



**PRACOWNIA INWESTYCYJNO - PROJEKTOWA**

UL. OSTRÓDZKA 53 14-200 IŁAWA tel/fax 89 648 7151 e-mail biuro@ineko.pl

**PROJEKT ARCHITEKTONICZO-BUDOWLANY**

**W I A T A T A R G O W A**

**- BRANŻA KONSTRUKCYJNA**

**INWESTYCJA: NR.DZ. 245/20, SKRWILNO, GM. SKRWILNO**

**INWESTOR: GMINA SKRWILNO  
87-510 SKRWILNO UL. RYPIŃSKA 7**

**KONSTRUKCJA :**

**Autor konstrukcji:**

mgr inż. Jarosław Celban

.....

BK.IIF.7342/1343/98

**Sprawdzający:**

mgr inż. Rafał Dawid

.....

BK.IIF.7342/1348/98

**opracowanie:**

mgr inż. Daniel Mejna

.....

Egzemplarz nr	1	2	3	4	Data: lipiec 2012r
---------------	---	---	---	---	--------------------

<b>Strona tytułowa</b>
------------------------

**Spis zawartości projektu :**

- Strona tytułowa.....	str.....
- Oświadczenia projektantów.....	str.....
- Uprawnienia i zaświadczenia izbowe.....	str.....
- Opis techniczny- branża konstrukcyjna.....	str.....
- <b>K- 01</b> Rzut fundamentów. Rzut przyziemia.....	str.....
- <b>K- 02</b> Szczegóły fundamentów.....	str.....
- <b>K- 03</b> Wiązar na słupach.....	str.....
- <b>K- 04</b> Wiązar na płatwi stopowej .....	str.....
- <b>K- 05</b> Rzut więźby dachowej. Przekrój podłużny w kalenicy.....	str.....
- <b>K- 06</b> Szacunkowe zestawienie głównych elementów konstrukcji drewnianej.....	str.....

Lębork, lipiec 2012r

## OŚWIADCZENIE

Zgodnie z art. 20 Ust.4 ustawy z dnia 7 lipca – Prawo budowlane (tekst jednolity Dz.U. z 2003r. Nr 207 , poz. 2016 z późn. zmianami ) oświadczamy , że projekt budowlany

„ **WIATA TARGOWA.** ” - **branża konstrukcyjna**

INWESTYCJA: NR.DZ. 245/20, SKRWILNO, GM. SKRWILNO

INWESTOR: GMINA SKRWILNO  
87-510 SKRWILNO UL. RYPIŃSKA 7

sporządzono zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej .

### **KONSTRUKCJA :**

#### **Autor konstrukcji:**

mgr inż. Jarosław Celban

.....

BK IIF.7342/1343/98

#### **Sprawdzający:**

mgr inż. Rafał Dawid

.....

BK.IIF.7342/1348/98

#### **opracowanie:**

mgr inż. Daniel Mejna

.....

# OPIS TECHNICZNY – branża konstrukcyjna

## Zestawienie arkuszy rysunkowych :

<b>K- 01</b> Rzut fundamentów. Rzut przyziemia	skala 1:100
<b>K- 02</b> Szczegóły fundamentów	skala 1:25
<b>K- 03</b> Wiązar na słupach	skala 1:100
<b>K- 04</b> Wiązar na płatwi stopowej	skala 1:100
<b>K- 05</b> Rzut więźby dachowej. Przekrój podłużny w kalenicy	skala 1:100
<b>K- 06</b> Szacunkowe zestawienie głównych elementów konstrukcji drewnianej	

### 1. Warunki geotechniczne budowlane.

Obiekt należy do I-kategorii geotechnicznej. Obiekt osiada statycznie wyznaczalny schemat obliczeniowy. Warunki gruntowe proste, warstwy gruntu jednorodne genetycznie i litologicznie , równoległe do powierzchni gruntu . Zwierciadło wód gruntowych znajduje się poniżej projektowanego poziomu posadowienia fundamentów. Nie stwierdzono występowania niekorzystnych zjawisk geologicznych. W miejscu planowanych robót, po analizie makroskopowej gruntu, stwierdzono zaleganie w poziomie posadowienia piasków drobnych średniozagęszczonych.

### 2. Opis elementów konstrukcyjnych.

#### 2.1 Opis technologii projektowanych robót.

Fundamenty żelbetowe : stopy i ławy fundamentowe. Ściana fundamentowa z bloczka betonowego. Konstrukcja nadziemna – drewniana.

#### 2.2 Fundamenty.

Projektowane fundamenty będą żelbetowe w postaci stóp fundamentowych. Projektowane stopy będą pomiędzy sobą połączone ławami fundamentowymi. Fundamenty wykonać bezpośrednio na budowie w przygotowanych wcześniej deskowaniach. Bezpośrednio po wykonaniu wykopu, podłoże gruntowe zabezpieczyć warstwą podkładu betonowego grubości 10cm „B-10”. Nie dopuścić do rozmycia dna wykopu. Dno wykopu chronić przed zewnętrznymi warunkami atmosferycznymi.

W miejscu planowanych słupów żelbetowych, przed zabetonowaniem fundamentów umieścić pręty startowe.

Rozwiązanie izolacji przeciwwodnych i przeciwwilgociowych wg branży architektonicznej.

Stal konstrukcyjna A-IIIN beton towarowy B-20.

#### 2.3 Ściany fundamentowe.

Ściany fundamentowe wykonać z bloczków betonowych B-15 grubości 24cm na zaprawie cementowej m.8 z dodatkiem plastyfikatora np. Klutanit. Od strony projektowanych izolacji przeciwwilgociowych spoiny ściany zatrzeć na gładko.

Stal konstrukcyjna A-IIIIN beton towarowy B-20.

## **2.6 Więźba dachowa.**

Więźba dachowa drewniana z drewna konstrukcyjnego sosnowego C-30. Konstrukcję zabezpieczyć środkami przeciwgrzybicznymi, przeciwwilgociowymi i ogniochronnymi. Konstrukcję wykonać wg załączonego rysunku konstrukcyjnego. Konstrukcja wg rysunku konstrukcyjnego. Szczegółowe rozwiązania połączeń wg projektu wykonawczego.

## **3.0 Obliczenia statyczne i wymiarowanie.**

## UWAGA!

Wszystkie elementy budowlane projektowanej inwestycji należy wykonać zgodnie z niniejszym projektem technicznym, a zamiary zmian konsultować z projektantami !  
Niniejsze opracowanie nie jest projektem wykonawczym. W przypadku konieczności wykonania projektu wykonawczego zgłoszonej przez kierownika budowy lub inwestora, biuro może dodatkowo wykonać to opracowanie po uzgodnieniu warunków przez strony.  
Odpowiedzialność za realizację obiektu zgodnie z zasadami wiedzy technicznej spoczywa na kierowniku budowy.

### Autor konstrukcji:

mgr inż. Jarosław Celban

.....

BK.IIF.7342/1343/98

### Sprawdzający:

mgr inż. Rafał Dawid

.....

BK.IIF.7342/1348/98

### opracowanie:

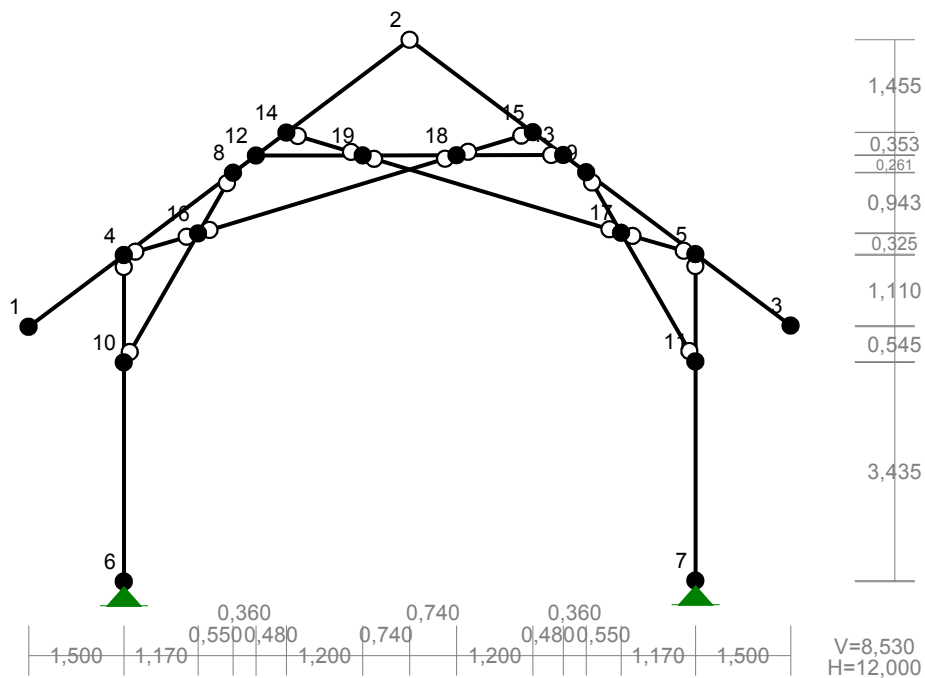
mgr inż. Daniel Mejna

.....

lipiec, 2012r

# A) WIĘŻBA DACHOWA- wiązar na słupach

WEZŁY:



WEZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	4,010	11	10,500	3,465
2	6,000	8,530	12	3,580	6,706
3	12,000	4,030	13	8,420	6,715
4	1,500	5,140	14	4,060	7,068
5	10,500	5,155	15	7,940	7,075
6	1,500	0,000	16	2,670	5,480
7	10,500	0,015	17	9,330	5,492
8	3,220	6,435	18	6,740	6,712
9	8,780	6,445	19	5,260	6,709
10	1,500	3,450			

PODPORY:

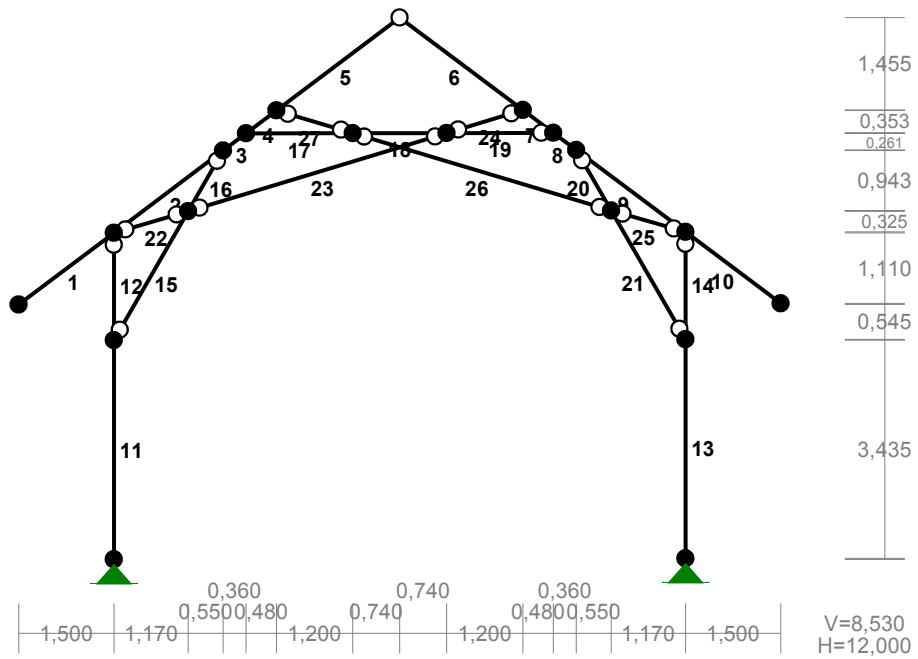
Podatności

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

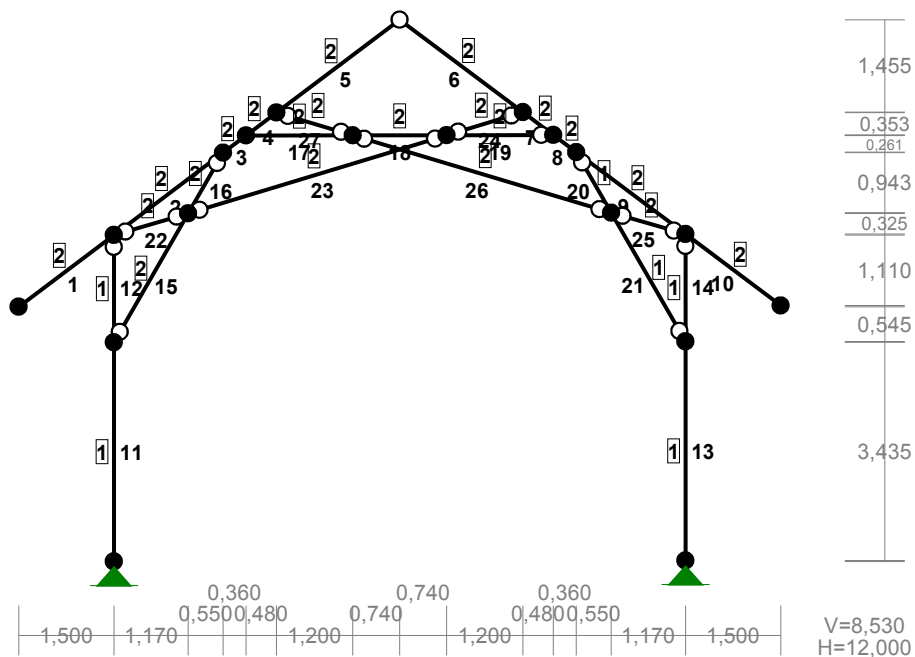
OSIADANIA:

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

PRĘTY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:



**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	1,500	1,130	1,878	1,000	2 B 20,0x12,0
2	00	4	8	1,720	1,295	2,153	1,000	2 B 20,0x12,0
3	00	8	12	0,360	0,271	0,451	1,000	2 B 20,0x12,0
4	00	12	14	0,480	0,362	0,601	1,000	2 B 20,0x12,0
5	01	14	2	1,940	1,462	2,429	1,000	2 B 20,0x12,0
6	10	2	15	1,940	-1,455	2,425	1,000	2 B 20,0x12,0
7	00	15	13	0,480	-0,360	0,600	1,000	2 B 20,0x12,0
8	00	13	9	0,360	-0,270	0,450	1,000	2 B 20,0x12,0
9	00	9	5	1,720	-1,290	2,150	1,000	2 B 20,0x12,0
10	00	5	3	1,500	-1,125	1,875	1,000	2 B 20,0x12,0
11	00	6	10	0,000	3,450	3,450	1,000	1 B 24,0x24,0
12	01	10	4	0,000	1,690	1,690	1,000	1 B 24,0x24,0
13	00	7	11	0,000	3,450	3,450	1,000	1 B 24,0x24,0
14	01	11	5	0,000	1,690	1,690	1,000	1 B 24,0x24,0
15	10	10	16	1,170	2,030	2,343	1,000	2 B 20,0x12,0
16	01	16	8	0,550	0,955	1,102	1,000	2 B 20,0x12,0
17	00	12	19	1,680	0,003	1,680	1,000	2 B 20,0x12,0
18	00	19	18	1,480	0,003	1,480	1,000	2 B 20,0x12,0
19	01	18	13	1,680	0,003	1,680	1,000	2 B 20,0x12,0
20	10	9	17	0,550	-0,953	1,100	1,000	1 B 24,0x24,0
21	01	17	11	1,170	-2,027	2,340	1,000	1 B 24,0x24,0
22	11	4	16	1,170	0,340	1,218	1,000	2 B 20,0x12,0
23	11	16	18	4,070	1,232	4,252	1,000	2 B 20,0x12,0
24	11	18	15	1,200	0,363	1,254	1,000	2 B 20,0x12,0
25	11	17	5	1,170	-0,337	1,218	1,000	2 B 20,0x12,0
26	11	19	17	4,070	-1,217	4,248	1,000	2 B 20,0x12,0
27	11	14	19	1,200	-0,359	1,253	1,000	2 B 20,0x12,0

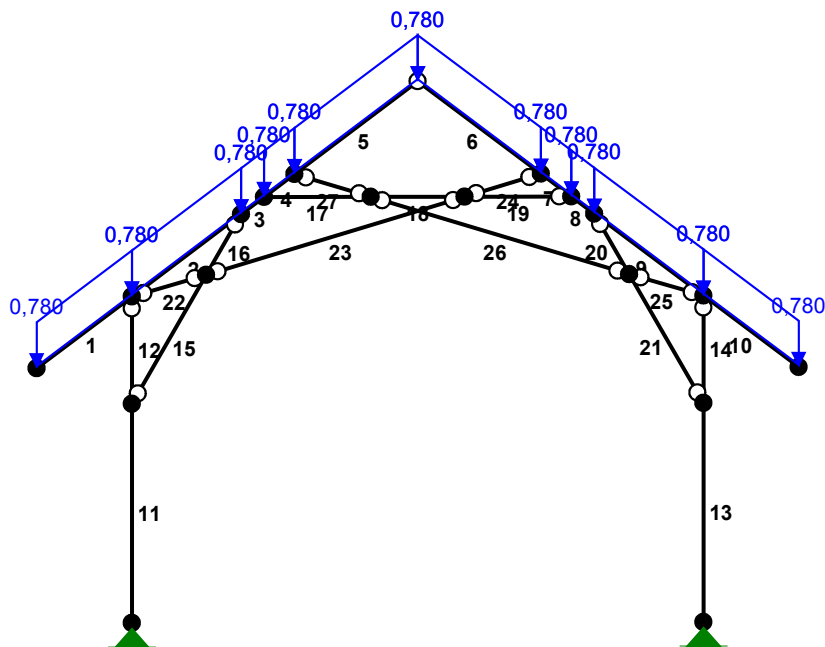
**WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:**

Nr.	A[cm <sup>2</sup> ]	I <sub>x</sub> [cm <sup>4</sup> ]	I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]	W <sub>g</sub> [cm <sup>3</sup> ]	W <sub>d</sub> [cm <sup>3</sup> ]	h[cm]	Materiał:
1	576,0	27648	27648	2304	2304	24,0	46 Drewno C30
2	240,0	8000	2880	800	800	20,0	46 Drewno C30

**STAŁE MATERIAŁOWE:**

Materiał:	Moduł E: [N/mm <sup>2</sup> ]	Napręż.gr.: [N/mm <sup>2</sup> ]	AlfaT: [1/K]
46 Drewno C30	12000	30,000	5,00E-06

**OBCIĄŻENIA:**

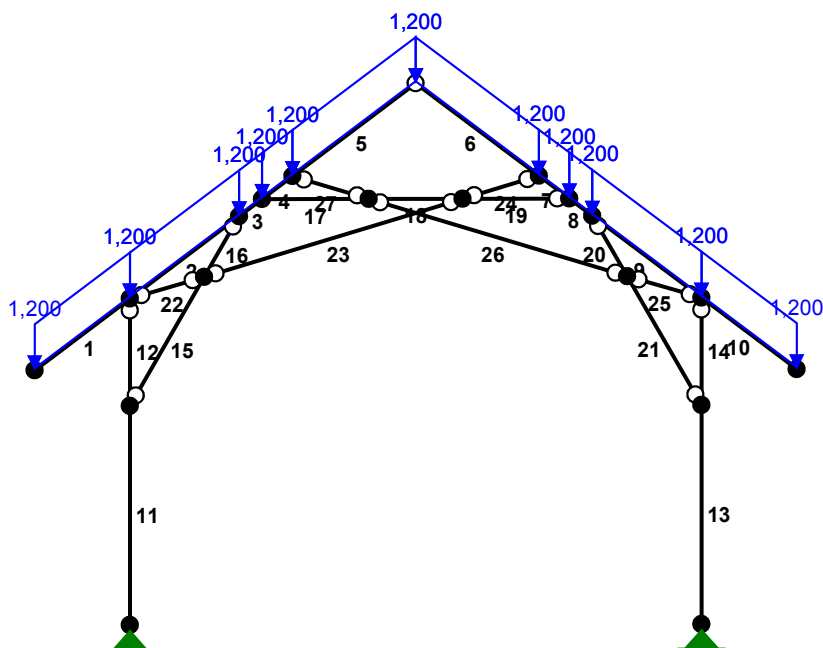


**OBCIĄŻENIA:**

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

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg) :	P2 (Td) :	a [m] :	b [m] :
Grupa:	A "cw poszycia"			Stałe	γ <sub>f</sub> = 1,35	
1	Liniowe	0,0	0,780	0,780	0,00	1,88
2	Liniowe	0,0	0,780	0,780	0,00	2,15
3	Liniowe	0,0	0,780	0,780	0,00	0,45
4	Liniowe	0,0	0,780	0,780	0,00	0,60
5	Liniowe	0,0	0,780	0,780	0,00	2,43
6	Liniowe	0,0	0,780	0,780	0,00	2,43
7	Liniowe	0,0	0,780	0,780	0,00	0,60
8	Liniowe	0,0	0,780	0,780	0,00	0,45
9	Liniowe	0,0	0,780	0,780	0,00	2,15
10	Liniowe	0,0	0,780	0,780	0,00	1,88

OBCIĄŻENIA:

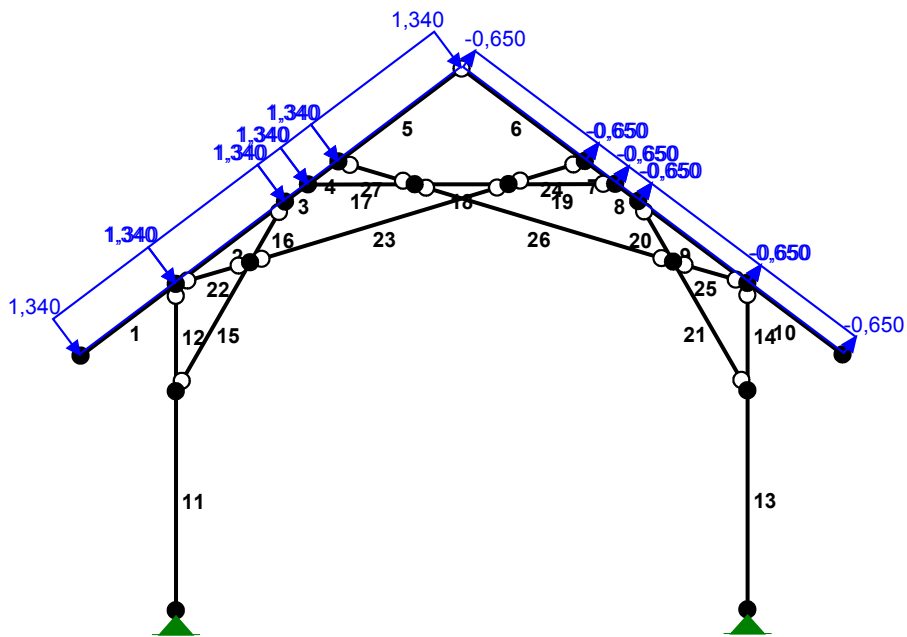


OBCIĄŻENIA:

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

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa:	B "śnieg"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	1,200	1,200	0,00	1,88
2	Liniowe	0,0	1,200	1,200	0,00	2,15
3	Liniowe	0,0	1,200	1,200	0,00	0,45
4	Liniowe	0,0	1,200	1,200	0,00	0,60
5	Liniowe	0,0	1,200	1,200	0,00	2,43
6	Liniowe	0,0	1,200	1,200	0,00	2,43
7	Liniowe	0,0	1,200	1,200	0,00	0,60
8	Liniowe	0,0	1,200	1,200	0,00	0,45
9	Liniowe	0,0	1,200	1,200	0,00	2,15
10	Liniowe	0,0	1,200	1,200	0,00	1,88

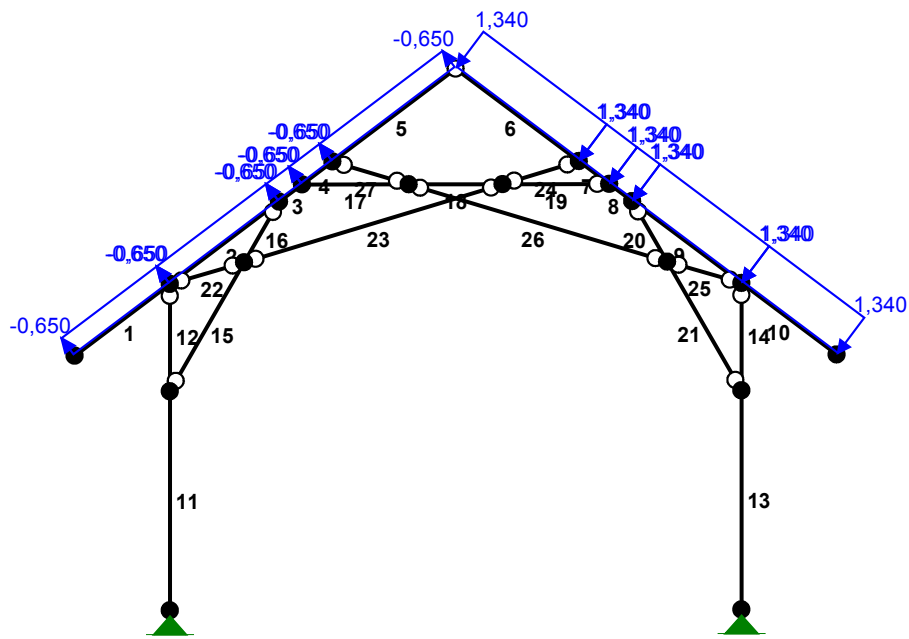
OBCIĄŻENIA:



**OBCIĄŻENIA:** ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa: C	"wiatrl"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	37,0	1,340	1,340	0,00	1,88
2	Liniowe	37,0	1,340	1,340	0,00	2,15
3	Liniowe	37,0	1,340	1,340	0,00	0,45
4	Liniowe	37,0	1,340	1,340	0,00	0,60
5	Liniowe	37,0	1,340	1,340	0,00	2,43
6	Liniowe	-36,9	-0,650	-0,650	0,00	2,43
7	Liniowe	-36,9	-0,650	-0,650	0,00	0,60
8	Liniowe	-36,9	-0,650	-0,650	0,00	0,45
9	Liniowe	-36,9	-0,650	-0,650	0,00	2,15
10	Liniowe	-36,9	-0,650	-0,650	0,00	1,88

OBCIĄŻENIA:

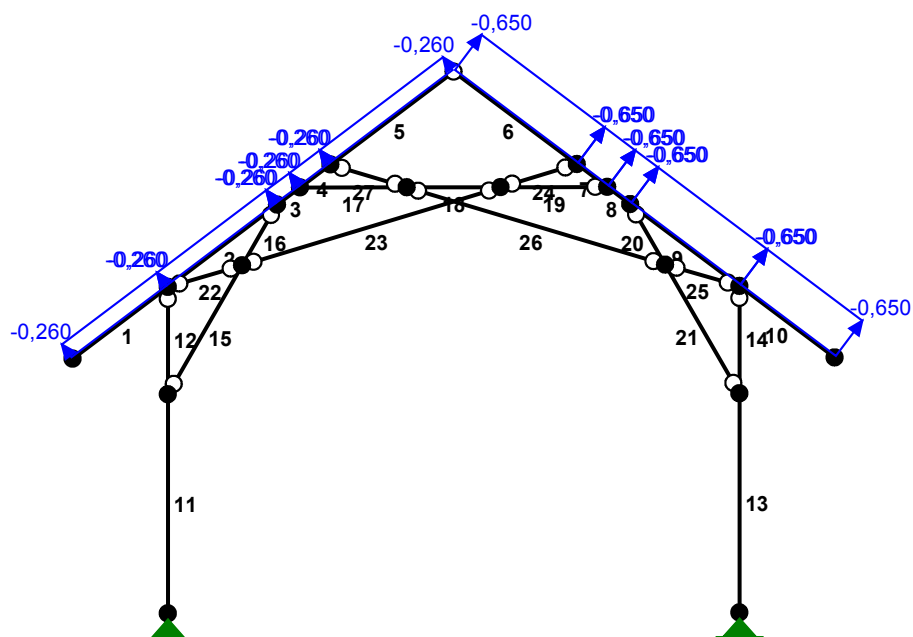


**OBCIĄŻENIA:**

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

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa:	D	"wiatr2"		Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	37,0	-0,650	-0,650	0,00	1,88
2	Liniowe	37,0	-0,650	-0,650	0,00	2,15
3	Liniowe	37,0	-0,650	-0,650	0,00	0,45
4	Liniowe	37,0	-0,650	-0,650	0,00	0,60
5	Liniowe	37,0	-0,650	-0,650	0,00	2,43
6	Liniowe	-36,9	1,340	1,340	0,00	2,43
7	Liniowe	-36,9	1,340	1,340	0,00	0,60
8	Liniowe	-36,9	1,340	1,340	0,00	0,45
9	Liniowe	-36,9	1,340	1,340	0,00	2,15
10	Liniowe	-36,9	1,340	1,340	0,00	1,88

**OBCIĄŻENIA:**

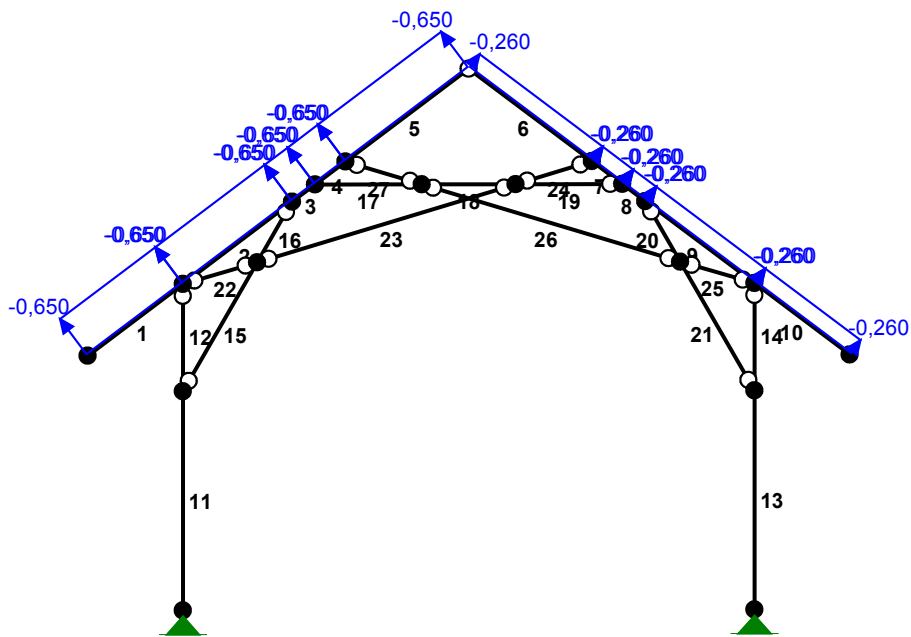


**OBCIĄŻENIA:**

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

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa:	E	"wiatr3"		Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	37,0	-0,260	-0,260	0,00	1,88
2	Liniowe	37,0	-0,260	-0,260	0,00	2,15
3	Liniowe	37,0	-0,260	-0,260	0,00	0,45
4	Liniowe	37,0	-0,260	-0,260	0,00	0,60
5	Liniowe	37,0	-0,260	-0,260	0,00	2,43
6	Liniowe	-36,9	-0,650	-0,650	0,00	2,43
7	Liniowe	-36,9	-0,650	-0,650	0,00	0,60
8	Liniowe	-36,9	-0,650	-0,650	0,00	0,45
9	Liniowe	-36,9	-0,650	-0,650	0,00	2,15
10	Liniowe	-36,9	-0,650	-0,650	0,00	1,88

**OBCIĄŻENIA:**



**OBCIĄŻENIA:** ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa:	F "wiatr4"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	37,0	-0,650	-0,650	0,00	1,88
2	Liniowe	37,0	-0,650	-0,650	0,00	2,15
3	Liniowe	37,0	-0,650	-0,650	0,00	0,45
4	Liniowe	37,0	-0,650	-0,650	0,00	0,60
5	Liniowe	37,0	-0,650	-0,650	0,00	2,43
6	Liniowe	-36,9	-0,260	-0,260	0,00	2,43
7	Liniowe	-36,9	-0,260	-0,260	0,00	0,60
8	Liniowe	-36,9	-0,260	-0,260	0,00	0,45
9	Liniowe	-36,9	-0,260	-0,260	0,00	2,15
10	Liniowe	-36,9	-0,260	-0,260	0,00	1,88

=====

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

=====

**OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:**

Grupa:	Znaczenie:	$\psi_d$ :	$\gamma_f$ :
Ciężar wł.			1,10
A -"cw poszycia"	Stałe		1,35
B -"śnieg"	Zmienne	1	1,50
C -"wiatr1"	Zmienne	1	1,50
D -"wiatr2"	Zmienne	1	1,50
E -"wiatr3"	Zmienne	1	1,50

F -"wiatr4" Zmienne 1 1,00 1,50

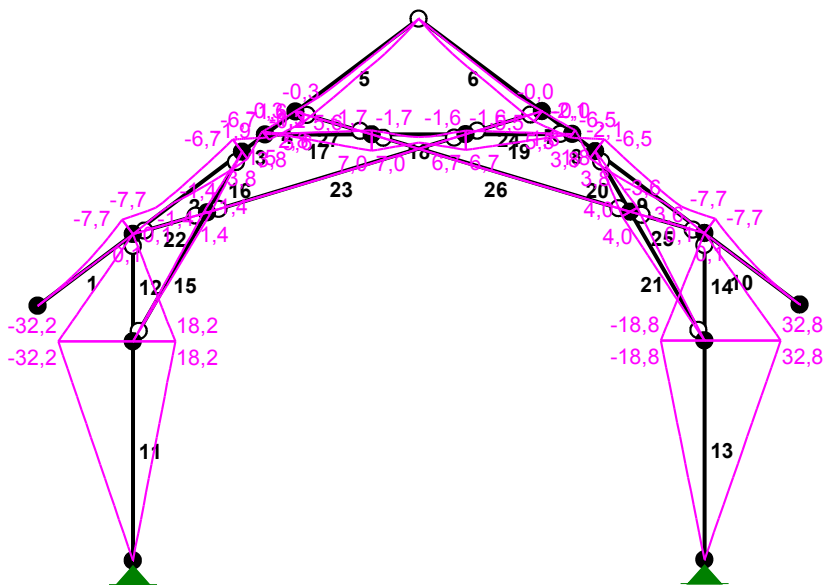
**RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:**

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
A -"cw poszycia"	ZAWSZE
B -"śnieg"	EWENTUALNIE
C -"wiatr1"	EWENTUALNIE Nie występuje z: DEF
D -"wiatr2"	EWENTUALNIE Nie występuje z: CEF
E -"wiatr3"	EWENTUALNIE Nie występuje z: CDF
F -"wiatr4"	EWENTUALNIE Nie występuje z: CDE

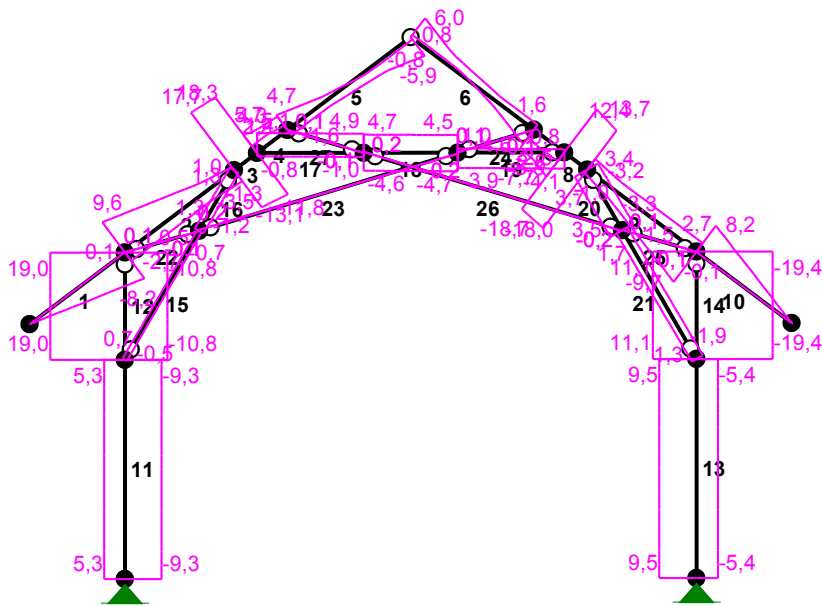
**KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:**

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

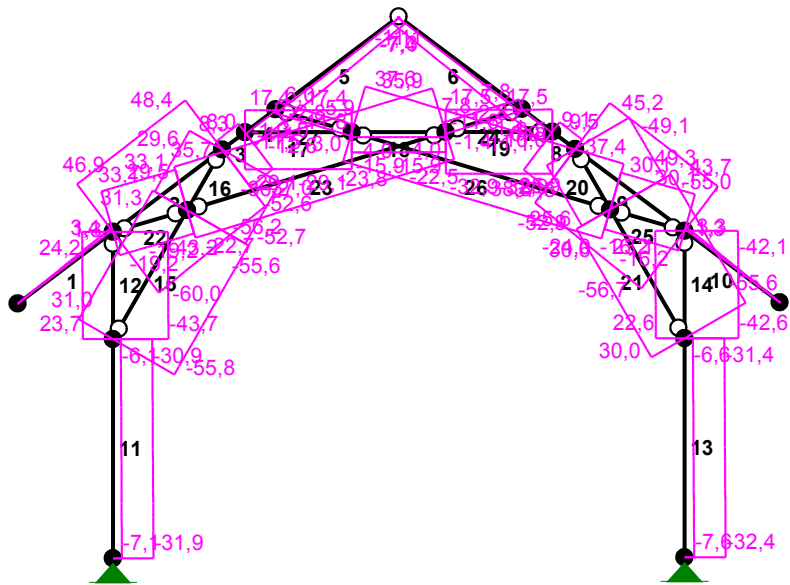
**MOMENTY-OBWIEDNIE:**



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	1,878	<b>0,1*</b>	0,1	1,3 AF
	1,878	<b>-7,7*</b>	-8,2	3,4 ABC
	1,878	-7,7	<b>-8,2*</b>	3,4 ABC
	1,878	-7,7	-8,2	<b>3,4*</b> ABC
	0,000	-0,0	-0,0	<b>0,0*</b> ABD
2	2,153	<b>3,8*</b>	1,0	-53,8 AC
	0,000	<b>-7,7*</b>	9,6	-60,0 ABC
	0,000	-7,7	<b>9,6*</b>	-60,0 ABC
	2,153	-5,7	-2,6	<b>48,4*</b> AD
	0,000	-7,7	9,6	<b>-60,0*</b> ABC
3	0,000	<b>3,8*</b>	-11,8	-27,1 AC
	0,000	<b>-6,7*</b>	18,3	-1,8 ABD
	0,000	-6,7	<b>18,3*</b>	-1,8 ABD
	0,451	1,5	16,0	<b>8,3*</b> AD
	0,000	2,8	-9,4	<b>-37,0*</b> ABC
4	0,601	<b>5,6*</b>	4,3	-8,3 ABD
	0,000	<b>-1,6*</b>	3,1	-6,5 AC
	0,000	-1,2	<b>5,7*</b>	-12,6 ABC
	0,601	1,9	2,2	<b>-1,0*</b> AF
	0,000	-1,2	5,7	<b>-12,6*</b> ABC
5	0,000	<b>5,6*</b>	-0,6	-11,8 ABD
	0,000	<b>-0,3*</b>	3,7	-4,3 AC
	2,429	0,0	<b>-5,9*</b>	-5,8 ABC
	2,429	0,0	-1,1	<b>-1,1*</b> AE
	0,000	5,6	-0,6	<b>-11,8*</b> ABD
6	2,425	<b>5,5*</b>	0,6	-11,6 ABC
	2,425	<b>-0,0*</b>	-3,6	-4,4 AD
	0,000	0,0	<b>6,0*</b>	-5,9 ABD
	0,000	0,0	1,2	<b>-1,1*</b> AF
	2,425	5,5	0,6	<b>-11,6*</b> ABC
7	0,000	<b>5,5*</b>	-5,8	-7,0 ABC
	0,600	<b>-2,1*</b>	-4,3	-5,6 AD
	0,600	-2,1	<b>-7,7*</b>	-11,1 ABD
	0,000	1,9	-2,8	<b>-0,5*</b> AE
	0,600	-2,1	-7,7	<b>-11,1*</b> ABD
8	0,450	<b>3,8*</b>	12,4	-28,5 AD
	0,450	<b>-6,5*</b>	-18,7	-0,6 ABC
	0,450	-6,5	<b>-18,7*</b>	-0,6 ABC
	0,000	1,8	-16,3	<b>9,5*</b> AC
	0,450	2,9	10,0	<b>-38,3*</b> ABD
9	0,000	<b>3,8*</b>	-1,0	-51,0 AD
	2,150	<b>-7,7*</b>	-9,7	-56,7 ABD
	2,150	-7,7	<b>-9,7*</b>	-56,7 ABD
	0,000	-5,6	2,6	<b>45,2*</b> AC
	2,150	-7,7	-9,7	<b>-56,7*</b> ABD
10	0,000	<b>0,1*</b>	-0,1	1,3 AC
	0,000	<b>-7,7*</b>	8,2	3,3 ABD
	0,000	-7,7	<b>8,2*</b>	3,3 ABD
	0,000	-7,7	8,2	<b>3,3*</b> ABD
	1,875	-0,0	0,0	<b>0,0*</b> ABC

11	3,450	<b>18,2*</b>	5,3	-10,6	AC
	3,450	<b>-32,2*</b>	-9,3	-30,9	ABD
	0,000	0,0	<b>-9,3*</b>	-31,9	ABD
	3,450	-32,2	<b>-9,3*</b>	-30,9	ABD
	3,450	1,4	0,4	<b>-6,1*</b>	AE
	0,000	0,0	-9,3	<b>-31,9*</b>	ABD
12	0,000	<b>18,2*</b>	-10,8	-37,2	AC
	0,000	<b>-32,2*</b>	19,0	17,2	ABD
	1,690	0,0	<b>19,0*</b>	17,7	ABD
	0,000	-32,2	<b>19,0*</b>	17,2	ABD
	1,690	-0,0	16,3	<b>24,2*</b>	AD
	0,000	13,7	-8,1	<b>-43,7*</b>	ABC
13	3,450	<b>32,8*</b>	9,5	-31,4	ABC
	3,450	<b>-18,8*</b>	-5,4	-11,1	AD
	3,450	32,8	<b>9,5*</b>	-31,4	ABC
	0,000	0,0	<b>9,5*</b>	-32,4	ABC
	3,450	-1,5	-0,4	<b>-6,6*</b>	AF
	0,000	0,0	9,5	<b>-32,4*</b>	ABC
14	0,000	<b>32,8*</b>	-19,4	16,2	ABC
	0,000	<b>-18,8*</b>	11,1	-36,2	AD
	0,000	32,8	<b>-19,4*</b>	16,2	ABC
	1,690	-0,0	<b>-19,4*</b>	16,7	ABC
	1,690	0,0	-16,7	<b>23,1*</b>	AC
	0,000	-14,2	8,4	<b>-42,6*</b>	ABD
15	2,343	<b>1,4*</b>	0,5	23,2	ABC
	2,343	<b>-1,4*</b>	-0,7	-47,5	AD
	2,343	-1,4	<b>-0,7*</b>	-47,5	AD
	2,343	1,4	0,5	<b>31,3*</b>	AC
	0,000	0,0	-0,5	<b>-55,8*</b>	ABD
	16	0,000	<b>1,4*</b>	-1,2	21,3
0,000		<b>-1,4*</b>	1,3	-44,6	AD
0,000		-1,4	<b>1,3*</b>	-44,6	AD
1,102		0,0	-1,3	<b>29,6*</b>	AC
0,000		-1,4	1,3	<b>-52,7*</b>	ABD
17		1,680	<b>7,0*</b>	4,9	14,3
	1,680	<b>-1,7*</b>	-1,0	-26,0	AC
	0,000	-1,3	<b>5,1*</b>	14,3	ABD
	1,680	5,3	3,6	<b>17,4*</b>	AD
	0,000	-0,6	0,5	<b>-29,1*</b>	ABC
	18	0,000	<b>7,0*</b>	-4,6	-15,9
0,000		<b>-1,7*</b>	4,7	-5,9	AC
1,480		0,1	<b>-4,7*</b>	-15,9	ABD
1,480		1,7	0,8	<b>-4,0*</b>	AE
0,000		7,0	-4,6	<b>-15,9*</b>	ABD
19		0,000	<b>6,7*</b>	-3,9	13,5
	0,000	<b>-1,6*</b>	1,0	-28,9	AD
	1,680	-0,0	<b>-4,1*</b>	13,5	ABC
	1,680	-0,0	-3,1	<b>17,5*</b>	AC
	0,000	0,1	0,0	<b>-32,9*</b>	ABD
	20	1,100	<b>4,0*</b>	3,5	17,2
1,100		<b>-3,6*</b>	-3,3	-40,9	AC
0,000		0,0	<b>3,7*</b>	17,4	ABD
0,000		0,0	3,5	<b>25,9*</b>	AD
1,100		-3,4	-3,2	<b>-49,3*</b>	ABC
21		0,000	<b>4,0*</b>	-1,5	22,5
	0,000	<b>-3,6*</b>	1,7	-46,9	AC

	2,340	-0,0	<b>-1,9*</b>	21,9	ABD
	0,000	3,8	-1,4	<b>30,6*</b>	AD
	2,340	0,0	1,3	<b>-55,6*</b>	ABC
22	0,609	<b>0,0*</b>	0,0	33,1	ABC
	0,000	<b>0,0*</b>	0,1	33,1	ABC
	1,218	<b>0,0*</b>	-0,1	33,1	ABC
	0,000	0,0	<b>0,1*</b>	33,1	ABC
	1,218	0,0	<b>-0,1*</b>	33,1	ABC
	1,218	0,0	-0,1	<b>33,1*</b>	ABC
	0,000	0,0	0,1	<b>-19,2*</b>	AD
23	2,126	<b>0,3*</b>	0,0	35,8	ABC
	0,000	<b>0,0*</b>	0,2	35,7	ABC
	4,252	<b>0,0*</b>	-0,2	35,9	ABC
	0,000	0,0	<b>0,2*</b>	35,7	ABC
	4,252	0,0	<b>-0,2*</b>	35,9	ABC
	4,252	0,0	-0,2	<b>35,9*</b>	ABC
	0,000	0,0	0,2	<b>-22,7*</b>	AD
24	0,627	<b>0,0*</b>	0,0	7,8	ABC
	0,000	<b>0,0*</b>	0,1	7,8	ABC
	1,254	<b>0,0*</b>	-0,1	7,8	ABC
	0,000	0,0	<b>0,1*</b>	7,8	ABC
	1,254	0,0	<b>-0,1*</b>	7,8	ABC
	1,254	0,0	-0,1	<b>7,8*</b>	ABC
	0,000	0,0	0,1	<b>-1,4*</b>	AD
25	0,609	<b>0,0*</b>	0,0	30,1	ABD
	0,000	<b>0,0*</b>	0,1	30,1	ABD
	1,218	<b>0,0*</b>	-0,1	30,1	ABD
	0,000	0,0	<b>0,1*</b>	30,1	ABD
	1,218	0,0	<b>-0,1*</b>	30,1	ABD
	0,000	0,0	0,1	<b>30,1*</b>	ABD
	1,218	0,0	-0,1	<b>-16,2*</b>	AC
26	2,124	<b>0,3*</b>	0,0	37,5	ABD
	0,000	<b>0,0*</b>	0,2	37,6	ABD
	4,248	<b>0,0*</b>	-0,2	37,4	ABD
	0,000	0,0	<b>0,2*</b>	37,6	ABD
	4,248	0,0	<b>-0,2*</b>	37,4	ABD
	0,000	0,0	0,2	<b>37,6*</b>	ABD
	4,248	0,0	-0,2	<b>-24,0*</b>	AC
27	0,626	<b>0,0*</b>	0,0	6,0	ABD
	0,000	<b>0,0*</b>	0,1	6,0	ABD
	1,253	<b>0,0*</b>	-0,1	5,9	ABD
	0,000	0,0	<b>0,1*</b>	6,0	ABD
	1,253	0,0	<b>-0,1*</b>	5,9	ABD
	0,000	0,0	0,1	<b>6,0*</b>	ABD
	1,253	0,0	-0,1	<b>-3,0*</b>	AC

\* = Max/Min

NAPĘŻENIA-OBWIEDNIE:



	0,000		<b>-0,010*</b>	-0,3	ABC
7	0,600	<b>0,079*</b>		2,4	AD
	0,000	<b>-0,239*</b>		-7,2	ABC
	0,000		<b>0,219*</b>	6,6	ABC
	0,600		<b>-0,101*</b>	-3,0	ABD
8	0,450	<b>0,269*</b>		8,1	ABC
	0,450	<b>-0,198*</b>		-6,0	AD
	0,450		<b>0,119*</b>	3,6	AD
	0,450		<b>-0,271*</b>	-8,1	ABC
9	0,000	<b>0,330*</b>		9,9	ABC
	0,000	<b>-0,230*</b>		-6,9	AD
	0,000		<b>0,088*</b>	2,6	AD
	2,150		<b>-0,400*</b>	-12,0	ABD
10	0,000	<b>0,326*</b>		9,8	ABD
	0,000	<b>-0,001*</b>		-0,0	AE
	0,000		<b>0,004*</b>	0,1	AE
	0,000		<b>-0,317*</b>	-9,5	ABD
11	3,450	<b>0,447*</b>		13,4	ABD
	3,450	<b>-0,270*</b>		-8,1	AC
	3,450		<b>0,258*</b>	7,7	AC
	3,450		<b>-0,483*</b>	-14,5	ABD
12	0,000	<b>0,475*</b>		14,3	ABD
	0,000	<b>-0,285*</b>		-8,6	AC
	0,000		<b>0,242*</b>	7,3	AC
	0,000		<b>-0,455*</b>	-13,7	ABD
13	3,450	<b>0,266*</b>		8,0	AD
	3,450	<b>-0,493*</b>		-14,8	ABC
	3,450		<b>0,456*</b>	13,7	ABC
	3,450		<b>-0,278*</b>	-8,4	AD
14	0,000	<b>0,251*</b>		7,5	AD
	0,000	<b>-0,465*</b>		-14,0	ABC
	0,000		<b>0,484*</b>	14,5	ABC
	0,000		<b>-0,293*</b>	-8,8	AD
15	0,000	<b>0,043*</b>		1,3	AC
	0,000	<b>-0,078*</b>		-2,3	ABD
	2,343		<b>0,101*</b>	3,0	AC
	2,343		<b>-0,137*</b>	-4,1	ABD
16	1,102	<b>0,041*</b>		1,2	AC
	1,102	<b>-0,073*</b>		-2,2	ABD
	0,000		<b>0,098*</b>	2,9	AC
	0,000		<b>-0,133*</b>	-4,0	ABD
17	0,000	<b>0,074*</b>		2,2	ABD
	1,680	<b>-0,273*</b>		-8,2	ABD
	1,680		<b>0,312*</b>	9,4	ABD
	1,680		<b>-0,109*</b>	-3,3	AC
18	0,000	<b>0,065*</b>		1,9	AC
	0,000	<b>-0,314*</b>		-9,4	ABD
	0,000		<b>0,270*</b>	8,1	ABD
	0,000		<b>-0,081*</b>	-2,4	AC
19	0,000	<b>0,026*</b>		0,8	AD
	0,000	<b>-0,262*</b>		-7,9	ABC
	0,000		<b>0,299*</b>	9,0	ABC
	0,000		<b>-0,106*</b>	-3,2	AD

20	1,100	<b>0,028*</b>		0,8	AC
	1,100	<b>-0,047*</b>		-1,4	ABD
	1,100		<b>0,070*</b>	2,1	AD
	1,100		<b>-0,078*</b>	-2,3	ABC
21	0,000	<b>0,024*</b>		0,7	AC
	0,000	<b>-0,044*</b>		-1,3	ABD
	0,000		<b>0,073*</b>	2,2	AD
	0,000		<b>-0,081*</b>	-2,4	ABC
22	1,218	<b>0,046*</b>		1,4	ABC
	0,609	<b>-0,028*</b>		-0,8	AD
	0,609		<b>0,047*</b>	1,4	ABC
	0,000		<b>-0,027*</b>	-0,8	AD
23	4,252	<b>0,050*</b>		1,5	ABC
	2,126	<b>-0,042*</b>		-1,3	AD
	2,126		<b>0,061*</b>	1,8	ABC
	0,000		<b>-0,032*</b>	-0,9	AD
24	1,254	<b>0,011*</b>		0,3	ABC
	0,627	<b>-0,003*</b>		-0,1	AD
	0,627		<b>0,012*</b>	0,4	ABC
	0,000		<b>-0,002*</b>	-0,1	AD
25	0,000	<b>0,042*</b>		1,3	ABD
	0,609	<b>-0,023*</b>		-0,7	AC
	0,609		<b>0,043*</b>	1,3	ABD
	1,218		<b>-0,023*</b>	-0,7	AC
26	0,000	<b>0,052*</b>		1,6	ABD
	2,124	<b>-0,044*</b>		-1,3	AC
	2,124		<b>0,063*</b>	1,9	ABD
	4,248		<b>-0,033*</b>	-1,0	AC
27	0,000	<b>0,008*</b>		0,2	ABD
	0,626	<b>-0,005*</b>		-0,2	AC
	0,626		<b>0,009*</b>	0,3	ABD
	1,253		<b>-0,004*</b>	-0,1	AC

-----  
\* = Max/Min

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

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
6	<b>9,3*</b>	31,9	33,3		ABD
	<b>-5,3*</b>	11,6	12,8		AC
	9,3	<b>31,9*</b>	33,3		ABD
	-0,4	<b>7,1*</b>	7,2		AE
	9,3	31,9	<b>33,3*</b>		ABD
7	<b>5,4*</b>	12,1	13,2		AD
	<b>-9,5*</b>	32,4	33,7		ABC
	-9,5	<b>32,4*</b>	33,7		ABC
	0,4	<b>7,6*</b>	7,6		AF
	-9,5	32,4	<b>33,7*</b>		ABC

-----  
\* = Max/Min

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

-----

Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,05344	0,00590	0,05377	ABD ABD ABD
2	0,05284	0,00630	0,05322	ABD ABD ABD
3	0,05259	0,00595	0,05293	ABC ABC ABC
4	0,05779	0,00023	0,05779	ABD ABC ABD
5	0,05695	0,00023	0,05695	ABC ABD ABC
6	0,00000	0,00000	0,00000	ABD ABD
7	0,00000	0,00000	0,00000	ABC ABC
8	0,05612	0,00703	0,05615	ABD ABC ABD
9	0,05544	0,00722	0,05546	ABC ABD ABC
10	0,05763	0,00016	0,05763	ABD ABD ABD
11	0,05744	0,00016	0,05744	ABC ABC ABC
12	0,05414	0,00793	0,05432	ABD ABC ABD
13	0,05433	0,00813	0,05493	ABD ABD ABD
14	0,05460	0,00915	0,05537	ABC ABC ABC
15	0,05529	0,00946	0,05609	ABD ABD ABD
16	0,05770	0,00545	0,05770	ABD ABC ABD
17	0,05682	0,00547	0,05683	ABC ABD ABC

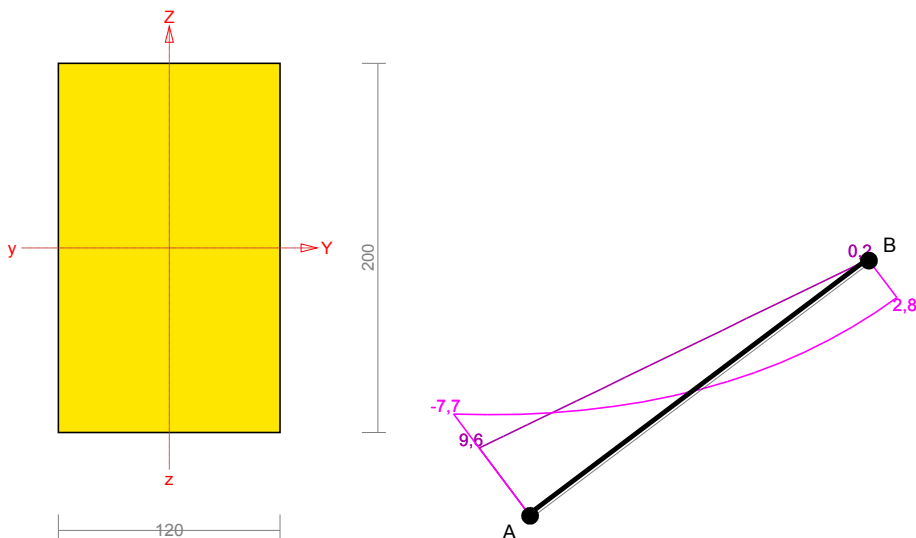
18	0,05413			ABD
		0,01449		ABC
			0,05574	ABD
19	0,05404			ABD
		0,01496		ABD
			0,05607	ABD

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

Pręt:	L/f:	Kombinacja obciążeń:
1	1678,9	ABC
2	911,0	ABD
3	6254,3	ABD
4	3017,4	ABD
5	852,0	ABD
6	864,1	ABC
7	3449,5	ABC
8	6828,6	ABC
9	934,4	ABC
10	1685,5	ABD
11	466,6	ABD
12	952,4	ABD
13	457,5	ABC
14	934,0	ABC
15	4443,6	ABC
16	9558,8	AD
17	1506,8	ABD
18	1409,8	ABD
19	1310,5	ABC
20	11786,6	ABD
21	5374,4	ABD
22	349546,2	ABC
23	8249,2	AC
24	321885,0	ABE
25	350025,1	ABC
26	8266,0	AD
27	322477,5	AD

## Pręt nr 2

Zadanie: rama2



**Przekrój: 2** "B 20,0x12,0"

Wymiary przekroju:

$$h=200,0 \text{ mm} \quad b=120,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_y=8000,0; \quad J_z=2880,0 \text{ cm}^4; \quad A=240,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=5,8; \quad i_z=3,5 \text{ cm}; \quad W_y=800,0; \quad W_z=480,0 \text{ cm}^3.$$

**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: **Średniotrwałe** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$$K_{mod} = 0,80$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C30.**

$$f_{m,k} = 30,00$$

$$f_{m,d} = 18,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 18,00$$

$$f_{t,0,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,60$$

$$f_{t,90,d} = 0,37 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 23,00$$

$$f_{c,0,d} = 14,15 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,70$$

$$f_{c,90,d} = 1,66 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,00$$

$$f_{v,d} = 1,85 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 12000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 400 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 8000 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 750 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$$

## 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 rozciąganie:

Wyniki dla  $x_a=2,15$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "AD".

Pole powierzchni przekroju netto  $A_n = 240,00$  cm<sup>2</sup>.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 48,4 / 240,00 \times 10 = \mathbf{2,0 < 11,08} = f_{t,0,d}$$

### Nośność na ściskanie:

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=2,15$  m, przy obciążeniach "ABC".

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

$$l_c = \mu l = 0,860 \times 2,153 = 1,852 \text{ m}$$

- długość wybocheniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 2,153 = 2,153 \text{ m}$$

Długości wybocheniowe dla wybochenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 1,854 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 2,153 \text{ m}$$

Współczynniki wybocheniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 1,854 / 0,0577 = 32,11$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 2,153 / 0,0346 = 62,15$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 8000 / (32,11)^2 = 76,59 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 8000 / (62,15)^2 = 20,44 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{23 / 76,59} = 0,548$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{23 / 20,44} = 1,061$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,548 - 0,5) + (0,548)^2] = 0,655$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,061 - 0,5) + (1,061)^2] = 1,119$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,655 + \sqrt{0,655^2 - 0,548^2}) = 0,987$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (1,119 + \sqrt{1,119^2 - 1,061^2}) = 0,678$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju  $A_d = 240,00$  cm<sup>2</sup>.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 60,0 / 240,00 \times 10 = \mathbf{2,5 < 9,60} = 0,678 \times 14,15 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=2,15$  m, przy obciążeniach "ABC":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{2,5}{0,987 \times 14,15} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} + \frac{9,7}{18,46} = \mathbf{0,703 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{2,5}{0,678 \times 14,15} + \frac{0,0}{18,46} + 0,7 \times \frac{9,7}{18,46} = \mathbf{0,627 < 1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=2,15$  m, przy obciążeniach "ABC".

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

$$l_d = 1,00 \times 2153 + 200 + 200 = 2553 \text{ mm}$$

$$\lambda_{\text{rel,m}} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,\text{mean}}}{G_{\text{mean}}}} = \sqrt{\frac{2553 \times 200 \times 18,46}{3,142 \times 120^2 \times 8000}} \times \sqrt[4]{\frac{12000}{750}} = 0,323$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

$$\text{dla } \lambda_{\text{rel,m}} \leq 0,75 \quad k_{\text{crit}} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 7,7 / 800,00 \times 10^3 = 9,7 < 18,5 = 1,000 \times 18,46 = k_{\text{crit}} f_{m,d}$$

Nośność dla  $x_a=2,15$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "ABD":

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,9}{11,08} + \frac{8,3}{18,46} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} = 0,6 < 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,9}{11,08} + 0,7 \times \frac{8,3}{18,46} + \frac{0,0}{18,46} = 0,5 < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=2,15$  m, przy obciążeniach "ABC":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,5^2}{14,15^2} + \frac{9,7}{18,46} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} = 0,6 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,5^2}{14,15^2} + 0,7 \times \frac{9,7}{18,46} + \frac{0,0}{18,46} = 0,4 < 1$$

**Nośność na ścinanie:**

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=2,15$  m, przy obciążeniach "ABC".

Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 9,6 / 240,0 \times 10 = 0,6 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,0 / 240,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Przyjęto  $k_v = 1,000$ .

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,6^2 + 0,0^2} = 0,6 < 1,8 = 1,000 \times 1,85 = k_{v,d} f_{v,d}$$

**Stan graniczny użytkowania:**

Wyniki dla  $x_a=1,21$  m;  $x_b=0,94$  m, przy obciążeniach "ABD" liczone od cięciwy pręta.

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 150 = 14,4 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + "A"):

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{def}) = 0,3 \times [1 + 19,2 \times (200,0/2153)^2](1 + 0,60) = 0,6 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (120,0/2153)^2](1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych ("BD"):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Stale** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{def}) = 1,3 \times [1 + 19,2 \times (200,0/2153)^2](1 + 0,60) = 2,5 \text{ mm}$$

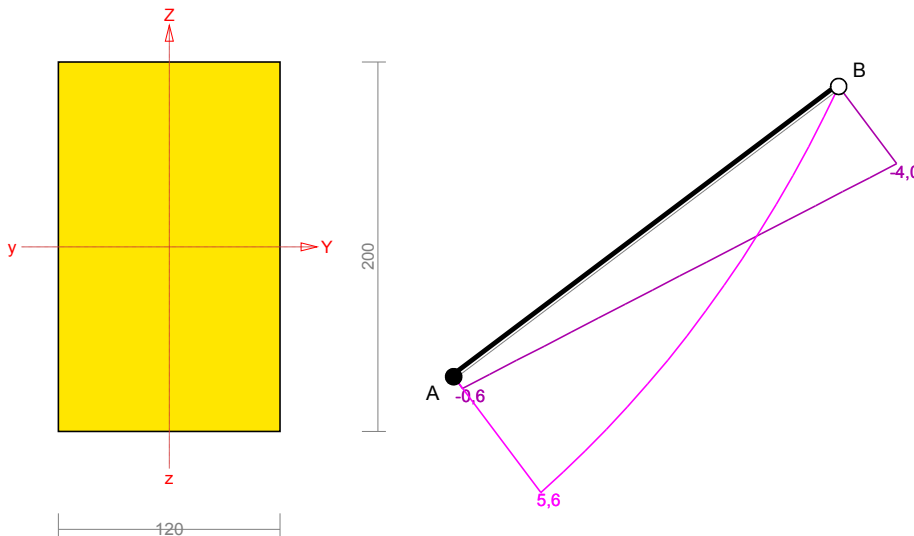
$$u_{y,fin} = u_{y,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (120,0/2153)^2](1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia całkowite:

$$u_{z,fin} = 0,6 + 2,5 = 3,0 < 14,4 = u_{net,fin}$$

## Pręt nr 5

Zadanie: rama2



### Przekrój: 2 "B 20,0x12,0"

Wymiary przekroju:

$$h=200,0 \text{ mm} \quad b=120,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_y=8000,0; \quad J_z=2880,0 \text{ cm}^4; \quad A=240,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=5,8; \quad i_z=3,5 \text{ cm}; \quad W_y=800,0; \quad W_z=480,0 \text{ cm}^3.$$

### 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: **Średniotrwałe** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$$K_{mod} = 0,80$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C30.**

$$f_{m,k} = 30,00$$

$$f_{m,d} = 18,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 18,00$$

$$f_{t,0,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,60$$

$$f_{t,90,d} = 0,37 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 23,00$$

$$f_{c,0,d} = 14,15 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,70$$

$$f_{c,90,d} = 1,66 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,00$$

$$f_{v,d} = 1,85 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 12000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 400 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 8000 \text{ MPa}$$

$$G_{\text{mean}} = 750 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$$

## Sprawdzenie nośności pręta nr 5

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;  $x_b=2,43$  m, przy obciążeniach "ABD".

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

$$l_c = \mu l = 0,778 \times 2,429 = 1,890 \text{ m}$$

- długość wybozeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 2,429 = 2,429 \text{ m}$$

Długości wybozeniowe dla wybożenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 1,890 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 2,429 \text{ m}$$

Współczynniki wybozeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 1,890 / 0,0577 = 32,73$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 2,429 / 0,0346 = 70,13$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 8000 / (32,73)^2 = 73,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 8000 / (70,13)^2 = 16,06 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{23 / 73,69} = 0,559$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{23 / 16,06} = 1,197$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,559 - 0,5) + (0,559)^2] = 0,662$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,197 - 0,5) + (1,197)^2] = 1,286$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,662 + \sqrt{0,662^2 - 0,559^2}) = 0,983$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (1,286 + \sqrt{1,286^2 - 1,197^2}) = 0,569$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju  $A_d = 240,00 \text{ cm}^2$ .

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 11,8 / 240,00 \times 10 = 0,5 < 8,06 = 0,569 \times 14,15 = k_c f_{c,0,d}$$

**Ściskanie ze zginaniem** dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=2,43$  m, przy obciążeniach "ABD":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,5}{0,983 \times 14,15} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} + \frac{7,0}{18,46} = 0,414 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,5}{0,569 \times 14,15} + \frac{0,0}{18,46} + 0,7 \times \frac{7,0}{18,46} = 0,326 < 1$$

### Nośność na zginanie:

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=2,43$  m, przy obciążeniach "ABD".

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

$$l_d = 1,00 \times 2429 + 200 + 200 = 2829 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{2829 \times 200 \times 18,46}{3,142 \times 120^2 \times 8000}} \times \sqrt[4]{\frac{12000}{750}} = 0,340$$

Wartość współczynnika zwiczenia:

$$\text{dla } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \quad k_{crit} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 5,6 / 800,00 \times 10^3 = 7,0 < 18,5 = 1,000 \times 18,46 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=2,43$  m, przy obciążeniach "AD":

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{4,9}{18,46} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} = 0,3 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{4,9}{18,46} + \frac{0,0}{18,46} = 0,2 < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=2,43$  m, przy obciążeniach "ABD":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,5^2}{14,15^2} + \frac{7,0}{18,46} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} = 0,4 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,5^2}{14,15^2} + 0,7 \times \frac{7,0}{18,46} + \frac{0,0}{18,46} = 0,3 < 1$$

**Nośność na ścinanie:**

Wyniki dla  $x_a=2,43$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "ABC".

Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 5,9 / 240,0 \times 10 = 0,4 \text{ MPa}$$

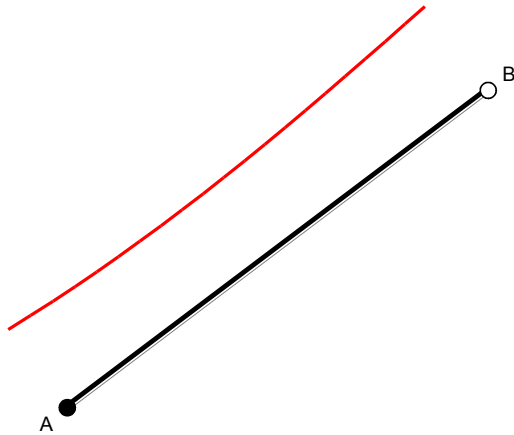
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,0 / 240,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Przyjęto  $k_v = 1,000$ .

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,4^2 + 0,0^2} = 0,4 < 1,8 = 1,000 \times 1,85 = k_{v,d} f_{v,d}$$

**Stan graniczny użytkowania:**



Wyniki dla  $x_a=1,06$  m;  $x_b=1,37$  m, przy obciążeniach "ABD" liczone od ciężkiwi pręta.

Ugięcia graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 150 = 16,2 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + "A"):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1+k_{\text{def}}) = -3,0 \times [1 + 19,2 \times (200,0/2429)^2] (1 + 0,60) = -5,4 \text{ mm}$$

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

Ugięcia od obciążeń zmiennych ("BD"):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Stale** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1+k_{\text{def}}) = 0,9 \times [1 + 19,2 \times (200,0/2429)^2] (1 + 0,60) = 1,7 \text{ mm}$$

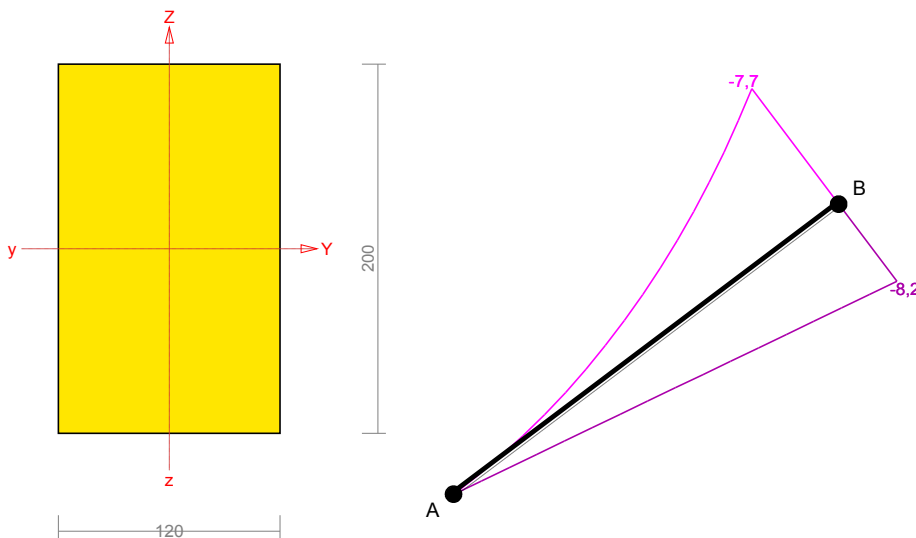
$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1+k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = -5,4 + 1,7 = 3,7 < 16,2 = u_{\text{net,fin}}$$

## Pręt nr 1

Zadanie: rama2



**Przekrój: 2** "B 20,0x12,0"

Wymiary przekroju:

$$h=200,0 \text{ mm} \quad b=120,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_y=8000,0$ ;  $J_z=2880,0 \text{ cm}^4$ ;  $A=240,00 \text{ cm}^2$ ;  $i_y=5,8$ ;  $i_z=3,5 \text{ cm}$ ;  $W_y=800,0$ ;  $W_z=480,0 \text{ cm}^3$ .

### 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: **Sredniotrwałe** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$$K_{mod} = 0,80$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C30**.

$$f_{m,k} = 30,00$$

$$f_{m,d} = 18,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 18,00$$

$$f_{t,0,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,60$$

$$f_{t,90,d} = 0,37 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 23,00$$

$$f_{c,0,d} = 14,15 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,70$$

$$f_{c,90,d} = 1,66 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,00$$

$$f_{v,d} = 1,85 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 12000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 400 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 8000 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 750 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$$

## Sprawdzenie nośności pręta nr 1

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

### Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla  $x_a=1,88$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "ABC".

Pole powierzchni przekroju netto  $A_n = 240,00$  cm<sup>2</sup>.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 3,4 / 240,00 \times 10 = \mathbf{0,1} < \mathbf{11,08} = f_{t,0,d}$$

### Nośność na zginanie:

Wyniki dla  $x_a=1,88$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "ABC".

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

$$l_d = 1,00 \times 1878 + 200 + 200 = 2278 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{2278 \times 200 \times 18,46}{3,142 \times 120^2 \times 8000}} \times \sqrt[4]{\frac{12000}{750}} = \mathbf{0,305}$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

$$\text{dla } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \quad k_{crit} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 7,7 / 800,00 \times 10^3 = \mathbf{9,7} < \mathbf{18,5} = 1,000 \times 18,46 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla  $x_a=1,88$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "ABC":

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,1}{11,08} + \frac{9,7}{18,46} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} = \mathbf{0,5} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,1}{11,08} + 0,7 \times \frac{9,7}{18,46} + \frac{0,0}{18,46} = \mathbf{0,4} < \mathbf{1}$$

### Nośność na ścinanie:

Wyniki dla  $x_a=1,88$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "ABC".

Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 8,2 / 240,0 \times 10 = 0,5 \text{ MPa}$$

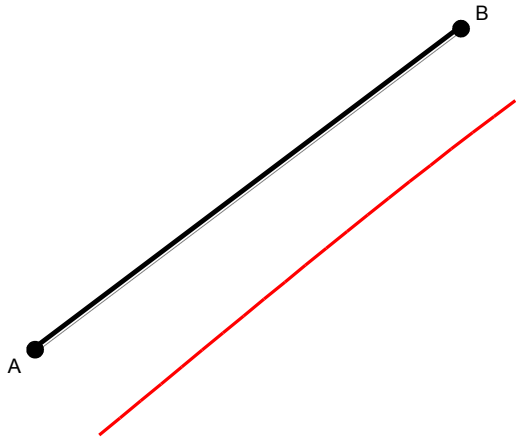
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,0 / 240,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Przyjęto  $k_v = 1,000$ .

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,5^2 + 0,0^2} = \mathbf{0,5} < \mathbf{1,8} = 1,000 \times 1,85 = k_{v,v,d} f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla  $x_a=1,17$  m;  $x_b=0,70$  m, przy obciążeniach “ABC” liczone od cięciwy pręta.

Ugięcia graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 150 = 12,5 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + “A”):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1+k_{\text{def}}) = 0,7 \times [1 + 19,2 \times (200,0/1878)^2] (1 + 0,60) = 1,3 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1+k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (120,0/1878)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych (“BC”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Stale** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1+k_{\text{def}}) = 0,1 \times [1 + 19,2 \times (200,0/1878)^2] (1 + 0,60) = 0,2 \text{ mm}$$

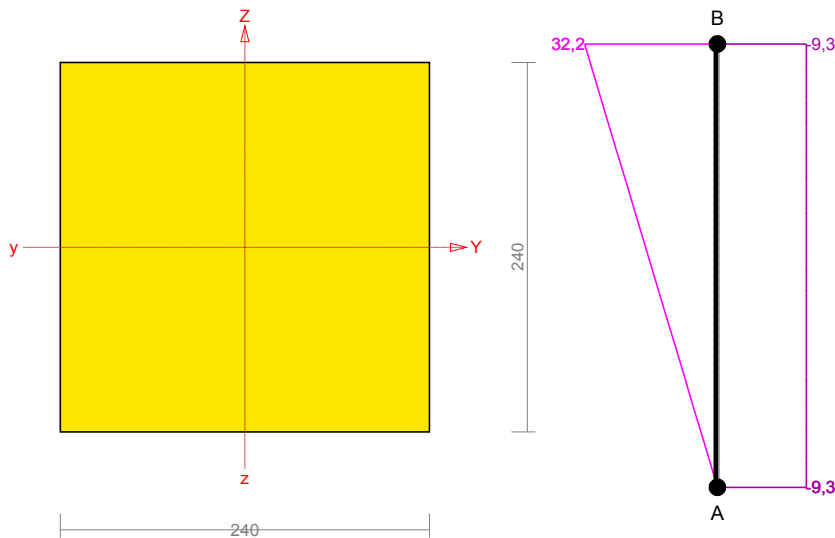
$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1+k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (120,0/1878)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = 1,3 + 0,2 = 1,5 < 12,5 = u_{\text{net,fin}}$$

## Pręt nr 11

Zadanie: rama2



**Przekrój: 1** “B 24,0x24,0”

Wymiary przekroju:

$$h=240,0 \text{ mm} \quad b=240,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{yg}=27648,0$ ;  $J_{zg}=27648,0 \text{ cm}^4$ ;  $A=576,00 \text{ cm}^2$ ;  $i_y=6,9$ ;  $i_z=6,9 \text{ cm}$ ;  $W_y=2304,0$ ;  $W_z=2304,0 \text{ cm}^3$ .

### 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: **Średniotrwałe** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$$K_{mod} = 0,80$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C30**.

$$f_{m,k} = 30,00$$

$$f_{m,d} = 18,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 18,00$$

$$f_{t,0,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,60$$

$$f_{t,90,d} = 0,37 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 23,00$$

$$f_{c,0,d} = 14,15 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,70$$

$$f_{c,90,d} = 1,66 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,00$$

$$f_{v,d} = 1,85 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 12000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 400 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 8000 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 750 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$$

## Sprawdzenie nośności pręta nr 11

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;  $x_b=3,45$  m, przy obciążeniach "ABD".

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

$$l_c = \mu l = 2,027 \times 3,450 = 6,993 \text{ m}$$

- długość wybocheniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 3,450 = 3,450 \text{ m}$$

Długości wybocheniowe dla wybochenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 6,972 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 3,450 \text{ m}$$

Współczynniki wybocheniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 6,972 / 0,0693 = 100,64$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 3,450 / 0,0693 = 49,80$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 8000 / (100,64)^2 = 7,80 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 8000 / (49,80)^2 = 31,84 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{23/7,80} = 1,718$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{23/31,84} = 0,850$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,718 - 0,5) + (1,718)^2] = 2,097$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,850 - 0,5) + (0,850)^2] = 0,896$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (2,097 + \sqrt{2,097^2 - 1,718^2}) = 0,303$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (0,896 + \sqrt{0,896^2 - 0,850^2}) = 0,847$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju  $A_d = 576,00 \text{ cm}^2$ .

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 31,9 / 576,00 \times 10 = \mathbf{0,6} < \mathbf{4,29} = 0,303 \times 14,15 = k_c f_{c,0,d}$$

**Ściskanie ze zginaniem** dla  $x_a=3,45$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "ABD":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,5}{0,303 \times 14,15} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} + \frac{14,0}{18,46} = \mathbf{0,881} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,5}{0,847 \times 14,15} + \frac{0,0}{18,46} + 0,7 \times \frac{14,0}{18,46} = \mathbf{0,574} < \mathbf{1}$$

### Nośność na zginanie:

Wyniki dla  $x_a=3,45$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "ABD".

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

$$l_d = 1,00 \times 3450 + 240 + 240 = 3930 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{3930 \times 240 \times 18,46}{3,142 \times 240^2 \times 8000}} \times \sqrt[4]{\frac{12000}{750}} = 0,219$$

Wartość współczynnika zwiczenia:

$$\text{dla } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \quad k_{crit} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 32,2 / 2304,00 \times 10^3 = 14,0 < 18,5 = 1,000 \times 18,46 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla  $x_a=3,45$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "AF":

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{3,3}{18,46} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} = 0,2 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{3,3}{18,46} + \frac{0,0}{18,46} = 0,1 < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=3,45$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "ABD":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,5^2}{14,15^2} + \frac{14,0}{18,46} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} = 0,8 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,5^2}{14,15^2} + 0,7 \times \frac{14,0}{18,46} + \frac{0,0}{18,46} = 0,5 < 1$$

**Nośność na ścinanie:**

Wyniki dla  $x_a=0,65$  m;  $x_b=2,80$  m, przy obciążeniach "ABD".

Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 9,3 / 576,0 \times 10 = 0,2 \text{ MPa}$$

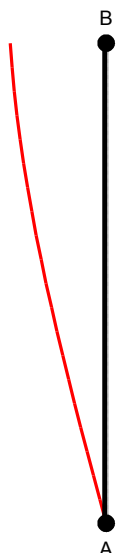
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,0 / 576,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Przyjęto  $k_v = 1,000$ .

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,2^2 + 0,0^2} = 0,2 < 1,8 = 1,000 \times 1,85 = k_{v,d} f_{v,d}$$

**Stan graniczny użytkowania:**



Wyniki dla  $x_a=1,94$  m;  $x_b=1,51$  m, przy obciążeniach “ABD” liczone od ciężkiw pręta.

Ugięcia graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 150 = 23,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + “A”):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1+k_{\text{def}}) = 2,4 \times [1 + 19,2 \times (240,0/3450)^2] (1 + 0,60) = 4,2 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1+k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (240,0/3450)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych (“BD”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Stale** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1+k_{\text{def}}) = 2,6 \times [1 + 19,2 \times (240,0/3450)^2] (1 + 0,60) = 4,6 \text{ mm}$$

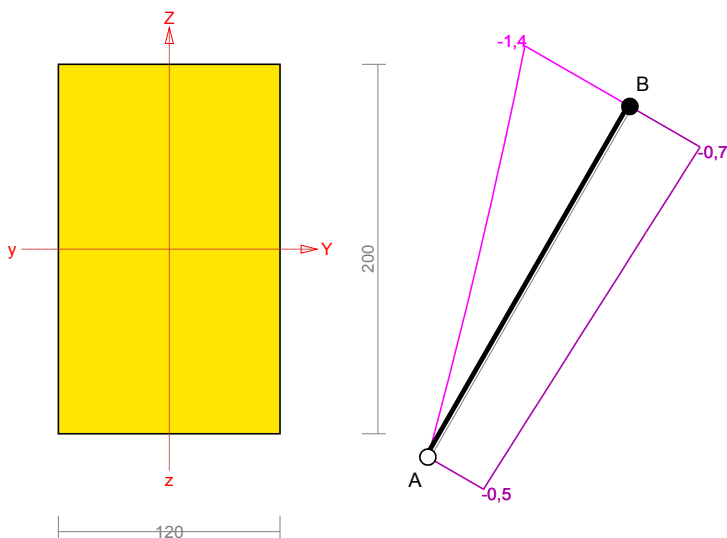
$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1+k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (240,0/3450)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = 4,2 + 4,6 = 8,8 < 23,0 = u_{\text{net,fin}}$$

## Pręt nr 15

Zadanie: rama2



**Przekrój: 2** “B 20,0x12,0”

Wymiary przekroju:

$h=200,0$  mm  $b=120,0$  mm.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_y=8000,0$ ;  $J_z=2880,0$  cm<sup>4</sup>;  $A=240,00$  cm<sup>2</sup>;  $i_y=5,8$ ;  $i_z=3,5$  cm;  $W_y=800,0$ ;  $W_z=480,0$  cm<sup>3</sup>.

### 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: **Stale** (*więcej niż 10 lat, np. ciężar własny*).

$$K_{mod} = 0,60$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C30**.

$$f_{m,k} = 30,00$$

$$f_{m,d} = 13,85$$
 MPa

$$f_{t,0,k} = 18,00$$

$$f_{t,0,d} = 8,31$$
 MPa

$$f_{t,90,k} = 0,60$$

$$f_{t,90,d} = 0,28$$
 MPa

$$f_{c,0,k} = 23,00$$

$$f_{c,0,d} = 10,62$$
 MPa

$$f_{c,90,k} = 2,70$$

$$f_{c,90,d} = 1,25$$
 MPa

$$f_{v,k} = 3,00$$

$$f_{v,d} = 1,38$$
 MPa

$$E_{0,mean} = 12000$$
 MPa

$$E_{90,mean} = 400$$
 MPa

$$E_{0,05} = 8000$$
 MPa

$$G_{mean} = 750$$
 MPa

$$\rho_k = 380$$
 kg/m<sup>3</sup>

## Sprawdzenie nośności pręta nr 15

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

### Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla  $x_a=2,34$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "AC".

Pole powierzchni przekroju netto  $A_n = 240,00$  cm<sup>2</sup>.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 31,3 / 240,00 \times 10 = \mathbf{1,3} < \mathbf{8,31} = f_{t,0,d}$$

### Nośność na ściskanie:

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=2,34$  m, przy obciążeniach "ABD".

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

$$l_c = \mu l = 0,816 \times 2,343 = 1,912 \text{ m}$$

- długość wybocheniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 2,343 = 2,343 \text{ m}$$

Długości wybocheniowe dla wybochenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 1,912 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 2,343 \text{ m}$$

Współczynniki wybocheniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 1,912 / 0,0577 = 33,12$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 2,343 / 0,0346 = 67,64$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 8000 / (33,12)^2 = 72,00 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 8000 / (67,64)^2 = 17,26 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{23/72,00} = 0,565$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{23/17,26} = 1,154$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,565 - 0,5) + (0,565)^2] = 0,666$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,154 - 0,5) + (1,154)^2] = 1,232$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,666 + \sqrt{0,666^2 - 0,565^2}) = 0,981$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (1,232 + \sqrt{1,232^2 - 1,154^2}) = 0,602$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju  $A_d = 240,00$  cm<sup>2</sup>.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 55,8 / 240,00 \times 10 = \mathbf{2,3} < \mathbf{6,39} = 0,602 \times 10,62 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla  $x_a=2,34$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "ABD":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{2,3}{0,981 \times 10,62} + 0,7 \times \frac{0,0}{13,85} + \frac{1,8}{13,85} = \mathbf{0,352} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{2,3}{0,602 \times 10,62} + \frac{0,0}{13,85} + 0,7 \times \frac{1,8}{13,85} = \mathbf{0,453} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla  $x_a=2,34$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "AD".

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

$$l_d = 1,00 \times 2343 + 200 + 200 = 2743 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{2743 \times 200 \times 13,85}{3,142 \times 120^2 \times 8000}} \times \sqrt[4]{\frac{12000}{750}} = 0,290$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

$$\text{dla } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \quad k_{crit} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 1,4 / 800,00 \times 10^3 = \mathbf{1,8} < \mathbf{13,8} = 1,000 \times 13,85 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla  $x_a=2,34$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "AC":

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,3}{8,31} + \frac{1,7}{13,85} + 0,7 \times \frac{0,0}{13,85} = \mathbf{0,3} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,3}{8,31} + 0,7 \times \frac{1,7}{13,85} + \frac{0,0}{13,85} = \mathbf{0,2} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=2,34$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "ABD":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,3^2}{10,62^2} + \frac{1,8}{13,85} + 0,7 \times \frac{0,0}{13,85} = \mathbf{0,2} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,3^2}{10,62^2} + 0,7 \times \frac{1,8}{13,85} + \frac{0,0}{13,85} = \mathbf{0,1} < \mathbf{1}$$

**Nośność na ścinanie:**

Wyniki dla  $x_a=2,34$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "AD".

Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 0,7 / 240,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

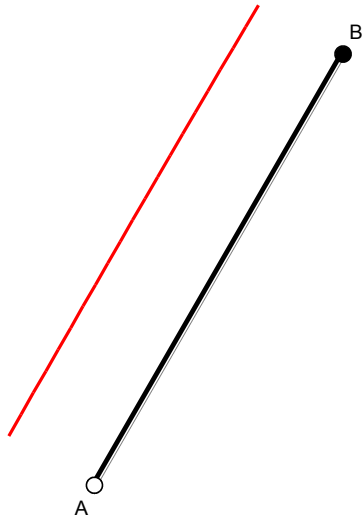
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,0 / 240,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Przyjęto  $k_v = 1,000$ .

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,0^2 + 0,0^2} = \mathbf{0,0} < \mathbf{1,4} = 1,000 \times 1,38 = k_{v,d} f_{v,d}$$

**Stan graniczny użytkowania:**



Wyniki dla  $x_a=1,32$  m;  $x_b=1,03$  m, przy obciążeniach "ABC" liczone od ciężkiw pręta.

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 150 = 15,6 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + "A"):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1+k_{\text{def}}) = 1,5 \times [1 + 19,2 \times (200,0/2343)^2] (1 + 0,60) = 2,7 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1+k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (120,0/2343)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych ("BC"):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Stale** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1+k_{\text{def}}) = -1,8 \times [1 + 19,2 \times (200,0/2343)^2] (1 + 0,60) = -3,3 \text{ mm}$$

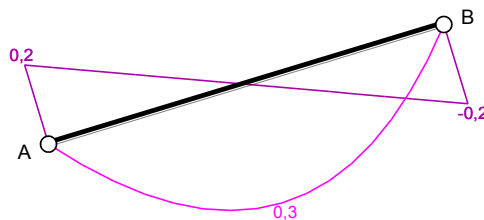
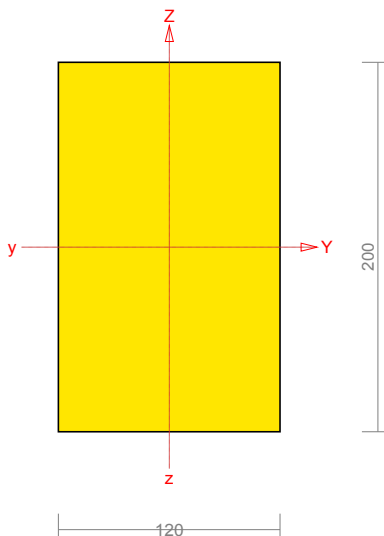
$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1+k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (120,0/2343)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = 2,7 + -3,3 = 0,6 < 15,6 = u_{\text{net,fin}}$$

## Pręt nr 23

Zadanie: rama2



**Przekrój: 2** "B 20,0x12,0"

Wymiary przekroju:

$h=200,0$  mm  $b=120,0$  mm.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_y=8000,0$ ;  $J_z=2880,0$  cm<sup>4</sup>;  $A=240,00$  cm<sup>2</sup>;  $i_y=5,8$ ;  $i_z=3,5$  cm;  $W_y=800,0$ ;  $W_z=480,0$  cm<sup>3</sup>.

### 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: **Stale** (*więcej niż 10 lat, np. ciężar własny*).

$$K_{mod} = 0,60$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C30**.

$$f_{m,k} = 30,00$$

$$f_{m,d} = 13,85$$
 MPa

$$f_{t,0,k} = 18,00$$

$$f_{t,0,d} = 8,31$$
 MPa

$$f_{t,90,k} = 0,60$$

$$f_{t,90,d} = 0,28$$
 MPa

$$f_{c,0,k} = 23,00$$

$$f_{c,0,d} = 10,62$$
 MPa

$$f_{c,90,k} = 2,70$$

$$f_{c,90,d} = 1,25$$
 MPa

$$f_{v,k} = 3,00$$

$$f_{v,d} = 1,38$$
 MPa

$$E_{0,mean} = 12000$$
 MPa

$$E_{90,mean} = 400$$
 MPa

$$E_{0,05} = 8000$$
 MPa

$$G_{mean} = 750$$
 MPa

$$\rho_k = 380$$
 kg/m<sup>3</sup>

## Sprawdzenie nośności pręta nr 23

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

### Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla  $x_a=4,25$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "ABC".

Pole powierzchni przekroju netto  $A_n = 240,00$  cm<sup>2</sup>.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 35,9 / 240,00 \times 10 = \mathbf{1,5} < \mathbf{8,31} = f_{t,0,d}$$

### Nośność na ściskanie:

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=4,25$  m, przy obciążeniach "AD".

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

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 4,252 = 4,252 \text{ m}$$

- długość wybocheniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 4,252 = 4,252 \text{ m}$$

Długości wybocheniowe dla wybochenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 4,252 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 4,252 \text{ m}$$

Współczynniki wybocheniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 4,252 / 0,0577 = 73,65$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 4,252 / 0,0346 = 122,76$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 8000 / (73,65)^2 = 14,55 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 8000 / (122,76)^2 = 5,24 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{23 / 14,55} = 1,257$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{23 / 5,24} = 2,095$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,257 - 0,5) + (1,257)^2] = 1,366$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (2,095 - 0,5) + (2,095)^2] = 2,854$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (1,366 + \sqrt{1,366^2 - 1,257^2}) = 0,526$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (2,854 + \sqrt{2,854^2 - 2,095^2}) = 0,209$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju  $A_d = 240,00$  cm<sup>2</sup>.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 22,7 / 240,00 \times 10 = \mathbf{0,9} < \mathbf{2,21} = 0,209 \times 10,62 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla  $x_a=2,13$  m;  $x_b=2,13$  m, przy obciążeniach "AD":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,9}{0,526 \times 10,62} + 0,7 \times \frac{0,0}{13,85} + \frac{0,3}{13,85} = \mathbf{0,192} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,9}{0,209 \times 10,62} + \frac{0,0}{13,85} + 0,7 \times \frac{0,3}{13,85} = \mathbf{0,442} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla  $x_a=2,13$  m;  $x_b=2,13$  m, przy obciążeniach "A".

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

$$l_d = 1,00 \times 4252 + 200 + 200 = 4652 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{4652 \times 200 \times 13,85}{3,142 \times 120^2 \times 8000}} \times \sqrt[4]{\frac{12000}{750}} = 0,377$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

$$\text{dla } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \quad k_{crit} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0,3 / 800,00 \times 10^3 = \mathbf{0,3} < \mathbf{13,8} = 1,000 \times 13,85 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla  $x_a=2,13$  m;  $x_b=2,13$  m, przy obciążeniach "ABC":

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,5}{8,31} + \frac{0,3}{13,85} + 0,7 \times \frac{0,0}{13,85} = \mathbf{0,2} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,5}{8,31} + 0,7 \times \frac{0,3}{13,85} + \frac{0,0}{13,85} = \mathbf{0,2} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=2,13$  m;  $x_b=2,13$  m, przy obciążeniach "AD":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,9^2}{10,62^2} + \frac{0,3}{13,85} + 0,7 \times \frac{0,0}{13,85} = \mathbf{0,0} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,9^2}{10,62^2} + 0,7 \times \frac{0,3}{13,85} + \frac{0,0}{13,85} = \mathbf{0,0} < \mathbf{1}$$

**Nośność na ścinanie:**

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=4,25$  m, przy obciążeniach "A".

Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 0,2 / 240,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

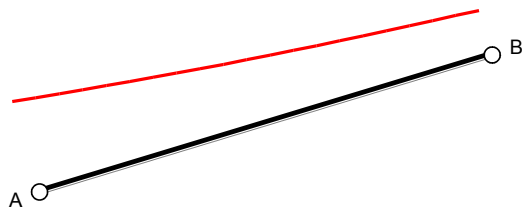
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,0 / 240,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Przyjęto  $k_v = 1,000$ .

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,0^2 + 0,0^2} = \mathbf{0,0} < \mathbf{1,4} = 1,000 \times 1,38 = k_{v,d} f_{v,d}$$

**Stan graniczny użytkowania:**



Wyniki dla  $x_a=2,13$  m;  $x_b=2,13$  m, przy obciążeniach "ABC" liczone od cięciwy pręta.

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 150 = 28,3 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + "A"):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} (1+k_{\text{def}}) = -3,0 \times (1 + 0,60) = -4,9 \text{ mm}$$

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

Ugięcia od obciążeń zmiennych ("BC"):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Stale** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} (1+k_{\text{def}}) = 2,6 \times (1 + 0,60) = 4,1 \text{ mm}$$

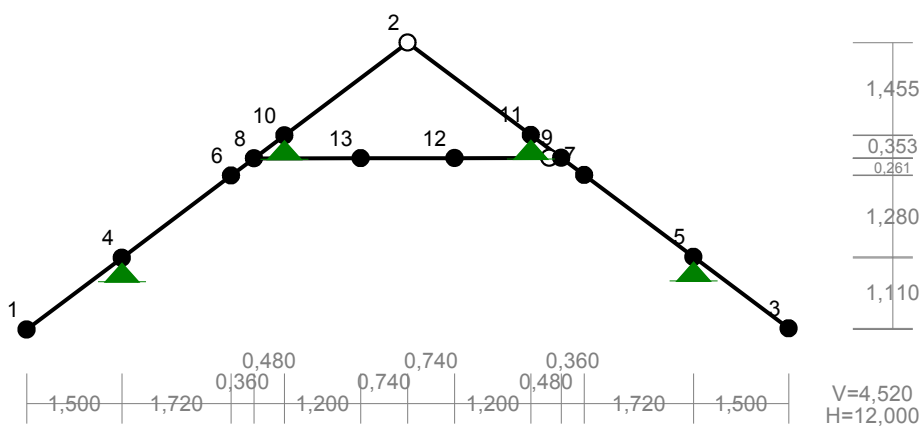
$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1+k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = -4,9 + 4,1 = 0,7 < 28,3 = u_{\text{net,fin}}$$

## B) WIĘŻBA DACHOWA- wiązar na płatwi stopowej

WEZŁY :



WEZŁY :

Nr: X [m]: Y [m]: Nr: X [m]: Y [m]:

1	0,000	0,000	8	3,580	2,696
2	6,000	4,520	9	8,420	2,705
3	12,000	0,020	10	4,060	3,058
4	1,500	1,130	11	7,940	3,065
5	10,500	1,145	12	6,740	2,702
6	3,220	2,425	13	5,260	2,699
7	8,780	2,435			

**PODPORY:**

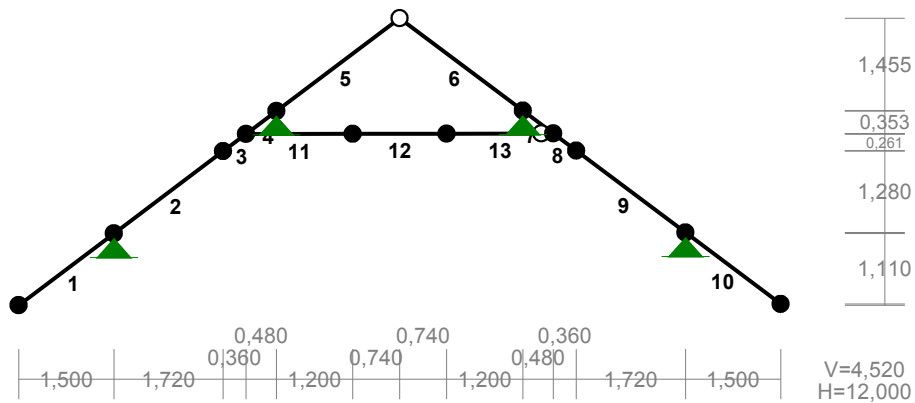
Podatności

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx (Do*) : [ m / k N ]	Dy:	DFi: [rad/kNm]
4	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
5	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
10	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
11	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	

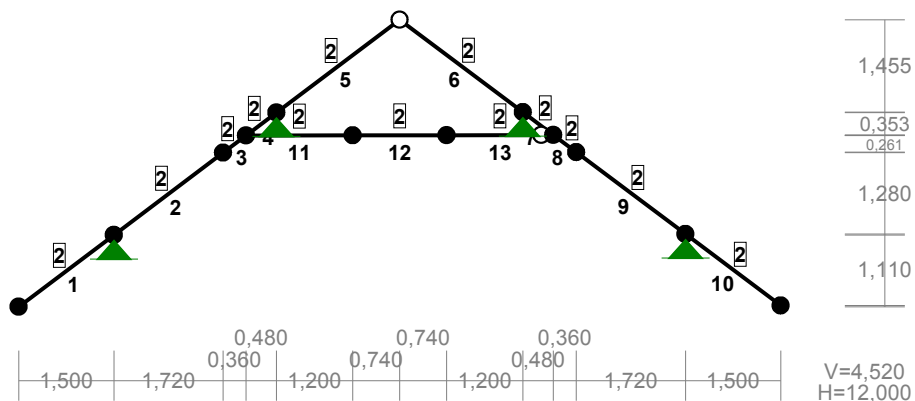
**OSIADANIA:**

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 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	4	1,500	1,130	1,878	1,000	2 B 20,0x8,0
2	00	4	6	1,720	1,295	2,153	1,000	2 B 20,0x8,0
3	00	6	8	0,360	0,271	0,451	1,000	2 B 20,0x8,0
4	00	8	10	0,480	0,362	0,601	1,000	2 B 20,0x8,0
5	01	10	2	1,940	1,462	2,429	1,000	2 B 20,0x8,0
6	10	2	11	1,940	-1,455	2,425	1,000	2 B 20,0x8,0
7	00	11	9	0,480	-0,360	0,600	1,000	2 B 20,0x8,0
8	00	9	7	0,360	-0,270	0,450	1,000	2 B 20,0x8,0
9	00	7	5	1,720	-1,290	2,150	1,000	2 B 20,0x8,0
10	00	5	3	1,500	-1,125	1,875	1,000	2 B 20,0x8,0
11	00	8	13	1,680	0,003	1,680	1,000	2 B 20,0x8,0
12	00	13	12	1,480	0,003	1,480	1,000	2 B 20,0x8,0
13	01	12	9	1,680	0,003	1,680	1,000	2 B 20,0x8,0

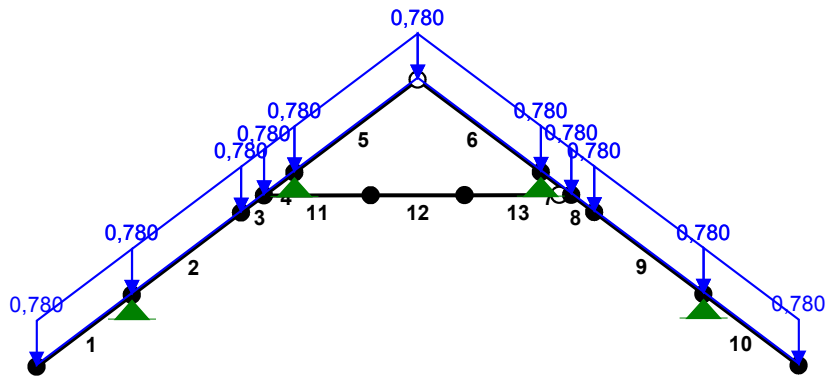
**WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:**

Nr.	A[cm <sup>2</sup> ]	Ix[cm <sup>4</sup> ]	Iy[cm <sup>4</sup> ]	Wg[cm <sup>3</sup> ]	Wd[cm <sup>3</sup> ]	h[cm]	Material:
2	160,0	5333	853	533	533	20,0	46 Drewno C30

**STAŁE MATERIAŁOWE:**

Material:	Moduł E: [N/mm <sup>2</sup> ]	Napręż.gr.: [N/mm <sup>2</sup> ]	AlfaT: [1/K]
46 Drewno C30	12000	30,000	5,00E-06

**OBCIĄŻENIA:**

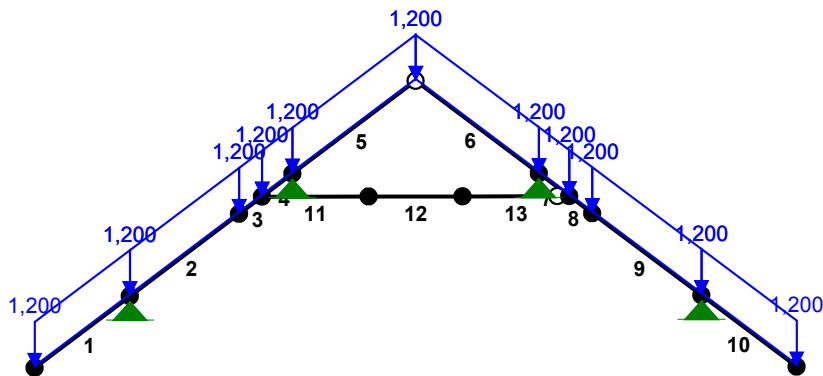


**OBCIĄŻENIA:** ([kN], [kNm], [kN/m])

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

poszycia"		Stałe		$\gamma_f = 1,35$		
Pręt	Rodzaj	Kąt	P1 (Tg)	P2 (Td)	a [m]	b [m]
1	Liniowe	0,0	0,780	0,780	0,00	1,88
2	Liniowe	0,0	0,780	0,780	0,00	2,15
3	Liniowe	0,0	0,780	0,780	0,00	0,45
4	Liniowe	0,0	0,780	0,780	0,00	0,60
5	Liniowe	0,0	0,780	0,780	0,00	2,43
6	Liniowe	0,0	0,780	0,780	0,00	2,43
7	Liniowe	0,0	0,780	0,780	0,00	0,60
8	Liniowe	0,0	0,780	0,780	0,00	0,45
9	Liniowe	0,0	0,780	0,780	0,00	2,15
10	Liniowe	0,0	0,780	0,780	0,00	1,88

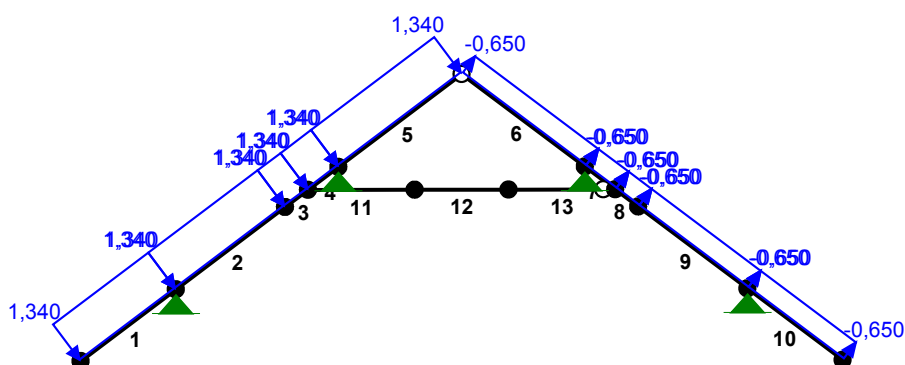
OBCIĄŻENIA:



**OBCIĄŻENIA:** ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
-----						
Grupa:	B "śnieg"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	1,200	1,200	0,00	1,88
2	Liniowe	0,0	1,200	1,200	0,00	2,15
3	Liniowe	0,0	1,200	1,200	0,00	0,45
4	Liniowe	0,0	1,200	1,200	0,00	0,60
5	Liniowe	0,0	1,200	1,200	0,00	2,43
6	Liniowe	0,0	1,200	1,200	0,00	2,43
7	Liniowe	0,0	1,200	1,200	0,00	0,60
8	Liniowe	0,0	1,200	1,200	0,00	0,45
9	Liniowe	0,0	1,200	1,200	0,00	2,15
10	Liniowe	0,0	1,200	1,200	0,00	1,88

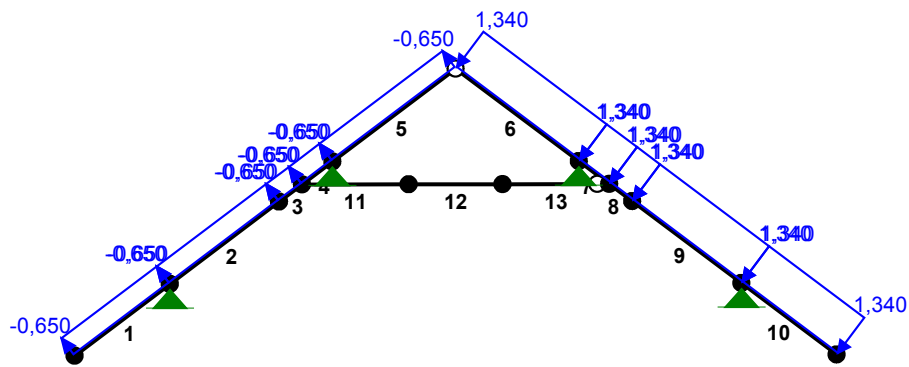
OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
-----						
Grupa:	C "wiatr1"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	37,0	1,340	1,340	0,00	1,88
2	Liniowe	37,0	1,340	1,340	0,00	2,15
3	Liniowe	37,0	1,340	1,340	0,00	0,45
4	Liniowe	37,0	1,340	1,340	0,00	0,60
5	Liniowe	37,0	1,340	1,340	0,00	2,43
6	Liniowe	-36,9	-0,650	-0,650	0,00	2,43
7	Liniowe	-36,9	-0,650	-0,650	0,00	0,60
8	Liniowe	-36,9	-0,650	-0,650	0,00	0,45
9	Liniowe	-36,9	-0,650	-0,650	0,00	2,15
10	Liniowe	-36,9	-0,650	-0,650	0,00	1,88

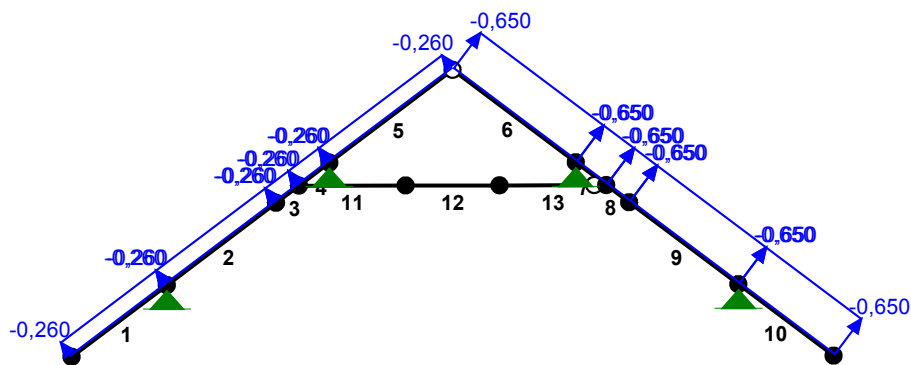
OBCIĄŻENIA:



**OBCIĄŻENIA:** ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa: D "wiatr2"						Zmienne $\gamma_f = 1,50$
1	Liniowe	37,0	-0,650	-0,650	0,00	1,88
2	Liniowe	37,0	-0,650	-0,650	0,00	2,15
3	Liniowe	37,0	-0,650	-0,650	0,00	0,45
4	Liniowe	37,0	-0,650	-0,650	0,00	0,60
5	Liniowe	37,0	-0,650	-0,650	0,00	2,43
6	Liniowe	-36,9	1,340	1,340	0,00	2,43
7	Liniowe	-36,9	1,340	1,340	0,00	0,60
8	Liniowe	-36,9	1,340	1,340	0,00	0,45
9	Liniowe	-36,9	1,340	1,340	0,00	2,15
10	Liniowe	-36,9	1,340	1,340	0,00	1,88

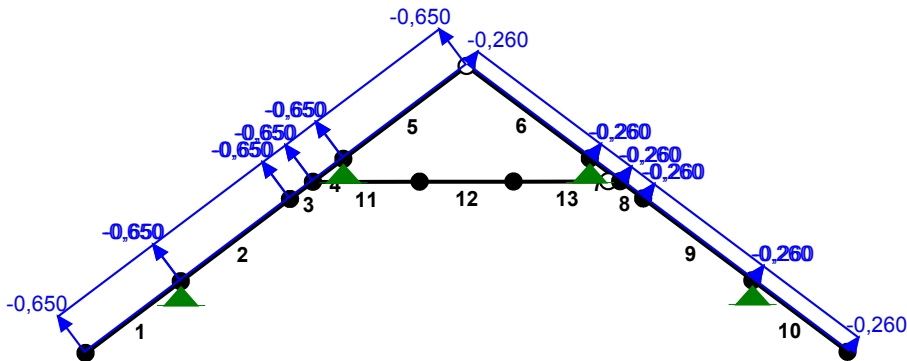
OBCIĄŻENIA:



**OBCIĄŻENIA:** ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa: E "wiatr3"					Zmienne	$\gamma_f = 1,50$
1	Liniowe	37,0	-0,260	-0,260	0,00	1,88
2	Liniowe	37,0	-0,260	-0,260	0,00	2,15
3	Liniowe	37,0	-0,260	-0,260	0,00	0,45
4	Liniowe	37,0	-0,260	-0,260	0,00	0,60
5	Liniowe	37,0	-0,260	-0,260	0,00	2,43
6	Liniowe	-36,9	-0,650	-0,650	0,00	2,43
7	Liniowe	-36,9	-0,650	-0,650	0,00	0,60
8	Liniowe	-36,9	-0,650	-0,650	0,00	0,45
9	Liniowe	-36,9	-0,650	-0,650	0,00	2,15
10	Liniowe	-36,9	-0,650	-0,650	0,00	1,88

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa: F "wiatr4"					Zmienne	$\gamma_f = 1,50$
1	Liniowe	37,0	-0,650	-0,650	0,00	1,88
2	Liniowe	37,0	-0,650	-0,650	0,00	2,15
3	Liniowe	37,0	-0,650	-0,650	0,00	0,45
4	Liniowe	37,0	-0,650	-0,650	0,00	0,60
5	Liniowe	37,0	-0,650	-0,650	0,00	2,43
6	Liniowe	-36,9	-0,260	-0,260	0,00	2,43
7	Liniowe	-36,9	-0,260	-0,260	0,00	0,60
8	Liniowe	-36,9	-0,260	-0,260	0,00	0,45
9	Liniowe	-36,9	-0,260	-0,260	0,00	2,15
10	Liniowe	-36,9	-0,260	-0,260	0,00	1,88

=====

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

=====

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	$\psi_d$ :	$\gamma_f$ :
A -"cw poszycia"	Stałe		1,35
B -"śnieg"	Zmienne	1	1,00
C -"wiatr1"	Zmienne	1	1,00
D -"wiatr2"	Zmienne	1	1,00
E -"wiatr3"	Zmienne	1	1,00
F -"wiatr4"	Zmienne	1	1,00

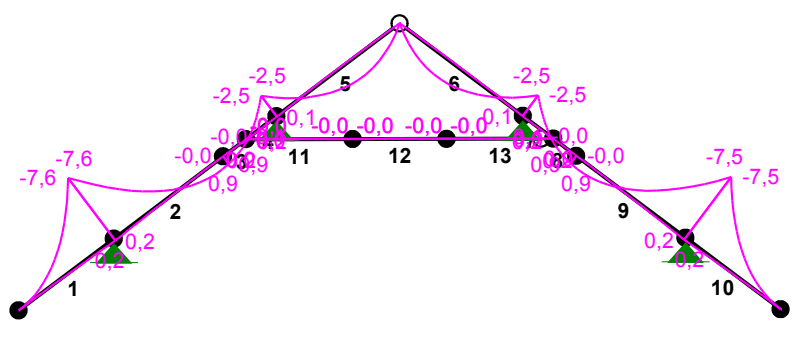
**RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:**

Grupa obc.:	Relacje:
A -"cw poszycia"	ZAWSZE
B -"śnieg"	EWENTUALNIE
C -"wiatr1"	EWENTUALNIE Nie występuje z: DEF
D -"wiatr2"	EWENTUALNIE Nie występuje z: CEF
E -"wiatr3"	EWENTUALNIE Nie występuje z: CDF
F -"wiatr4"	EWENTUALNIE Nie występuje z: CDE

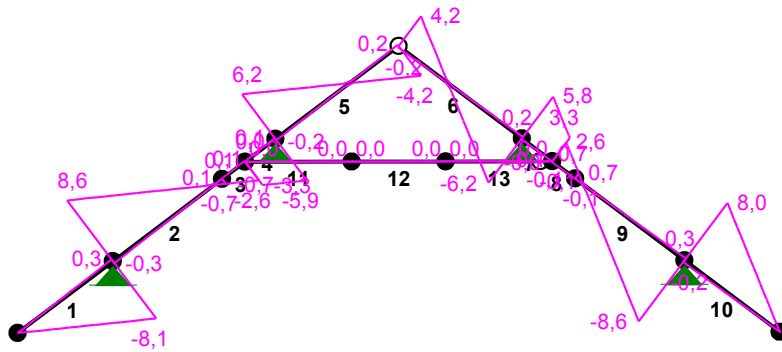
**KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:**

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

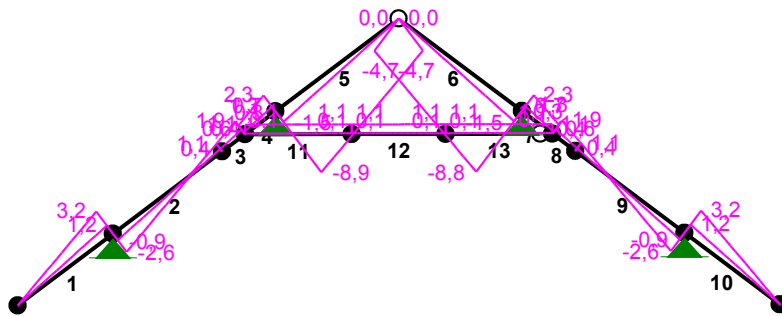
**MOMENTY-OBWIEDNIE:**



**TNĄCE-OBWIEDNIE:**



NORMALNE-OBWIEDNIE :



**SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

-----ęć: x[m]:

M[kNm]: Q[kN]: N[kN]: Kombinacja obciążeń:

	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:	
1	1,878	<b>0,2*</b>	0,3	1,2	AD
	1,878	<b>-7,6*</b>	-8,1	3,2	ABC
	1,878	-7,6	<b>-8,1*</b>	3,2	ABC
	1,878	-7,6	-8,1	<b>3,2*</b>	ABC
	0,000	-0,0	0,0	<b>-0,0*</b>	AB
2	2,018	<b>1,0*</b>	-0,1	0,9	ABC
	0,000	<b>-7,6*</b>	8,6	-2,6	ABC
	0,000	-7,6	<b>8,6*</b>	-2,6	ABC
	2,153	0,4	-0,2	<b>1,1*</b>	ABD
	0,000	-3,3	3,8	<b>-2,6*</b>	ABE
3	0,000	<b>0,9*</b>	-0,7	1,1	ABC
	0,000	<b>-0,0*</b>	0,0	0,4	AF

	0,451	0,2	<b>-2,6*</b>	1,9	ABC
	0,451	0,2	-0,8	<b>1,9*</b>	ABD
	0,000	0,1	-0,1	<b>0,4*</b>	AE
4	0,000	<b>0,2*</b>	-3,3	1,0	ABC
	0,601	<b>-2,5*</b>	-5,9	2,0	ABC
	0,601	-2,5	<b>-5,9*</b>	2,0	ABC
	0,601	-0,8	-2,0	<b>2,3*</b>	ABF
	0,000	0,1	-2,1	<b>0,3*</b>	AC
5	1,518	<b>2,0*</b>	-0,3	-4,0	ABC
	0,000	<b>-2,5*</b>	6,2	-6,6	ABC
	0,000	-2,5	<b>6,2*</b>	-6,6	ABC
	2,429	0,0	-0,4	<b>0,0*</b>	AE
	0,000	-0,9	1,9	<b>-8,9*</b>	ABD
6	0,909	<b>2,0*</b>	0,3	-4,0	ABD
	2,425	<b>-2,5*</b>	-6,2	-6,6	ABD
	2,425	-2,5	<b>-6,2*</b>	-6,6	ABD
	0,000	0,0	0,4	<b>0,0*</b>	AF
	2,425	-0,9	-2,0	<b>-8,8*</b>	ABC
7	0,600	<b>0,2*</b>	3,3	1,0	ABD
	0,000	<b>-2,5*</b>	5,8	2,0	ABD
	0,000	-2,5	<b>5,8*</b>	2,0	ABD
	0,000	-1,1	2,7	<b>2,3*</b>	ABF
	0,600	0,1	0,2	<b>0,3*</b>	AC
8	0,450	<b>0,9*</b>	0,7	1,1	ABD
	0,450	<b>-0,0*</b>	-0,0	0,4	AE
	0,000	0,2	<b>2,6*</b>	1,9	ABD
	0,000	0,2	0,7	<b>1,9*</b>	ABC
	0,450	0,1	0,1	<b>0,4*</b>	AF
9	0,134	<b>1,0*</b>	0,1	0,9	ABD
	2,150	<b>-7,5*</b>	-8,6	-2,6	ABD
	2,150	-7,5	<b>-8,6*</b>	-2,6	ABD
	0,000	0,4	0,2	<b>1,1*</b>	ABC
	2,150	-3,3	-3,8	<b>-2,6*</b>	ABF
10	0,000	<b>0,2*</b>	-0,2	1,2	AE
	0,000	<b>-7,5*</b>	8,0	3,2	ABD
	0,000	-7,5	<b>8,0*</b>	3,2	ABD
	0,000	-7,5	8,0	<b>3,2*</b>	ABD
	1,875	-0,0	-0,0	<b>0,0*</b>	ABD
11	1,680	<b>-0,0*</b>	0,0	0,1	AF
	0,000	<b>-0,0*</b>	0,0	1,1	ABC
	1,680	-0,0	<b>0,0*</b>	1,1	ABC
	0,000	-0,0	<b>0,0*</b>	1,1	ABC
	0,000	-0,0	0,0	<b>1,1*</b>	ABC
	1,680	-0,0	0,0	<b>1,1*</b>	ABC
	0,000	-0,0	0,0	<b>0,1*</b>	AF
	1,680	-0,0	0,0	<b>0,1*</b>	AF
12	1,480	<b>-0,0*</b>	0,0	0,1	AE
	0,000	<b>-0,0*</b>	0,0	1,1	ABC
	1,480	-0,0	<b>0,0*</b>	1,1	ABC
	0,000	-0,0	<b>0,0*</b>	1,1	ABC
	0,000	-0,0	0,0	<b>1,1*</b>	ABC
	1,480	-0,0	0,0	<b>1,1*</b>	ABC
	0,000	-0,0	0,0	<b>0,1*</b>	AF
	1,480	-0,0	0,0	<b>0,1*</b>	AF
13	1,680	<b>0,0*</b>	0,0	1,1	ABC
	0,000	<b>-0,0*</b>	0,0	1,1	ABC

1,680	0,0	<b>0,0*</b>	1,1	ABC
0,000	-0,0	<b>0,0*</b>	1,1	ABC
0,000	-0,0	0,0	<b>1,1*</b>	ABC
1,680	0,0	0,0	<b>1,1*</b>	ABC
0,000	-0,0	0,0	<b>0,1*</b>	AF
1,680	0,0	0,0	<b>0,1*</b>	AF

\* = Max/Min

**REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
4	<b>2,1*</b>	0,9	2,2		AF
	<b>-5,4*</b>	16,8	17,6		ABC
	-5,4	<b>16,8*</b>	17,6		ABC
	2,0	<b>0,9*</b>	2,2		AD
	-5,4	16,8	<b>17,6*</b>		ABC
5	<b>5,3*</b>	16,8	17,6		ABD
	<b>-2,0*</b>	0,9	2,2		AE
	5,3	<b>16,8*</b>	17,6		ABD
	-2,0	<b>0,9*</b>	2,2		AC
	5,3	16,8	<b>17,6*</b>		ABD
10	<b>6,2*</b>	9,9	11,7		ABD
	<b>-2,5*</b>	8,0	8,4		AC
	-0,4	<b>14,9*</b>	14,9		ABC
	2,5	<b>1,5*</b>	2,9		AF
	-0,4	14,9	<b>14,9*</b>		ABC
11	<b>2,5*</b>	8,0	8,4		AD
	<b>-6,2*</b>	9,8	11,6		ABC
	0,3	<b>14,8*</b>	14,9		ABD
	-2,5	<b>1,5*</b>	2,9		AE
	0,3	14,8	<b>14,9*</b>		ABD

\* = Max/Min

**PRZEMIESZCZENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,01218			ABC
		0,01619		ABC
			0,02026	ABC
2	0,00002			AC
		0,00012		ABC
			0,00012	ABC
3	0,01205			ABD
		0,01610		ABD
			0,02011	ABD
4	0,00000			ABC
		0,00000		ABC
			0,00000	
5	0,00000			ABD
		0,00000		ABD
			0,00000	

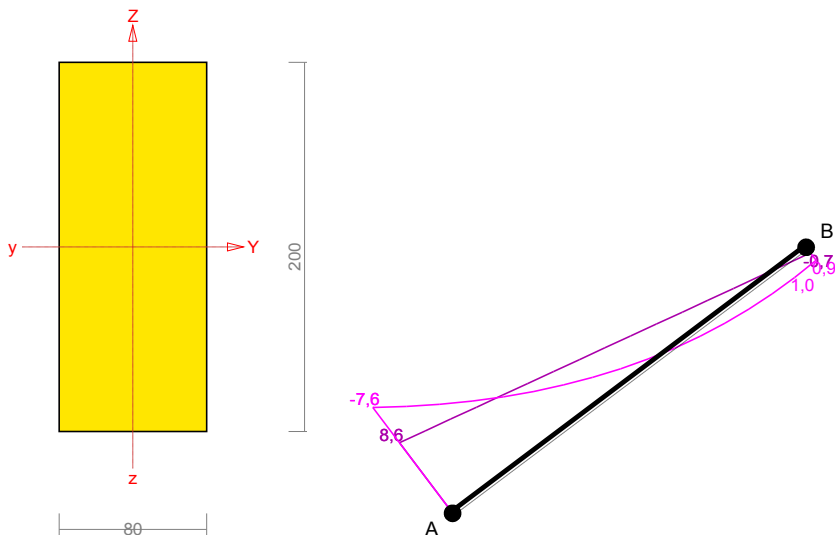
6	0,00009	0,00011	0,00014	ABC ABC ABC
7	0,00008	0,00009	0,00012	ABD AD ABD
8	0,00006	0,00008	0,00010	ABC ABC ABC
9	0,00006	0,00007	0,00009	ABD ABD ABD
10	0,00000	0,00000	0,00000	ABD ABC
11	0,00000	0,00000	0,00000	ABC ABD
12	0,00005	0,00012	0,00013	ABD ABD ABD
13	0,00005	0,00014	0,00015	ABC ABC ABC

**DEFORMACJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

Pręt:	L/f:	Kombinacja obciążeń:
1	1144,6	ABC
2	1507,0	ABC
3	17430,6	ABC
4	8277,1	ABC
5	1506,8	ABC
6	1518,4	ABD
7	8190,1	ABD
8	16950,1	ABD
9	1520,3	ABD
10	1149,1	ABD
11	77353,1	ABC
12	145391,8	ABC
13	362933,1	ABC

## Pręt nr 2

Zadanie: rama3



**Przekrój: 2 “B 20,0x8,0”**

Wymiary przekroju:

$h=200,0 \text{ mm}$   $b=80,0 \text{ mm}$ .

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_y=5333,3$ ;  $J_z=853,3 \text{ cm}^4$ ;  $A=160,00 \text{ cm}^2$ ;  $i_y=5,8$ ;  $i_z=2,3 \text{ cm}$ ;  $W_y=533,3$ ;  $W_z=213,3 \text{ cm}^3$ .

**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: **Średniotrwałe** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$K_{mod} = 0,80$

$\gamma_M = 1,3$

Cechy drewna: **Drewno C30.**

$f_{m,k} = 30,00$

$f_{m,d} = 18,46 \text{ MPa}$

$f_{t,0,k} = 18,00$

$f_{t,0,d} = 11,08 \text{ MPa}$

$f_{t,90,k} = 0,60$

$f_{t,90,d} = 0,37 \text{ MPa}$

$f_{c,0,k} = 23,00$

$f_{c,0,d} = 14,15 \text{ MPa}$

$f_{c,90,k} = 2,70$

$f_{c,90,d} = 1,66 \text{ MPa}$

$f_{v,k} = 3,00$

$f_{v,d} = 1,85 \text{ MPa}$

$E_{0,mean} = 12000 \text{ MPa}$

$E_{90,mean} = 400 \text{ MPa}$

$E_{0,05} = 8000 \text{ MPa}$

$G_{mean} = 750 \text{ MPa}$

$\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$

## 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 rozciąganie:

Wyniki dla  $x_a=2,15$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "ABC".

Pole powierzchni przekroju netto  $A_n = 160,00$  cm<sup>2</sup>.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 1,1 / 160,00 \times 10 = \mathbf{0,1} < \mathbf{11,08} = f_{t,0,d}$$

### Nośność na ściskanie:

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=2,15$  m, przy obciążeniach "ABC".

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

$$l_c = \mu l = 0,786 \times 2,153 = 1,692 \text{ m}$$

- długość wybocheniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 2,153 = 2,153 \text{ m}$$

Długości wybocheniowe dla wybochenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 1,692 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 2,153 \text{ m}$$

Współczynniki wybocheniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 1,692 / 0,0577 = 29,31$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 2,153 / 0,0231 = 93,23$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 8000 / (29,31)^2 = 91,90 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 8000 / (93,23)^2 = 9,08 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{23/91,90} = 0,500$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{23/9,08} = 1,591$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,500 - 0,5) + (0,500)^2] = 0,625$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,591 - 0,5) + (1,591)^2] = 1,875$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,625 + \sqrt{0,625^2 - 0,500^2}) = 1,000$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (1,875 + \sqrt{1,875^2 - 1,591^2}) = 0,349$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju  $A_d = 160,00$  cm<sup>2</sup>.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 2,6 / 160,00 \times 10 = \mathbf{0,2} < \mathbf{4,94} = 0,349 \times 14,15 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=2,15$  m, przy obciążeniach "ABC":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,2}{1,000 \times 14,15} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} + \frac{14,2}{18,46} = \mathbf{0,780} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,2}{0,349 \times 14,15} + \frac{0,0}{18,46} + 0,7 \times \frac{14,2}{18,46} = \mathbf{0,570} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=2,15$  m, przy obciążeniach "ABC".

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

$$l_d = 1,00 \times 2153 + 200 + 200 = 2553 \text{ mm}$$

$$\lambda_{\text{rel,m}} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,\text{mean}}}{G_{\text{mean}}}} = \sqrt{\frac{2553 \times 200 \times 18,46}{3,142 \times 80^2 \times 8000}} \times \sqrt[4]{\frac{12000}{750}} = 0,484$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

$$\text{dla } \lambda_{\text{rel,m}} \leq 0,75 \quad k_{\text{crit}} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 7,6 / 533,33 \times 10^3 = 14,2 < 18,5 = 1,000 \times 18,46 = k_{\text{crit}} f_{m,d}$$

Nośność dla  $x_a=2,02$  m;  $x_b=0,13$  m, przy obciążeniach "ABC":

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,1}{11,08} + \frac{1,8}{18,46} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} = 0,1 < 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,1}{11,08} + 0,7 \times \frac{1,8}{18,46} + \frac{0,0}{18,46} = 0,1 < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=2,15$  m, przy obciążeniach "ABC":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,2^2}{14,15^2} + \frac{14,2}{18,46} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} = 0,8 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,2^2}{14,15^2} + 0,7 \times \frac{14,2}{18,46} + \frac{0,0}{18,46} = 0,5 < 1$$

**Nośność na ścinanie:**

Wyniki dla  $x_a=0,40$  m;  $x_b=1,75$  m, przy obciążeniach "ABC".

Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 6,8 / 160,0 \times 10 = 0,6 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,0 / 160,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

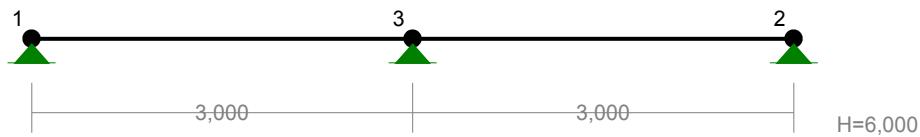
Przyjęto  $k_v = 1,000$ .

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,6^2 + 0,0^2} = 0,6 < 1,8 = 1,000 \times 1,85 = k_{v,d} f_{v,d}$$

### C) WIĘŻBA DACHOWA- płatew stopowa

WEZŁY:



WEZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000
2	6,000	0,000
3	3,000	0,000

PODPORY:

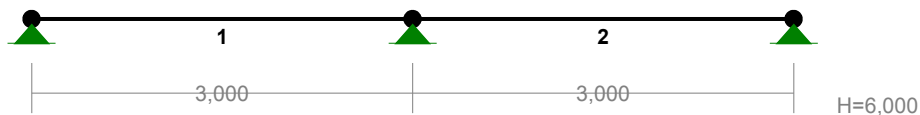
Podatności

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

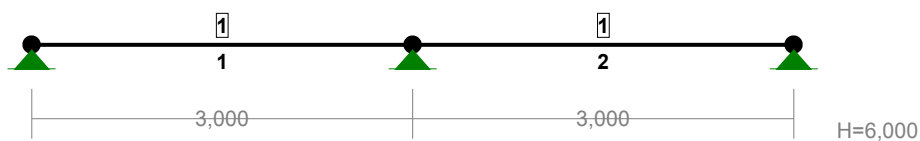
OSIADANIA:

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 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	3	3,000	0,000	3,000	1,000	1 B 20,0x30,0
2	00	3	2	3,000	0,000	3,000	1,000	1 B 20,0x30,0

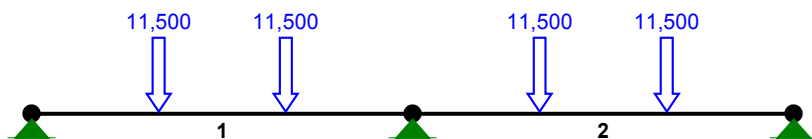
**WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:**

Nr.	A[cm <sup>2</sup> ]	Ix[cm <sup>4</sup> ]	Iy[cm <sup>4</sup> ]	Wg[cm <sup>3</sup> ]	Wd[cm <sup>3</sup> ]	h[cm]	Materiał:
1	600,0	45000	20000	2000	2000	20,0	46 Drewno C30

**STAŁE MATERIAŁOWE:**

Materiał:	Moduł E: [N/mm <sup>2</sup> ]	Napręż.gr.: [N/mm <sup>2</sup> ]	AlfaT: [1/K]
46 Drewno C30	12000	30,000	5,00E-06

**OBCIĄŻENIA:**



**OBCIĄŻENIA:**

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

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa:	A "z wiązara"			Zmienne	$\gamma_f = 1,46$	
1	Skupione	0,0	11,500		1,00	
1	Skupione	0,0	11,500		2,00	
2	Skupione	0,0	11,500		1,00	
2	Skupione	0,0	11,500		2,00	

=====

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

=====

**OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:**

Grupa:	Znaczenie:	$\psi_d$ :	$\gamma_f$ :
Ciężar wł.			1,10
A - "z wiązara"	Zmienne	1	1,00

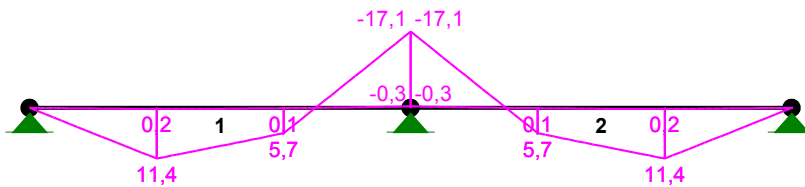
**RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:**

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
A - "z wiązara"	EWENTUALNIE

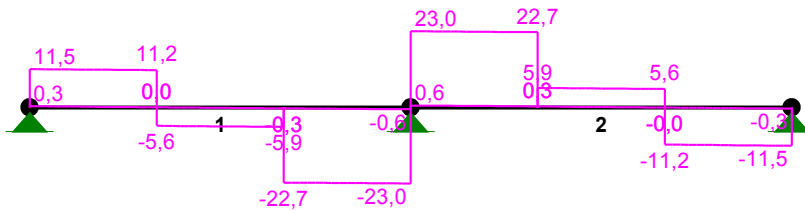
**KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:**

Nr:	Specyfikacja:
1	ZAWSZE : EWENTUALNIE: A

**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	1,000	<b>11,4*</b>	11,2	0,0	A
	3,000	<b>-17,1*</b>	-23,0	0,0	A
	3,000	-17,1	<b>-23,0*</b>	0,0	A
	3,000	-17,1	-23,0	<b>0,0*</b>	A
	1,000	11,4	11,2	<b>0,0*</b>	A
	3,000	-17,1	-23,0	<b>0,0*</b>	A
	1,000	11,4	11,2	<b>0,0*</b>	A
	2	2,000	<b>11,4*</b>	-11,2	0,0
2,000	<b>11,4*</b>	5,6	0,0	A	
0,000	<b>-17,1*</b>	23,0	0,0	A	
0,000	-17,1	<b>23,0*</b>	0,0	A	
0,000	-17,1	23,0	<b>0,0*</b>	A	
2,000	11,4	5,6	<b>0,0*</b>	A	
0,000	-17,1	23,0	<b>0,0*</b>	A	
2,000	11,4	5,6	<b>0,0*</b>	A	

\* = Max/Min

**REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu

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

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	<b>0,0*</b>	11,5	11,5		A
	<b>0,0*</b>	0,3	0,3		
	0,0	<b>11,5*</b>	11,5		A
	0,0	<b>0,3*</b>	0,3		
	0,0	11,5	<b>11,5*</b>		A
2	<b>0,0*</b>	11,5	11,5		A
	<b>0,0*</b>	0,3	0,3		
	0,0	<b>11,5*</b>	11,5		A
	0,0	<b>0,3*</b>	0,3		
	0,0	11,5	<b>11,5*</b>		A
3	<b>0,0*</b>	45,9	45,9		A
	<b>0,0*</b>	1,1	1,1		
	0,0	<b>45,9*</b>	45,9		A
	0,0	<b>1,1*</b>	1,1		
	0,0	45,9	<b>45,9*</b>		A

\* = Max/Min

**PRZEMIESZCZENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu

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

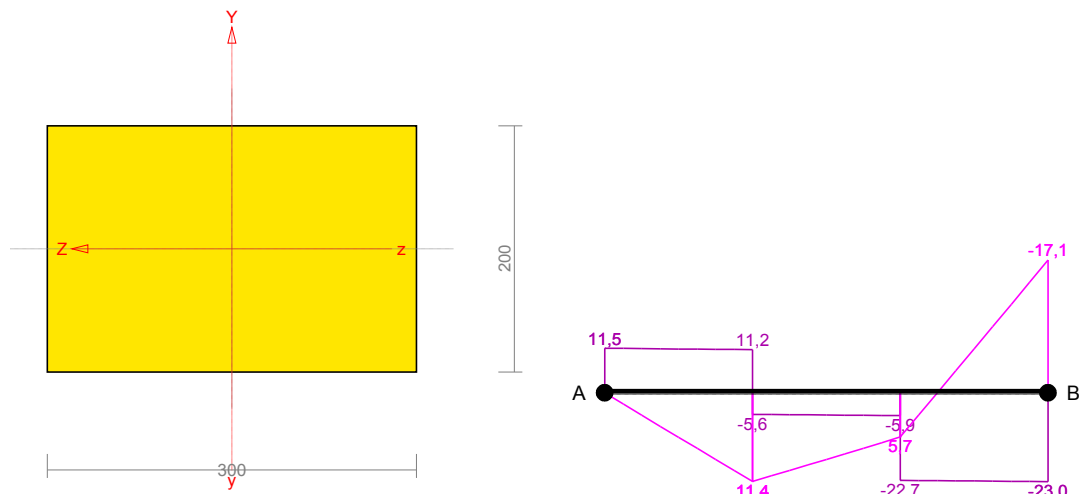
Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,00000	0,00000	0,00000	A
2	0,00000	0,00000	0,00000	A
3	0,00000	0,00000	0,00000	A

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

L/f:	Kombinacja obciążeń:	
1	1024,6	A
2	1024,6	A

## Pręt nr 1

Zadanie:



### Przekrój: 1 "B 20,0x30,0"

Wymiary przekroju:

$$h=200,0 \text{ mm} \quad b=300,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_y=45000,0; \quad J_z=20000,0 \text{ cm}^4; \quad A=600,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=8,7; \quad i_z=5,8 \text{ cm}; \quad W_y=3000,0; \quad W_z=2000,0 \text{ cm}^3.$$

### 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: **Stale** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$K_{mod} = 0,60$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C30.**

$$f_{m,k} = 30,00$$

$$f_{m,d} = 13,85 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 18,00$$

$$f_{t,0,d} = 8,31 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,60$$

$$f_{t,90,d} = 0,28 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 23,00$$

$$f_{c,0,d} = 10,62 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,70$$

$$f_{v,k} = 3,00$$

$$E_{0,\text{mean}} = 12000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,\text{mean}} = 400 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 8000 \text{ MPa}$$

$$G_{\text{mean}} = 750 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$$

$$f_{c,90,d} = 1,25 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 1,38 \text{ MPa}$$

## Sprawdzenie nośności pręta nr 1

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

### Nośność na zginanie:

Wyniki dla  $x_a=3,00$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "A".

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

$$l_d = 1,00 \times 3000 + 300 + 300 = 3600 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{3600 \times 300 \times 13,85}{3,142 \times 200^2 \times 8000}} \times \sqrt[4]{\frac{12000}{750}} = 0,244$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

$$\text{dla } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \quad k_{crit} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0,0 / 3000,00 \times 10^3 = \mathbf{0,0} < \mathbf{13,8} = 1,000 \times 13,85 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla  $x_a=3,00$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "A":

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0}{13,85} + 0,7 \times \frac{8,6}{13,85} = \mathbf{0,4} < \mathbf{1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{0,0}{13,85} + \frac{8,6}{13,85} = \mathbf{0,6} < \mathbf{1}$$

### Nośność na ścinanie:

Wyniki dla  $x_a=2,50$  m;  $x_b=0,50$  m, przy obciążeniach "A".

Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 0,0 / 600,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 22,8 / 600,0 \times 10 = 0,6 \text{ MPa}$$

Przyjęto  $k_v = 1,000$ .

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,0^2 + 0,6^2} = \mathbf{0,6} < \mathbf{1,4} = 1,000 \times 1,38 = k_{v,d} f_{v,d}$$

### Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla  $x_a=1,25$  m;  $x_b=1,75$  m, przy obciążeniach "A".

Ugięcie graniczne

$$u_{net,fin} = l / 150 = 20,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + ""):

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (300,0/3000)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{def}) = -0,1 \times [1 + 19,2 \times (200,0/3000)^2](1 + 0,60) = -0,1 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych ("A"):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Stałe** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

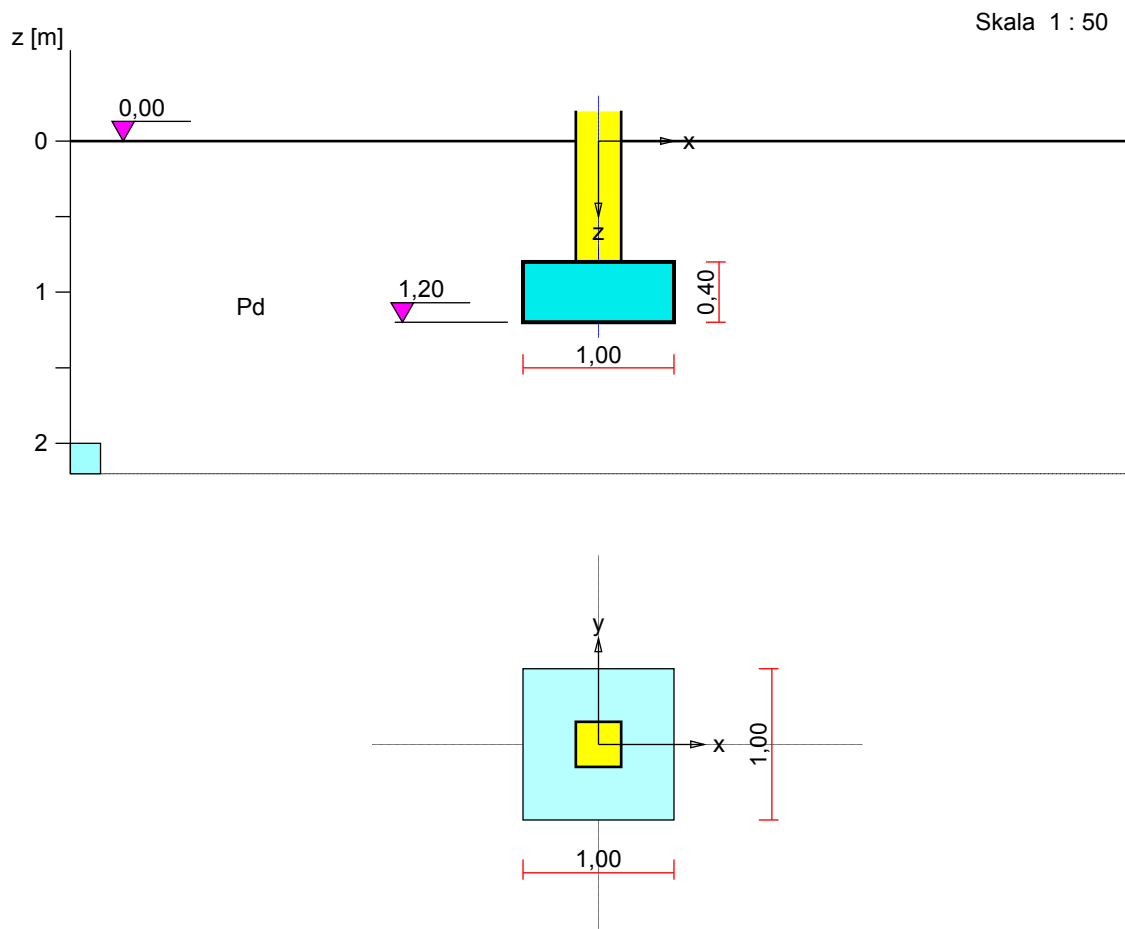
$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (300,0/3000)^2](1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{def}) = -2,0 \times [1 + 19,2 \times (200,0/3000)^2](1 + 0,60) = -3,4 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{y,fin} = -0,1 + -3,4 = \mathbf{3,5} < \mathbf{20,0} = u_{net,fin}$$

## D) FUNDAMENTY



### Podłoże gruntowe

Lp.	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody grunt. [m]
1	0,00	nieokreśl.	Piasek drobny	2,00

### Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia:  $z_{obc} = 0,80 \text{ m}$ .

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H <sub>x</sub>	H <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	γ
	obciążenia*	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	D	35,0	15,0	0,0	0,00	0,00	1,46

## Stan graniczny I

### Zestawienie wyników analizy nośności i mimośrodków

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
1	D	1,20	0,28	0,46
*	D	2,00	0,17	0,80

### Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego:  $B_x = 1,00$  m,  $B_y = 1,00$  m.

Względny poziom posadowienia:  $H = 1,20$  m.

Rodzaj obciążenia: D,

#### Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa:  $N = 35,00$  kN, mimośrodky wzgl. podst. fund.  $E_x = 0,00$  m,  $E_y = 0,00$  m,

siła pozioma:  $H_x = 15,00$  kN, mimośrodek względem podstawy fund.  $E_z = 0,40$  m,

siła pozioma:  $H_y = 0,00$  kN, mimośrodek względem podstawy fund.  $E_z = 0,40$  m,

moment:  $M_x = 0,00$  kNm, moment:  $M_y = 0,00$  kNm.

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek:

siła pionowa:  $G = 23,82$  kN/m, momenty:  $M_{Gx} = 0,00$  kNm/m,  $M_{Gy} = 0,00$  kNm/m.

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

### Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu zastępczego

Wymiary podstawy fundamentu zastępczego:  $B_x = 1,27$  m,  $B_y = 1,27$  m.

Względny poziom posadowienia:  $H = 2,00$  m.

Ciężar fundamentu zastępczego:  $G_z = 18,70$  kN.

Całkowite obciążenie pionowe fundamentu zastępczego:

$$N_r = N + G + G_z = 35,00 + 23,82 + 17,35 + 18,70 = 77,52 + 71,05 \text{ kN.}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 35,00 \cdot 0,00 - 0,00 \cdot 1,20 + 0,00 + (0,00) + 0,00 = 0,00 + 0,00 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -35,00 \cdot 0,00 + 15,00 \cdot 1,20 + 0,00 + 0,00 + (0,00) = 18,00 + 18,00$$

kNm.

Mimośrodky sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 18,00/71,05 = 0,25 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/71,05 = 0,00 \text{ m.}$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,200 + 0,000 = 0,200 \text{ m} < 0,250.$$

**Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.**

### Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 1,00 - 2 \cdot 0,10 = 0,80 \text{ m, } B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,00 - 2 \cdot 0,00 = 1,00 \text{ m.}$$

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

średnia gęstość obliczeniowa:  $\rho_{D(r)} = 1,48$  t/m<sup>3</sup>,

minimalna wysokość:  $D_{\min} = 1,20$  m,

obciążenie:  $\rho_{D(t)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,48 \cdot 9,81 \cdot 1,20 = 17,48 \text{ kPa}$ .

Współczynniki nośności podłoża:

obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego:  $\Phi_{u(t)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 30,40 \cdot 0,90 = 27,36^\circ$ ,

spójność:  $c_{u(t)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa}$ ,

$N_B = 4,94$     $N_C = 24,59$ ,    $N_D = 13,73$ .

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 15,00/58,82 = 0,26$ ,    $\text{tg } \delta_x/\text{tg } \Phi_{u(t)} = 0,2550/0,5175 = 0,493$ ,

$i_{Bx} = 0,35$ ,    $i_{Cx} = 0,55$ ,    $i_{Dx} = 0,59$ .

$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/58,82 = 0,00$ ,    $\text{tg } \delta_y/\text{tg } \Phi_{u(t)} = 0,0000/0,5175 = 0,000$ ,

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,51 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 13,34 \text{ kN/m}^3$ .

Współczynniki kształtu:

$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'_x / B'_y = 0,80$ ,    $m_C = 1 + 0,3 \cdot B'_x / B'_y = 1,24$ ,    $m_D = 1 + 1,5 \cdot B'_x / B'_y = 2,19$

Odpór graniczny podłoża:

$Q_{fNBx} = B'_x \cdot B'_y \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(t)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(t)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(t)} \cdot g \cdot B'_x \cdot i_{Bx}) = 259,09 \text{ kN}$ .

$Q_{fNBy} = B'_x \cdot B'_y \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(t)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(t)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(t)} \cdot g \cdot B'_y \cdot i_{By}) = 461,02 \text{ kN}$ .

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$N_r = 58,82 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 259,09 = 209,87 \text{ kN}$ .

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

## Stan graniczny II

### Osiadanie fundamentu

**Osiadanie całkowite:**

Osiadanie pierwotne:  $s' = 0,02 \text{ cm}$ .

Osiadanie wtórne:  $s'' = 0,00 \text{ cm}$ .

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża:  $\lambda = 0$ .

Osiadanie:  $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,02 + 0 \cdot 0,00 = 0,02 \text{ cm}$ ,

Sprawdzenie warunku osiadania:

**Warunek nie jest określony.**