_s f_{yd}

Zarysowanie

zadanie Rama 3z, pręt nr 1,

Położenie przekroju: x = 0,310 m

Siły przekrojowe od obc. długotrwałych: M_{Sd} = 0,937 kNm

N_{Sd} = -393,390 kN e = 2,2 cm

V_{Sd} = -0,687 kN

Wymiary przekroju: b_w = 40,0 cm

d = h - a_1 = 40,0 - 8,2 = 31,8 cm

A_c = 1600 cm^2

W_c = 10667 cm^3

Zarysowanie:

$M_{cr} = f_{ctm} W_c$ = 2,9×10667 ×10^{-3} = 30,933 kNm

Przekrój niezarysowany - w przekroju występują wyłącznie naprężenia ściskające.

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

zadanie Rama 3z, pręt nr 1

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych i krótkotrwałych.

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

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1+\phi(t,t_o)} = \frac{32000}{1+2,00} = 10667 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$M_{cr} = f_{ctm} W_c$ = 2,9×10667 ×10^{-3} = 30,933 kNm

Całkowity moment zginający M_{Sd} = 1,150 kN nie powoduje zarysowania przekroju.

Sztywność dla krótkotrwałego działania wszystkich obciążeń:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu M_{Sd} = 1,150 kNm.

Wielkości geometryczne przekroju: x_I = 20,0 cm I_I = 237850 cm^4

B = $E_{c,eff}$ I_I = 32000×237850 ×10^{-5} = 76112 kNm^2

Sztywność dla krótkotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu M_{Sd} = 1,150 kNm.

Wielkości geometryczne przekroju: x_I = 20,0 cm I_I = 237850 cm^4

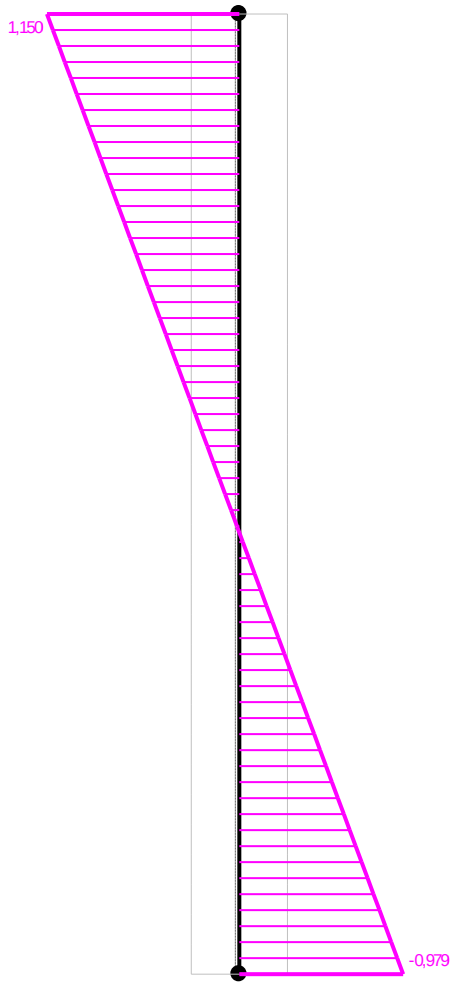
B = $E_{c,eff}$ I_I = 32000×286884 ×10^{-5} = 76112 kNm^2

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

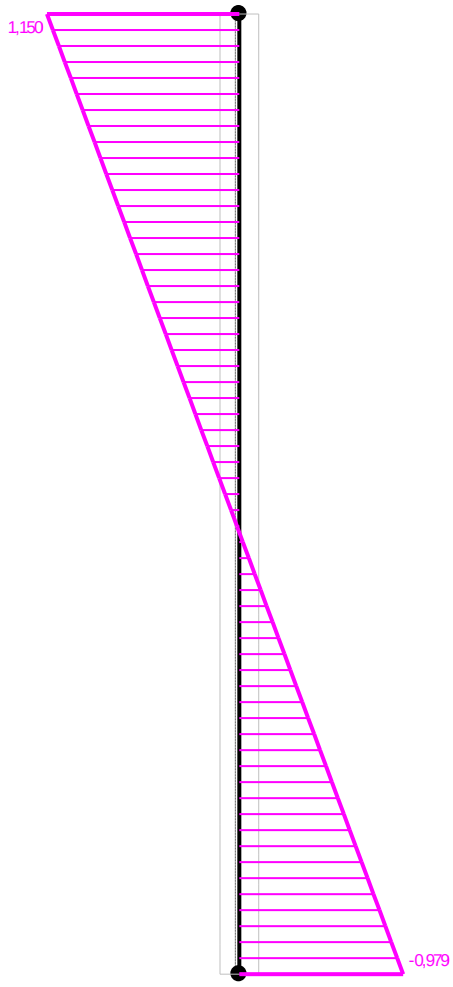
Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu M_{Sd} = 1,150 kNm.

Wielkości geometryczne przekroju: x_I = 20,0 cm I_I = 286884 cm^4

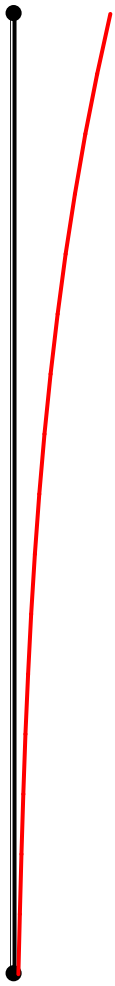
B = $E_{c,eff}$ I_I = 10667×286884 ×10^{-5} = 30601 kNm^2



Wykres sztywności i momentów dla obciążeń krótko- i długotrwałych.



Wykres sztywności i momentów dla obciążeń długotrwałych.



Ugięcia.

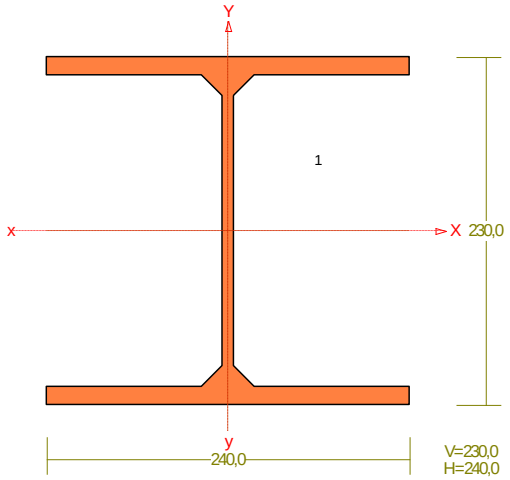
Ugięcie w punkcie o współrzędnej x = 0,000 m, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta (1/ρ) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$a = a_{0,k+d} - a_{0,d} + a_{\infty,d} = -0,2 - (-0,2) + (-0,1) = 0,1$ mm

$a = \mathbf{0,1} < \mathbf{15,5} = a_{lim}$

NAZWA: kratownica3

PRZEKRÓJ Nr: 1 **Nazwa: "I 240 HEA"**



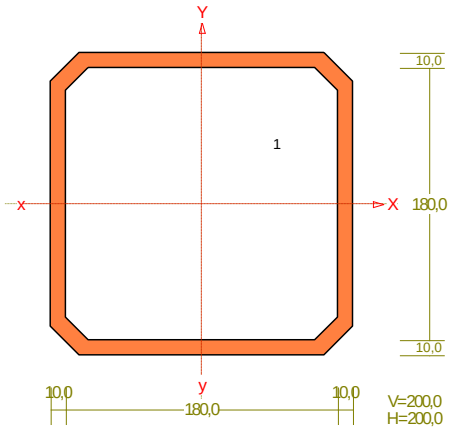
Skala 1:5

CHARAKTERYSTYKA PRZEKROJU: Materiał: 2 St3S (X,Y,V,W)

Gł.centr.osie bezwładn.[cm]:	Xc=	12,0	Yc=	11,5
			alfa=	-0,0
Momenty bezwładności [cm4]:	Jx=	7763,0	Jy=	2769,0
Moment dewiacji [cm4]:			Dxy=	0,0
Gł.momenty bezwładn. [cm4]:	Ix=	7763,0	Iy=	2769,0
Promienie bezwładności [cm]:	ix=	10,1	iy=	6,0
Wskaźniki wytrzymał. [cm3]:	Wx=	675,0	Wy=	230,8
	Wx=	-675,0	Wy=	-230,8
Powierzchnia przek. [cm2]:			F=	76,8
Masa [kg/m]:			m=	60,3
Moment bezwładn.dla zginania w płaszcz.ukł. [cm4]:			Jzg=	7763,0

Nr.	Oznaczenie	Fi: [deg]	Xs: [cm]	Ys: [cm]	Sx: [cm3]	Sy: [cm3]	F: [cm2]
1	I 240 HEA	0	0,00	0,00	0,0	0,0	76,8

PRZEKRÓJ Nr: 2 **Nazwa: "H 200x200x10.0"**



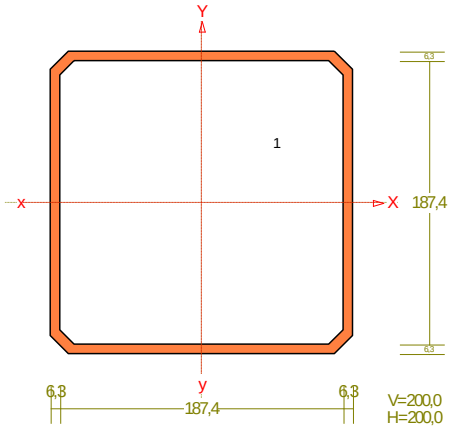
Skala 1:5

CHARAKTERYSTYKA PRZEKROJU: Materiał: 3 St4 (VX,VY,V,W)

Gł.centr.osie bezwładn.[cm]:	Xc=	10,0	Yc=	10,0	
			alfa=	0,0	
Momenty bezwładności [cm4]:	Jx=	4340,0	Jy=	4340,0	
Moment dewiacji [cm4]:			Dxy=	0,0	
Gł.momenty bezwładn. [cm4]:	Ix=	4340,0	Iy=	4340,0	
Promienie bezwładności [cm]:	ix=	7,7	iy=	7,7	
Wskaźniki wytrzymał. [cm3]:	Wx=	434,0	Wy=	434,0	
	Wx=	-434,0	Wy=	-434,0	
Powierzchnia przek. [cm2]:			F=	73,4	
Masa [kg/m]:			m=	57,6	
Moment bezwładn.dla zginania w płaszcz.ukł. [cm4]:			Jzg=	4340,0	

Nr.	Oznaczenie	Fi: [deg]	Xs: [cm]	Ys: [cm]	Sx: [cm3]	Sy: [cm3]	F: [cm2]
1	H 200x200x10.0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	73,4

PRZEKRÓJ Nr: 3 **Nazwa: "H 200x200x 6.3"**



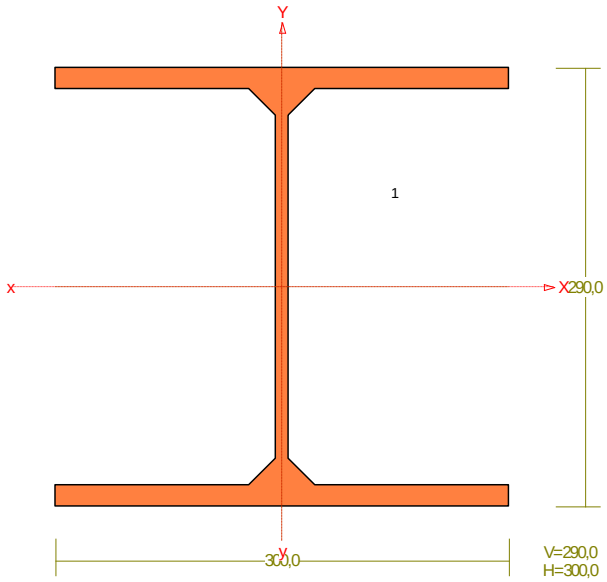
Skala 1:5

CHARAKTERYSTYKA PRZEKROJU: Materiał: 3 St4 (VX,VY,V,W)

Gł.centr.osie bezwładn.[cm]:	Xc=	10,0	Yc=	10,0
			alfa=	0,0
Momenty bezwładności [cm4]:	Jx=	2960,0	Jy=	2960,0
Moment dewiacji [cm4]:			Dxy=	0,0
Gł.momenty bezwładn. [cm4]:	Ix=	2960,0	Iy=	2960,0
Promienie bezwładności [cm]:	ix=	7,9	iy=	7,9
Wskaźniki wytrzymał. [cm3]:	Wx=	296,0	Wy=	296,0
	Wx=	-296,0	Wy=	-296,0
Powierzchnia przek. [cm2]:			F=	47,8
Masa [kg/m]:			m=	37,5
Moment bezwładn.dla zginania w płaszcz.ukł. [cm4]:			Jzg=	2960,0

Nr.	Oznaczenie	Fi: [deg]	Xs: [cm]	Ys: [cm]	Sx: [cm3]	Sy: [cm3]	F: [cm2]
1	H 200x200x 6.3	0	0,00	0,00	0,0	0,0	47,8

PRZEKRÓJ Nr: 4 **Nazwa: "I 300 HEA"**



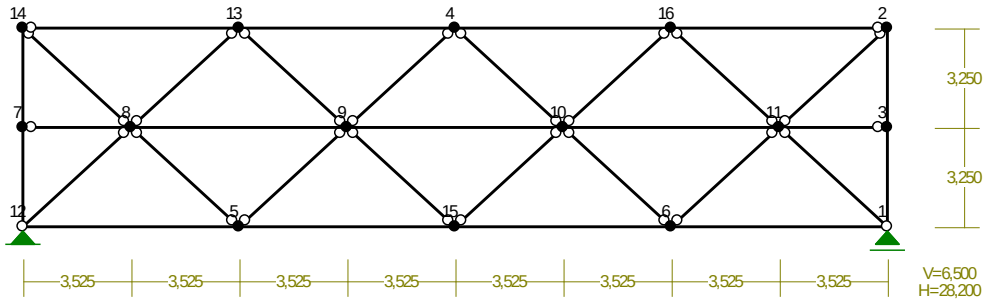
Skala 1:5

CHARAKTERYSTYKA PRZEKROJU: Materiał: 3 St4 (VX,VY,V,W)

Gł.centr.osie bezwładn.[cm]:	Xc=	15,0	Yc=	14,5
			alfa=	-0,0
Momenty bezwładności [cm4]:	Jx=	18260,0	Jy=	6310,0
Moment dewiacji [cm4]:			Dxy=	0,0
Gł.momenty bezwładn. [cm4]:	Ix=	18260,0	Iy=	6310,0
Promienie bezwładności [cm]:	ix=	12,7	iy=	7,5
Wskaźniki wytrzymał. [cm3]:	Wx=	1259,3	Wy=	420,7
	Wx=	-1259,3	Wy=	-420,7
Powierzchnia przek. [cm2]:			F=	112,5
Masa [kg/m]:			m=	88,3
Moment bezwładn.dla zginania w płaszcz.ukł. [cm4]:			Jzg=	18260,0

Nr.	Oznaczenie	Fi: [deg]	Xs: [cm]	Ys: [cm]	Sx: [cm3]	Sy: [cm3]	F: [cm2]
1	I 300 HEA	0	0,00	0,00	0,0	0,0	112,5

WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	28,200	0,000	9	10,575	3,250
2	28,200	6,500	10	17,625	3,250
3	28,200	3,250	11	24,675	3,250
4	14,100	6,500	12	0,000	0,000
5	7,050	0,000	13	7,050	6,500
6	21,150	0,000	14	0,000	6,500
7	0,000	3,250	15	14,100	0,000
8	3,525	3,250	16	21,150	6,500

PODPORY:

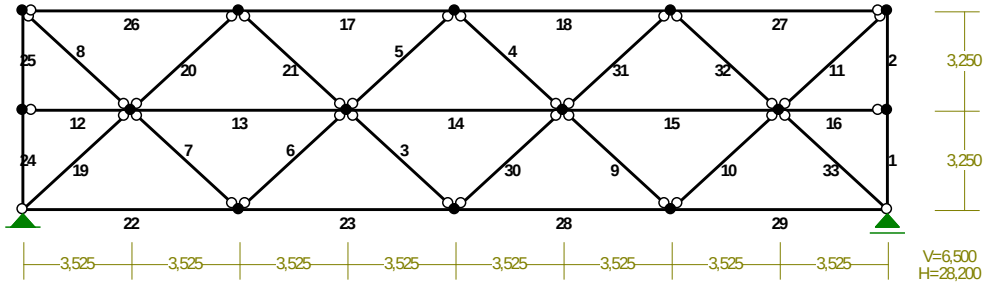
Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Podatności Dx(Do*): [m / k N]	Dy:	DFi: [rad/kNm]
1	przesuwna	0,0	0,000E+00*		
12	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	

OSIADANIA:

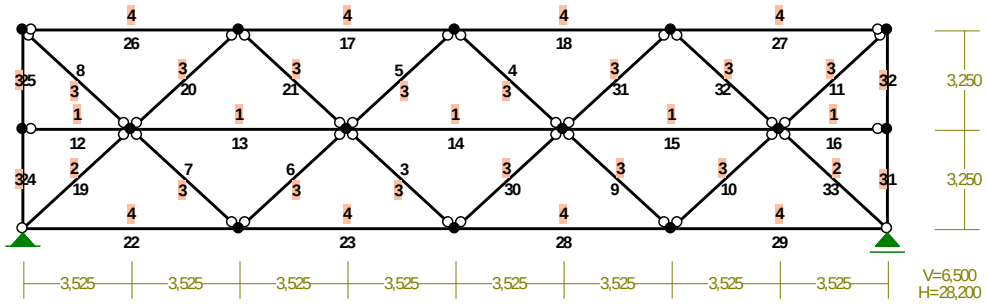
Węzeł:	Kąt:	Wx(Wo*)[m]:	Wy[m]:	FIo[grad]:

Brak Osiadań

PRĘTY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	10	1	3	0,000	3,250	3,250	1,000	3 H 200x200x 6.3
2	00	3	2	0,000	3,250	3,250	1,000	3 H 200x200x 6.3
3	11	15	9	-3,525	3,250	4,795	1,000	3 H 200x200x 6.3
4	11	10	4	-3,525	3,250	4,795	1,000	3 H 200x200x 6.3
5	11	4	9	-3,525	-3,250	4,795	1,000	3 H 200x200x 6.3
6	11	9	5	-3,525	-3,250	4,795	1,000	3 H 200x200x 6.3
7	11	5	8	-3,525	3,250	4,795	1,000	3 H 200x200x 6.3
8	11	8	14	-3,525	3,250	4,795	1,000	3 H 200x200x 6.3
9	11	10	6	3,525	-3,250	4,795	1,000	3 H 200x200x 6.3
10	11	6	11	3,525	3,250	4,795	1,000	3 H 200x200x 6.3
11	11	11	2	3,525	3,250	4,795	1,000	3 H 200x200x 6.3

12	10	7	8	3,525	0,000	3,525	1,000	1	I 240 HEA
13	00	8	9	7,050	0,000	7,050	1,000	1	I 240 HEA
14	00	9	10	7,050	0,000	7,050	1,000	1	I 240 HEA
15	00	10	11	7,050	0,000	7,050	1,000	1	I 240 HEA
16	01	11	3	3,525	0,000	3,525	1,000	1	I 240 HEA
17	00	13	4	7,050	0,000	7,050	1,000	4	I 300 HEA
18	00	4	16	7,050	0,000	7,050	1,000	4	I 300 HEA
19	11	12	8	3,525	3,250	4,795	1,000	2	H 200x200x10.0
20	11	8	13	3,525	3,250	4,795	1,000	3	H 200x200x 6.3
21	11	13	9	3,525	-3,250	4,795	1,000	3	H 200x200x 6.3
22	10	12	5	7,050	0,000	7,050	1,000	4	I 300 HEA
23	00	5	15	7,050	0,000	7,050	1,000	4	I 300 HEA
24	10	12	7	0,000	3,250	3,250	1,000	3	H 200x200x 6.3
25	00	7	14	0,000	3,250	3,250	1,000	3	H 200x200x 6.3
26	10	14	13	7,050	0,000	7,050	1,000	4	I 300 HEA
27	01	16	2	7,050	0,000	7,050	1,000	4	I 300 HEA
28	00	15	6	7,050	0,000	7,050	1,000	4	I 300 HEA
29	01	6	1	7,050	0,000	7,050	1,000	4	I 300 HEA
30	11	15	10	3,525	3,250	4,795	1,000	3	H 200x200x 6.3
31	11	10	16	3,525	3,250	4,795	1,000	3	H 200x200x 6.3
32	11	16	11	3,525	-3,250	4,795	1,000	3	H 200x200x 6.3
33	11	11	1	3,525	-3,250	4,795	1,000	2	H 200x200x10.0

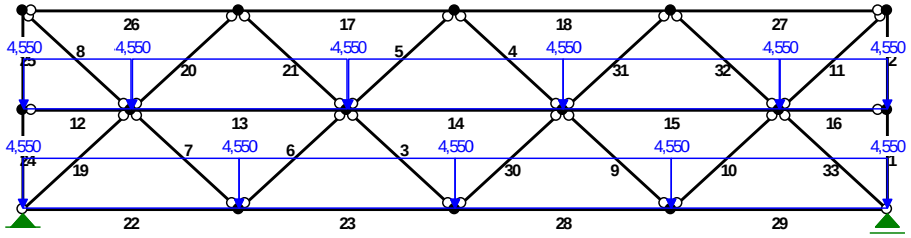
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm2]	Ix[cm4]	Iy[cm4]	Wg[cm3]	Wd[cm3]	h[cm]	Materiał:
1	76,8	7763	2769	675	675	23,0	2 St3S (X,Y,V,W)
2	73,4	4340	4340	434	434	20,0	3 St4 (VX,VY,V,W)
3	47,8	2960	2960	296	296	20,0	3 St4 (VX,VY,V,W)
4	112,5	18260	6310	1259	1259	29,0	3 St4 (VX,VY,V,W)

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm2]	Napręż.gr.: [N/mm2]	AlfaT: [1/K]
2 St3S (X,Y,V,	205	205,000	1,20E-05
3 St4 (VX,VY,V	205	225,000	1,20E-05

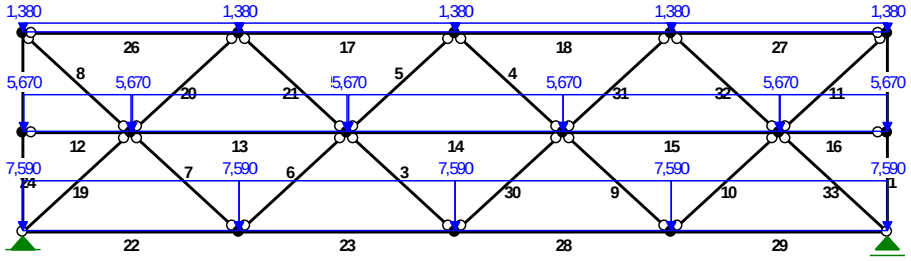
OBCIĄŻENIA:


4,550
4,550
4,550

OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: B "Śnieg"				Zmienne	γf= 1,50	
17	Liniowe-Y	0,0	0,900	0,900	0,00	7,05
18	Liniowe-Y	0,0	0,900	0,900	0,00	7,05
26	Liniowe-Y	0,0	0,900	0,900	0,00	7,05
27	Liniowe-Y	0,0	0,900	0,900	0,00	7,05

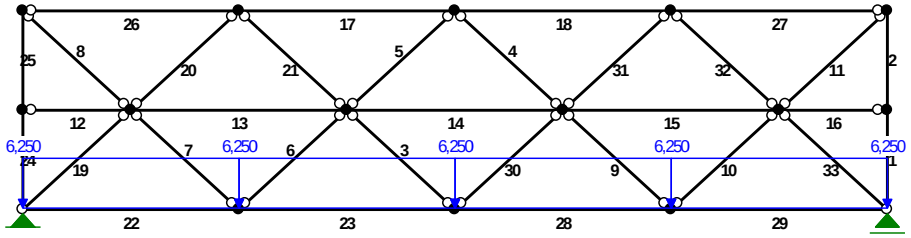
OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: C "Warstwy"				Stałe	γf= 1,20	
12	Liniowe	-0,0	5,670	5,670	0,03	3,52
13	Liniowe	-0,0	5,670	5,670	0,05	7,05
14	Liniowe	-0,0	5,670	5,670	0,05	7,05
15	Liniowe	-0,0	5,670	5,670	0,00	7,05
16	Liniowe	-0,0	5,670	5,670	0,03	3,52
17	Liniowe	-1,2	1,380	1,380	0,00	7,05
18	Liniowe	-1,2	1,380	1,380	0,00	7,05
22	Liniowe	-0,0	7,590	7,590	0,00	7,05
23	Liniowe	-0,0	7,590	7,590	0,00	7,05
26	Liniowe	-1,2	1,380	1,380	0,00	7,05
27	Liniowe	-1,2	1,380	1,380	0,00	7,05
28	Liniowe	-0,0	7,590	7,590	0,00	7,05
29	Liniowe	-0,0	7,590	7,590	0,00	7,05

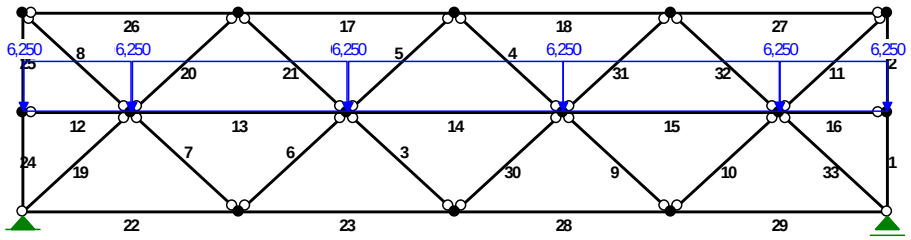
OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: D "użytkowe"				Zmienne	γf= 1,40	
22	Liniowe	-0,0	6,250	6,250	0,00	7,05
23	Liniowe	-0,0	6,250	6,250	0,00	7,05
28	Liniowe	-0,0	6,250	6,250	0,00	7,05
29	Liniowe	-0,0	6,250	6,250	0,00	7,05

OBCIĄŻENIA:

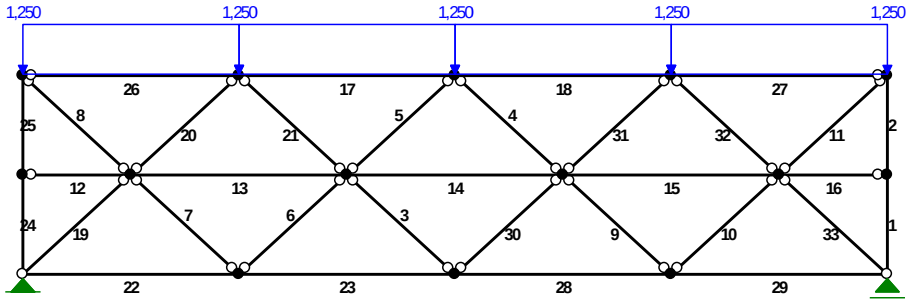


OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: E "użytkowe"				Zmienne	γf= 1,40	

12	Liniowe	-0,0	6,250	6,250	0,03	3,52
13	Liniowe	-0,0	6,250	6,250	0,05	7,05
14	Liniowe	-0,0	6,250	6,250	0,05	7,05
15	Liniowe	-0,0	6,250	6,250	0,00	7,05
16	Liniowe	-0,0	6,250	6,250	0,03	3,52

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: F "użytkowe"				Zmienne	γf= 1,40	
17	Liniowe	-0,0	1,250	1,250	0,00	7,05
18	Liniowe	-0,0	1,250	1,250	0,00	7,05
26	Liniowe	-0,0	1,250	1,250	0,00	7,05
27	Liniowe	-0,0	1,250	1,250	0,00	7,05

W Y N I K I wg PN 82/B-02000
Teoria I-go rzędu
Kombinatoryka obciążeń

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψd:		γf:
Ciężar wł.				1,10
A -"Szkło"	Stałe			1,20
B -"Śnieg"	Zmienne	1	1,00	1,50
C -"Warstwy"	Stałe			1,20
D -"użytkowe"	Zmienne	1	1,00	1,40
E -"użytkowe"	Zmienne	1	1,00	1,40
F -"użytkowe"	Zmienne	1	1,00	1,40

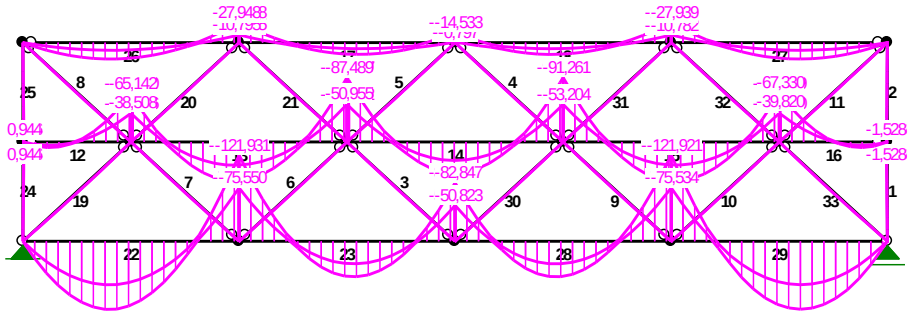
RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
A -"Szkło"	EWENTUALNIE
B -"Śnieg"	EWENTUALNIE
C -"Warstwy"	EWENTUALNIE
D -"użytkowe"	EWENTUALNIE
E -"użytkowe"	EWENTUALNIE
F -"użytkowe"	EWENTUALNIE

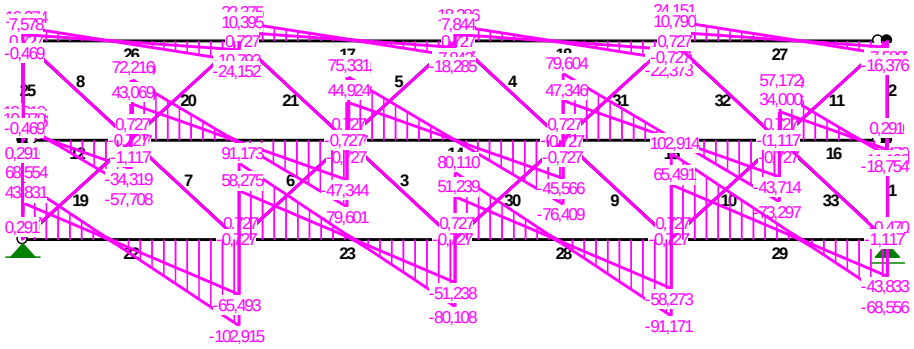
KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

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

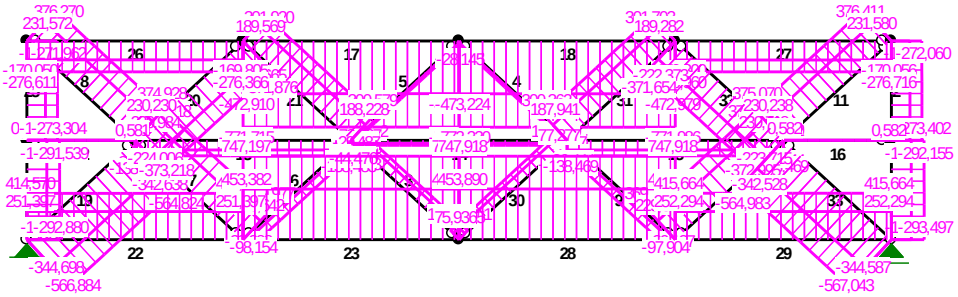
MOMENTY-OBWIEDNIE:



TNĄCE-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:



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

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,000	**0,000***	-0,470	-293,497	ABCDEF
	3,250	**-1,528***	-0,470	-292,155	ABCDEF
	0,000	0,000	**-0,470***	-293,497	ABCDEF
	3,250	-1,528	**-0,470***	-292,155	ABCDEF
	3,250	-0,946	-0,291	**-177,621***	AC
	0,000	0,000	-0,470	**-293,497***	ABCDEF
2	3,250	**-0,000***	0,470	-272,060	ABCDEF
	0,000	**-1,528***	0,470	-273,402	ABCDEF
	3,250	-0,000	**0,470***	-272,060	ABCDEF
	0,000	-1,528	**0,470***	-273,402	ABCDEF
	3,250	-0,000	0,291	**-165,090***	AC

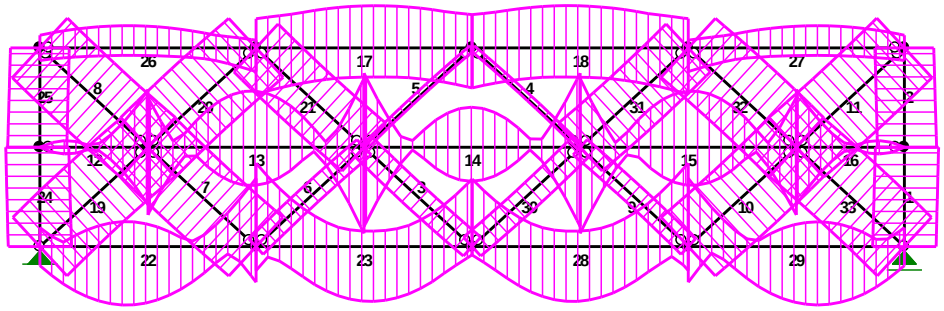
	0,000	-1,528	0,470	**-273,402***	ABCDEF
3	0,000	**0,000***	-0,727	119,461	ACDE
	4,795	**0,000***	0,727	120,802	ACDE
	2,397	**-0,872***	0,000	120,131	ACDE
	0,000	0,000	**-0,727***	119,461	ACDE
	4,795	0,000	**0,727***	120,802	ACDE
	4,795	0,000	0,727	**120,802***	ACDE
	0,000	0,000	-0,727	**76,725***	ABCF
4	0,000	**0,000***	-0,727	-28,727	ABCF
	4,795	**0,000***	0,727	-27,385	ABCF
	2,397	**-0,872***	0,000	-28,056	ABCF
	0,000	0,000	**-0,727***	-28,727	ABCF
	4,795	0,000	**0,727***	-27,385	ABCF
	4,795	0,000	0,727	**-11,843***	ACDE
	0,000	0,000	-0,727	**-28,727***	ABCF
5	0,000	**0,000***	-0,727	-28,145	ABCF
	4,795	**0,000***	0,727	-29,487	ABCF
	2,397	**-0,872***	0,000	-28,816	ABCF
	0,000	0,000	**-0,727***	-28,145	ABCF
	4,795	0,000	**0,727***	-29,487	ABCF
	0,000	0,000	-0,727	**-12,876***	ACDE
	4,795	0,000	0,727	**-29,487***	ABCF
6	0,000	**0,000***	-0,727	-96,813	ABCEF
	4,795	**0,000***	0,727	-98,154	ABCEF
	2,397	**-0,872***	0,000	-97,484	ABCEF
	0,000	0,000	**-0,727***	-96,813	ABCEF
	4,795	0,000	**0,727***	-98,154	ABCEF
	0,000	0,000	-0,727	**-28,047***	ACD
	4,795	0,000	0,727	**-98,154***	ABCEF
7	0,000	**0,000***	-0,727	369,977	ABCDEF
	4,795	**-0,000***	0,727	371,318	ABCDEF
	2,397	**-0,872***	-0,000	370,647	ABCDEF
	0,000	0,000	**-0,727***	369,977	ABCDEF
	4,795	-0,000	**0,727***	371,318	ABCDEF
	4,795	-0,000	0,727	**371,318***	ABCDEF
	0,000	0,000	-0,727	**229,642***	AC
8	0,000	**0,000***	-0,727	374,928	ABCDEF
	4,795	**-0,000***	0,727	376,270	ABCDEF
	2,397	**-0,872***	-0,000	375,599	ABCDEF
	0,000	0,000	**-0,727***	374,928	ABCDEF
	4,795	-0,000	**0,727***	376,270	ABCDEF
	4,795	-0,000	0,727	**376,270***	ABCDEF
	0,000	0,000	-0,727	**230,230***	AC
9	2,397	**0,872***	-0,000	-97,233	ABCEF
	0,000	**0,000***	0,727	-96,562	ABCEF
	4,795	**-0,000***	-0,727	-97,904	ABCEF
	0,000	0,000	**0,727***	-96,562	ABCEF
	4,795	-0,000	**-0,727***	-97,904	ABCEF
	0,000	0,000	0,727	**-27,785***	ACD
	4,795	-0,000	-0,727	**-97,904***	ABCEF
10	2,397	**0,872***	-0,000	370,391	ABCDEF
	0,000	**0,000***	0,727	369,720	ABCDEF
	4,795	**-0,000***	-0,727	371,061	ABCDEF

	0,000	0,000	**0,727***	369,720	ABCDEF
	4,795	-0,000	**-0,727***	371,061	ABCDEF
	4,795	-0,000	-0,727	**371,061***	ABCDEF
	0,000	0,000	0,727	**229,376***	AC
11	2,397	**0,872***	-0,000	375,741	ABCDEF
	0,000	**0,000***	0,727	375,070	ABCDEF
	4,795	**-0,000***	-0,727	376,411	ABCDEF
	0,000	0,000	**0,727***	375,070	ABCDEF
	4,795	-0,000	**-0,727***	376,411	ABCDEF
	4,795	-0,000	-0,727	**376,411***	ABCDEF
	0,000	0,000	0,727	**230,238***	AC
12	0,900	**8,098***	-0,749	0,939	ABCDEF
	3,525	**-68,750***	-57,708	0,725	ACE
	3,525	-68,750	**-57,708***	0,725	ACE
	3,525	-68,553	-57,652	**0,939***	ABCDEF
	0,900	8,098	-0,749	**0,939***	ABCDEF
	3,525	-40,863	-34,375	**0,581***	AC
	0,900	4,834	-0,441	**0,581***	AC
13	3,550	**55,042***	-3,654	-137,541	ABCDEF
	7,050	**-91,257***	-79,601	-104,064	ACE
	7,050	-91,257	**-79,601***	-104,064	ACE
	7,050	-53,744	-47,399	**-86,513***	ABCF
	3,550	32,974	-2,154	**-86,513***	ABCF
	7,050	-90,715	-79,546	**-138,483***	ACDE
	3,550	54,923	-3,676	**-138,483***	ACDE
14	3,550	**44,134***	-0,539	-43,549	ABCDEF
	7,050	**-91,261***	-76,409	-32,726	ACE
	7,050	-90,719	**-76,409***	-44,476	ACDE
	7,050	-53,747	-45,566	**-27,023***	ABCF
	3,550	26,557	-0,321	**-27,023***	ABCF
	7,050	-90,719	-76,409	**-44,476***	ACDE
	3,550	43,940	-0,539	**-44,476***	ACDE
15	3,525	**55,133***	3,115	-137,527	ABCDEF
	0,000	**-91,261***	79,604	-104,050	ACE
	0,000	-91,261	**79,604***	-104,050	ACE
	0,000	-53,747	47,401	**-86,444***	ABCF
	3,525	33,028	1,833	**-86,444***	ABCF
	0,000	-90,719	79,549	**-138,469***	ACDE
	3,525	55,014	3,137	**-138,469***	ACDE
16	2,650	**8,111***	0,214	0,940	ABCDEF
	0,000	**-68,759***	57,189	0,726	ACE
	0,000	-68,759	**57,189***	0,726	ACE
	0,000	-68,562	57,133	**0,940***	ABCDEF
	2,650	8,111	0,214	**0,940***	ABCDEF
	0,000	-40,867	34,072	**0,582***	AC
	2,650	4,842	0,122	**0,582***	AC
17	3,966	**16,811***	-0,337	-771,578	ABCDEF
	0,000	**-27,948***	22,091	-511,311	ABCF
	0,000	-26,885	**22,375***	-771,715	ABCDEF
	7,050	-3,860	-8,126	**-472,665***	AC
	0,000	-26,885	22,375	**-771,715***	ABCDEF
18	3,084	**16,817***	0,339	-772,123	ABCDEF
	7,050	**-27,939***	-22,090	-511,380	ABCF

	7,050	-26,873	**-22,373***	-771,986	ABCDEF
	7,050	-11,849	-10,394	**-472,979***	AC
	0,000	-11,470	18,003	**-772,230***	ABCDEF
19	2,397	**1,339***	-0,000	-565,854	ABCDEF
	0,000	**0,000***	1,117	-566,884	ABCDEF
	4,795	**-0,000***	-1,117	-564,824	ABCDEF
	0,000	0,000	**1,117***	-566,884	ABCDEF
	4,795	-0,000	**-1,117***	-564,824	ABCDEF
	4,795	-0,000	-1,117	**-342,638***	AC
	0,000	0,000	1,117	**-566,884***	ABCDEF
20	2,397	**0,872***	0,000	-372,547	ABCDEF
	0,000	**0,000***	0,727	-373,218	ABCDEF
	4,795	**0,000***	-0,727	-371,876	ABCDEF
	0,000	0,000	**0,727***	-373,218	ABCDEF
	4,795	0,000	**-0,727***	-371,876	ABCDEF
	4,795	0,000	-0,727	**-222,665***	AC
	0,000	0,000	0,727	**-373,218***	ABCDEF
21	2,397	**0,872***	-0,000	301,250	ACDE
	0,000	**0,000***	0,727	301,920	ACDE
	4,795	**-0,000***	-0,727	300,579	ACDE
	0,000	0,000	**0,727***	301,920	ACDE
	4,795	-0,000	**-0,727***	300,579	ACDE
	0,000	0,000	0,727	**301,920***	ACDE
	4,795	-0,000	-0,727	**188,228***	ABCF
22	2,644	**96,356***	4,339	414,570	ABCDEF
	7,050	**-121,931***	-102,915	311,301	ACD
	7,050	-121,931	**-102,915***	311,301	ACD
	7,050	-120,316	-102,686	**414,570***	ABCDEF
	2,644	96,356	4,339	**414,570***	ABCDEF
	7,050	-77,164	-65,722	**251,397***	AC
	2,644	61,573	2,749	**251,397***	AC
23	3,966	**50,127***	-5,181	747,197	ABCDEF
	0,000	**-121,931***	91,164	566,176	ACD
	0,000	-121,574	**91,173***	614,678	ABCDF
	0,000	-120,316	91,142	**747,197***	ABCDEF
	3,966	50,127	-5,181	**747,197***	ABCDEF
	0,000	-77,164	58,306	**453,382***	AC
	3,966	31,868	-3,317	**453,382***	AC
24	3,250	**1,526***	0,469	-291,539	ABCDEF
	0,000	**0,000***	0,469	-292,880	ABCDEF
	3,250	1,526	**0,469***	-291,539	ABCDEF
	0,000	0,000	**0,469***	-292,880	ABCDEF
	3,250	0,944	0,291	**-177,311***	AC
	0,000	0,000	0,469	**-292,880***	ABCDEF
25	0,000	**1,526***	-0,469	-273,304	ABCDEF
	3,250	**0,000***	-0,469	-271,962	ABCDEF
	0,000	1,526	**-0,469***	-273,304	ABCDEF
	3,250	0,000	**-0,469***	-271,962	ABCDEF
	3,250	0,000	-0,291	**-165,084***	AC
	0,000	1,526	-0,469	**-273,304***	ABCDEF
26	2,644	**23,275***	1,233	-276,519	ABCDEF
	7,050	**-27,948***	-24,152	-181,250	ABCF
	7,050	-27,948	**-24,152***	-181,250	ABCF

	7,050	-11,858	-10,942	**-169,805***	AC
	0,000	0,000	16,374	**-276,611***	ABCDEF
27	4,406	**23,280***	-1,235	-276,807	ABCDEF
	0,000	**-27,939***	24,151	-181,745	ABCF
	0,000	-27,939	**24,151***	-181,745	ABCF
	7,050	0,000	-7,580	**-170,056***	AC
	0,000	-26,873	24,000	**-276,960***	ABCDEF
28	3,084	**50,134***	5,183	747,918	ABCDEF
	7,050	**-121,921***	-91,163	566,685	ACD
	7,050	-121,564	**-91,171***	615,187	ABCDF
	7,050	-120,301	-91,139	**747,918***	ABCDEF
	3,084	50,134	5,183	**747,918***	ABCDEF
	7,050	-77,155	-58,305	**453,890***	AC
	3,084	31,873	3,319	**453,890***	AC
29	4,406	**96,361***	-4,341	415,664	ABCDEF
	0,000	**-121,921***	102,914	312,198	ACD
	0,000	-121,921	**102,914***	312,198	ACD
	0,000	-120,301	102,684	**415,664***	ABCDEF
	4,406	96,361	-4,341	**415,664***	ABCDEF
	0,000	-77,155	65,720	**252,294***	AC
	4,406	61,577	-2,750	**252,294***	AC
30	2,397	**0,872***	-0,000	119,248	ACD
	0,000	**0,000***	0,727	118,578	ACD
	4,795	**-0,000***	-0,727	119,919	ACD
	0,000	0,000	**0,727***	118,578	ACD
	4,795	-0,000	**-0,727***	119,919	ACD
	4,795	-0,000	-0,727	**119,919***	ACD
	0,000	0,000	0,727	**75,936***	ABCEF
31	2,397	**0,872***	-0,000	301,032	ACDE
	0,000	**0,000***	0,727	300,362	ACDE
	4,795	**-0,000***	-0,727	301,703	ACDE
	0,000	0,000	**0,727***	300,362	ACDE
	4,795	-0,000	**-0,727***	301,703	ACDE
	4,795	-0,000	-0,727	**301,703***	ACDE
	0,000	0,000	0,727	**187,941***	ABCF
32	2,397	**0,872***	-0,000	-372,324	ABCDEF
	0,000	**0,000***	0,727	-371,654	ABCDEF
	4,795	**-0,000***	-0,727	-372,995	ABCDEF
	0,000	0,000	**0,727***	-371,654	ABCDEF
	4,795	-0,000	**-0,727***	-372,995	ABCDEF
	0,000	0,000	0,727	**-222,373***	AC
	4,795	-0,000	-0,727	**-372,995***	ABCDEF
33	2,397	**1,339***	0,000	-566,013	ABCDEF
	0,000	**0,000***	1,117	-564,983	ABCDEF
	4,795	**0,000***	-1,117	-567,043	ABCDEF
	0,000	0,000	**1,117***	-564,983	ABCDEF
	4,795	0,000	**-1,117***	-567,043	ABCDEF
	0,000	0,000	1,117	**-342,528***	AC
	4,795	0,000	-1,117	**-567,043***	ABCDEF

NAPĘŻENIA-OBWIEDNIE:



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

Pręt:	x[m]:	SigmaG: Ro	SigmaD: Ro	Sigma: [MPa]	Kombinacja obciążeń:
1	3,250	**-0,151***		-33,965	AC
	0,000	**-0,273***		-61,401	ABCDEF
	0,000		**-0,166***	-37,440	AC
	3,250		**-0,295***	-66,281	ABCDEF
2	0,000	**-0,141***		-31,624	AC
	3,250	**-0,253***		-56,916	ABCDEF
	3,250		**-0,154***	-34,538	AC
	0,000		**-0,277***	-62,358	ABCDEF
3	2,397	**0,125***		28,078	ACDE
	0,000	**0,071***		16,051	ABCF
	4,795		**0,112***	25,272	ACDE
	2,397		**0,059***	13,246	ABCF
4	2,397	**0,001***		0,328	ACDE
	0,000	**-0,027***		-6,010	ABCF
	4,795		**-0,011***	-2,478	ACDE
	2,397		**-0,039***	-8,815	ABCF
5	2,397	**0,000***		0,112	ACDE
	4,795	**-0,027***		-6,169	ABCF
	0,000		**-0,012***	-2,694	ACDE
	2,397		**-0,040***	-8,974	ABCF
6	2,397	**-0,014***		-3,062	ACD
	4,795	**-0,091***		-20,534	ABCEF
	0,000		**-0,026***	-5,868	ACD
	2,397		**-0,104***	-23,340	ABCEF
7	2,397	**0,358***		80,487	ABCDEF
	0,000	**0,214***		48,042	AC

	4,795		**0,345***	77,682	ABCDEF
	2,397		**0,201***	45,237	AC
8	2,397	**0,362***		81,523	ABCDEF
	0,000	**0,214***		48,165	AC
	4,795		**0,350***	78,717	ABCDEF
	2,397		**0,202***	45,360	AC
9	0,000	**-0,026***		-5,813	ACD
	2,397	**-0,104***		-23,288	ABCEF
	2,397		**-0,013***	-3,007	ACD
	4,795		**-0,091***	-20,482	ABCEF
10	4,795	**0,345***		77,628	ABCDEF
	2,397	**0,201***		45,181	AC
	2,397		**0,357***	80,433	ABCDEF
	0,000		**0,213***	47,987	AC
11	4,795	**0,350***		78,747	ABCDEF
	2,397	**0,202***		45,361	AC
	2,397		**0,362***	81,553	ABCDEF
	0,000		**0,214***	48,167	AC
12	3,525	**0,497***		101,939	ACE
	0,900	**-0,058***		-11,875	ABCDEF
	0,900		**0,059***	12,119	ABCDEF
	3,525		**-0,496***	-101,750	ACE
13	7,050	**0,593***		121,636	ACE
	3,550	**-0,485***		-99,447	ABCDEF
	3,550		**0,330***	67,593	ABCEF
	7,050		**-0,743***	-152,415	ACDE
14	7,050	**0,639***		130,932	ACE
	3,550	**-0,347***		-71,050	ABCDEF
	3,550		**0,295***	60,436	ABCEF
	7,050		**-0,684***	-140,181	ACDE
15	0,000	**0,593***		121,645	ACE
	3,525	**-0,486***		-99,580	ABCDEF
	3,525		**0,330***	67,731	ABCEF
	0,000		**-0,744***	-152,420	ACDE
16	0,000	**0,497***		101,954	ACE
	2,650	**-0,058***		-11,894	ABCDEF
	2,650		**0,059***	12,138	ABCDEF
	0,000		**-0,496***	-101,764	ACE
17	0,000	**-0,103***		-23,256	ABCF
	3,966	**-0,364***		-81,934	ABCDEF
	3,966		**-0,150***	-33,826	ABCF
	0,000		**-0,400***	-89,946	ABCDEF
18	7,050	**-0,103***		-23,270	ABCF
	3,084	**-0,364***		-81,987	ABCDEF
	3,084		**-0,150***	-33,853	ABCF
	7,050		**-0,400***	-89,960	ABCDEF
19	4,795	**-0,207***		-46,681	AC
	2,397	**-0,356***		-80,177	ABCDEF
	2,397		**-0,194***	-43,736	AC

	0,000		**-0,343***	-77,232	ABCDEF
20	4,795	**-0,207***		-46,583	AC
	2,397	**-0,359***		-80,885	ABCDEF
	2,397		**-0,195***	-43,777	AC
	0,000		**-0,347***	-78,079	ABCDEF
21	0,000	**0,281***		63,163	ACDE
	2,397	**0,163***		36,573	ABCF
	2,397		**0,293***	65,969	ACDE
	4,795		**0,175***	39,378	ABCF
22	7,050	**0,588***		132,392	ABCDEF
	2,644	**-0,215***		-48,362	ACD
	2,644		**0,504***	113,365	ABCDEF
	7,050		**-0,307***	-69,152	ACD
23	0,000	**0,720***		161,959	ABCDEF
	3,966	**0,052***		11,733	ACD
	3,966		**0,472***	106,223	ABCDEF
	0,000		**-0,207***	-46,497	ACD
24	0,000	**-0,166***		-37,375	AC
	3,250	**-0,294***		-66,145	ABCDEF
	3,250		**-0,151***	-33,904	AC
	0,000		**-0,272***	-61,272	ABCDEF
25	3,250	**-0,153***		-34,536	AC
	0,000	**-0,277***		-62,330	ABCDEF
	0,000		**-0,141***	-31,627	AC
	3,250		**-0,253***	-56,896	ABCDEF
26	7,050	**0,027***		6,082	ABCF
	2,644	**-0,191***		-43,062	ABCDEF
	2,644		**0,009***	2,041	ABCF
	7,050		**-0,204***	-45,915	ABCDEF
27	0,000	**0,027***		6,031	ABCF
	4,406	**-0,192***		-43,092	ABCDEF
	4,406		**0,009***	2,027	ABCF
	0,000		**-0,204***	-45,958	ABCDEF
28	7,050	**0,720***		162,011	ABCDEF
	3,084	**0,052***		11,775	ACD
	3,084		**0,472***	106,292	ABCDEF
	7,050		**-0,206***	-46,444	ACD
29	0,000	**0,589***		132,477	ABCDEF
	4,406	**-0,215***		-48,286	ACD
	4,406		**0,504***	113,467	ABCDEF
	0,000		**-0,307***	-69,065	ACD
30	4,795	**0,112***		25,088	ACD
	2,397	**0,058***		13,081	ABCEF
	2,397		**0,124***	27,893	ACD
	0,000		**0,071***	15,886	ABCEF
31	4,795	**0,281***		63,118	ACDE
	2,397	**0,162***		36,513	ABCF
	2,397		**0,293***	65,923	ACDE
	0,000		**0,175***	39,318	ABCF

32	0,000	**-0,207***		-46,522	AC
	2,397	**-0,359***		-80,838	ABCDEF
	2,397		**-0,194***	-43,716	AC
	4,795		**-0,347***	-78,032	ABCDEF
33	0,000	**-0,207***		-46,666	AC
	2,397	**-0,356***		-80,199	ABCDEF
	2,397		**-0,194***	-43,721	AC
	4,795		**-0,343***	-77,254	ABCDEF

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

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	**0,000***	747,243	747,243		ABCDEF
	0,000*	457,194	457,194		AC
	0,000	**747,243***	747,243		ABCDEF
	0,000	**457,194***	457,194		AC
	0,000	747,243	**747,243***		ABCDEF
12	**0,978***	746,516	746,517		ABCDEF
	0,978*	456,958	456,959		AC
	0,978	**746,516***	746,517		ABCDEF
	0,978	**456,958***	456,959		AC
	0,978	746,516	**746,517***		ABCDEF

* = Wartości ekstremalne

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

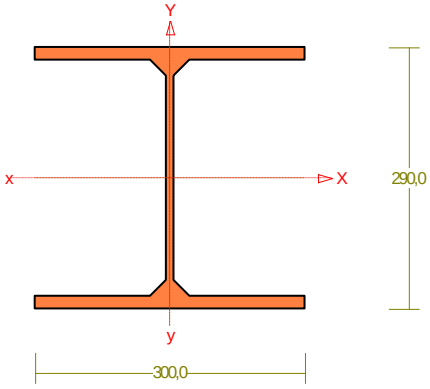
Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,00711			ABCDEF
		0,00000		ABCDEF
			0,00711	ABCDEF
2	0,00037			ABCEF
		0,00188		ABCDEF
			0,00191	ABCDEF
3	0,00284			ABCDEF
		0,00097		ABCDEF
			0,00300	ABCDEF
4	0,00355			ABCDEF
		0,01649		ABCDEF
			0,01686	ABCDEF
5	0,00127			ABCDEF
		0,01321		ABCDEF
			0,01327	ABCDEF
6	0,00584			ABCDEF
		0,01322		ABCDEF
			0,01445	ABCDEF

7	0,00426			ABCDEF
		0,00097		ABCDEF
			0,00437	ABCDEF
8	0,00426			ABCDEF
		0,00729		ABCDEF
			0,00844	ABCDEF
9	0,00365			ABCDEF
		0,01639		ABCDEF
			0,01679	ABCDEF
10	0,00345			ABCDEF
		0,01639		ABCDEF
			0,01675	ABCDEF
11	0,00284			ABCDEF
		0,00729		ABCDEF
			0,00783	ABCDEF
12	0,00000			ACF
		0,00000		ABCDEF
			0,00000	ABCDEF
13	0,00591			ABCDEF
		0,01176		ABCDEF
			0,01316	ABCDEF
14	0,00676			ABCDEF
		0,00187		ABCDEF
			0,00701	ABCDEF
15	0,00355			ABCDEF
		0,01736		ABCDEF
			0,01772	ABCDEF
16	0,00119			ABCDEF
		0,01177		ABCDEF
			0,01183	ABCDEF

Pręt nr 22

Zadanie: kratownica3

Przekrój: I 300 HEA



Wymiary przekroju:

I 300 HEA h=290,0 g=8,5 s=300,0 t=14,0 r=27,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

Jxg=18260,0 Jyg=6310,0 A=112,50 ix=12,7 iy=7,5 Jw=1199772,0 Jt=72,6 is=14,8.

Materiał: **St4 (VX,VY,V,W)**. Wytrzymałość **fd=235** MPa dla **g=14,0**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

Siły przekrojowe:

xa = 7,050; xb = -0,000.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ABCDEF**

M_x = 120,316 kNm, **V_y = -102,686** kN, **N = 414,570** kN,

Naprężenia w skrajnych włóknach: σ_t = 132,4 MPa σ_C = -58,7 MPa.

Naprężenia:

xa = 7,050; xb = -0,000.

Naprężenia w skrajnych włóknach: σ_t = 132,4 MPa σ_C = -58,7 MPa.

Naprężenia:

- normalne: σ = 36,9 $\Delta\sigma$ = 95,5 MPa ψ_{ot} = 1,000
- ścinanie wzdłuż osi Y: Av = 24,65 cm^2 τ = 41,7 MPa ψ_{ov} = 1,000

Warunki nośności:

$$\sigma_{et} = \sigma / \psi_{ot} + \Delta\sigma = 36,9 / 1,000 + 95,5 = 132,4 < 235 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 41,7 / 1,000 = 41,7 < 136,3 = 0.58 \times 235 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3\tau_e^2} = \sqrt{132,4^2 + 3 \times 0,0^2} = 132,4 < 235 \text{ MPa}$$

Nośność elementów rozciąganych:

xa = 0,000; xb = 7,050.

Siała osiowa: N = 414,570 kN.

Pole powierzchni przekroju: A = 112,50 cm^2.

Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A\, f_d = 112,50 \times 235 \times 10^{-1} = 2643,750$ kN.

Warunek nośności (31):

$$N = 414,570 < 2643,750 = N_{Rt}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

κ_a = 1,000 κ_b = 0,333 węzły nieprzesuwne $\Rightarrow$ μ = 0,772 dla l_o = 7,050

$l_w = 0,772 \times 7,050 = 5,443$ m

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

κ_a = 1,000 κ_b = 1,000 węzły nieprzesuwne $\Rightarrow$ μ = 1,000 dla l_o = 1,000

$l_w = 1,000 \times 1,000 = 1,000$ m

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej μ_ω = 1,000. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{o\omega}$ = 1,000 m. Długość wyboczeniowa l_ω = 1,000 m.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 18260,0}{5,443^2} 10^{-2} = 12472,156 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 6310,0}{1,000^2} 10^{-2} = 127668,268 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2}\left(\frac{\pi^2\, EJ_\varpi}{l_\varpi^2} + GJ_T\right) =$$

$$\frac{1}{14{,}8^2}\left(\frac{3{,}14^2\times 205\times 1{,}20E{+}06}{1{,}000^2}\,10^{-2} + 80\times 72{,}6\times 10^{2}\right) = 113808{,}156 \text{ kN}$$

Zwichrzenie:

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem $l_1 = l_{o\omega}$ =1000 mm:

$$\frac{35\, i_y}{\beta}\sqrt{215/\, f_d} = \frac{35\times 75}{0{,}550}\times\sqrt{215/235} = 4559 > 1000 \quad = l_1$$

Nie jest konieczne sprawdzenie zwichrzenia pręta.

Nośność przekroju na zginanie:

xa = 7,050; xb = -0,000.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p\, W\, f_d = 1{,}000\times 1259{,}3\times 235\times 10^{-3} = 295{,}938 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0{,}000$ wynosi $\varphi_L = 1{,}000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{\varphi_L\, M_{Rx}} \text{ (*MxMy *)} = \frac{414{,}570}{2643{,}750} + \frac{120{,}316}{1{,}000\times 295{,}938} = 0{,}563 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie:

xa = 7,050; xb = -0,000.

- wzdłuż osi Y

$V_R = 0{,}58\, A_V\, f_d = 0{,}58\times 24{,}6\times 235\times 10^{-1} = 335{,}979$ kN

$Vo = 0{,}6\, V_R = 201{,}588$ kN

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 102{,}686 < 335{,}979 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

xa = 7,050; xb = -0,000.

- dla zginania względem osi X: $V_y = 102{,}686 < 201{,}588 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 295{,}938 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{M_{Rx,\,V}} = \frac{414{,}570}{2643{,}750} + \frac{120{,}316}{295{,}938} = 0{,}563 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

xa = 7,050, xb = -0,000.

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 102{,}686 < 331{,}823 = 335{,}979 \times \sqrt{1 - (414{,}570 / 2643{,}750)^{2}}$$

$$= V_R \sqrt{1 - \left(N / N_{Rt}\right)^2} = V_{R,\,N}$$

Nośność środnika pod obciążeniem skupionym:

xa = 0,000; xb = 7,050.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego c = 100,0 mm.

Naprężenia ściskające w środniku wynoszą σ_c= 36,9 MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$\eta_c = 1{,}000$

Nośność środnika na siłę skupioną:

$P_{R,W} = c_o\, t_w\, \eta_c\, f_d = 305{,}0 \times 8{,}5 \times 1{,}000 \times 235 \times 10^{-3} = 609{,}237$ kN

Warunek nośności środnika:

$P = 0{,}000 < 609{,}237 = P_{R,W}$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y wynoszą:

$a_{max} = 14{,}0$ mm

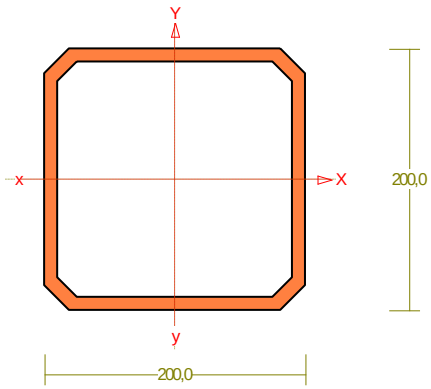
$a_{gr} = l / 250 = 7050 / 250 = 28{,}2$ mm

$a_{max} = 14{,}0 < 28{,}2 = a_{gr}$

Pręt nr 19

Zadanie: kratownica3

Przekrój: H 200x200x10.0



Wymiary przekroju:

H 200x200x10.0 h=200,0 s=200,0 g=10,0 t=10,0 r=20,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

Jxg=4340,0 Jyg=4340,0 A=73,40 ix=7,7 iy=7,7 Jw=175,1 Jt=7013,4 is=10,9.

Materiał: **St4 (VX,VY,V,W)**. Wytrzymałość **fd=235** MPa dla **g=10,0**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

Siły przekrojowe:

xa = 2,397; xb = 2,397.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ABCDEF**

M_x = -1,339 kNm, **V_y = -0,000** kN, **N = -565,854** kN,

Naprężenia w skrajnych włóknach: σ_t = -74,0 MPa σ_C = -80,2 MPa.

Naprężenia:

xa = 2,397; xb = 2,397.

Naprężenia w skrajnych włóknach: σ_t = -74,0 MPa σ_C = -80,2 MPa.

Naprężenia:

- normalne: σ = -77,1 $\Delta\sigma$ = 3,1 MPa ψ_{oc} = 1,000

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 77,1 / 1,000 + 3,1 = 80,2 < 235 \text{ MPa}$$

Nośność elementów rozciąganych:

xa = 0,000; xb = 4,795.

Siała osiowa: N = -566,884 kN.

Pole powierzchni przekroju: A = 73,40 cm^2.

Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A\, f_d = 73,40 \times 235 \times 10^{-1} = 1724,900$ kN.

Warunek nośności (31):

$$N = 566,884 < 1724,900 = N_{Rt}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

κ_a = 1,000 κ_b = 1,000 węzły nieprzesuwne $\Rightarrow$ μ = 1,000 dla l_o = 4,795

$l_w = 1,000 \times 4,795 = 4,795$ m

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

κ_a = 1,000 κ_b = 1,000 węzły nieprzesuwne $\Rightarrow$ μ = 1,000 dla l_o = 4,795

$l_w = 1,000 \times 4,795 = 4,795$ m

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej μ_ω = 1,000. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{o\omega}$ = 4,795 m. Długość wyboczeniowa l_ω = 4,795 m.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2\, EJ}{l_w{}^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 4340,0}{4,795^2}\, 10^{-2} = 3819,793 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2\, EJ}{l_w{}^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 4340,0}{4,795^2}\, 10^{-2} = 3819,793 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s{}^2}\left(\frac{\pi^2\, EJ_\varpi}{l_\varpi{}^2} + GJ_T\right) =$$

$$\frac{1}{10,9^2}\left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 175,1}{4,795^2}\, 10^{-2} + 80 \times 7013,4 \times 10^{2}\right) = 474456,876 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

xa = 0,000; xb = 4,795:

$$N_{RC} = A\, f_d = 73,4 \times 235 \times 10^{-1} = 1724,900 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

- dla Nx $\bar{\lambda} = 1,15\sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{1724,900 / 3819,793} = 0,773$ $\Rightarrow$ Tab.11 a $\Rightarrow$ φ = 0,859

- dla *Ny* $\bar{\lambda} = 1{,}15\sqrt{N_{RC} / N_y} = 1{,}15 \times \sqrt{1724{,}900 / 3819{,}793} = 0{,}773$ $\Rightarrow$ Tab.11 a $\Rightarrow$ $\varphi =$ 0,859

- dla *Nz* $\bar{\lambda} = 1{,}15\sqrt{N_{RC} / N_z} = 1{,}15 \times \sqrt{1724{,}900 / 474456{,}876} = 0{,}069$ $\Rightarrow$ Tab.11 c $\Rightarrow$ $\varphi =$ 0,999

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0{,}859$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi\ N_{Rc}} = \frac{566{,}884}{0{,}859 \times 1724{,}900} = 0{,}383 < 1$$

Nośność przekroju na zginanie:

xa = 2,397; xb = 2,397.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p\ W\ f_d = 1{,}000 \times 434{,}0 \times 235 \times 10^{-3} = 101{,}990 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0{,}000$ wynosi $\varphi_L = 1{,}000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\varphi_L\ M_{Rx}} \text{ (*MxMy *)} = \frac{565{,}854}{1724{,}900} + \frac{1{,}339}{1{,}000 \times 101{,}990} = 0{,}341 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$M_{x\max} = -1{,}339$ kNm $\quad \beta_x = 1{,}000$

$$\Delta_x = 1{,}25\ \varphi_x\ \bar{\lambda}_x^{\,2}\ \frac{\beta_x\ M_{x\max}}{M_{Rx}}\ \frac{N}{N_{Rc}} = 1{,}25 \times 0{,}859 \times 0{,}773^{\,2}\ \frac{1{,}000 \times 1{,}339}{101{,}990} \times \frac{566{,}884}{1724{,}900} = 0{,}003$$

$\Delta_x = 0{,}003$ $\quad M_{y\max} = 0$ $\quad \Delta_y = 0$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x\ N_{Rc}} + \frac{\beta_x\ M_{x\max}}{\varphi_L\ M_{Rx}} = \frac{566{,}884}{0{,}859 \times 1724{,}900} + \frac{1{,}000 \times 1{,}339}{1{,}000 \times 101{,}990} = 0{,}396 < 0{,}997 = 1 - 0{,}003$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y\ N_{Rc}} + \frac{\beta_x\ M_{x\max}}{\varphi_L\ M_{Rx}} = \frac{566{,}884}{0{,}859 \times 1724{,}900} + \frac{1{,}000 \times 1{,}339}{1{,}000 \times 101{,}990} = 0{,}396 < 1{,}000 = 1 - 0{,}000$$

Nośność przekroju na ścinanie:

xa = 0,000; xb = 4,795.

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0{,}58\ A_V\ f_d = 0{,}58 \times 38{,}0 \times 235 \times 10^{-1} = 517{,}940 \text{ kN}$$

$$Vo = 0{,}3\ V_R = 155{,}382 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 1{,}117 < 517{,}940 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

xa = 2,397; xb = 2,397.

- dla zginania względem osi X: $V_y = 0{,}000 < 155{,}382 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 101{,}990 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{Rx,V}} = \frac{565{,}854}{1724{,}900} + \frac{1{,}339}{101{,}990} = 0{,}341 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

xa = 2,397, xb = 2,397.

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 0{,}000 < 489{,}277 = 517{,}940 \times \sqrt{1 - (565{,}854 / 1724{,}900)^2}$$

$$= V_R \sqrt{1 - \left(N / N_{Rc}\right)^2} = V_{R,N}$$

Nośność środnika pod obciążeniem skupionym:

xa = 0,000; xb = 4,795.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego c = 100,0 mm.

Naprężenia ściskające w środniku wynoszą σ_c= 77,2 MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1{,}25 - 0{,}5\,\sigma_c / f_d = 1{,}25 - 0{,}5 \times 77{,}2 / 235 = 1{,}000$$

Nośność środnika na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o\, t_w\, \eta_c\, f_d = 150{,}0 \times 10{,}0 \times 1{,}000 \times 235 \times 10^{-3} = 352{,}500 \text{ kN}$$

Warunek nośności środnika:

$$P = 274{,}089 < 352{,}500 = P_{R,W}$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y wynoszą:

$$a_{max} = 6{,}5 \text{ mm}$$

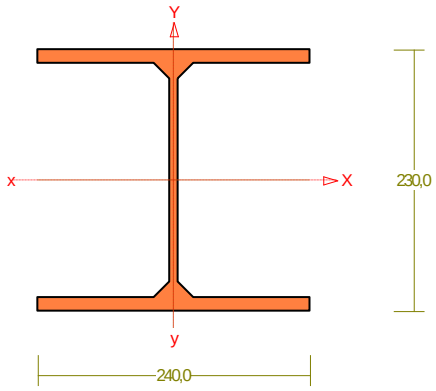
$$a_{gr} = l / 250 = 4795 / 250 = 19{,}2 \text{ mm}$$

$$a_{max} = 6{,}5 < 19{,}2 = a_{gr}$$

Pręt nr 13

Zadanie: kratownica3

Przekrój: I 240 HEA



Wymiary przekroju:

I 240 HEA h=230,0 g=7,5 s=240,0 t=12,0 r=21,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

Jxg=7763,0 Jyg=2769,0 A=76,80 ix=10,1 iy=6,0 Jw=328485,9 Jt=36,9 is=11,7.

Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **fd=215** MPa dla **g=12,0**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

Siły przekrojowe:

xa = 7,050; xb = -0,000.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ABCDEF**

M_x = 90,520 kNm, **V_y = -79,524** kN, **N = -137,541** kN,

Naprężenia w skrajnych włóknach: σ_t = 116,2 MPa σ_C = -152,0 MPa.

Naprężenia:

xa = 7,050; xb = -0,000.

Naprężenia w skrajnych włóknach: σ_t = 116,2 MPa σ_C = -152,0 MPa.

Naprężenia:

- normalne: σ = -17,9 $\Delta\sigma$ = 134,1 MPa ψ_{oc} = 1,000
- ścinanie wzdłuż osi Y: Av = 17,25 cm^2 τ = 46,1 MPa ψ_{ov} = 1,000

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 17,9 / 1,000 + 134,1 = 152,0 < 215 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 46,1 / 1,000 = 46,1 < 124,7 = 0.58\times215 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3\,\tau_e^2} = \sqrt{152,0^{\,2} + 3\times0,0^{\,2}} = 152,0 < 215 \text{ MPa}$$

Nośność elementów rozciąganych:

xa = 0,000; xb = 7,050.

Siała osiowa: N = -137,541 kN.

Pole powierzchni przekroju: A = 76,80 cm^2.

Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A\,f_d = 76,80\times215\times10^{-1} = 1651,200$ kN.

Warunek nośności (31):

$$N = 137,541 < 1651,200 = N_{Rt}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

κ_a = 0,300 κ_b = 0,333 węzły nieprzesuwne $\Rightarrow$ μ = 0,600 dla l_o = 7,050

$l_w = 0,600\times7,050 = 4,230$ m

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

κ_a = 1,000 κ_b = 1,000 węzły nieprzesuwne $\Rightarrow$ μ = 1,000 dla l_o = 1,000

$l_w = 1,000\times1,000 = 1,000$ m

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej μ_ω = 1,000. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{o\omega}$ = 1,000 m. Długość wyboczeniowa l_ω = 1,000 m.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2\,EJ}{l_w^{\,2}} = \frac{3,14^2\times205\times7763,0}{4,230^2}\,10^{-2} = 8778,139 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2\,EJ}{l_w^{\,2}} = \frac{3,14^2\times205\times2769,0}{1,000^2}\,10^{-2} = 56024,316 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2}\left(\frac{\pi^2\, EJ_\omega}{l_\omega^2} + GJ_T\right) =$$

$$\frac{1}{11{,}7^2}\left(\frac{3{,}14^2\times 205\times 328485{,}9}{1{,}000^2}\,10^{-2} + 80\times 36{,}9\times 10^{2}\right) = 50614{,}231 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

xa = 0,000; xb = 7,050:

$$N_{RC} = A\, f_d = 76{,}8\times 215\times 10^{-1} = 1651{,}200 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

- dla *Nx* $\quad \bar{\lambda} = 1{,}15\sqrt{N_{RC} / N_x} = 1{,}15\times\sqrt{1651{,}200 / 8778{,}139} = 0{,}499 \quad \Rightarrow$ Tab.11 b $\Rightarrow \varphi =$ 0,938

- dla *Ny* $\quad \bar{\lambda} = 1{,}15\sqrt{N_{RC} / N_y} = 1{,}15\times\sqrt{1651{,}200 / 56024{,}316} = 0{,}197 \quad \Rightarrow$ Tab.11 c $\Rightarrow \varphi =$ 0,983

- dla *Nz* $\quad \bar{\lambda} = 1{,}15\sqrt{N_{RC} / N_z} = 1{,}15\times\sqrt{1651{,}200 / 50614{,}231} = 0{,}208 \quad \Rightarrow$ Tab.11 c $\Rightarrow \varphi =$ 0,981

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0{,}938$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi\, N_{Rc}} = \frac{137{,}541}{0{,}938\times 1651{,}200} = 0{,}089 < 1$$

Zwichrzenie:

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem $l_1 = l_{o\omega}$ =1000 mm:

$$\frac{35\, i_y}{\beta}\sqrt{215 / f_d} = \frac{35\times 60}{0{,}891}\times\sqrt{215 / 215} = 2357 > 1000 \quad = l_1$$

Nie jest konieczne sprawdzenie zwichrzenia pręta.

Nośność przekroju na zginanie:

xa = 7,050; xb = -0,000.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p\, W\, f_d = 1{,}000\times 675{,}0\times 215\times 10^{-3} = 145{,}134 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0{,}000$ wynosi $\varphi_L = 1{,}000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\varphi_L\, M_{Rx}} \quad (*\text{MxMy} \quad *) = \frac{137{,}541}{1651{,}200} + \frac{90{,}520}{1{,}000\times 145{,}134} = 0{,}707 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$$M_{x\,max} = 90{,}520 \text{ kNm} \qquad \beta_x = 1{,}000$$

$$\Delta_x = 1{,}25\,\varphi_x\,\bar{\lambda}_x^{\,2}\,\frac{\beta_x\,M_{x\,max}}{M_{Rx}}\,\frac{N}{N_{Rc}} = 1{,}25\times 0{,}938\times 0{,}499^{\,2}\,\frac{1{,}000\times 90{,}520}{145{,}134}\times\frac{137{,}541}{1651{,}200} = 0{,}015$$

$$\Delta_x = 0{,}015 \qquad M_{y\,max} = 0 \qquad \Delta_y = 0$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x\,N_{Rc}} + \frac{\beta_x\,M_{x\,max}}{\varphi_L\,M_{Rx}} = \frac{137{,}541}{0{,}938\times 1651{,}200} + \frac{1{,}000\times 90{,}520}{1{,}000\times 145{,}134} = 0{,}713 < 0{,}985 = 1 - 0{,}015$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y\,N_{Rc}} + \frac{\beta_x\,M_{x\,max}}{\varphi_L\,M_{Rx}} = \frac{137{,}541}{0{,}983\times 1651{,}200} + \frac{1{,}000\times 90{,}520}{1{,}000\times 145{,}134} = 0{,}708 < 1{,}000 = 1 - 0{,}000$$

Nośność przekroju na ścinanie:

xa = 7,050; xb = -0,000.

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0{,}58\,A_V\,f_d = 0{,}58\times 17{,}3\times 215\times 10^{-1} = 215{,}107 \text{ kN}$$

$$Vo = 0{,}6\,V_R = 129{,}064 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 79{,}524 < 215{,}107 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

xa = 7,050; xb = -0,000.

- dla zginania względem osi X: $V_y = 79{,}524 < 129{,}064 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 145{,}134 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{Rx,V}} = \frac{137{,}541}{1651{,}200} + \frac{90{,}520}{145{,}134} = 0{,}707 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

xa = 7,050, xb = -0,000.

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 79{,}524 < 214{,}360 = 215{,}107\times \sqrt{1 - (\,137{,}541 / 1651{,}200\,)^{\,2}}$$

$$= V_R\sqrt{1-\left(N/N_{Rc}\right)^2} = V_{R,\,N}$$

Nośność środnika pod obciążeniem skupionym:

xa = 0,000; xb = 7,050.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego c = 100,0 mm.

Naprężenia ściskające w środniku wynoszą σ_c= 90,3 MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1{,}25 - 0{,}5\,\sigma_c / f_d = 1{,}25 - 0{,}5\times 90{,}3 / 215 = 1{,}000$$

Nośność środnika na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o\,t_w\,\eta_c\,f_d = 265{,}0\times 7{,}5\times 1{,}000\times 215\times 10^{-3} = 427{,}313 \text{ kN}$$

Warunek nośności środnika:

$$P = 0{,}000 < 427{,}313 = P_{R,W}$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y wynoszą:

$$a_{max} = 19{,}4 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = l / 250 = 7050 / 250 = 28{,}2 \text{ mm}$$

$$a_{max} = 19{,}4 < 28{,}2 = a_{gr}$$