

	PROJEKT ARCHITEKTONICZNO-BUDOWLANY ROZBUDOWY, NADBUDOWY I PRZEBUDOWY BUDYNKU SZKOŁY PODSTAWOWEJ IM.JANKA KRASICKIEGO W MLĘCINIE BRANŻA KONSTRUKCYJNA
OBIEKT:	BUDYNEK UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ
INWESTOR:	SZKOŁA PODSTAWOWA IM. JANKA KRASICKIEGO W MLĘCINIE, UL. MLĘCIN 51, 05-307 DOBRE
LOKALIZACJA:	DZIAŁKA O NR EWID. 338/3, MLĘCIN 51, GMINA DOBRE 05-307
EGZEMPLARZ nr	

CZERWIEC / LIPIEC 2011

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	4
1.1 Nazwa i adres obiektu	4
1.2 Zakres opracowania	4
2.0 Opis konstrukcji budynku.....	4
2.1 Ogólny opis konstrukcji	4
2.2 Słupy i ściany	4
2.3 Wieńce, belki i ściągi prętowe	5
2.4 Więźba dachowa.....	5
3. Obliczenia statyczno - wytrzymałościowe	7
3.1 Obliczenia więźby dachowej.....	9
3.1.1 Nośność krokwi	18
3.1.2 Nośność kleszcza	21
3.1.3 Nośność słupa	22

RYSUNKI

K01. RZUT PODDASZA - ROZMIESZCZENIE WIEŃCÓW I BELEK

K02. RZUT WIĘŻBY DACHOWEJ

K03. PRZEKRÓJ A-1, A-2

K04. PRZEKRÓJ A-3, A-4

K05. PRZEKRÓJ B-1, B-2

1. WSTĘP

1.1 *Nazwa i adres obiektu*

Projektowany obiekt to budynek użyteczności publicznej – szkoła. Jest on zlokalizowany w miejscowości Młęczin w gminie Dobrze na działce o numerze ewidencyjnym 338/3.

1.2 *Zakres opracowania*

Opracowanie branży konstrukcyjnej obejmuje projekt budowlany - wykonawczy nadbudowy, przebudowy i rozbudowy konstrukcji dachu budynku szkoły zlokalizowanego na działce nr 338/3 w miejscowości Młęczin w gminie Dobrze.

2.0 Opis konstrukcji budynku

2.1 *Ogólny opis konstrukcji*

Istniejący budynek szkoły to budynek użyteczności publicznej, niepodpiwniczony parterowy bez poddasza. Konstrukcja budynku oparta jest o rozwiązania budownictwa tradycyjnego. Ściany wykonane są jako murowane i zwieńczone stropem o konstrukcji mieszanej żelbetowej lub drewnianej. W ramach niniejszego opracowania konstrukcja budynku ulegnie zmianie poprzez zaprojektowanie nowej konstrukcji dachu która wsparta będzie na układzie przenikających się wieńców i belek połączonych z istniejącym układem ścian nośnych budynku. Istniejąca konstrukcja dachu i poszycia nie ulegnie demontażowi. Nowoprojektowana konstrukcja dachu powstanie nad dachem istniejącym przy założeniu, że obciążenia na nią działające nie będą przekazywane na istniejące stopy i elementy dachu.

2.2 *Słupy i ściany*

Istniejące ściany powyżej stropu parteru należy zdemontować do poziomu istniejącego poszycia, a jeśli jest to możliwe do poziomu istniejącego stropu tak, aby nie naruszyć konstrukcji istniejącego dachu. Prace demontażowe obejmować mają tylko demontaż ścian. Zabrania się usuwać istniejące poszycie i warstwy wykończeniowe dachu na całej jego powierzchni.

W miejscu usuniętych ścian należy wykonać nową ścianę grubości 24 cm z gazobetonu. W ścianie należy wykonać słupy i wieńce poprzez które przekazywane będą obciążenia z dachu na ściany i fundamenty.

Nowoprojektowane słupy należy wykonać jako monolityczne żelbetowe zbrojone prętami Ø12 ze stali A-IIIIN. Strzemiona słupów należy wykonać jako dwucięte z prętów Ø6 w rozstawie co 15 cm. Montaż słupa należy wykonać w bruzdach ścian od poziomu istniejących stropów. Montaż polega na oczyszczeniu i wyrównaniu podłoża i montażu blachy stalowej do której przyspawane są pręty słupa. Blachę należy zamocować do istniejącego wieńca stropu lub ściany za pomocą trzech kotew wklejanych typu HILTI HVU z trzpieniem HAS o symbolu M12x110/28. Pręty zbrojenia słupa należy połączyć w sposób ciągły z wieńcem wprowadzając zakłady prętów zbrojenia na długość minimum $50 \cdot \varnothing$ (gdzie: \varnothing – średnica pręta zbrojenia głównego).

2.3 Wieńce, belki i ściąg prętowe

Wieńce i belki należy wykonać jako monolityczne żelbetowe zbrojone prętami Ø12 ze stali A-IIIIN. Strzemiona wieńców i belek zaprojektowano jako dwucięte z prętów Ø8 ze stali A-I w rozstawie co 20 cm. Połączenie wieńców ze słupami należy wykonać jako ciągłe. W wieńcach należy zakotwić pręty do mocowania murłat i podwalin. Pręt ten należy wykonać z pręta Ø12 ze stali S235 w kształcie kotwy fajkowej i umieszczać w wieńcu i belce w rozstawie nie przekraczającym 1m. Dodatkowo w wieńcach należy zakotwić marki stalowe wykonane z blachy 10x200x200 ze stali S235 służące do montażu ściągów prętowych. Ściąg z pręta Ø20 ze stali S355 należy mocować do marki za pomocą śruby M20 klasy 5.8. Naciąg w ściąg uzyskać poprzez zastosowanie śruby rzymskiej M20.

2.4 Więźba dachowa

Zastosowano więźbę drewnianą z drewna klasy C30. Jest to więźba krokwiowo – kleszczowa i krokwiowo – jętkowa. Krokwie w rozstawie co max 100 cm. Wymiary krokwi – 8 x 16 cm (krokwi narożnych i kosзовych 16x20 cm), murłaty – 16 x 16 cm,

słupki - 16 x 16 cm , podwaliny – 16x16 cm , płatwie – 16x18 cm , miecze – 8x16 cm, kleszcze – 5x16 cm, jętka – 8x16 cm . Wieżba kotwiona w wieńcach i belkach śrubami M12 co max 1 m. Wieżbę dachową oraz wszystkie elementy drewniane należy zabezpieczyć środkiem impregnującym, ognioodpornym i wodoodpornym o działaniu grzybobójczym (np. FOBOS M2F). Płatew łączyć nad słupkami przegubowo. Krokiew i belki wykonywać jako ciągłe o długości max. 11 m. Połączenie słup – krokiew – kleszcz oraz krokiew – jętka wykonać na śrubę M12 klasy 5.8. Murłaty i podwaliny montować w osi wieńców i belek.

3. Obliczenia statyczno - wytrzymałościowe

Ze względu na lokalizację obiektu tzn. na pograniczu strefy 2 i 3 obciążenia śniegiem do analizy statyczno-wytrzymałościowej obciążenie śniegiem przyjęto jako średnia obciążenia z dwóch stref śniegowych.

Obliczenia wykonano wg następujących norm

- Obciążenia stałe wg PN-82/B-02001
- Obciążenie zmienne technologiczne wg PN-82/B-02003
- Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3
- Obciążenie wiatrem wg PN-77/B-02011

Przyjęto następujące założenia

Strefa obciążenia śniegiem – 2/3 wg PN-EN 1991-1-3

Współczynnik obciążenia – 1,5

Strefa obciążenia wiatrem – 1 (przyjęto teren A) wg PN-77/B-02011

Współczynnik obciążenia – 1,5

Zastosowane materiały

- Beton w elementach belkowych, słupowo – ryglowych B20

Obciążenia stałe

Obciążenie stałe zebrano w oparciu o układy warstw poszczególnych elementów konstrukcji zamieszczonych w projekcie branży architektonicznej lecz nie większe niż $0,2 \text{ kN/m}^2$

Dla obciążeń stałych przyjęto współczynnik obciążenia – 1,2 .

Obciążenie śniegiem

Obciążenie charakterystyczne dachu dla połaci zewnętrznych

$\mu = 0,8$ dla $\alpha = 30^\circ$

$$S = \mu * S_k = 0,5 * (0,9 + 1,2) * 0,8 = 0,84 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie wiatrem

Współczynnik podatności na dynamiczne działanie porywów wiatru $\beta = 1,8$ (budowla niepodatna)

Współczynnik ekspozycji (teren A) $C_e = 1,0$

Wartość charakterystyczna ciśnienia prędkości wiatru $q_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie wiatrem bez uwzględnienia współczynnika aerodynamicznego

$$p_{k1} = q_k * C_e * \beta = 0,30 * 1,0 * 1,8 = 0,54 \text{ kN/m}^2$$

Połąć nawietrzna

$$0,25 * p_{k1} = 0,25 * 0,54 = 0,15 \text{ kN/m}^2$$

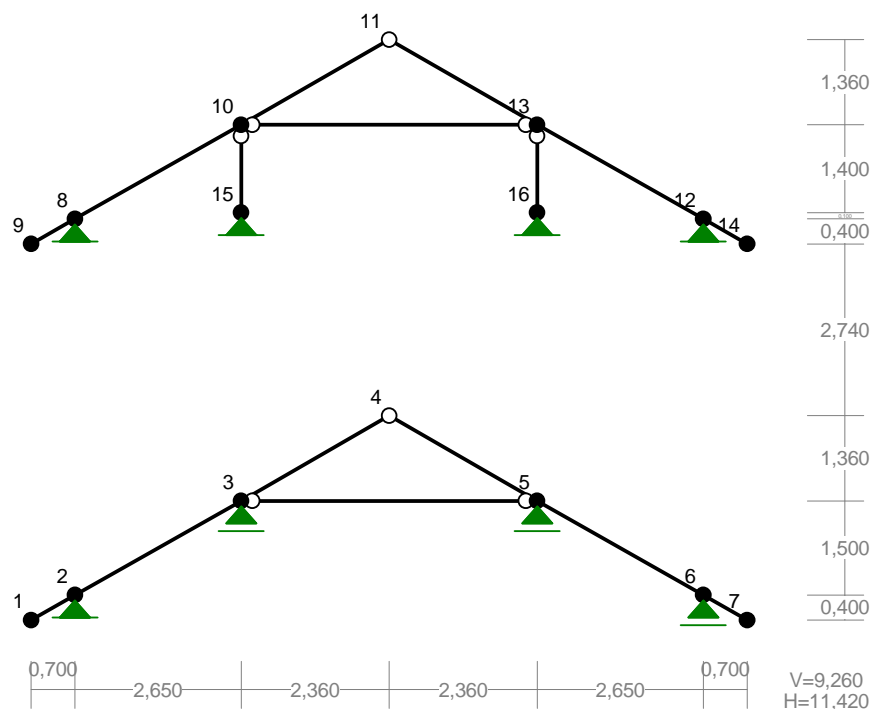
$$-0,45 * p_{k1} = -0,45 * 0,54 = -0,25 \text{ kN/m}^2$$

Połąć zawietrzna

$$-0,4 * p_{k1} = -0,4 * 0,54 = -0,22 \text{ kN/m}^2$$

3.1 Obliczenia więzby dachowej

WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000	9	0,000	6,000
2	0,700	0,400	10	3,350	7,900
3	3,350	1,900	11	5,710	9,260
4	5,710	3,260	12	10,720	6,400
5	8,070	1,900	13	8,070	7,900
6	10,720	0,400	14	11,420	6,000
7	11,420	0,000	15	3,350	6,500
8	0,700	6,400	16	8,070	6,500

PODPORY:

P o d a t n o ś c i

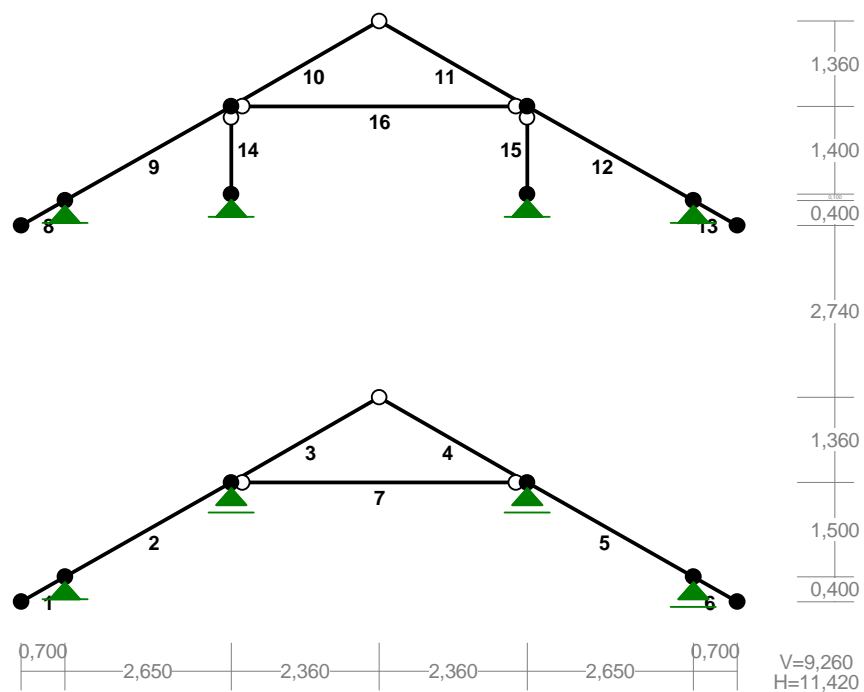
Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx(Do*): [m / k N]	Dy:	DFi: [rad/kNm]
2	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
3	przesuwna	0,0	0,000E+00*		
5	przesuwna	0,0	0,000E+00*		
6	przesuwna	0,0	0,000E+00*		
8	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	

12	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00
15	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00
16	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00

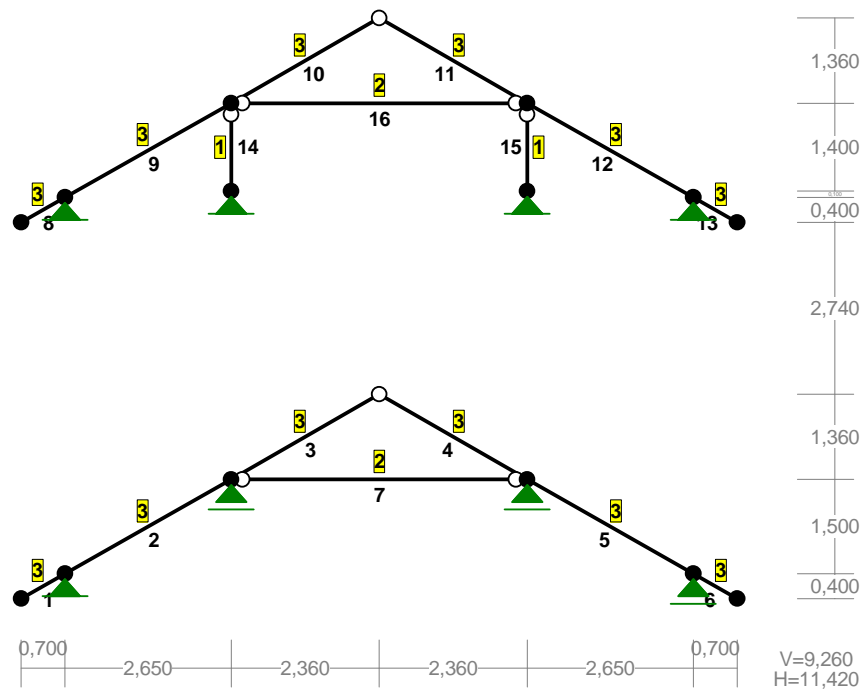
OSIADANIA:

Węzeł:	Kąt:	Wx(Wo*) [m]:	Wy[m]:	Fto[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	2	0,700	0,400	0,806	1,000	3 krokiew
2	00	2	3	2,650	1,500	3,045	1,000	3 krokiew
3	01	3	4	2,360	1,360	2,724	1,000	3 krokiew
4	10	4	5	2,360	-1,360	2,724	1,000	3 krokiew
5	00	5	6	2,650	-1,500	3,045	1,000	3 krokiew
6	00	6	7	0,700	-0,400	0,806	1,000	3 krokiew
7	11	3	5	4,720	0,000	4,720	1,000	2 kleszcz
8	00	9	8	0,700	0,400	0,806	1,000	3 krokiew
9	00	8	10	2,650	1,500	3,045	1,000	3 krokiew
10	01	10	11	2,360	1,360	2,724	1,000	3 krokiew
11	10	11	13	2,360	-1,360	2,724	1,000	3 krokiew
12	00	13	12	2,650	-1,500	3,045	1,000	3 krokiew
13	00	12	14	0,700	-0,400	0,806	1,000	3 krokiew
14	01	15	10	0,000	1,400	1,400	1,000	1 słup
15	10	13	16	0,000	-1,400	1,400	1,000	1 słup
16	11	10	13	4,720	0,000	4,720	1,000	2 kleszcz

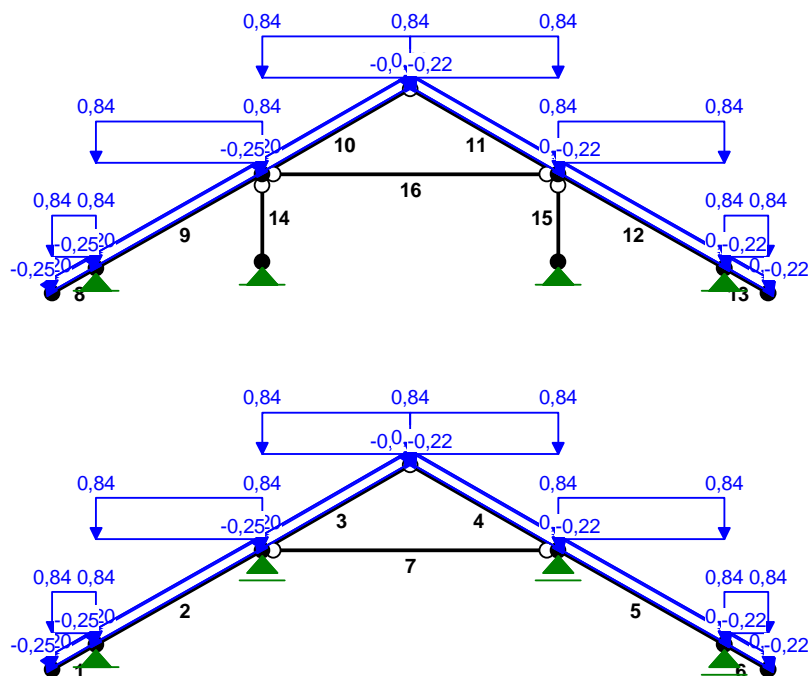
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	256,0	5461	5461	683	683	16,0 46	Drewno C30
2	160,0	3413	1333	427	427	16,0 46	Drewno C30
3	128,0	2731	683	341	341	16,0 46	Drewno C30

STAŁE MATERIAŁOWE:

Material:	Moduł E: [N/mm2]	Napręż.gr.: [N/mm2]	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 "stałe"				Stałe	$\gamma_f = 1,20$	
1	Liniowe	0,0	0,20	0,20	0,00	0,81
2	Liniowe	0,0	0,20	0,20	0,00	3,05
3	Liniowe	0,0	0,20	0,20	0,00	2,72
4	Liniowe	0,0	0,20	0,20	0,00	2,72
5	Liniowe	0,0	0,20	0,20	0,00	3,05
6	Liniowe	0,0	0,20	0,20	0,00	0,81
8	Liniowe	0,0	0,20	0,20	0,00	0,81
9	Liniowe	0,0	0,20	0,20	0,00	3,05
10	Liniowe	0,0	0,20	0,20	0,00	2,72
11	Liniowe	0,0	0,20	0,20	0,00	2,72
12	Liniowe	0,0	0,20	0,20	0,00	3,05
13	Liniowe	0,0	0,20	0,20	0,00	0,81
Grupa: B "śnieg"				Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	0,84	0,84	0,00	0,81

2	Liniowe-Y	0,0	0,84	0,84	0,00	3,05
3	Liniowe-Y	0,0	0,84	0,84	0,00	2,72
4	Liniowe-Y	0,0	0,84	0,84	0,00	2,72
5	Liniowe-Y	0,0	0,84	0,84	0,00	3,05
6	Liniowe-Y	0,0	0,84	0,84	0,00	0,81
8	Liniowe-Y	0,0	0,84	0,84	0,00	0,81
9	Liniowe-Y	0,0	0,84	0,84	0,00	3,05
10	Liniowe-Y	0,0	0,84	0,84	0,00	2,72
11	Liniowe-Y	0,0	0,84	0,84	0,00	2,72
12	Liniowe-Y	0,0	0,84	0,84	0,00	3,05
13	Liniowe-Y	0,0	0,84	0,84	0,00	0,81

Grupa: C "wiatr (+)"				Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	29,2	0,15	0,15	0,00	0,81
2	Liniowe	29,2	0,15	0,15	0,00	3,05
3	Liniowe	29,2	0,15	0,15	0,00	2,72
4	Liniowe	-29,2	-0,22	-0,22	0,00	2,72
5	Liniowe	-29,2	-0,22	-0,22	0,00	3,05
6	Liniowe	-29,2	-0,22	-0,22	0,00	0,81
8	Liniowe	29,7	0,15	0,15	0,00	0,81
9	Liniowe	29,7	0,15	0,15	0,00	3,05
10	Liniowe	29,7	0,15	0,15	0,00	2,72
11	Liniowe	-29,7	-0,22	-0,22	0,00	2,72
12	Liniowe	-29,7	-0,22	-0,22	0,00	3,05
13	Liniowe	-29,7	-0,22	-0,22	0,00	0,81

Grupa: D "wiatr (-)"				Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	29,2	-0,25	-0,25	0,00	0,81
2	Liniowe	29,2	-0,25	-0,25	0,00	3,05
3	Liniowe	29,2	-0,25	-0,25	0,00	2,72
4	Liniowe	-29,2	-0,22	-0,22	0,00	2,72
5	Liniowe	-29,2	-0,22	-0,22	0,00	3,05
6	Liniowe	-29,2	-0,22	-0,22	0,00	0,81
8	Liniowe	29,7	-0,25	-0,25	0,00	0,81
9	Liniowe	29,7	-0,25	-0,25	0,00	3,05
10	Liniowe	29,7	-0,25	-0,25	0,00	2,72
11	Liniowe	-29,7	-0,22	-0,22	0,00	2,72
12	Liniowe	-29,7	-0,22	-0,22	0,00	3,05
13	Liniowe	-29,7	-0,22	-0,22	0,00	0,81

=====

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

=====

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:		ψ_d :	γ_f :

Ciężar wł.				1,10
A -"stałe"	Stałe			1,20
B -"śnieg"	Zmienne	1	1,00	1,50
C -"wiatr (+)"	Zmienne	1	1,00	1,50
D -"wiatr (-)"	Zmienne	1	1,00	1,50

RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

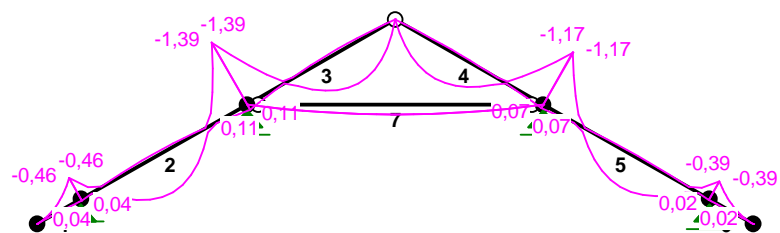
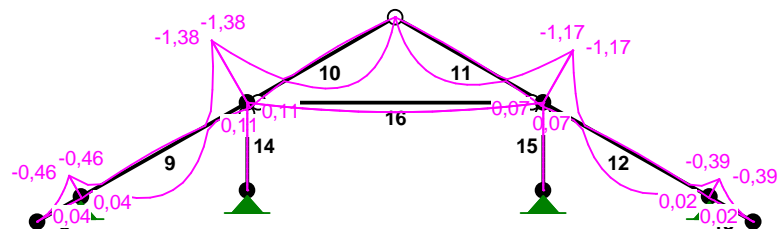
Grupa obc.: Relacje:

Ciężar wł.	ZAWSZE
A -"stałe"	ZAWSZE
B -"śnieg"	EWENTUALNIE
C -"wiatr (+)"	EWENTUALNIE
	Nie występuje z: D
D -"wiatr (-)"	EWENTUALNIE
	Nie występuje z: C

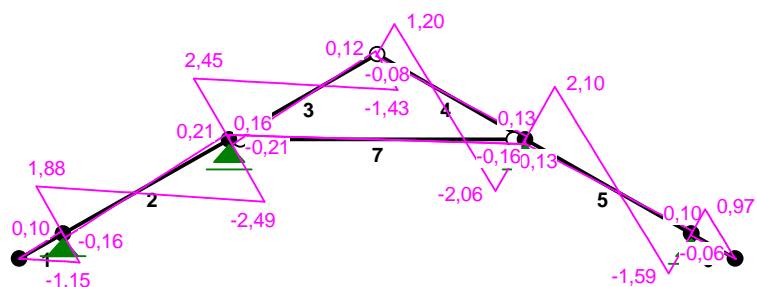
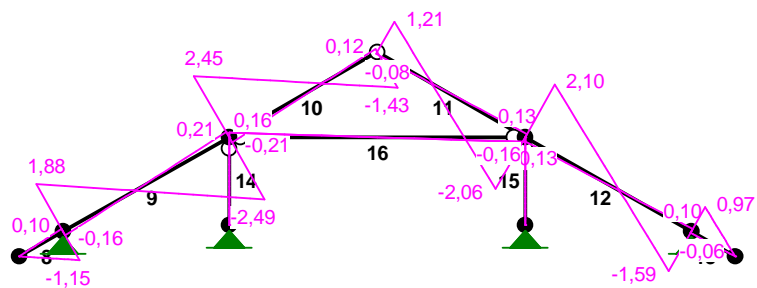
KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

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

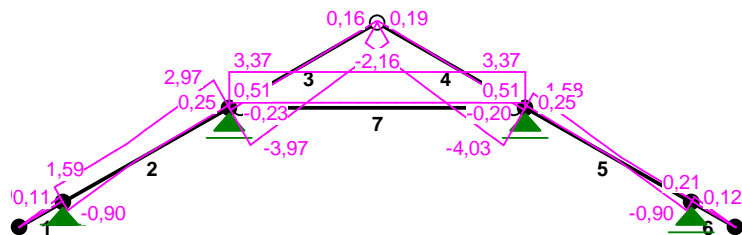
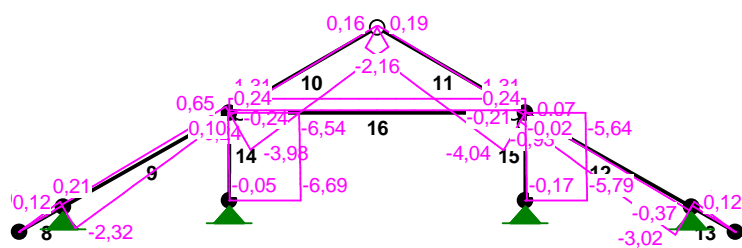
MOMENTY-OBWIEDNIE:



SIŁY-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:



SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

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

Pręt: x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,806	0,04*	0,10	0,11 AD
	0,806	-0,46*	-1,15	0,56 ABC
	0,806	-0,46	-1,15*	0,56 ABC
	0,806	-0,46	-1,15	0,56* ABC
	0,000	0,00	0,00	0,00* AB
2	1,332	0,77*	-0,03	1,80 ABC
	3,045	-1,39*	-2,49	2,97 ABC
	3,045	-1,39	-2,49*	2,97 ABC
	3,045	-1,39	-2,49	2,97* ABC
	0,000	-0,39	1,59	-0,90* AB
3	1,702	0,72*	0,02	-2,55 ABC
	0,000	-1,39*	2,45	-3,73 ABC
	0,000	-1,39	2,45*	-3,73 ABC
	2,724	-0,00	0,12	0,16* AD
	0,000	-1,17	2,06	-3,97* AB
4	1,021	0,60*	-0,02	-2,80 AB
	2,724	-1,17*	-2,06	-3,97 AB
	2,724	-1,17	-2,06*	-3,97 AB
	0,000	0,00	-0,08	0,19* AD
	2,724	-0,85	-1,50	-4,03* ABC
5	1,713	0,65*	0,03	0,01 AB
	0,000	-1,17*	2,10	1,19 AB
	0,000	-1,17	2,10*	1,19 AB
	0,000	-0,85	1,53	1,58* ABC
	3,045	-0,39	-1,59	-0,90* AB
6	0,000	0,02*	-0,06	0,12 AC
	0,000	-0,39*	0,97	0,55 AB
	0,000	-0,39	0,97*	0,55 AB
	0,000	-0,39	0,97	0,55* AB
	0,806	0,00	0,00	-0,00* ABC
7	2,360	0,19*	0,00	3,37 ABC
	0,000	0,00*	0,16	3,37 ABC
	0,000	0,00	0,16*	3,37 ABC
	0,000	0,00	0,16	3,37* ABC
	2,360	0,19	0,00	3,37* ABC
	0,000	0,00	0,16	0,51* A
	2,360	0,19	0,00	0,51* A
8	0,806	0,04*	0,10	0,12 AD
	0,806	-0,46*	-1,15	0,55 ABC
	0,806	-0,46	-1,15*	0,55 ABC
	0,806	-0,46	-1,15	0,55* ABC
	0,000	-0,00	0,00	0,00* ABD
9	1,332	0,77*	-0,03	-0,69 ABC
	3,045	-1,38*	-2,49	0,48 ABC
	3,045	-1,38	-2,49*	0,48 ABC
	3,045	-0,46	-0,83	0,65* AC
	0,000	-0,39	1,59	-2,32* AB
10	1,702	0,72*	0,02	-2,55 ABC
	0,000	-1,38*	2,45	-3,72 ABC
	0,000	-1,38	2,45*	-3,72 ABC
	2,724	0,00	0,12	0,16* AD

	0,000	-1,17	2,06	-3,98*	AB
11	1,021	0,61*	-0,02	-2,80	AB
	2,724	-1,17*	-2,06	-3,98	AB
	2,724	-1,17	-2,06*	-3,98	AB
	0,000	0,00	-0,08	0,19*	AD
	2,724	-0,85	-1,50	-4,04*	ABC
12	1,713	0,65*	0,03	-1,41	AB
	0,000	-1,17*	2,10	-0,24	AB
	0,000	-1,17	2,10*	-0,24	AB
	0,000	0,07	-0,13	0,07*	AD
	3,045	-0,28	-1,15	-3,02*	ABC
13	0,000	0,02*	-0,06	0,12	AC
	0,000	-0,39*	0,97	0,55	AB
	0,000	-0,39	0,97*	0,55	AB
	0,000	-0,39	0,97	0,55*	AB
	0,806	0,00	0,00	0,00*	AB
14	0,000	-0,00*	0,00	-6,69	ABC
	1,400	0,00*	0,00	-6,54	ABC
	0,000	-0,00*	0,00	-6,69	ABC
	1,400	0,00*	0,00	-6,54	ABC
	0,000	-0,00	0,00*	-6,69	ABC
	1,400	0,00	0,00*	-6,54	ABC
	1,400	0,00	-0,00	0,10*	AD
	0,000	-0,00	0,00	-6,69*	ABC
15	0,000	0,00*	0,00	-5,64	AB
	1,400	0,00*	0,00	-5,79	AB
	0,000	0,00*	0,00	-5,64	AB
	1,400	0,00*	0,00	-5,79	AB
	0,000	0,00	0,00*	-5,64	AB
	1,400	0,00	0,00*	-5,79	AB
	0,000	0,00	0,00	-0,02*	AC
	1,400	0,00	0,00	-5,79*	AB
16	2,360	0,19*	0,00	1,31	ABD
	0,000	0,00*	0,16	1,31	ABD
	0,000	0,00	0,16*	1,31	ABD
	0,000	0,00	0,16	1,31*	ABD
	2,360	0,19	0,00	1,31*	ABD
	0,000	0,00	0,16	0,24*	A
	2,360	0,19	0,00	0,24*	A

* = Max/Min

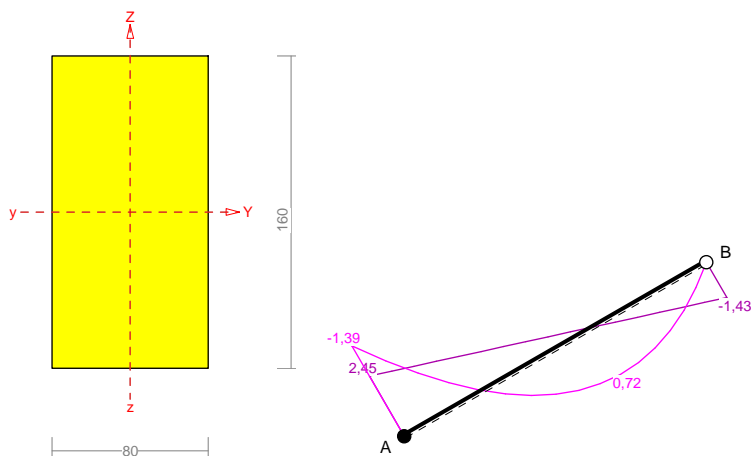
REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
2	0,14*	2,11	2,11		ABD
	0,14*	-0,21	0,25		AD
	-1,78*	2,48	3,05		ABC
	-1,78*	0,16	1,79		AC
	0,00	2,94*	2,94		AB
	0,14	-0,21*	0,25		AD
	-1,78	2,48	3,05*		ABC
3	-0,00*	7,77	7,77		ABC
	0,00*	0,17	0,17		AD
	0,00*	1,47	1,47		A
	-0,00	7,77*	7,77		ABC

	0,00	0,17*	0,17	AD
	-0,00	7,77	7,77*	ABC
5	-0,00*	6,34	6,34	AB
	-0,00*	0,35	0,35	AD
	-0,00*	1,47	1,47	A
	-0,00	6,34*	6,34	AB
	-0,00	0,35*	0,35	AD
	-0,00	6,34	6,34*	AB
6	-0,00*	2,94	2,94	AB
	-0,00*	-0,18	0,18	AC
	-0,00*	0,62	0,62	A
	-0,00	2,94*	2,94	AB
	-0,00	-0,18*	0,18	AC
	-0,00	2,94	2,94*	AB
8	1,62*	2,94	3,36	ABD
	-0,59*	0,84	1,02	AC
	0,38	3,70*	3,72	ABC
	0,65	0,08*	0,66	AD
	1,24	3,64	3,85*	AB
12	-0,27*	0,78	0,82	A
	-2,19*	3,38	4,03	ABC
	-1,24	3,64*	3,85	AB
	-0,50	0,10*	0,52	AD
	-2,19	3,38	4,03*	ABC
15	-0,00*	6,69	6,69	ABC
	0,00*	0,05	0,05	AD
	-0,00*	1,46	1,46	A
	-0,00	6,69*	6,69	ABC
	0,00	0,05*	0,05	AD
	-0,00	6,69	6,69*	ABC
16	-0,00*	5,79	5,79	AB
	-0,00*	0,17	0,17	AC
	0,00*	1,46	1,46	A
	-0,00	5,79*	5,79	AB
	-0,00	0,17*	0,17	AC
	-0,00	5,79	5,79*	AB

* = Max/Min

3.1.1 Nośność krokwi



Przekrój: 3 “krokiew”

Wymiary przekroju:

$$h=160,0 \text{ mm} \quad b=80,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_x=2730,7; J_y=682,7 \text{ cm}^4; A=128,00 \text{ cm}^2; i_x=4,6; i_y=2,3 \text{ cm}; W_x=341,3; W_y=170,7 \text{ cm}^3.$$

Właściwości 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.**

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

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

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

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

$$f_{t,90,k} = 0,40$$

$$f_{t,90,d} = 0,18 \text{ MPa}$$

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

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

$$f_{c,90,k} = 5,70$$

$$f_{c,90,d} = 2,63 \text{ MPa}$$

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

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

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

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

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

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

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

Sprawdzenie nośności pręta nr 3

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 $x_a=2,72 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach “AD”.

Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 128,00 \text{ cm}^2$.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 0,16 / 128,00 \times 10 = \mathbf{0,01} < \mathbf{8,31} = f_{t,0,d}$$

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=2,72 \text{ m}$, przy obciążeniach “AB”.

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

$$l_c = \mu l = 0,851 \times 2,724 = 2,318 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 2,724 = 2,724 \text{ m}$$

Długości wyboczeniowe dla wyboczenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 2,318 \text{ m};$$

$$l_{c,z} = 2,724 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 2,318 / 0,0462 = 50,19$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 2,724 / 0,0231 = 117,94$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 8000 / (50,19)^2 = 31,35 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 8000 / (117,94)^2 = 5,68 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{23/31,35} = 0,857$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{23/5,68} = 2,013$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (0,857 - 0,5) + (0,857)^2] = 0,902$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (2,013 - 0,5) + (2,013)^2] = 2,677$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,902 + \sqrt{0,902^2 - 0,857^2}) = 0,843$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (2,677 + \sqrt{2,677^2 - 2,013^2}) = 0,225$$

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

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 3,97 / 128,00 \times 10 = \mathbf{0,31} < \mathbf{2,39} = 0,225 \times 10,62 = k_{c,y} f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,72$ m, przy obciążeniach “ABC”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y}f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,29}{0,843 \times 10,62} + 0,7 \times \frac{0,00}{13,85} + \frac{4,07}{13,85} = \mathbf{0,326 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z}f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,29}{0,225 \times 10,62} + \frac{0,00}{13,85} + 0,7 \times \frac{4,07}{13,85} = \mathbf{0,328 < 1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,72$ m, przy obciążeniach “ABC”.

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

$$l_d = 1,00 \times 2724 + 160 + 160 = 3044 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{3044 \times 160 \times 13,85}{3,142 \times 80^2 \times 8000}} \times \sqrt{\frac{4 \times 12000}{750}} = 0,410$$

Wartość współczynnika zwężenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 1,39 / 341,33 \times 10^3 = \mathbf{4,07 < 13,85} = 1,000 \times 13,85 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=1,70$ m; $x_b=1,02$ m, przy obciążeniach “AD”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,00}{8,31} + \frac{0,18}{13,85} + 0,7 \times \frac{0,00}{13,85} = \mathbf{0,01 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,00}{8,31} + 0,7 \times \frac{0,18}{13,85} + \frac{0,00}{13,85} = \mathbf{0,01 < 1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,72$ m, przy obciążeniach “ABC”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,29^2}{10,62^2} + \frac{4,07}{13,85} + 0,7 \times \frac{0,00}{13,85} = \mathbf{0,29 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,29^2}{10,62^2} + 0,7 \times \frac{4,07}{13,85} + \frac{0,00}{13,85} = \mathbf{0,21 < 1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,34$ m; $x_b=2,38$ m, przy obciążeniach “ABC”.

Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 1,97 / 128,00 \times 10 = 0,23 \text{ MPa}$$

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

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,23^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,23 < 1,38} = 1,000 \times 1,38 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=1,70$ m; $x_b=1,02$ m, przy obciążeniach “ABC”.

Ugięcie graniczne

$$u_{net,fin} = l / 150 = 18,2 \text{ mm}$$

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

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = -0,2 \times [1 + 19,2 \times (160,0/2724)^2] (1 + 0,60) = -0,3 \text{ mm}$$

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

Ugięcia od obciążeń zmiennych (“BC”):

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

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = -0,7 \times [1 + 19,2 \times (160,0/2724)^2] (1 + 0,60) = -1,2 \text{ mm}$$

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

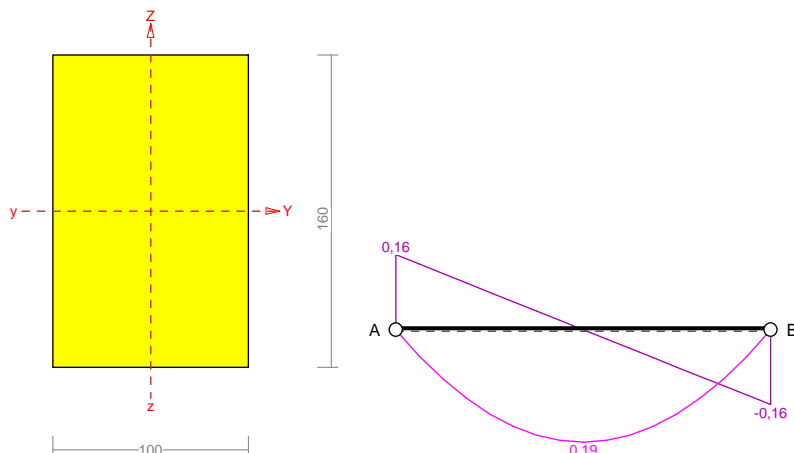
Ugięcie całkowite:

$$u_{z,fin} = -0,3 + -1,2 = \mathbf{1,6 < 18,2} = u_{net,fin}$$

3.1.2 Nośność kleszcza

Pręt nr 7

Zadanie: k1



Przekrój: 2 “kleszcz”

Wymiary przekroju:

$$h=160,0 \text{ mm} \quad b=100,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{xg}=3413,3; \quad J_{yg}=1333,3 \text{ cm}^4; \quad A=160,00 \text{ cm}^2; \quad i_x=4,6; \quad i_y=2,9 \text{ cm}; \quad W_x=426,7; \quad W_y=266,7 \text{ cm}^3.$$

Właściwości techniczne drewna:

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: **Stałe** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

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

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C30.**

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

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

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

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

$$f_{t,90,k} = 0,40$$

$$f_{t,90,d} = 0,18 \text{ MPa}$$

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

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

$$f_{c,90,k} = 5,70$$

$$f_{c,90,d} = 2,63 \text{ MPa}$$

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

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

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

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

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

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

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

Sprawdzenie nośności pręta nr 7

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 $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=4,72 \text{ m}$, przy obciążeniach “ABC”.

Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 160,00 \text{ cm}^2$.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 3,37 / 160,00 \times 10 = \mathbf{0,21} < \mathbf{8,31} = f_{t,0,d}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=2,36 \text{ m}$; $x_b=2,36 \text{ m}$, przy obciążeniach “A”.

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

$$l_d = 1,00 \times 4720 + 160 + 160 = 5040 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{5040 \times 160 \times 13,85}{3,142 \times 100^2 \times 8000}} \times \sqrt{\frac{12000}{750}} = 0,422$$

Wartość współczynnika zwężenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0,19 / 426,67 \times 10^3 = \mathbf{0,44} < \mathbf{13,85} = 1,000 \times 13,85 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=2,36$ m; $x_b=2,36$ m, przy obciążeniach "ABC":

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,21}{8,31} + \frac{0,44}{13,85} + 0,7 \times \frac{0,00}{13,85} = \mathbf{0,06} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,21}{8,31} + 0,7 \times \frac{0,44}{13,85} + \frac{0,00}{13,85} = \mathbf{0,05} < \mathbf{1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,30$ m; $x_b=4,43$ m, przy obciążeniach "A".

Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 0,13 / 160,00 \times 10 = 0,01 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,00 / 160,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,01^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,01} < \mathbf{1,38} = 1,000 \times 1,38 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=2,36$ m; $x_b=2,36$ m, przy obciążeniach "A".

Ugięcie graniczne

$$u_{net,fin} = l / 150 = 31,5 \text{ mm}$$

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

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

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

Ugięcia od obciążeń zmiennych (""):

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

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

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

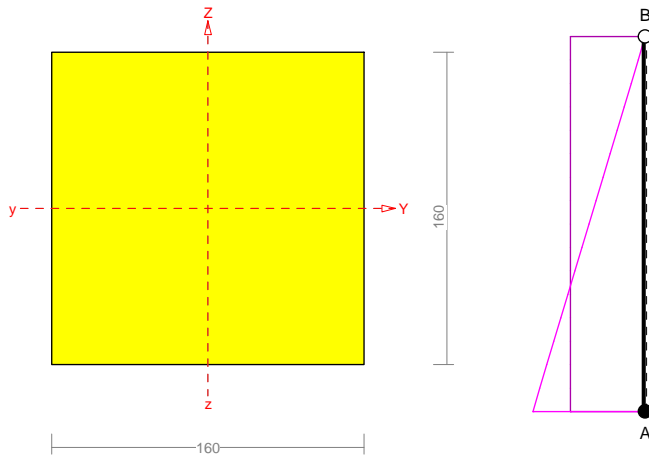
Ugięcie całkowite:

$$u_{z,fin} = -1,5 + 0,0 = \mathbf{1,5} < \mathbf{31,5} = u_{net,fin}$$

3.1.3 Nośność słupa

Pręt nr 14

Zadanie: k1



Przekrój: 1 “słup”

Wymiary przekroju:

$$h=160,0 \text{ mm} \quad b=160,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_x=5461,3; \quad J_y=5461,3 \text{ cm}^4; \quad A=256,00 \text{ cm}^2; \quad i_x=4,6; \quad i_y=4,6 \text{ cm}; \quad W_x=682,7; \quad W_y=682,7 \text{ cm}^3.$$

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

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

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C30.**

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

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

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

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

$$f_{t,90,k} = 0,40$$

$$f_{t,90,d} = 0,18 \text{ MPa}$$

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

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

$$f_{c,90,k} = 5,70$$

$$f_{c,90,d} = 2,63 \text{ MPa}$$

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

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

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

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

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

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

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

Sprawdzenie nośności pręta nr 14

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 $x_a=1,40 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach “AD”.

Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 256,00 \text{ cm}^2$.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 0,10 / 256,00 \times 10 = \mathbf{0,00} < \mathbf{8,31} = f_{t,0,d}$$

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=1,40 \text{ m}$, przy obciążeniach “ABC”.

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

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 1,400 = 1,400 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 1,400 = 1,400 \text{ m}$$

Długości wyboczeniowe dla wyboczenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 1,400 \text{ m};$$

$$l_{c,z} = 1,400 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 1,400 / 0,0462 = 30,31$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 1,400 / 0,0462 = 30,31$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 8000 / (30,31)^2 = 85,94 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 8000 / (30,31)^2 = 85,94 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{23/85,94} = 0,517$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{23/85,94} = 0,517$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,517 - 0,5) + (0,517)^2] = 0,636$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,517 - 0,5) + (0,517)^2] = 0,636$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,636 + \sqrt{0,636^2 - 0,517^2}) = 0,995$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (0,636 + \sqrt{0,636^2 - 0,517^2}) = 0,995$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 256,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 6,69 / 256,00 \times 10 = \mathbf{0,26} < \mathbf{10,57} = 0,995 \times 10,62 = k_c f_{c,0,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_d = 1,40 \text{ m}$; $x_b = 0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach “**AB**”.

Ugięcie graniczne

$$u_{net,fin} = l / 150 = 9,3 \text{ mm}$$

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

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (160,0/1400)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (160,0/1400)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych (“B”):

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

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (160,0/1400)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (160,0/1400)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,fin} = 0,0 + 0,0 = \mathbf{0,0} < \mathbf{9,3} = u_{net,fin}$$