

IV. OBLICZENIA STATYCZNE

Więźba dachowa

Obciążenia stałe - pas górny

Warstwa	ciężar [kN/m²]		grubość [m]	Wart. Char. [kN/m²]	γ_f	Wart. Obl. [kN/m²]
Płyta warstwowa / Blachodachówka	-	x	-	0,17	1,3	0,22

Obciążenia stałe - pas dolny

Warstwa	ciężar [kN/m²]		grubość [m]	Wart. Char. [kN/m²]	γ_f	Wart. Obl. [kN/m²]
Wełna mineralna	0,4	x	0,2	0,08	1,3	0,104
Wełna mineralna	1	x	0,08	0,08	1,3	0,104
Ruszt + sufit rastrowy	-	x	-	0,09	1,3	0,12
Instalacje	-	x	-	0,25	1,3	0,33
Razem [kN/m²]:				0,50		0,65

Obciążenia zmienne

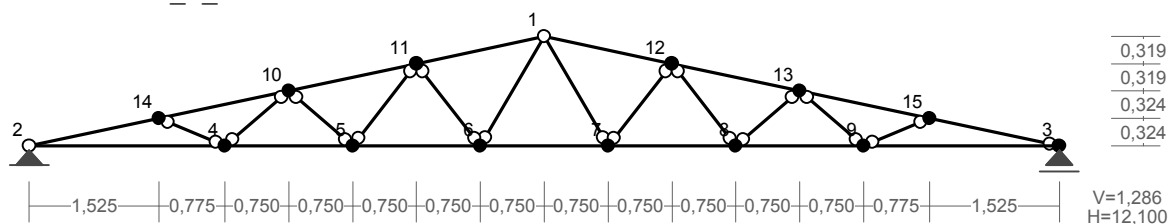
	Rodzaj Obciążenia	Wart. Char. [kN/m²]	γ_f	Wart. Obl. [kN/m²]
12°	Śnieg	0,72	1,5	1,08
	Wiatr	-0,41	1,5	-0,62
		-0,18		-0,27

W garażach obciążenie pasa dolnego konstrukcją bram wjazdowych.

Na prawo od osi C worek śnieżny od dachu garażu.

WIĄZAR KRATOWY WK-1

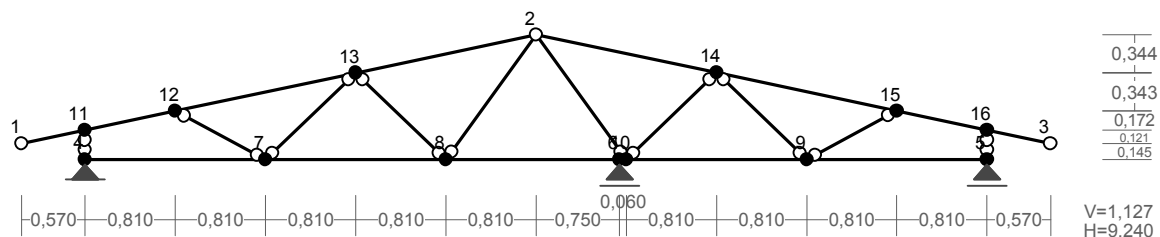
NAZWA: DACH_1_krata



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	6,050	1,286	9	9,800	0,000
2	0,000	0,000	10	3,050	0,648
3	12,100	0,000	11	4,550	0,967
4	2,300	0,000	12	7,550	0,967
5	3,800	0,000	13	9,050	0,648
6	5,300	0,000	14	1,525	0,324
7	6,800	0,000	15	10,575	0,324
8	8,300	0,000			

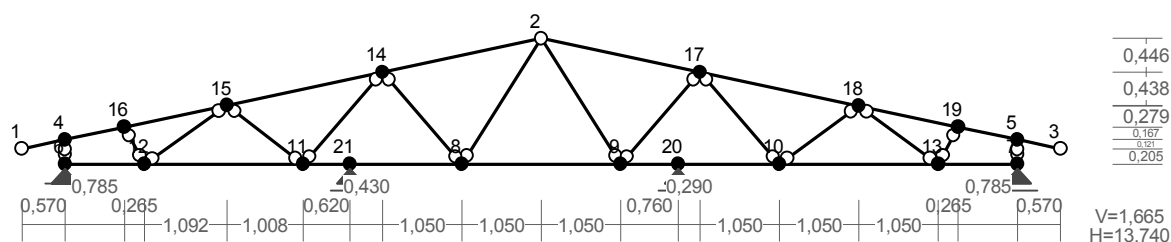
WIĄZAR KRATOWY WK-2



WEZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,145	9	7,050	0,000
2	4,620	1,127	10	5,430	0,000
3	9,240	0,145	11	0,570	0,266
4	0,570	0,000	12	1,380	0,438
5	8,670	0,000	13	3,000	0,782
6	5,370	0,000	14	6,240	0,783
7	2,190	0,000	15	7,860	0,439
8	3,810	0,000	16	8,670	0,266

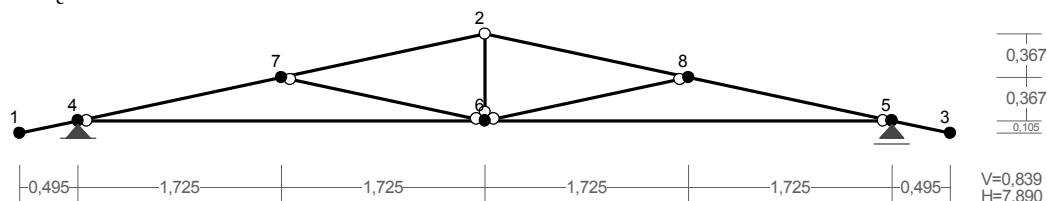
WIĄZAR KRATOWY WK-3



WEZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,205	12	1,620	0,000
2	6,870	1,665	13	12,120	0,000
3	13,740	0,205	14	4,770	1,219
4	0,570	0,326	15	2,712	0,781
5	13,170	0,326	16	1,355	0,493
6	0,570	0,000	17	8,970	1,219
7	13,170	0,000	18	11,070	0,772
8	5,820	0,000	19	12,385	0,493
9	7,920	0,000	20	8,680	0,000
10	10,020	0,000	21	4,340	0,000
11	3,720	0,000			

WIĄZAR KRATOWY WK-4

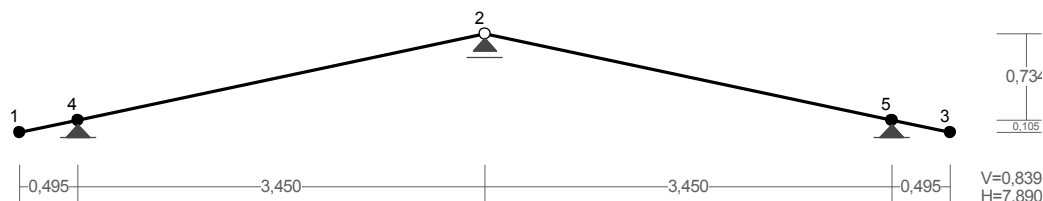


WEZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000	5	7,395	0,105
2	3,945	0,839	6	3,945	0,105
3	7,890	0,000	7	2,220	0,472
4	0,495	0,105	8	5,670	0,472

DACH MIĘDZY OSIAMI E-F

WEZŁY:



WEZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000	4	0,495	0,105
2	3,945	0,839	5	7,395	0,105
3	7,890	0,000			

PRĘTY UKŁADU:

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	4	0,495	0,105	0,506	1,000	1 B 16,0x8,0
2	01	4	2	3,450	0,734	3,527	1,000	1 B 16,0x8,0
3	10	2	5	3,450	-0,734	3,527	1,000	1 B 16,0x8,0
4	00	5	3	0,495	-0,105	0,506	1,000	1 B 16,0x8,0

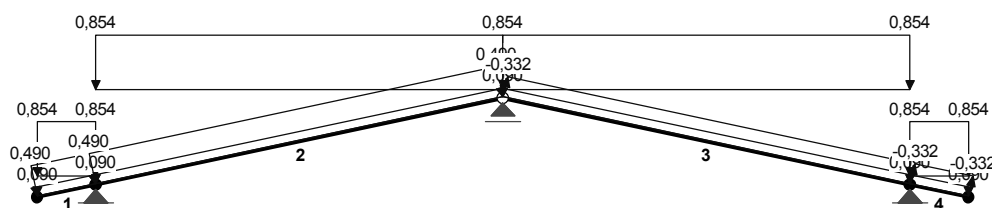
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm2]	Ix[cm4]	Iy[cm4]	Wg[cm3]	Wd[cm3]	h[cm]	Materiał:
1	128,0	2731	683	341	341	16,0	71 Drewno C24

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm2]	Napręż.gr.: [N/mm2]	AlfaT: [1/K]
71 Drewno C24	11	24,000	5,00E-06

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA:

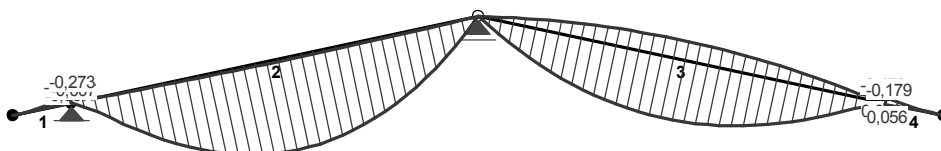
([kN] , [kNm] , [kN/m])

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

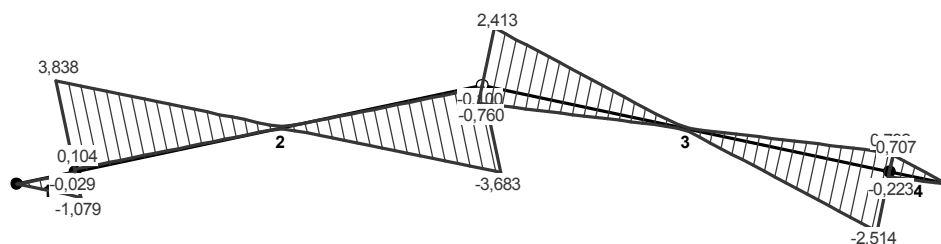
Grupa:	A	""		Zmienne	$\gamma_f = 1,30$	
1	Liniowe	0,0	0,090	0,090	0,00	0,51
2	Liniowe	0,0	0,090	0,090	0,00	3,53
3	Liniowe	0,0	0,090	0,090	0,00	3,53
4	Liniowe	0,0	0,090	0,090	0,00	0,51
Grupa:	B	""		Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	0,854	0,854	0,00	0,51
2	Liniowe-Y	0,0	0,854	0,854	0,00	3,53
3	Liniowe-Y	0,0	0,854	0,854	0,00	3,53
4	Liniowe-Y	0,0	0,854	0,854	0,00	0,51
Grupa:	C	""		Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	12,0	0,490	0,490	0,00	0,51
2	Liniowe	12,0	0,490	0,490	0,00	3,53
3	Liniowe	-12,0	-0,332	-0,332	0,00	3,53
4	Liniowe	-12,0	-0,332	-0,332	0,00	0,51

W Y N I K I
Teoria I-go rzędu
Kombinatoryka obciążeń

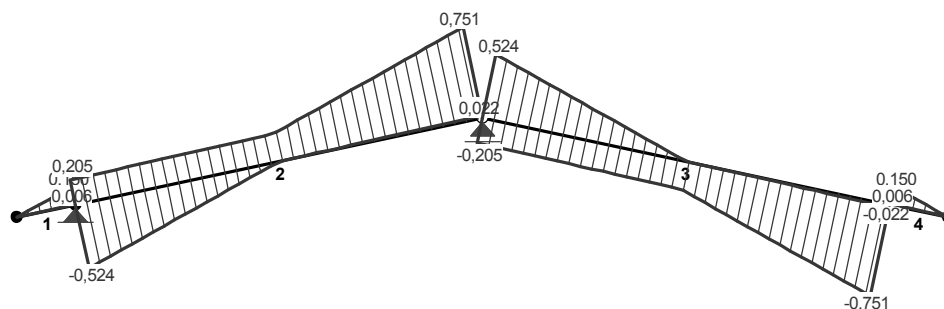
MOMENTY-OBWIEDNIE:



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*	0,000	-0,000	BC
	0,506	-0,273*	-1,079	0,150	ABC
	0,506	-0,273	-1,079*	0,150	ABC
	0,506	-0,179	-0,707	0,150*	AB
	0,000	0,000	-0,000	-0,000*	ABC
2	1,764	3,179*	0,077	0,227	ABC
	0,000	-0,273*	3,838	-0,298	ABC
	0,000	-0,273	3,838*	-0,298	ABC
	3,527	0,000	-3,683	0,751*	ABC
	0,000	-0,179	2,514	-0,524*	AB
3	1,764	2,083*	-0,051	-0,000	AB
	1,764	-0,656*	0,016	-0,227	C
	3,527	-0,179	-2,514*	-0,524	AB
	0,000	0,000	2,413	0,524*	AB
	3,527	-0,115	-1,618	-0,751*	ABC
4	0,000	0,056*	-0,223	0,006	C
	0,000	-0,179*	0,707	0,150	AB
	0,000	-0,179	0,707*	0,150	AB
	0,000	-0,115	0,455	0,150*	ABC
	0,506	-0,000	-0,000	-0,000*	AB

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

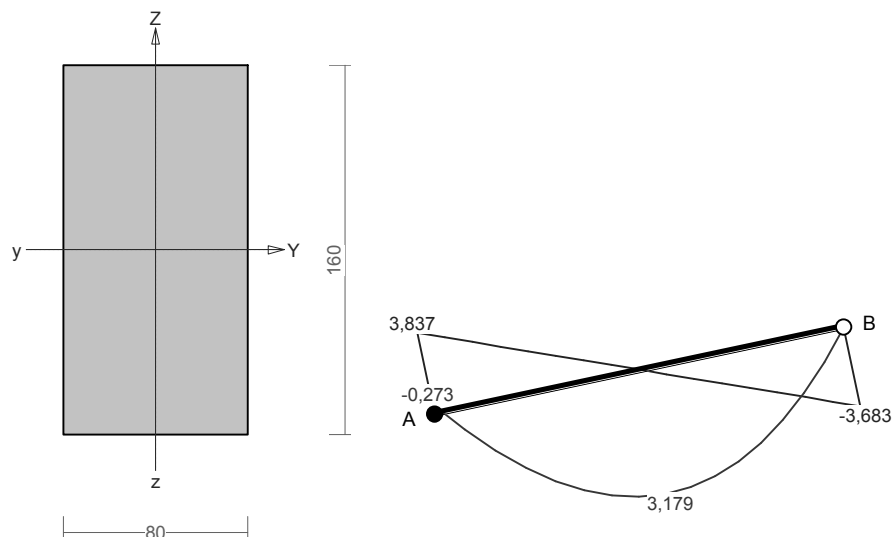
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
2	0,000*	5,339	5,339		ABC
	0,000*	0,204	0,204		
	0,000	5,339*	5,339		ABC
	0,000	0,204*	0,204		
	0,000	5,339	5,339*		ABC
4	-0,000*	0,136	0,136		
	-0,585*	4,902	4,937		ABC
	-0,585	4,902*	4,937		ABC
	-0,000	0,136*	0,136		
	-0,585	4,902	4,937*		ABC
5	0,011*	3,291	3,291		AB
	-0,460*	-0,940	1,046		C

0,011	3,291*	3,291	AB
-0,460	-0,940*	1,046	C
0,011	3,291	3,291*	AB

* = Wartości ekstremalne

Pręt nr 2



Przekrój: 1 „B 16,0x8,0”

Wymiary przekroju: $h=160,0$ mm $b=80,0$ mm.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_y=2730,7$; $J_z=682,7$ cm⁴; $A=128,00$ cm²; $i_y=4,6$; $i_z=2,3$ cm; $W_y=341,3$; $W_z=170,7$ cm³.

Własności techniczne drewna:

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: **Długotrwałe**

$$K_{mod} = 0,70$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

$f_{m,k} = 24,00$	$f_{m,d} = 12,92$ MPa	$f_{t,0,k} = 14,00$	$f_{t,0,d} = 7,54$ MPa
$f_{t,90,k} = 0,50$	$f_{t,90,d} = 0,27$ MPa	$f_{c,0,k} = 21,00$	$f_{c,0,d} = 11,31$ MPa
$f_{c,90,k} = 2,50$	$f_{c,90,d} = 1,35$ MPa	$f_{v,k} = 2,50$	$f_{v,d} = 1,35$ MPa
$E_{0,mean} = 11000$ MPa	$E_{90,mean} = 370$ MPa		
$E_{0,05} = 7400$ MPa	$G_{mean} = 690$ MPa		
$\rho_k = 350$ kg/m ³			

Sprawdzenie nośności pręta nr 2

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=3,53$ m, przy obciążeniach „AB”.

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie układu (wyznaczona na podstawie podatności węzłów):

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 3,527 = 3,527 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 3,527 = 3,527 \text{ m}$$

Długości wyboczeniowe dla wyboczenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą: $l_{c,y} = 3,527$ m; $l_{c,z} = 3,527$ m

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 3,527 / 0,0462 = 76,37$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 3,527 / 0,0231 = 152,72$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 7400 / (76,37)^2 = 12,52 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 7400 / (152,72)^2 = 3,13 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{21/12,52} = 1,295$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{21/3,13} = 2,590$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,295 - 0,5) + (1,295)^2] = 1,418$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (2,590 - 0,5) + (2,590)^2] = 4,062$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (1,418 + \sqrt{1,418^2 - 1,295^2}) = 0,501$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (4,062 + \sqrt{4,062^2 - 2,590^2}) = 0,139$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 128,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie: $\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 0,524 / 128,00 \times 10 = \mathbf{0,04} < \mathbf{1,57} = 0,139 \times 11,31 = k_{c,y} f_{c,0,d}$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=0,88$ m; $x_b=2,65$ m, przy obciążeniach „ABC”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,00}{0,501 \times 11,31} + 0,7 \times \frac{0,00}{12,92} + \frac{6,69}{12,92} = \mathbf{0,518} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,00}{0,139 \times 11,31} + \frac{0,00}{12,92} + 0,7 \times \frac{6,69}{12,92} = \mathbf{0,364} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,76$ m; $x_b=1,76$ m, przy obciążeniach „ABC”.

Długość obliczeniowa dla **pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach**, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:

$$l_d = 1,00 \times 3527 + 160 + 160 = 3847 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{3847 \times 160 \times 12,92}{3,142 \times 80^2 \times 7400}} \times \sqrt{\frac{11000}{690}} = 0,462$$

Wartość współczynnika zwężenia: dla $\lambda_{rel,m} \leq 0,75$ $k_{crit} = 1$

Warunek stateczności: $\sigma_{m,d} = M / W = 3,179 / 341,33 \times 10^3 = \mathbf{9,31} < \mathbf{12,92} = 1,000 \times 12,92 = k_{crit} f_{m,d}$

Nośność dla $x_a=1,76$ m; $x_b=1,76$ m, przy obciążeniach „ABC”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,02}{7,54} + \frac{9,31}{12,92} + 0,7 \times \frac{0,00}{12,92} = \mathbf{0,723} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,02}{7,54} + 0,7 \times \frac{9,31}{12,92} + \frac{0,00}{12,92} = \mathbf{0,507} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=0,88$ m; $x_b=2,65$ m, przy obciążeniach „ABC”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,00^2}{11,31^2} + \frac{6,69}{12,92} + 0,7 \times \frac{0,00}{12,92} = \mathbf{0,517} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,00^2}{11,31^2} + 0,7 \times \frac{6,69}{12,92} + \frac{0,00}{12,92} = \mathbf{0,362} < \mathbf{1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=3,53$ m, przy obciążeniach „ABC”.

Naprężenia tnące: $\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 3,837 / 128,00 \times 10 = 0,45$ MPa

$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,000 / 128,00 \times 10 = 0,00$ MPa

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności $\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,45^2 + 0,00^2} = 0,45 < 1,35 = 1,000 \times 1,35 = k_v f_{v,d}$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=1,76$ m; $x_b=1,76$ m, przy obciążeniach „ABC”.

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = l / 200 = 17,6$ mm

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + „”):

$u_{z,fin} = u_{z,inst} (1+k_{def}) = -0,3 \times (1 + 0,60) = -0,5$ mm

$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1+k_{def}) = 0,0 \times (1 + 0,60) = 0,0$ mm

Ugięcia od obciążeń zmiennych („ABC”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Średniotrwałe** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$u_{z,fin} = u_{z,inst} (1+k_{def}) = -8,9 \times (1 + 0,25) = -11,1$ mm

$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1+k_{def}) = 0,0 \times (1 + 0,25) = 0,0$ mm

Ugięcie całkowite: $u_{z,fin} = -0,5 + -11,1 = 11,7 < 17,6 = u_{net,fin}$

PLATEW PŁ-1**WĘZŁY:**

Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000
2	3,900	0,000

PRĘTY UKŁADU:

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	3,900	0,000	3,900	1,000	2 H 150x100x6

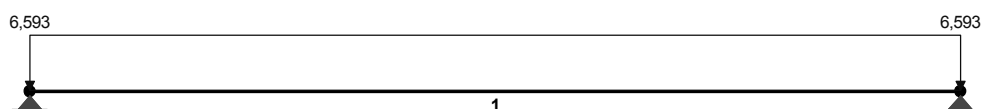
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
2	28,6	885	466	118	118	15,0	2 St3S (X,Y,V,W)

STAŁE MATERIAŁOWE:

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

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

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

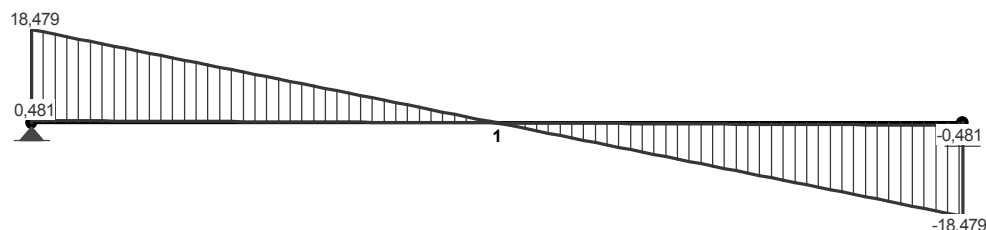
Grupa: A "" Zmienne $\gamma_f = 1,40$
1 Liniowe 0,0 6,593 6,593 0,00 3,90

W Y N I K I
Teoria I-go rzędu
Kombinatoryka obciążeń

MOMENTY-OBWIEDNIE:



TNĄCE-OBWIEDNIE:



SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

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

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

1	1,950	18,017*	-0,000	0,000	A
	0,000	0,000*	0,481	0,000	
	0,000	0,000	18,479*	0,000	A
	0,000	0,000	18,479	0,000*	A
	1,950	18,017	-0,000	0,000*	A
	0,000	0,000	18,479	0,000*	A
	1,950	18,017	-0,000	0,000*	A

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

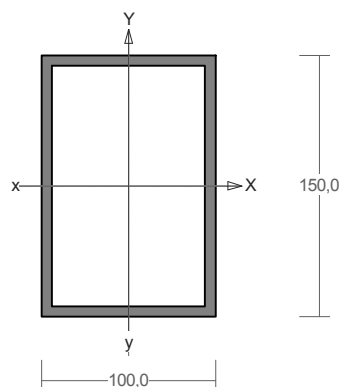
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

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

1	0,000*	18,479	18,479		A
	0,000*	0,481	0,481		
	0,000	18,479*	18,479		A
	0,000	0,481*	0,481		
	0,000	18,479	18,479*		A
2	0,000*	18,479	18,479		A
	0,000*	0,481	0,481		
	0,000	18,479*	18,479		A
	0,000	0,481*	0,481		
	0,000	18,479	18,479*		A

Pręt nr 1

Przekrój: H 150x100x6



Wymiary przekroju:

$$h=150,0 \quad s=100,0 \quad g=6,0 \quad t=6,0 \quad v_x=0,0 \quad v_y=0,0.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_x=885,2 \quad J_y=466,3 \quad A=28,56 \quad i_x=5,6 \quad i_y=4,0.$$

Materiał: St3S (X,Y,V,W). Wytrzymałość $f_d=215$ MPa dla $g=6,0$.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

Siły przekrojowe: $x_a = 1,950$; $x_b = 1,950$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: A

Obciążenia działające prostopadle do płaszczyzny układu: momenty przywęzłowe $M_a = 0,000$ i $M_b = 0,000$ kNm, obciążenie rozłożone na

całej długości pręta $q = 0,850$ kN/m. Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla tych obciążeń wynosi $\gamma_f = 1,300$.

$$M_x = -18,018 \text{ kNm}, \quad V_y = -0,000 \text{ kN}, \quad N = 0,000 \text{ kN},$$

$$M_y = 2,101 \text{ kNm}, \quad V_x = -0,000 \text{ kN}.$$

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 175,2$ MPa $\sigma_c = -175,2$ MPa.

Naprężenia: $x_a = 1,950$; $x_b = 1,950$.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 175,2$ MPa $\sigma_c = -175,2$ MPa.

Naprężenia: - normalne: $\sigma = 0,0$ $\Delta\sigma = 175,2$ MPa $\psi_{oc} = 1,000$

Warunki nośności: $\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 0,0 / 1,000 + 175,2 = 175,2 < 215$ MPa

Długości wyboczeniowe pręta:

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

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 3,900$$
$$l_w = 1,000 \times 3,900 = 3,900 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 3,900$$
$$l_w = 1,000 \times 3,900 = 3,900 \text{ m}$$

Zwichrzenie:

Dla przekroju rurowego lub skrzynkowego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem

$$l_1 = l_w = 3900 \text{ mm}; \quad 100 b_o \sqrt{215 / f_d} = 100 \times 94,0 \times \sqrt{215 / 215} = 9400 > 3900 = l_1$$

Pręt jest zabezpieczony przed zwichrzeniem.

Nośność przekroju na zginanie: $x_a = 1,950$; $x_b = 1,950$.

- względem osi X $M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 118,0 \times 215 \times 10^{-3} = 25,377$ kNm

- względem osi Y $M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 93,3 \times 215 \times 10^{-3} = 20,051$ kNm

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

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{18,018}{1,000 \times 25,377} + \frac{2,101}{20,051} = 0,815 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie: $x_a = 3,900$; $x_b = -0,000$.

- wzdłuż osi Y $V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 16,6 \times 215 \times 10^{-1} = 206,503 \text{ kN}$
 $V_O = 0,3 V_R = 61,951 \text{ kN}$
- wzdłuż osi X $V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 10,6 \times 215 \times 10^{-1} = 131,683 \text{ kN}$
 $V_O = 0,3 V_R = 39,505 \text{ kN}$

Warunki nośności:

- ścinanie wzdłuż osi Y: $V = 18,480 < 206,503 = V_R$
- ścinanie wzdłuż osi X: $V = 2,155 < 131,683 = V_R$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y wynoszą:

$$a_{\max} = 11,3 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 3900 / 250 = 15,6 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 11,3 < 15,6 = a_{\text{gr}}$$

Ugięcia względem osi X wynoszą:

$$a_{\max} = 2,7 \text{ mm}$$

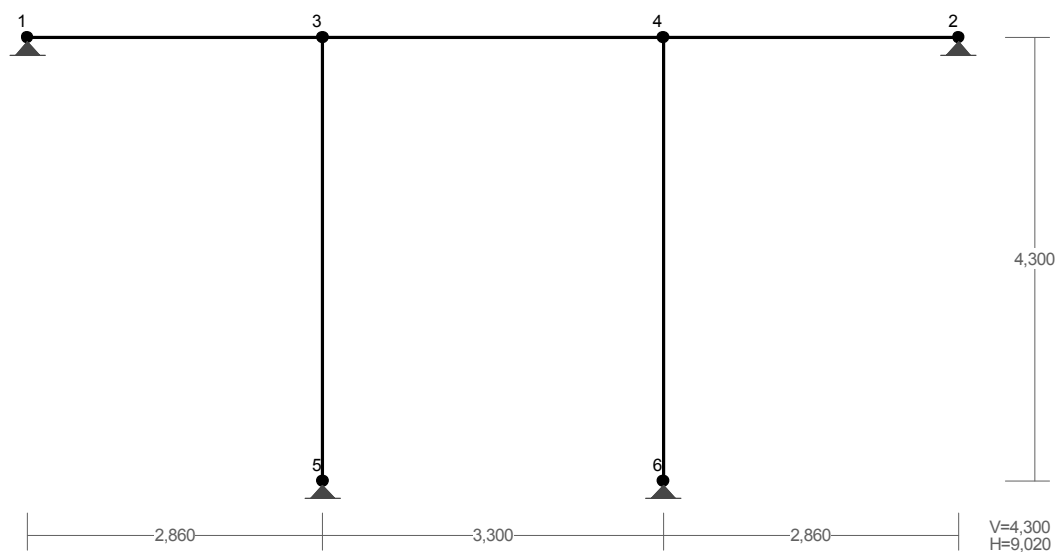
$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 3900 / 250 = 15,6 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 2,7 < 15,6 = a_{\text{gr}}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi: $a = \sqrt{2,7^2 + 11,3^2} = 11,6$

POZ. 1.2.7

WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	4,300	4	6,160	4,300
2	9,020	4,300	5	2,860	0,000
3	2,860	4,300	6	6,160	0,000

PRĘTY UKŁADU:

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	3	2,860	0,000	2,860	1,000	2 B 24,0x24,0
2	00	3	4	3,300	0,000	3,300	1,000	2 B 24,0x24,0
3	00	4	2	2,860	0,000	2,860	1,000	2 B 24,0x24,0
4	00	3	5	0,000	-4,300	4,300	1,000	1 B 30,0x24,0
5	00	4	6	0,000	-4,300	4,300	1,000	1 B 30,0x24,0

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	720,0	54000	34560	3600	3600	30,0	19 B25
2	576,0	27648	27648	2304	2304	24,0	19 B25

STAŁE MATERIAŁOWE:

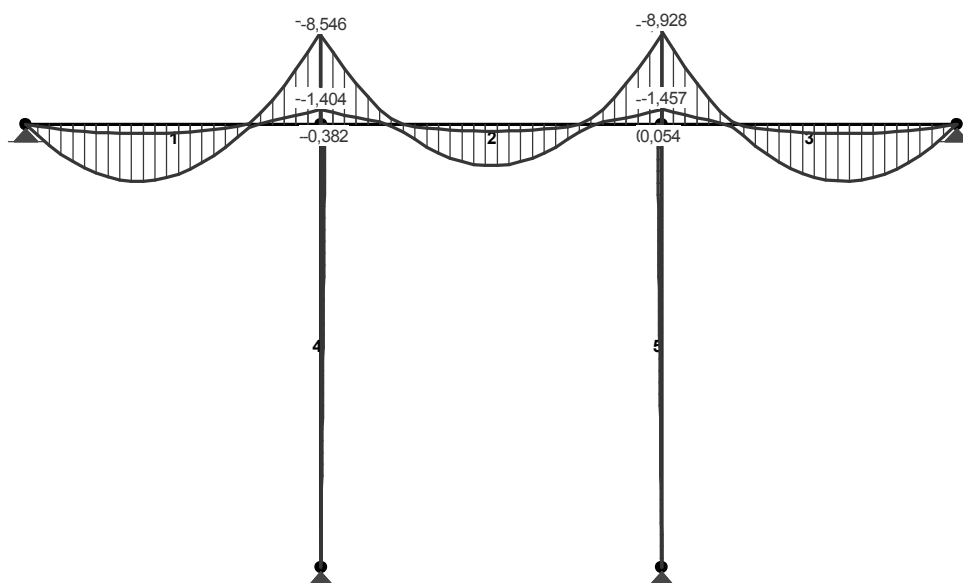
Materiał:	Moduł E: [N/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
19 B25	30	13,300	1,00E-05

OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

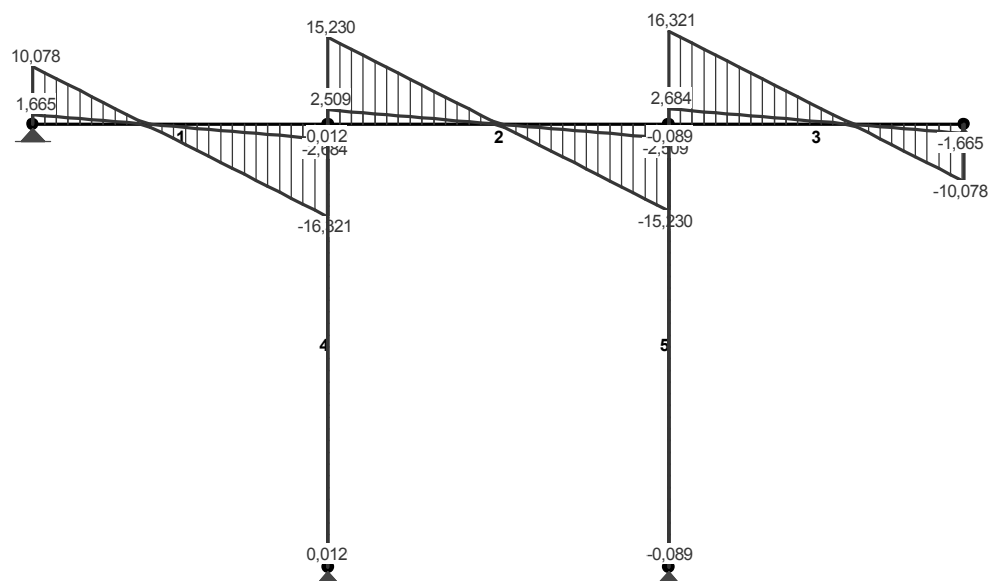
Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	A	""		Zmienne	γf= 1,40	
1	Liniowe	0,0	5,507	5,507	0,00	2,86
2	Liniowe	0,0	5,507	5,507	0,00	3,30
3	Liniowe	0,0	5,507	5,507	0,00	2,86

W Y N I K I Teoria I-go rzędu Kombinatoryka obciążeń

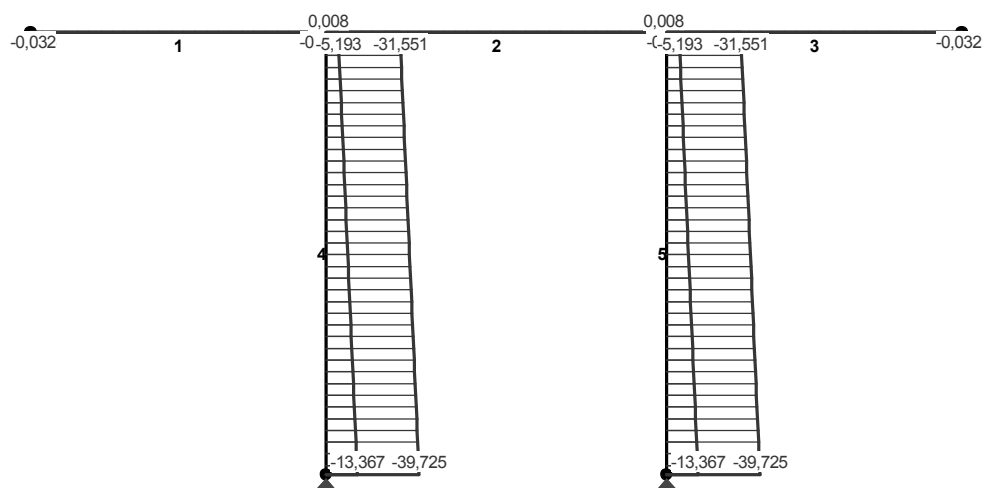
MOMENTY-OBWIEDNIE:



TNĄCE-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:



SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

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

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	1,073	5,500*	0,178	-0,032	A
	2,860	-8,928*	-16,321	-0,032	A
	2,860	-8,928	-16,321*	-0,032	A
	2,860	-1,457	-2,684	-0,005*	
	1,073	0,911	0,034	-0,005*	
	2,860	-8,928	-16,321	-0,032*	A
	1,073	5,500	0,178	-0,032*	A
2	1,650	4,019*	-0,000	0,056	A
	0,000	-8,546*	15,230	0,056	A
	0,000	-8,546	15,230*	0,056	A
	0,000	-8,546	15,230	0,056*	A
	1,650	4,019	-0,000	0,056*	A
	0,000	-1,404	2,509	0,008*	
	1,650	0,666	0,000	0,008*	

3	1,787	5,500*	-0,178	-0,032	A
	0,000	-8,928*	16,321	-0,032	A
	0,000	-8,928	16,321*	-0,032	A
	0,000	-1,457	2,684	-0,005*	
	1,787	0,911	-0,034	-0,005*	
	0,000	-8,928	16,321	-0,032*	A
	1,787	5,500	-0,178	-0,032*	A
4	4,300	-0,000*	0,089	-39,725	A
	0,000	-0,382*	0,089	-31,551	A
	4,300	-0,000	0,089*	-39,725	A
	0,000	-0,382	0,089*	-31,551	A
	0,000	-0,054	0,012	-5,193*	
	4,300	-0,000	0,089	-39,725*	A
5	0,000	0,382*	-0,089	-31,551	A
	4,300	-0,000*	-0,089	-39,725	A
	0,000	0,382	-0,089*	-31,551	A
	4,300	-0,000	-0,089*	-39,725	A
	0,000	0,054	-0,012	-5,193*	
	4,300	-0,000	-0,089	-39,725*	A

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

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,032*	10,078	10,078		A
	0,005*	1,665	1,665		
	0,032	10,078*	10,078		A
	0,005	1,665*	1,665		
	0,032	10,078	10,078*		A
2	-0,005*	1,665	1,665		
	-0,032*	10,078	10,078		A
	-0,032	10,078*	10,078		A
	-0,005	1,665*	1,665		
	-0,032	10,078	10,078*		A
5	-0,012*	13,367	13,367		
	-0,089*	39,725	39,725		A
	-0,089	39,725*	39,725		A
	-0,012	13,367*	13,367		
	-0,089	39,725	39,725*		A
6	0,089*	39,725	39,725		A
	0,012*	13,367	13,367		
	0,089	39,725*	39,725		A
	0,012	13,367*	13,367		
	0,089	39,725	39,725*		A

* = Wartości ekstremalne