

II. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE KONSTRUKCJI

Poz.0 Zestawienie obciążeń

Poz. 0.1 Dach nad salą gimnastyczną

Stale:	kN/m^2	γ	kN/m^2
- panel dachowy na rąbek 0,75mm	0,06	1,20	0,07
- folia paroizolacyjna	0,01	1,20	0,02
- deskowanie pełne	0,15	1,10	0,17
- łaty 3x20cm co 60cm + kontrłaty	0,07	1,10	0,08
- wiązary deskowy	0,10	1,10	0,11
- wełna mineralna	0,18	1,20	0,22
- paroizolacja	0,01	1,10	0,02
- sufit akustyczny	0,15	1,20	0,18
	0,73	1,19	0,87

Zmienne:

- śnieg $\alpha=25^\circ$; $C_1=0,8$; $C_1=1,07$; strefa 3 $q_k=1,20kN/m^2$			
$Sk_1=1,20 \times 1,07$	1,29	1,50	1,94
$Sk_2=1,20 \times 0,80$	0,96	1,50	1,44
- wiatr , strefa 1; $p_k=0,30kN/m^2$			
- instalacje	0,20	1,20	0,24

Poz. 0.2. Dach

Stale:	kN/m^2	γ	kN/m^2
- panel dachowy na rąbek 0,75mm	0,06	1,20	0,07
- folia paroizolacyjna	0,01	1,20	0,02
- deskowanie pełne	0,15	1,10	0,17
- łaty 3x20cm co 60cm + kontrłaty	0,07	1,10	0,08
- krokwie drewniane	0,09	1,10	0,11
- wełna mineralna	0,18	1,20	0,22
	0,58	1,16	0,67

Zmienne:

- śnieg $\alpha=25^\circ$; $C_1=0,8$; $C_1=1,07$; strefa 3 $q_k=1,20kN/m^2$			
$Sk_1=1,20 \times 1,07$	1,29	1,50	1,94
$Sk_2=1,20 \times 0,80$	0,96	1,50	1,44
- wiatr , strefa 1; $p_k=0,30kN/m^2$			

Poz. 0.3. Strop nad I piętrem

Stale:	kN/m^2	γ	kN/m^2
- folia paroizolacyjna	0,01	1,20	0,02
- wełna mineralna	0,21	1,20	0,25
- folia paroizolacyjna	0,01	1,20	0,02
- płyta monolityczna	-----	-----	-----
- tynk cem-wap	0,29	1,30	0,38
- sufit podwieszany	0,15	1,20	0,18

- instalacje	0,20	1,30	0,26

	0,87	1,28	1,11

Poz. 0.4. Strop nad parterem

<i>Stale:</i>	<i>kN/m²</i>	<i>γ</i>	<i>kN/m²</i>
- gres 2cm	0,44	1,20	0,53
- wylewka	1,05	1,30	1,37
- folia	0,01	1,20	0,02
- styropian gr.10cm	0,05	1,20	0,06
- płyta monolityczna	-----	-----	-----
- tynk cem-wap	0,29	1,30	0,38
- sufit podwieszany	0,15	1,20	0,18
- instalacje	0,20	1,30	0,26

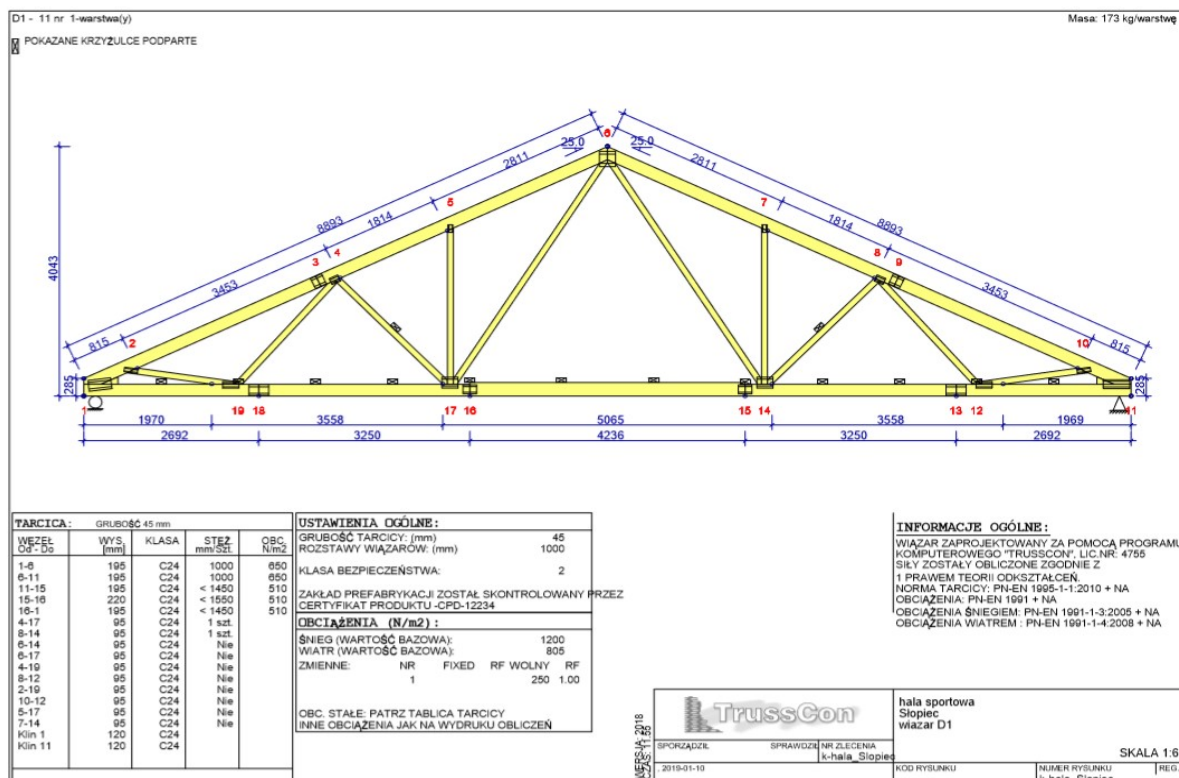
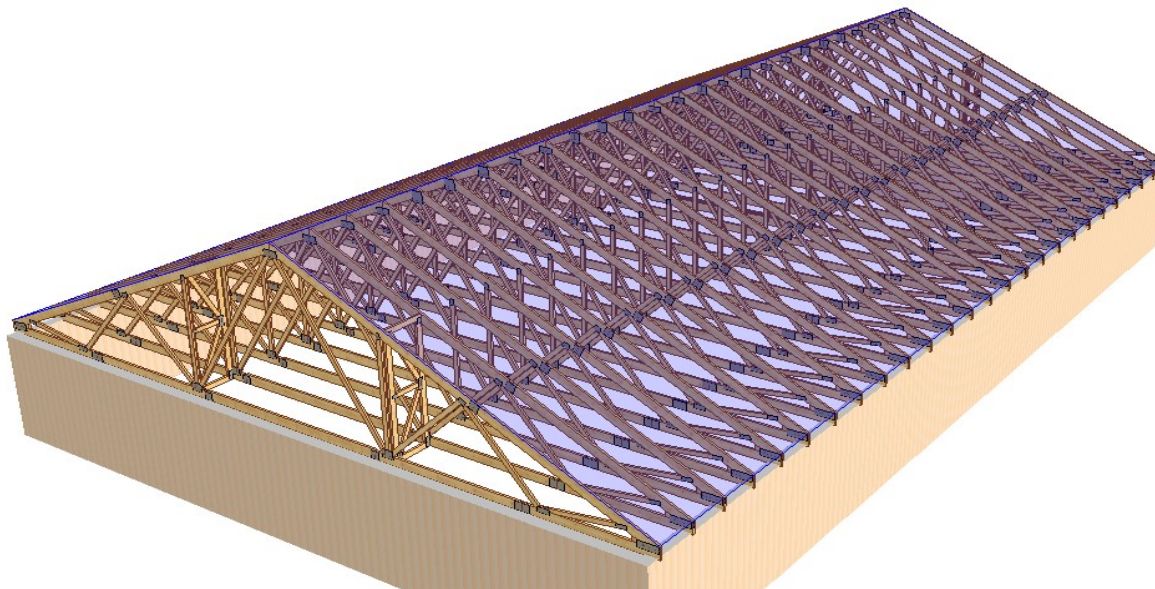
	2,19	1,28	2,80

<i>Zmienne:</i>			
- użytkowe sal/magazynów	3,00	1,30	3,90
- użytkowe salki gimnastycznej	5,00	1,30	6,50
- użytkowe korytarze	3,00	1,30	3,90
- użytkowe klatki schodowej	4,00	1,30	5,20

Poz.1 Dach

Poz.1.1. Wiązary dachowe pełne

Obliczenia wiązarów wykonane przez firmę KASMO Sp. z o.o. 95 – 200 Pabianice ul. Kilińskiego 33



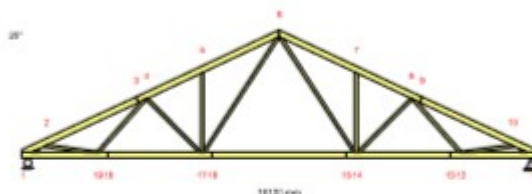
Obliczeń wiażara dokonano przy użyciu programu komputerowego

Wersja : 2018

Program opracowany przez: Construction Software Center Europe (tel +46 910-87930)
Box 709
S-931 27 Skellefteå, SWEDEN

DANE PROJEKTU.

Nazwa projektu: D1
Klient : hala sportowa
Słopiec
wiażar D1
Zadanie nr : k-hala_Słopiec
Kod rysunku :
Rysunek nr : k-hala_Słopiec



GŁÓWNE ZAŁOŻENIA PROJEKTU

Norma obliczeniowa dla tarczyc : PN-EN 1995-1-1:2010 + załącznik krajowy.
Norma obliczeniowa dla płytek : PN-EN 1995-1-1:2010 + załącznik krajowy.
Obciążenie stałe i obciążenie zmienne: PN-EN 1991-1-1:2004 + załącznik krajowy.
Obciążenie śniegiem : PN-EN 1991-1-3:2005 + załącznik krajowy.
Obciążenie wiatrem : PN-EN 1991-1-4:2008 + załącznik krajowy.

Kontrola produkcji : Tak Nr upr.: - CPD - 12234
Klasa użytkowania : 2
Współcz. redystryb. obc.: 1.1
Rozstaw wiażarów : 1000 mm

Inne parametry zastosowane do części wiażarów zostały zestawione pod nagłówkiem "PARAMETRY TARCICY".

Kształt wiażara jest widoczny na załączonym schemacie.

Siły zostały obliczone zgodnie z pierwszym prawem teorii odkształceń.
Wpływ odkształcenia poprzecznego został wzięty do zliczenia.
Model statyczny zbudowano wg rozdziału 5.4.3.

OBCIĄŻENIA STANADAROWE

OBCIĄŻENIA STAŁE

Pas górny L 1 = 650 N/m²
Pas górny P 1 = 650 N/m²
Pas dolny 1 = 510 N/m²
Pas dolny 2 = 510 N/m²

CIEŻAR KONSTRUKCJI

Pas górny L 1 = 36 N/m
Pas górny P 1 = 36 N/m
Pas dolny 1 = 36 N/m
Pas dolny 2 = 41 N/m
Różne = 26 N/m
Masa = 173 kg/warstwę

ŚNIEG

Wartość wyjściowa ($q_k + C_e + C_t$) = 1200 N/m²
Wysokość = 150 [n.p.m.]
Barierki śnieżne Nie
Nawis śnieżny lewy Tak
prawy Tak

WIATR

Wartość wyjściowa (q_p) = 805 N/m²
Wymiary budynku (mm): L=12000, B=16120, H=7000

OBCIĄŻENIA UŻYTKOWE	Podst. poz.	Dystr.	Inna poz.		Dystr.
			Od	Do	
OZ 1 = 250 N/m ²	1	11	15320		

OBciążENIA SPECJALNE

DODATKOWE OBciążENIA PUNKTOWE

POEYCJE

Poz	Węzeł	Wym.	Nazwa grupy	Obrót	Nazwa	Dolny	Dodatkowe właściwości
1	1	0	Pas dolny	Brak		NIE	NIE
2	2	1540	Pas górny L	Brak		NIE	NIE
4	8	1622	Pas górny P	Brak		NIE	NIE

Wartości obciążenia punktowego

Poz	Obv	Pion.	Poz.	Moment	Przyp. obciążenia
	°	N	N	kNm	Typ
1		0	25000	0.00	Obciążenie stałe
2		1000	0	0.00	Człowiek na lewym pasie górnym
4		1000	0	0.00	Człowiek na prawym pasie górnym

CHARAKTERYSTYKI MATERIAŁÓW

Charakterystyki materiałowe w MPa

Klasa	E-średn	G-średn	Egin	Rosc	RozProst	Ściśk	ŚciPro	Ścin	pk(kg/m3)
C24	11000.0	690.0	24.0	14.5	0.40	21.0	2.5	4.0	350

Kolec	fa00	fa9090	k1	k2	alfa_0	Kser	Fax,k	Gamma_Ma	
	N/mm2	N/mm2			gr	N/mm3	N/mm		
T150	2.61	1.94	-0.0058	-0.0390	85.6	9.50	7.5	1.30	
GNA20	2.83	1.63	-0.0130	0.0004	29.0	13.10	7.5	1.30	
Stal	fc0	fc90	ft0	ft90	fv0	fv90	g0	kV	Gamma_Mxy
	N/mm	N/mm	N/mm	N/mm	N/mm	N/mm	gr		
T150	164.0	100.0	251.0	132.0	80.0	72.0	5.5	0.59	1.30
GNA20	89.0	70.0	152.0	83.0	61.0	42.0	-0.3	0.87	1.30

Przyjęto najbardziej aktualne wartości dla płytek kolarskich, zgodne z datą wydruku.
Mogą się one różnić od wartości, które zostały przyjęte do obliczania płytek w poprzedniej wersji.

PARAMETRY TARCICY

SNr: Sprawdzenie nr (1 = moment i siła osiowa, 2 = siła poprzeczna)

CSI: Złożony Index Naprężeń, KO: Kombinacja obciążeń, KLU : Klasa Użytkowania

Grupa tarcicy	Od -Do	KO	SNr	kMod	gM	Rozmiar	Klasa	Stężenie	Max	Różniące się dane
						mm		mm/sst	CSI	KLU SaC
Pas górny L 1	6- 1	4	1	0.80	1.30	45x 195	C24	1000	0.98	
Pas górny P 1	6- 11	4	1	0.80	1.30	45x 195	C24	1000	0.98	
Pas dolny 1	13- 11	1	1	0.60	1.30	45x 195	C24	<1450	0.99	
Pas dolny 1	16- 1	1	1	0.60	1.30	45x 195	C24	<1450	0.99	
Pas dolny 2	13- 16	1	1	0.60	1.30	45x 220	C24	<1550	0.99	
Krzyżulec 1	4- 17	15	1	0.90	1.30	45x 95	C24	1 Szt.	0.32	
Krzyżulec 1	8- 14	16	1	0.90	1.30	45x 95	C24	1 Szt.	0.32	
Krzyżulec 2	6- 14	16	1	0.90	1.30	45x 95	C24	Nie	0.46	
Krzyżulec 2	6- 17	15	1	0.90	1.30	45x 95	C24	Nie	0.46	
Krzyżulec 3	4- 19	17	1	0.90	1.30	45x 95	C24	Nie	0.03	
Krzyżulec 3	8- 12	18	1	0.90	1.30	45x 95	C24	Nie	0.03	
Krzyżulec 4	2- 19	4	1	0.80	1.30	45x 95	C24	Nie	0.14	
Krzyżulec 4	10- 12	4	1	0.80	1.30	45x 95	C24	Nie	0.14	
Krzyżulec 6	5- 17	15	1	0.90	1.30	45x 95	C24	Nie	0.85	
Krzyżulec 6	7- 14	16	1	0.90	1.30	45x 95	C24	Nie	0.85	

OBLICZENIOWA SIŁA STABILIZUJĄCA Fd (N) W KAŻDYM STĘŻENIU

Element

Od	Do	KO ST (Nr)	KO Dł (Nr)	KO Śr (Nr)	KO Kr (Nr)	KO Ch (Nr)
4- 17		66 (1)	0 (0)	134 (2)	154 (15)	79 (11)
8- 14		66 (1)	0 (0)	134 (3)	154 (16)	79 (12)

KOMBINACJE OBCIĄŻEŃ

Nr	Warunek	KTO
1	S St	$1.35 \cdot \text{Stałe}$
2	S Śr	$1.15 \cdot \text{Stałe} + 1.5 \cdot \text{Śnieg}(0.5P) + 1.05 \cdot (OZ1 + OZ2 + OZ3)$
3	S Śr	$1.15 \cdot \text{Stałe} + 1.5 \cdot \text{Śnieg}(0.5L) + 1.05 \cdot (OZ1 + OZ2 + OZ3)$
4	S Śr	$1.15 \cdot \text{Stałe} + 1.5 \cdot \text{Śnieg} + 1.05 \cdot (OZ1 + OZ2 + OZ3)$
5	S Śr	$1.15 \cdot \text{Stałe} + 0.75 \cdot \text{Śnieg} + 1.5 \cdot OZ1 + 1.05 \cdot (OZ2 + OZ3)$
6	S Śr	$1.15 \cdot \text{Stałe} + 0.75 \cdot \text{Śnieg}(OL) + 1.5 \cdot OZ1 + 1.05 \cdot (OZ2 + OZ3)$
7	S Śr	$1.15 \cdot \text{Stałe} + 0.75 \cdot \text{Śnieg}(OP) + 1.5 \cdot OZ1 + 1.05 \cdot (OZ2 + OZ3)$
8	S Kr	$1.15 \cdot \text{Stałe} + 1.5 \cdot \text{Śnieg} + 1.05 \cdot (OZ1 + OZ2 + OZ3) + 0.9 \cdot \text{Wiatr}(L(\text{brak ssania}))$
9	S Kr	$1.15 \cdot \text{Stałe} + 1.5 \cdot \text{Śnieg} + 1.05 \cdot (OZ1 + OZ2 + OZ3) + 0.9 \cdot \text{Wiatr}(P(\text{brak ssania}))$
10	S Kr	$\text{Stałe} + 1.5 \cdot \text{Wiatr na szczyt}$
11	S Ch	$1.15 \cdot \text{Stałe} + 1.5 \cdot \text{Człowiek na lewym PG}$
12	S Ch	$1.15 \cdot \text{Stałe} + 1.5 \cdot \text{Człowiek na prawym PG}$
13	S Ch	$1.15 \cdot \text{Stałe} + 1.5 \cdot \text{Wiatr}(L(\text{maks ssania}))$
14	S Ch	$1.15 \cdot \text{Stałe} + 1.5 \cdot \text{Wiatr}(P(\text{maks ssania}))$
15	S Kr	$1.15 \cdot \text{Stałe} + 1.05 \cdot (OZ1 + OZ2 + OZ3) + 1.5 \cdot \text{Śnieg}(OL) + 0.9 \cdot \text{Wiatr}(L)$
16	S Kr	$1.15 \cdot \text{Stałe} + 1.05 \cdot (OZ1 + OZ2 + OZ3) + 1.5 \cdot \text{Śnieg}(OL) + 0.9 \cdot \text{Wiatr}(P)$
17	S Kr	$1.15 \cdot \text{Stałe} + 1.05 \cdot (OZ1 + OZ2 + OZ3) + 0.75 \cdot \text{Śnieg}(OL) + 1.5 \cdot \text{Wiatr}(L)$
18	S Kr	$1.15 \cdot \text{Stałe} + 1.05 \cdot (OZ1 + OZ2 + OZ3) + 0.75 \cdot \text{Śnieg}(OL) + 1.5 \cdot \text{Wiatr}(P)$
19	S	$\text{Stałe} + \text{Śnieg} + 0.7 \cdot (OZ1 + OZ2 + OZ3), \text{ Winst}$
20	S	$\text{Stałe} + \text{Śnieg} + 0.7 \cdot (OZ1 + OZ2 + OZ3), \text{ Wfin}$
21	S	$\text{Stałe} + \text{Śnieg}(OL) + 0.7 \cdot (OZ1 + OZ2 + OZ3), \text{ Winst}$
22	S	$\text{Stałe} + \text{Śnieg}(OL) + 0.7 \cdot (OZ1 + OZ2 + OZ3), \text{ Wfin}$
23	S	$\text{Stałe} + \text{Śnieg}(OP) + 0.7 \cdot (OZ1 + OZ2 + OZ3), \text{ Winst}$
24	S	$\text{Stałe} + \text{Śnieg}(OP) + 0.7 \cdot (OZ1 + OZ2 + OZ3), \text{ Wfin}$
25	S	$\text{Stałe} + 0.5 \cdot \text{Śnieg} + OZ1 + 0.7 \cdot (OZ2 + OZ3), \text{ Winst}$
26	S	$\text{Stałe} + 0.5 \cdot \text{Śnieg} + OZ1 + 0.7 \cdot (OZ2 + OZ3), \text{ Wfin}$
27	S	$\text{Stałe} + 0.7 \cdot (OZ1 + OZ2 + OZ3) + 0.5 \cdot \text{Śnieg}(OL) + \text{Wiatr}(L), \text{ Winst}$
28	S	$\text{Stałe} + 0.7 \cdot (OZ1 + OZ2 + OZ3) + 0.5 \cdot \text{Śnieg}(OL) + \text{Wiatr}(L), \text{ Wfin}$
29	S	$\text{Stałe} + 0.7 \cdot (OZ1 + OZ2 + OZ3) + 0.5 \cdot \text{Śnieg}(OL) + \text{Wiatr}(P), \text{ Winst}$
30	S	$\text{Stałe} + 0.7 \cdot (OZ1 + OZ2 + OZ3) + 0.5 \cdot \text{Śnieg}(OL) + \text{Wiatr}(P), \text{ Wfin}$

RESULTATY OBLICZEŃ PŁYTEK W WŁASZACH

Węzeł Nr 1		Typ łącznika : Płytko kolcowa					T150		176x350 mm				
Zakotwienie kolca :													
Part	Load- comb	Ref mm2	Wp+E-3 mm3	Force kN	Angle deg.	Mom kNm	fa(aB) N/mm2	fa(00) N/mm2	Alfa deg.	Beta deg.	formula	CSI %	
1-3	4	19895	1588.44	19.73	8	0.23	1.63	1.77	1	17	(8.52)	61	
1-18	4	28837	2597.60	16.61	188	-2.00	1.71	1.77	1	8	(8.52)	55	
1-1	4	3651	102.89	3.12	189	-0.01	1.70	1.77	2	9	(8.52)	51	
Wytrzymałość płytki:													
Gap No.	ls mm	Load- comb.	Force kN	Ang deg	Mom kNm	sx,d N/mm	sy,d N/mm	fx,d N/mm	fy,d N/mm	gamma gr	formula	CSI %	
1	353	8	17.55	7	1.28	-52.3	-20.8	67.2	84.0	7	(8.55)	82	
Tension90:													
Part	Load- comb	He mm	Wpl mm	Fv,Ed kN	F90,Rd kN							CSI %	
1-3	4	100	237	6.78	8.30							82	
Wyrzwanie:													
Part	ls mm	Load- comb.	Res kN	Mom kNm	method					CSI F %	CSI M %	CSI %	
1-1	321	8	3.39	-0.01	1					16	1	17	
Węzeł Nr 2		Typ łącznika : Płytko kolcowa					GNA20		76x205 mm				
Zakotwienie kolca :													
Part	Load- comb	Ref mm2	Wp+E-3 mm3	Force kN	Angle deg.	Mom kNm	fa(aB) N/mm2	fa(00) N/mm2	Alfa deg.	Beta deg.	formula	CSI %	
1-3	4	7277	267.44	3.21	352	-0.04	1.47	1.92	0	33	(8.52)	31	
2-19	4	4965	151.65	3.21	172	-0.02	1.92	1.92	0	0	(8.52)	34	
Wytrzymałość płytki:													
Gap No.	ls mm	Load- comb.	Force kN	Ang deg	Mom kNm	sx,d N/mm	sy,d N/mm	fx,d N/mm	fy,d N/mm	gamma gr	formula	CSI %	
1	139	9	3.40	172	-0.01	26.0	2.5	70.6	58.9	33	(8.55)	37	
Tension90:													
Part	Load- comb	He mm	Wpl mm	Fv,Ed kN	F90,Rd kN							CSI %	
1-3	4	65	128	3.50	4.57							77	

Węzeł Nr 3													Typ łącznika : Płytki kolcowa		T150		176x185 mm	
Zakotwienie kolca :																		
Part	Load-	Aef	Wp+E-3	Force	Angle	Mom	fa(aB)	fa(00)	Alfa	Beta	formula	CSI						
	comb	mm2	mm3	kN	deg.	kNm	N/mm2	N/mm2	deg.	deg.		%						
3-1	4	13770	689.93	11.41	193	0.18	1.68	1.77	12	12	(8.52)	52						
3-6	4	13771	689.98	11.41	13	-0.41	1.68	1.77	12	12	(8.52)	60						
Wytrzymałość płytki:																		
Gap	ls	Load-	Force	Ang	Mom	sx,d	sy,d	fx,d	fy,d	gamma	formula	CSI						
No.	mm	comb.	kN	deg	kNm	N/mm	N/mm	N/mm	N/mm	gr		%						
1	176	8	11.62	192	0.34	-108.0	-14.7	138.8	60.9	90	(8.55)	81						
Węzeł Nr 4													Typ łącznika : Płytki kolcowa		GNA20		105x143 mm	
Zakotwienie kolca :																		
Part	Load-	Aef	Wp+E-3	Force	Angle	Mom	fa(aB)	fa(00)	Alfa	Beta	formula	CSI						
	comb	mm2	mm3	kN	deg.	kNm	N/mm2	N/mm2	deg.	deg.		%						
3-6	15	7859	311.40	2.51	168	0.03	1.60	2.16	37	37	(8.52)	21						
4-17	15	1968	37.67	2.24	331	0.00	1.65	2.16	54	16	(8.52)	69						
4-19	17	1620	26.50	0.88*	48	0.00	1.92	2.16	23	0	(8.52)	71						
Wytrzymałość płytki:																		
Gap	ls	Load-	Force	Ang	Mom	sx,d	sy,d	fx,d	fy,d	gamma	formula	CSI						
No.	mm	comb.	kN	deg	kNm	N/mm	N/mm	N/mm	N/mm	gr		%						
1	143	15	2.51	348	-0.04	-13.9	-14.1	51.6	59.2	0	(8.55)	36						
Tension90:																		
Part	Load-	He	Wpl	Fv,Ed	F90,Rd	CSI.												
	comb	mm	mm	kN	kN													
3-6	10	60	143	2.60	5.62													
Wyrwanie:																		
Part	ls	Load-	Res	Mom	method	CSI F		CSI M		CSI								
	mm	comb.	kN	kNm		%		%		%								
4-19	101	17	0.88	0.00	1	10		0		10								
4-17	127	10	0.17	0.00	1	2		0		2								
Węzeł Nr 5													Typ łącznika : Płytki kolcowa		GNA20		76x122 mm	
Zakotwienie kolca :																		
Part	Load-	Aef	Wp+E-3	Force	Angle	Mom	fa(aB)	fa(00)	Alfa	Beta	formula	CSI						
	comb	mm2	mm3	kN	deg.	kNm	N/mm2	N/mm2	deg.	deg.		%						
3-6	15	4811	129.11	1.59	72	-0.03	1.49	2.16	18	47	(8.52)	25						
5-17	15	2457	52.24	1.59	252	-0.01	1.87	2.16	18	18	(8.52)	47						
Wytrzymałość płytki:																		
Gap	ls	Load-	Force	Ang	Mom	sx,d	sy,d	fx,d	fy,d	gamma	formula	CSI						
No.	mm	comb.	kN	deg	kNm	N/mm	N/mm	N/mm	N/mm	gr		%						
1	84	1	1.30*	205	0.00	-4.8	14.9	68.4	32.2	65	(8.55)	47						
Tension90:																		
Part	Load-	He	Wpl	Fv,Ed	F90,Rd	CSI.												
	comb	mm	mm	kN	kN													
3-6	10	65	84	2.60	5.23													
Węzeł Nr 6													Typ łącznika : Płytki kolcowa		T150		248x245 mm	
Zakotwienie kolca :																		
Part	Load-	Aef	Wp+E-3	Force	Angle	Mom	fa(aB)	fa(00)	Alfa	Beta	formula	CSI						
	comb	mm2	mm3	kN	deg.	kNm	N/mm2	N/mm2	deg.	deg.		%						
6-3	4	17182	883.83	10.79	217	0.30	1.53	1.77	37	12	(8.52)	45						
6-9	4	17184	883.94	10.79	323	-0.30	1.53	1.77	37	12	(8.52)	45						
6-17	15	6679	227.33	8.64	57	0.08	1.73	1.99	57	0	(8.52)	77						
6-14	16	6680	227.35	8.64	123	-0.08	1.73	1.99	57	0	(8.52)	77						
Wytrzymałość płytki:																		
Gap	ls	Load-	Force	Ang	Mom	sx,d	sy,d	fx,d	fy,d	gamma	formula	CSI						
No.	mm	comb.	kN	deg	kNm	N/mm	N/mm	N/mm	N/mm	gr		%						
1	194/242	16	4.41	208	0.26	-33.7	-10.8	138.8	60.9	90	(8.55)	30						
Wyrwanie:																		
Part	ls	Load-	Res	Mom	method	CSI F		CSI M		CSI								
	mm	comb.	kN	kNm		%		%		%								
6-17	178	8	8.49	-0.08	1	43		9		53								
6-14	178	9	8.50	0.08	1	43		9		53								
6-17 + 6-14	267	9	13.69	0.00	3	51		0		51								

Węzeł Nr 7														Typ łącznika : Płytki kolcowa		GNA20		76x122 mm					
Zakotwienie kolca :																							
Part	Load-	Aef	Wp+E-3	Force	Angle	Mom	fa(aB)	fa(00)	Alfa	Beta	formula	CSI											
	comb	mm2	mm3	kN	deg.	kNm	N/mm2	N/mm2	deg.	deg.													
6-9	16	4814	129.23	1.59	108	0.03	1.49	2.16	18	47	(8.52)	26											
7-14	16	2454	52.16	1.59	288	0.01	1.87	2.16	18	18	(8.52)	47											
Wytrzymałość płytki:																							
Gap	ls	Load-	Force	Ang	Mom	sx,d	sy,d	fx,d	fy,d	gamma	formula	CSI											
No.	mm	comb.	kN	deg	kNm	N/mm	N/mm	N/mm	N/mm	gr													
1	84	1	1.30*	335	0.00	-4.7	14.9	68.4	32.2	65	(8.55)	47											
Tension90:																							
Part	Load-		He	Wpl	Fv,Ed	F90,Rd								CSI.									
	comb		mm	mm	kN	kN																	
6-9	10		65	84	2.60	5.24									50								
Węzeł Nr 8														Typ łącznika : Płytki kolcowa		GNA20		105x143 mm					
Zakotwienie kolca :																							
Part	Load-	Aef	Wp+E-3	Force	Angle	Mom	fa(aB)	fa(00)	Alfa	Beta	formula	CSI											
	comb	mm2	mm3	kN	deg.	kNm	N/mm2	N/mm2	deg.	deg.													
6-9	16	7869	311.84	2.50	12	-0.03	1.60	2.16	37	37	(8.52)	21											
8-14	16	1965	37.61	2.24	209	0.00	1.65	2.16	54	16	(8.52)	69											
8-12	18	1615	26.39	0.87*	132	0.00	1.92	2.16	23	0	(8.52)	71											
Wytrzymałość płytki:																							
Gap	ls	Load-	Force	Ang	Mom	sx,d	sy,d	fx,d	fy,d	gamma	formula	CSI											
No.	mm	comb.	kN	deg	kNm	N/mm	N/mm	N/mm	N/mm	gr													
1	143	16	2.50	192	0.04	13.9	-14.1	51.6	59.2	0	(8.55)	36											
Tension90:																							
Part	Load-		He	Wpl	Fv,Ed	F90,Rd								CSI.									
	comb		mm	mm	kN	kN																	
6-9	10		60	143	2.60	5.63									46								
Wyrywanie:																							
Part	ls	Load-	Res	Mom	method						CSI F	CSI M	CSI										
	mm	comb.	kN	kNm																			
8-12	101	18	0.87	0.00		1					10	0	10										
8-14	127	10	0.17	0.00		1					2	0	2										
Węzeł Nr 9														Typ łącznika : Płytki kolcowa		T150		176x185 mm					
Zakotwienie kolca :																							
Part	Load-	Aef	Wp+E-3	Force	Angle	Mom	fa(aB)	fa(00)	Alfa	Beta	formula	CSI											
	comb	mm2	mm3	kN	deg.	kNm	N/mm2	N/mm2	deg.	deg.													
9-6	4	13765	689.47	11.41	167	0.41	1.68	1.77	12	12	(8.52)	60											
9-11	4	13765	689.50	11.41	347	-0.18	1.68	1.77	12	12	(8.52)	52											
Wytrzymałość płytki:																							
Gap	ls	Load-	Force	Ang	Mom	sx,d	sy,d	fx,d	fy,d	gamma	formula	CSI											
No.	mm	comb.	kN	deg	kNm	N/mm	N/mm	N/mm	N/mm	gr													
1	176	9	11.63	168	0.34	-107.9	14.7	138.8	60.9	90	(8.55)	81											
Węzeł Nr 10														Typ łącznika : Płytki kolcowa		GNA20		76x205 mm					
Zakotwienie kolca :																							
Part	Load-	Aef	Wp+E-3	Force	Angle	Mom	fa(aB)	fa(00)	Alfa	Beta	formula	CSI											
	comb	mm2	mm3	kN	deg.	kNm	N/mm2	N/mm2	deg.	deg.													
9-11	4	7295	268.39	3.21	188	0.04	1.47	1.92	0	33	(8.52)	31											
10-12	4	4947	150.83	3.21	8	0.02	1.92	1.92	0	0	(8.52)	34											
Wytrzymałość płytki:																							
Gap	ls	Load-	Force	Ang	Mom	sx,d	sy,d	fx,d	fy,d	gamma	formula	CSI											
No.	mm	comb.	kN	deg	kNm	N/mm	N/mm	N/mm	N/mm	gr													
1	139	8	3.38	8	0.01	25.8	2.5	70.6	58.9	33	(8.55)	37											
Tension90:																							
Part	Load-		He	Wpl	Fv,Ed	F90,Rd								CSI.									
	comb		mm	mm	kN	kN																	
9-11	4		65	128	3.50	4.58									77								

Węzeł Nr 11		Typ łącznika : Płytki kolcowa					T150		145x410 mm				
Zakotwienie kolca :													
Part	Load- comb	Aef mm2	Wp+E-3 mm3	Force kN	Angle deg.	Mom kNm	fa(aB) N/mm2	fa(00) N/mm2	Alfa deg.	Beta deg.	formula	CSI %	
11-9	4	19322	1586.36	19.73	172	-0.37	1.63	1.77	8	17	(8.52)	64	
11-13	4	25614	2642.96	16.61	352	1.91	1.71	1.77	8	8	(8.52)	56	
11-11	4	4185	126.56	3.12	351	0.01	1.70	1.77	9	9	(8.52)	44	
Wytrzymałość płytki:													
Gap No.	ls mm	Load- comb.	Force kN	Ang deg	Mom kNm	sx,d N/mm	sy,d N/mm	fx,d N/mm	fy,d N/mm	gamma gr	formula	CSI %	
1	410	9	17.51	353	-1.35	-42.3	-21.6	67.7	84.6	0	(8.55)	68	
Wyrwanie:													
Part	ls mm	Load- comb.	Res kN	Mom kNm	method		CSI F		CSI M		CSI %		
11-11	333	9	3.39	0.01	1		14		1		15		
Węzeł Nr 12		Typ łącznika : Płytki kolcowa					GNA20		105x246 mm				
Zakotwienie kolca :													
Part	Load- comb	Aef mm2	Wp+E-3 mm3	Force kN	Angle deg.	Mom kNm	fa(aB) N/mm2	fa(00) N/mm2	Alfa deg.	Beta deg.	formula	CSI %	
11-13	4	13523	859.61	3.06	13	0.15	1.74	1.92	13	13	(8.52)	16	
12-8	4	1282	18.49	0.29*	312	0.00	1.67	1.92	48	0	(8.52)	90	
12-10	4	5390	246.49	3.21	188	0.03	1.85	1.92	8	0	(8.52)	33	
Wytrzymałość płytki:													
Gap No.	ls mm	Load- comb.	Force kN	Ang deg	Mom kNm	sx,d N/mm	sy,d N/mm	fx,d N/mm	fy,d N/mm	gamma gr	formula	CSI %	
1	246	8	3.25	191	0.04	-13.0	5.5	51.6	70.2	0	(8.55)	26	
Tension90:													
Part	Load- comb	He mm	Wp1 mm	Fv,Ed kN	F90,Rd kN	CSI.		CSI %					
11-13	1	60	246	2.60	6.80	38							
Wyrwanie:													
Part	ls mm	Load- comb.	Res kN	Mom kNm	method		CSI F		CSI M		CSI %		
12-8	126	18	0.87	-0.01	1		9		2		12		
12-10	227	8	3.38	-0.04	1		24		3		27		
Węzeł Nr 13		Typ łącznika : Płytki kolcowa					T150		176x308 mm				
Zakotwienie kolca :													
Part	Load- comb	Aef mm2	Wp+E-3 mm3	Force kN	Angle deg.	Mom kNm	fa(aB) N/mm2	fa(00) N/mm2	Alfa deg.	Beta deg.	formula	CSI %	
13-15	9	24509	1462.24	10.16	3	-0.15	1.96	1.99	3	3	(8.52)	22	
13-11	9	22835	1405.67	10.16	183	0.06	1.96	1.99	3	3	(8.52)	22	
Wytrzymałość płytki:													
Gap No.	ls mm	Load- comb.	Force kN	Ang deg	Mom kNm	sx,d N/mm	sy,d N/mm	fx,d N/mm	fy,d N/mm	gamma gr	formula	CSI %	
1	176	9	10.16	183	-0.10	71.1	-3.0	212.4	60.9	90	(8.55)	34	

Węzeł Nr 14			Typ łącznika : Płytki kolcowa				T150		176x245 mm				
Zakotwienie kolca :													
Part	Load- comb	Ref mm2	Wp*E-3 mm3	Force kN	Angle deg.	Mom kNm	fa(aB) N/mm2	fa(00) N/mm2	Alfa deg.	Beta deg.	formula	CSI %	
13-15	3	12468	852.94	7.35	154	0.06	1.57	1.77	26	26	(8.52)	35	
14-7	16	8241	283.93	2.56	90	0.01	1.48	1.99	90	0	(8.52)	21	
14-6	3	5683	169.86	7.86	303	0.01	1.54	1.77	57	0	(8.52)	90	
14-8	16	6049	183.94	3.05	27	0.01	1.76	1.99	27	18	(8.52)	29	
Wytrzymałość płytki:													
Gap No.	ls mm	Load- comb.	Force kN	Ang deg	Mom kNm	sx,d N/mm	sy,d N/mm	fx,d N/mm	fy,d N/mm	gamma gr	formula	CSI %	
1	242/245	16	8.11	336	0.32	30.5	35.6	67.7	111.7	0	(8.55)	55	
Tension90:													
Part	Load- comb	He mm	Wpl mm	Fv,Ed kN	F90,Rd kN	CSI.							
13-15	7	60	245	4.54	5.43	84							
Wyrywanie:													
Part	ls mm	Load- comb.	Res kN	Mom kNm	method	CSI F %	CSI M %	CSI %					
14-6	144	16	8.64	0.01	1	64	2	66					
14-7	250	10	0.31	0.00	3	2	0	2					
14-8	134	10	0.17	0.00	1	1	0	2					
14-7 + 14-6	219	16	6.63	-0.32	1	32	24	56					
14-7 + 14-8	250	10	0.44	0.00	3	2	0	2					
Węzeł Nr 15			Typ łącznika : Płytki kolcowa				T150		145x205 mm				
Zakotwienie kolca :													
Part	Load- comb	Ref mm2	Wp*E-3 mm3	Force kN	Angle deg.	Mom kNm	fa(aB) N/mm2	fa(00) N/mm2	Alfa deg.	Beta deg.	formula	CSI %	
15-16	1	12827	576.15	4.25	164	0.14	1.23	1.33	16	16	(8.52)	33	
15-13	1	12827	576.16	4.25	344	-0.28	1.23	1.33	16	16	(8.52)	45	
Wytrzymałość płytki:													
Gap No.	ls mm	Load- comb.	Force kN	Ang deg	Mom kNm	sx,d N/mm	sy,d N/mm	fx,d N/mm	fy,d N/mm	gamma gr	formula	CSI %	
1	145	1	4.25	344	0.21	-68.2	8.1	138.8	60.9	90	(8.55)	51	
Węzeł Nr 16			Typ łącznika : Płytki kolcowa				T150		145x205 mm				
Zakotwienie kolca :													
Part	Load- comb	Ref mm2	Wp*E-3 mm3	Force kN	Angle deg.	Mom kNm	fa(aB) N/mm2	fa(00) N/mm2	Alfa deg.	Beta deg.	formula	CSI %	
16-18	1	12827	576.17	4.25	196	0.28	1.23	1.33	16	16	(8.52)	45	
16-15	1	12826	576.13	4.25	16	-0.14	1.23	1.33	16	16	(8.52)	33	
Wytrzymałość płytki:													
Gap No.	ls mm	Load- comb.	Force kN	Ang deg	Mom kNm	sx,d N/mm	sy,d N/mm	fx,d N/mm	fy,d N/mm	gamma gr	formula	CSI %	
1	145	1	4.25	196	-0.21	-68.2	8.1	138.8	60.9	90	(8.55)	51	

Węzeł Nr 17		Typ łącznika : Płytki kolcowa					T150		176x245 mm				
Zakotwienie kolca :													
Part	Load- comb	Ref mm2	Wp+E-3 mm3	Force kN	Angle deg.	Mom kNm	fa(aB) N/mm2	fa(00) N/mm2	Alfa deg.	Beta deg.	formula	CSI %	
16-18	2	13467	852.87	7.35	26	-0.06	1.57	1.77	26	26	(8.52)	35	
17-5	15	8241	283.93	2.56	90	-0.01	1.48	1.99	90	0	(8.52)	21	
17-4	15	6049	183.95	3.05	153	-0.01	1.76	1.99	27	18	(8.52)	29	
17-6	2	5682	169.85	7.86	237	-0.01	1.54	1.77	57	0	(8.52)	90	
Wytrzymałość płytki:													
Gap No.	ls mm	Load- comb.	Force kN	Ang deg	Mom kNm	sx,d N/mm	sy,d N/mm	fx,d N/mm	fy,d N/mm	gamma gr	formula	CSI %	
1	243/245	15	8.11	204	-0.32	30.5	35.6	67.7	111.7	0	(8.55)	55	
Tension90:													
Part	Load- comb	He mm	Wpl mm	Fv,Ed kN	F90,Rd kN	CSI %							
16-18	5	60	245	4.54	5.43	84							
Wyrzwanie:													
Part	ls mm	Load- comb.	Res kN	Mom kNm	method	CSI %	F %	CSI %	M %	CSI %			
17-6	144	15	8.64	-0.01	1	64	2	66					
17-5	250	10	0.31	0.00	3	2	0	2					
17-4	134	10	0.17	0.00	1	1	0	2					
17-5 + 17-6	219	15	6.63	0.32	1	32	24	56					
17-5 + 17-4	250	10	0.44	0.00	3	2	0	2					
Węzeł Nr 18		Typ łącznika : Płytki kolcowa					T150		176x308 mm				
Zakotwienie kolca :													
Part	Load- comb	Ref mm2	Wp+E-3 mm3	Force kN	Angle deg.	Mom kNm	fa(aB) N/mm2	fa(00) N/mm2	Alfa deg.	Beta deg.	formula	CSI %	
18-1	8	23831	1405.30	9.46	357	-0.06	1.96	1.99	3	3	(8.52)	20	
18-16	8	24504	1461.81	9.46	177	0.15	1.96	1.99	3	3	(8.52)	20	
Wytrzymałość płytki:													
Gap No.	ls mm	Load- comb.	Force kN	Ang deg.	Mom kNm	sx,d N/mm	sy,d N/mm	fx,d N/mm	fy,d N/mm	gamma gr	formula	CSI %	
1	176	8	9.46	177	0.10	66.9	-3.0	212.4	60.9	90	(8.55)	32	
Węzeł Nr 19		Typ łącznika : Płytki kolcowa					GNA20		105x246 mm				
Zakotwienie kolca :													
Part	Load- comb	Ref mm2	Wp+E-3 mm3	Force kN	Angle deg.	Mom kNm	fa(aB) N/mm2	fa(00) N/mm2	Alfa deg.	Beta deg.	formula	CSI %	
18-1	4	13515	859.11	3.06	167	-0.15	1.74	1.92	13	13	(8.52)	16	
19-4	4	1282	18.50	0.29*	228	0.00	1.67	1.92	48	0	(8.52)	90	
19-2	4	5396	246.80	3.21	352	-0.03	1.85	1.92	8	0	(8.52)	33	
Wytrzymałość płytki:													
Gap No.	ls mm	Load- comb.	Force kN	Ang deg.	Mom kNm	sx,d N/mm	sy,d N/mm	fx,d N/mm	fy,d N/mm	gamma gr	formula	CSI %	
1	246	9	3.28	349	-0.04	-13.1	5.5	51.6	70.2	0	(8.55)	27	
Tension90:													
Part	Load- comb	He mm	Wpl mm	Fv,Ed kN	F90,Rd kN	CSI %							
18-1	1	60	246	2.60	6.80	38							
Wyrzwanie:													
Part	ls mm	Load- comb.	Res kN	Mom kNm	method	CSI %	F %	CSI %	M %	CSI %			
19-4	126	17	0.88	0.01	1	10	2	12					
19-2	227	9	3.40	0.04	1	24	3	27					
* Minimalna siła do transportu = 1.30 kN													

LIMITY UGIĘĆ

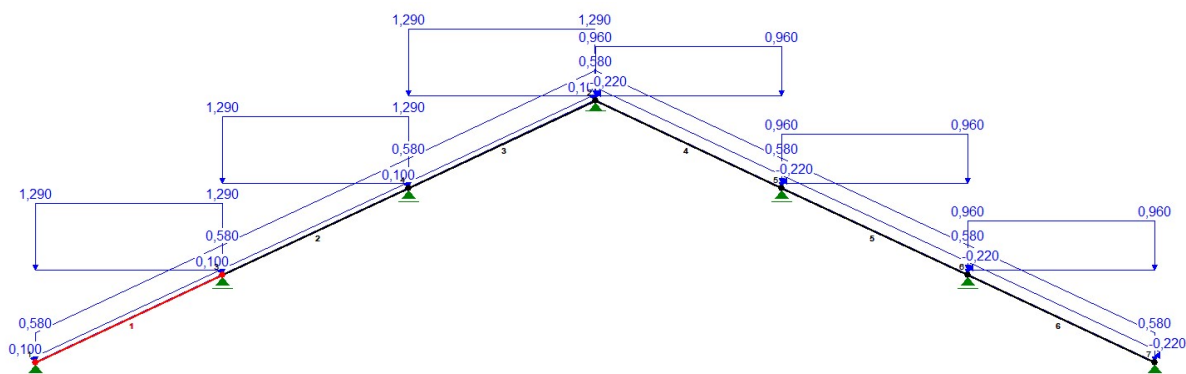
Test	Globalnie	Lokalnie
Wiązkar - pas górny (L/x): W _{fin}	300	300
Wiązkar - pas górny (L/x): W _{inst}	300	300
Wiązkar - pas dolny (L/x): W _{fin}	300	300
Wiązkar - pas dolny (L/x): W _{inst}	300	300
Okap (L/x): W _{fin}	150	150
Okap (L/x): W _{inst}	150	150
Poziomo (mm):	30	-

MAX UGIĘCIE

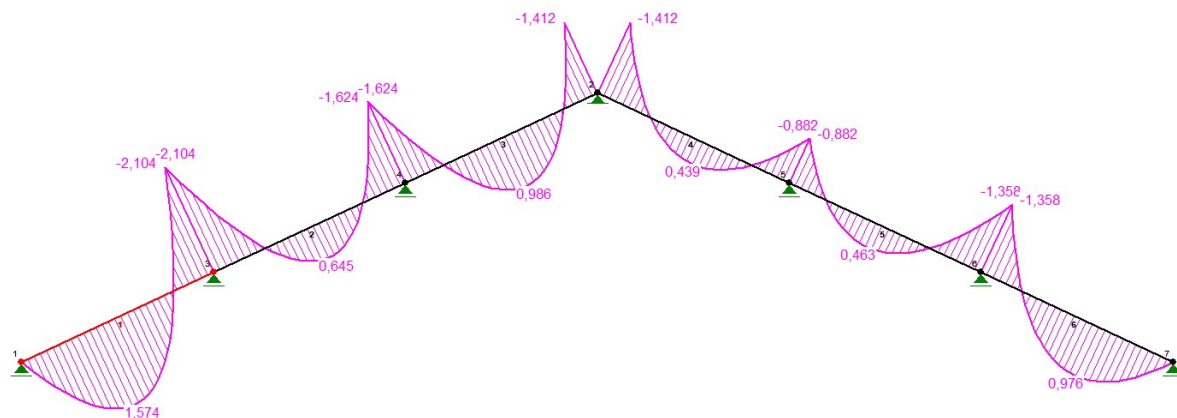
Sprawdzenie	KD	Długość (mm)	Dopuszczalne L/X (mm)	Aktualne L/X (mm)
Max ugięcie końcowe (W _{fin})	20	15760	300	52.5
Max ugięcie chwilowe (W _{inst})	19	15760	300	52.5
Max ugięcie poziome	28	-	30.0	-

Poz. 1.2. Krokwie drewniane

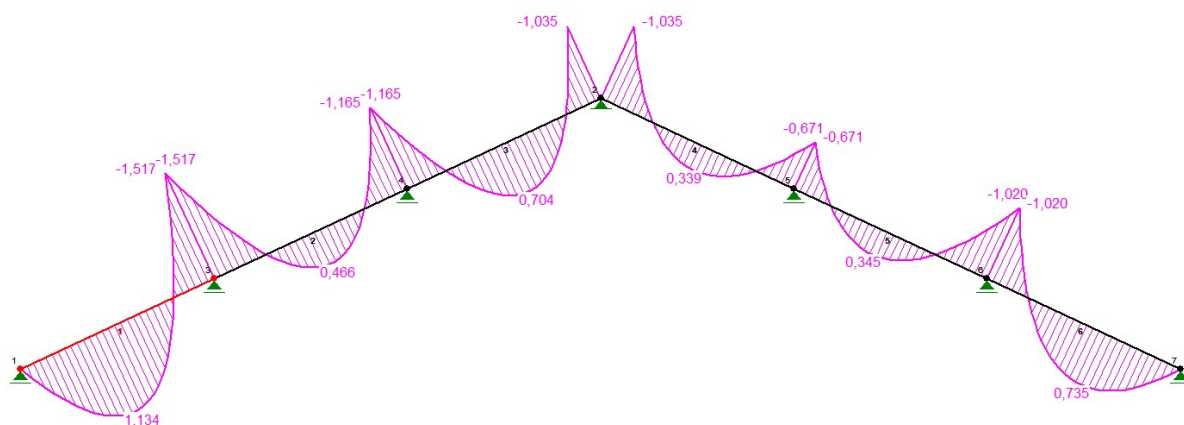
Pasmo zbierania 0,90m. Przyjęty schemat statyczny z obciążeniami wg poz.0.2:



Wykres momentów od obc. obliczeniowych (kNm):

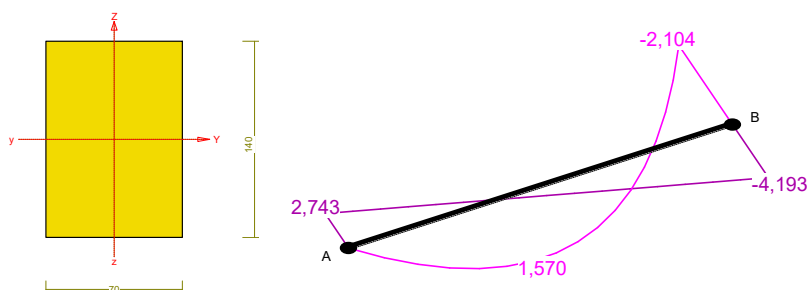


Wykres momentów od obc. charakterystycznych (kNm):



Pręt nr 1

Zadanie: ukl_1



Przekrój: 1 „B 14,0x7,0”

Wymiary przekroju:

$h=140,0$ mm $b=70,0$ mm.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_y=1600,7$; $J_z=400,2$ cm⁴; $A=98,00$ cm²; $i_y=4,0$; $i_z=2,0$ cm; $W_y=228,7$; $W_z=114,3$ cm³.

Własności techniczne drewna:

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

$K_{mod} = 0,60$

$\gamma_M = 1,3$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

$f_{m,k} = 24,00$

$f_{m,d} = 11,08$ MPa

$f_{t,0,k} = 14,00$

$f_{t,0,d} = 6,46$ MPa

$f_{t,90,k} = 0,50$

$f_{t,90,d} = 0,23$ MPa

$f_{c,0,k} = 21,00$

$f_{c,0,d} = 9,69$ MPa

$f_{c,90,k} = 2,50$

$f_{c,90,d} = 1,15$ MPa

$f_{v,k} = 2,50$

$f_{v,d} = 1,15$ MPa

$E_{0,mean} = 11000$ MPa

$E_{90,mean} = 370$ MPa

$E_{0,05} = 7400$ MPa

$G_{mean} = 690$ MPa

$\rho_k = 350$ kg/m³

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 $x_a=2,90$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „AB”.

Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 98,00 \text{ cm}^2$.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 1,835 / 98,00 \times 10 = \mathbf{0,19} < \mathbf{6,46} = f_{t,0,d}$$

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,90$ m, przy obciążeniach „ABL”.

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

$$l_c = \mu l = 0,831 \times 2,902 = 2,412 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 2,902 = 2,902 \text{ m}$$

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

$$l_{c,y} = 2,412 \text{ m};$$

$$l_{c,z} = 2,902 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 2,412 / 0,0404 = 59,67$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 2,902 / 0,0202 = 143,62$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 7400 / (59,67)^2 = 20,51 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 7400 / (143,62)^2 = 3,54 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{21 / 20,51} = 1,012$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{21 / 3,54} = 2,435$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,012 - 0,5) + (1,012)^2] = 1,063$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (2,435 - 0,5) + (2,435)^2] = 3,659$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (1,063 + \sqrt{1,063^2 - 1,012^2}) = 0,720$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (3,659 + \sqrt{3,659^2 - 2,435^2}) = 0,157$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 98,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 1,280 / 98,00 \times 10 = \mathbf{0,13} < \mathbf{1,52} = 0,157 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=1,09$ m; $x_b=1,81$ m, przy obciążeniach „ABL”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,01}{0,720 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} + \frac{6,87}{11,08} = \mathbf{0,622} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,01}{0,157 \times 9,69} + \frac{0,00}{11,08} + 0,7 \times \frac{6,87}{11,08} = \mathbf{0,443} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=2,90$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „ABL”.

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

$$l_d = 1,00 \times 2902 + 140 + 140 = 3182 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{3182 \times 140 \times 11,08}{3,142 \times 70^2 \times 7400}} \times \sqrt{\frac{11000}{690}} = 0,416$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 2,104 / 228,67 \times 10^3 = \mathbf{9,20} < \mathbf{11,08} = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=2,90$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „ABL”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,18}{6,46} + \frac{9,20}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,858} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,18}{6,46} + 0,7 \times \frac{9,20}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,609} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=1,09$ m; $x_b=1,81$ m, przy obciążeniach „ABL”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,01^2}{9,69^2} + \frac{6,87}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,620} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,01^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{6,87}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,434} < \mathbf{1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=2,90$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „ABL”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 4,193 / 98,00 \times 10 = 0,64 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,000 / 98,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,64^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,64} < \mathbf{1,15} = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=1,27$ m; $x_b=1,63$ m, przy obciążeniach „ABL”.

Ugięcie graniczne

$$u_{net,fin} = l / 250 = 11,6 \text{ mm}$$

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

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

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

Ugięcia od obciążeń zmiennych („ABL”):

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

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} (1+k_{def}) = -4,5 \times (1 + 0,60) = -7,2 \text{ mm}$$

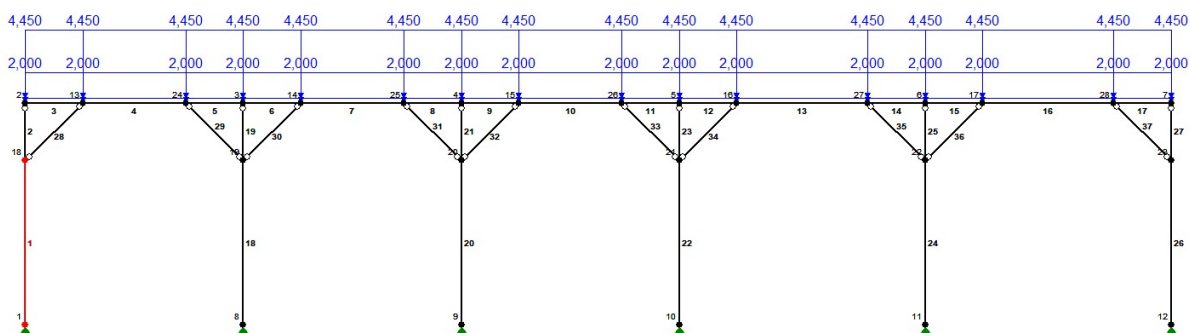
$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1+k_{def}) = 0,0 \times (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

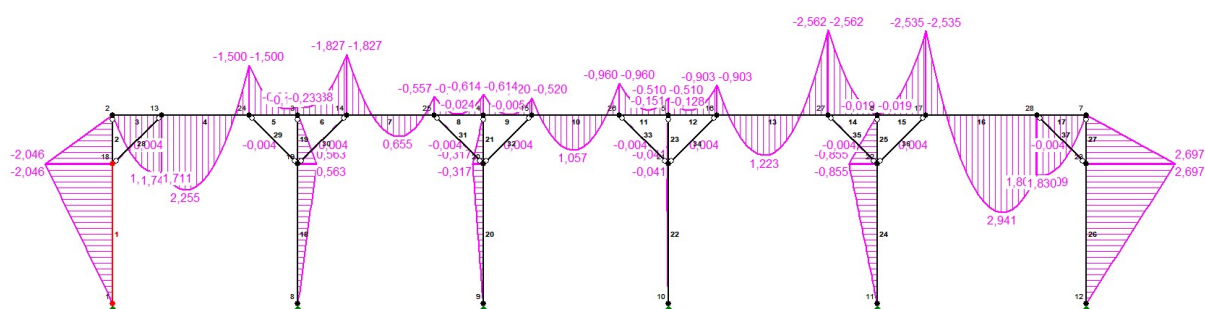
$$u_{z,fin} = -0,2 + -7,2 = \mathbf{7,3} < \mathbf{11,6} = u_{net,fin}$$

Poz. 1.2. Płatwie drewniane

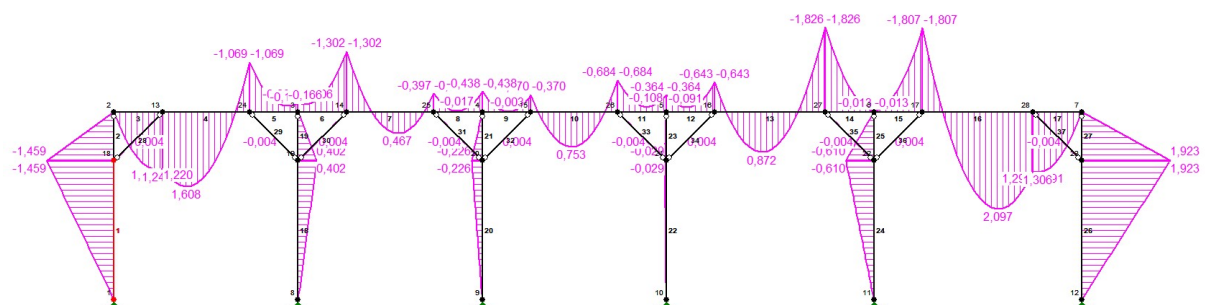
Schemat obciążeń:



Wykres momentów od obc. obliczeniowych (kNm):

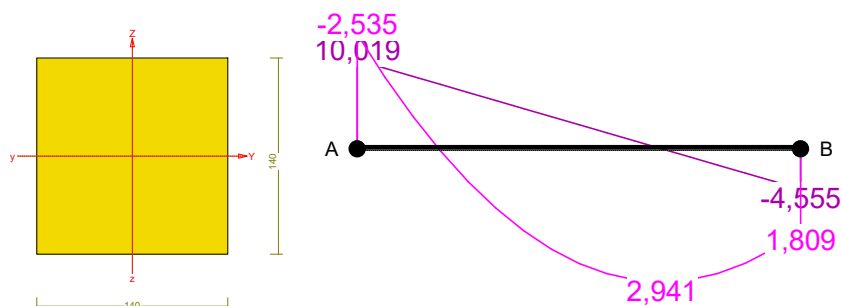


Wykres momentów od obc. charakterystycznych (kNm):



Pręt nr 16

Zadanie: ukl_2



Przekrój: 1 „B 14,0x14,0”

Wymiary przekroju:

$$h=140,0 \text{ mm} \quad b=140,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{yg}=3201,3; J_{zg}=3201,3 \text{ cm}^4; A=196,00 \text{ cm}^2; i_y=4,0; i_z=4,0 \text{ cm}; W_y=457,3; W_z=457,3 \text{ cm}^3.$$

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

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

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

$$f_{m,k} = 24,00$$

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

$$f_{t,0,k} = 14,00$$

$$f_{t,0,d} = 6,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,50$$

$$f_{t,90,d} = 0,23 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 21,00$$

$$f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,50$$

$$f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2,50$$

$$f_{v,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 11000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 370 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7400 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 690 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 16

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 $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=1,59 \text{ m}$, przy obciążeniach „AB”.

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

$$l_c = \mu l = 0,621 \times 1,590 = 0,987 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 1,590 = 1,590 \text{ m}$$

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

$$l_{c,y} = 0,987 \text{ m};$$

$$l_{c,z} = 1,590 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 0,987 / 0,0404 = 24,43$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 1,590 / 0,0404 = 39,34$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 7400 / (24,43)^2 = 122,36 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 7400 / (39,34)^2 = 47,19 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{21 / 122,36} = 0,414$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{21 / 47,19} = 0,667$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (0,414 - 0,5) + (0,414)^2] = 0,577$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (0,667 - 0,5) + (0,667)^2] = 0,739$$

$$k_{c,y} = 1/(k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1/(0,577 + \sqrt{0,577^2 - 0,414^2}) = 1,021$$

$$k_{c,z} = 1/(k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1/(0,739 + \sqrt{0,739^2 - 0,667^2}) = 0,945$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 196,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 1,348 / 196,00 \times 10 = \mathbf{0,07} < \mathbf{9,16} = 0,945 \times 9,69 = k_{c,y} f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=1,09 \text{ m}$; $x_b=0,50 \text{ m}$, przy obciążeniach „AB”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,07}{1,021 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} + \frac{6,43}{11,08} = \mathbf{0,587} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,07}{0,945 \times 9,69} + \frac{0,00}{11,08} + 0,7 \times \frac{6,43}{11,08} = \mathbf{0,414} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,09 \text{ m}$; $x_b=0,50 \text{ m}$, przy obciążeniach „AB”.

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

$$l_d = 1,00 \times 1590 + 140 + 140 = 1870 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{1870 \times 140 \times 11,08}{3,142 \times 140^2 \times 7400}} \times \sqrt[4]{\frac{11000}{690}} = 0,159$$

Wartość współczynnika zwężenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 2,941 / 457,33 \times 10^3 = \mathbf{6,43} < \mathbf{11,08} = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=1,09 \text{ m}$; $x_b=0,50 \text{ m}$, przy obciążeniach „A”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,75}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,158} < \mathbf{1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{1,75}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,111} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=1,09 \text{ m}$; $x_b=0,50 \text{ m}$, przy obciążeniach „AB”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,07^2}{9,69^2} + \frac{6,43}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,581} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,07^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{6,43}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,406} < \mathbf{1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=1,59 \text{ m}$, przy obciążeniach „AB”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 10,019 / 196,00 \times 10 = 0,77 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,000 / 196,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,77^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,77} < \mathbf{1,15} = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=1,09$ m; $x_b=0,50$ m, przy obciążeniach „AB”.

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 250 = 12,0 \text{ mm}$$

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

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -1,1 \times [1 + 19,2 \times (140,0/2990)^2] (1 + 0,60) = -1,9 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (140,0/2990)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („B”):

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

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -2,4 \times [1 + 19,2 \times (140,0/2990)^2] (1 + 0,60) = -4,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (140,0/2990)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = -1,9 + -4,0 = \mathbf{5,9} < \mathbf{12,0} = u_{\text{net,fin}}$$

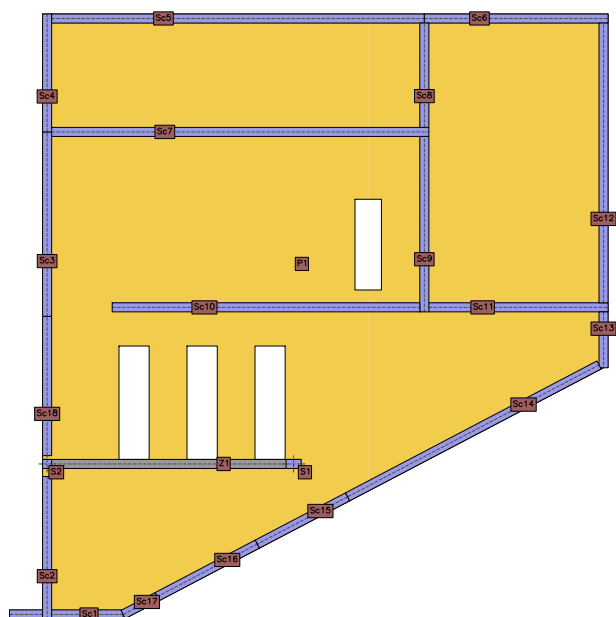
Poz. 2.0. Strop nad I piętrzem

1. Dane konstrukcji

1.1. Dane płyt

Symbol	Grubość	Pole powierzchni	Poziom pł. środk.	Materiał
1	160mm	187,57m ²	-0,08m	B25

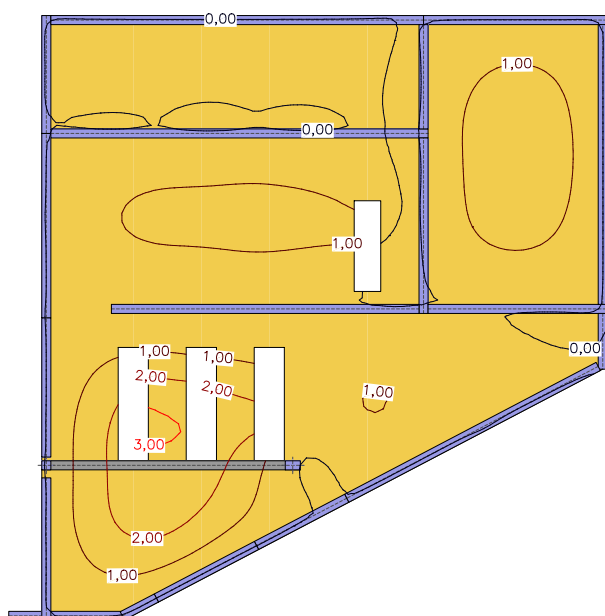
1.2. Model konstrukcyjny



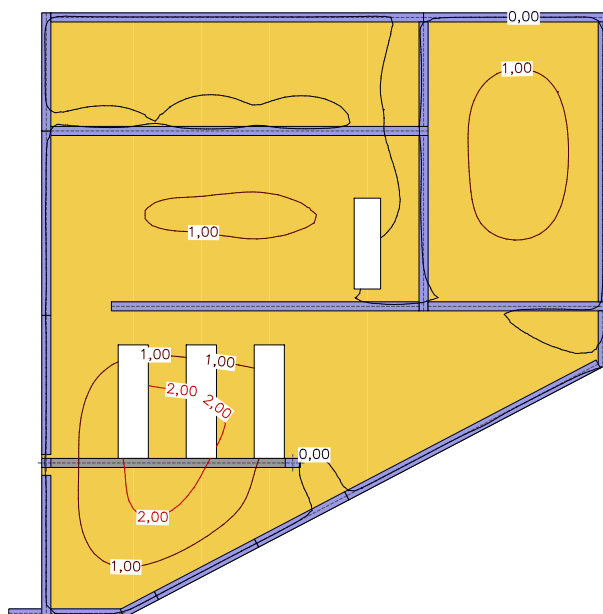
2. Analiza

2.1. Płyty - przemieszczenia w

Wartości maksymalne [mm] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:200

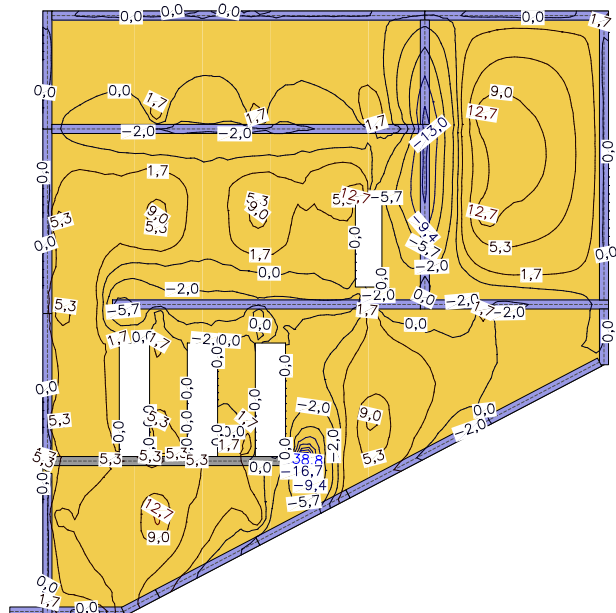


Wartości minimalne [mm] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:200

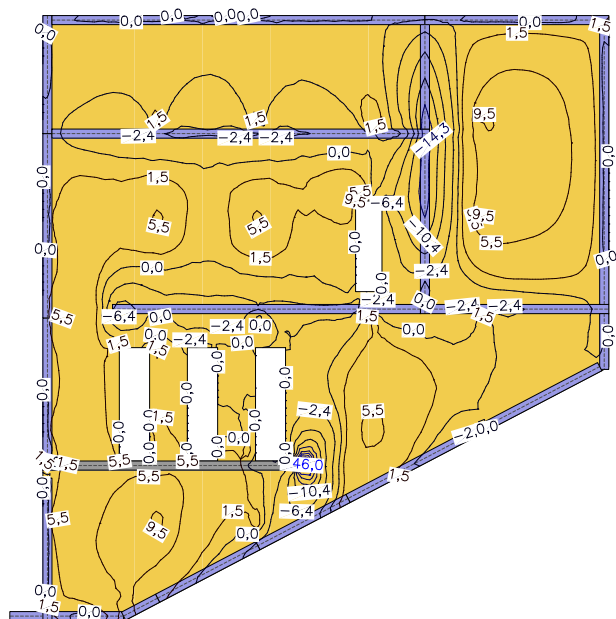


2.2. Plyty - momenty zginające M_x

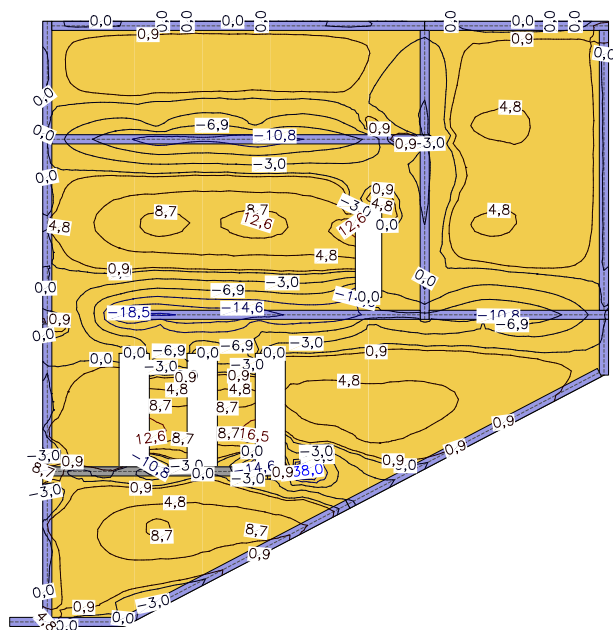
Wartości maksymalne [kNm/m] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:200



Wartości minimalne [kNm/m] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:200

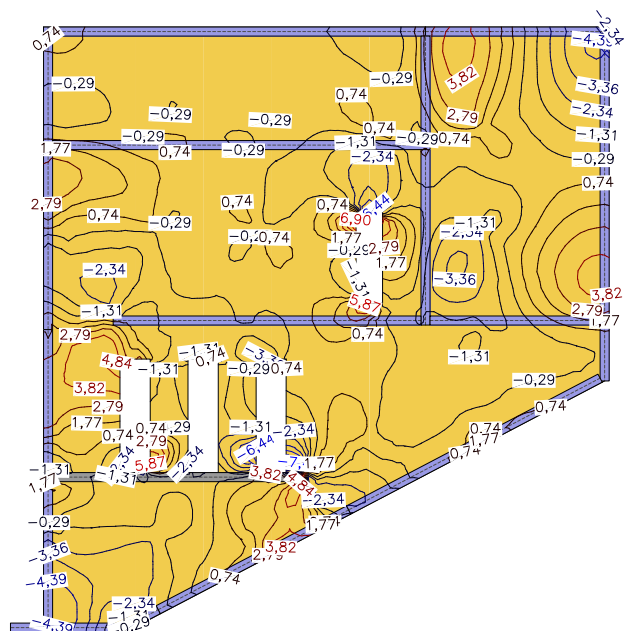


Wartości minimalne [kNm/m] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:200

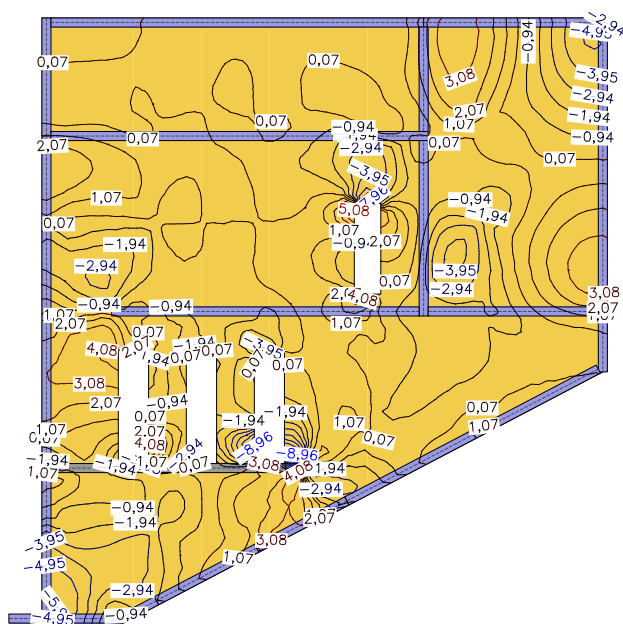


2.4. Płyty - momenty skręcające M_{xy}

Wartości maksymalne [kNm/m] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:200



Wartości minimalne [kNm/m] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:200

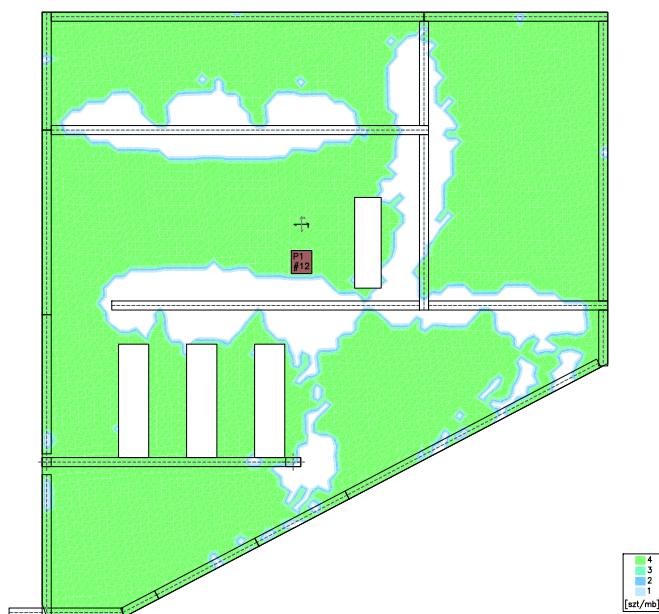


3. Wymiarowanie (wg PN-B-03264:2002)

3.1. Zbrojenie obliczone w płytach

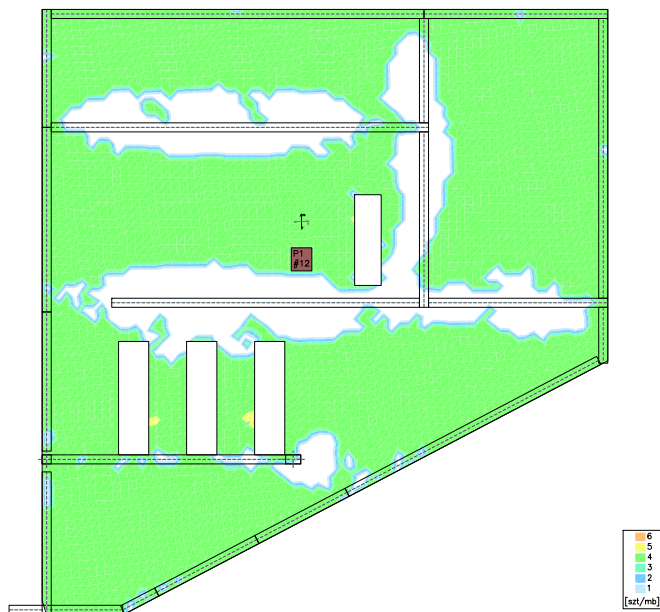
Zbrojenie dolne - kierunek 1 [szt/mb]

Skala rys. 1:200



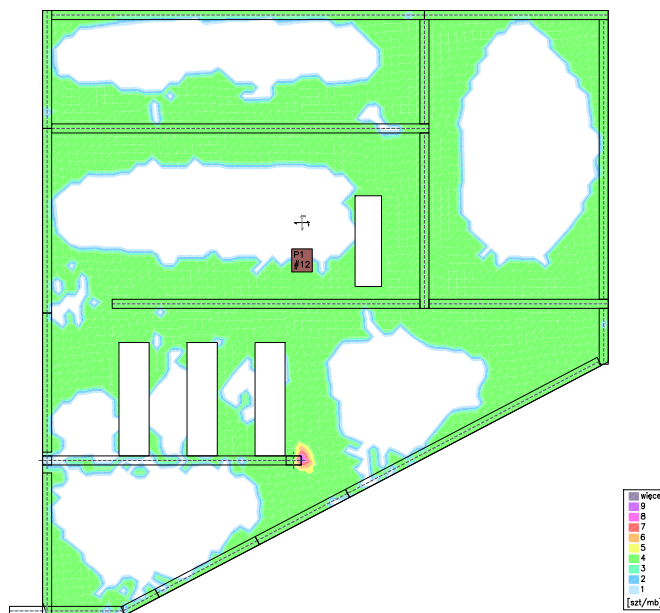
Zbrojenie dolne - kierunek 2 [szt/mb]

Skala rys. 1:200



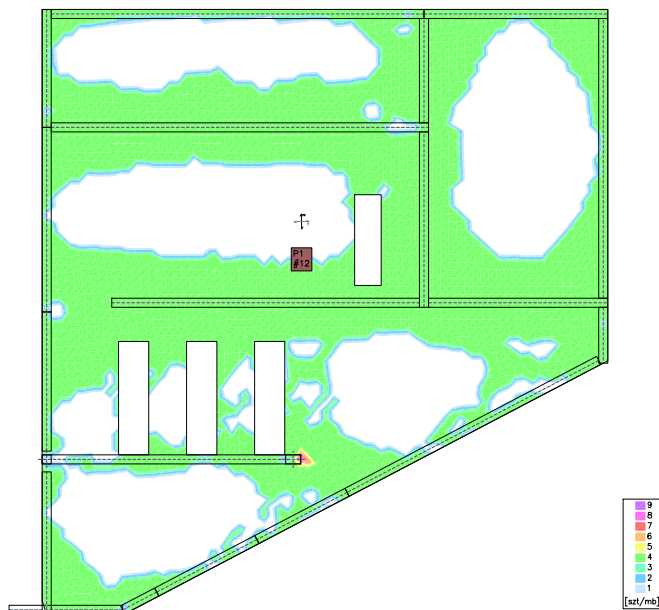
Zbrojenie górne - kierunek 1 [szt/mb]

Skala rys. 1:200



Zbrojenie górne - kierunek 2 [szt/mb]

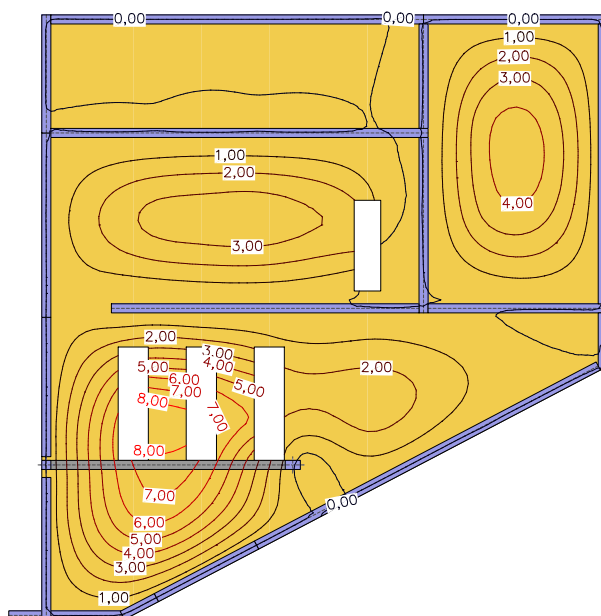
Skala rys. 1:200



4. Analiza stanu granicznego użytkowości (wg PN-B-03264:2002)

4.1. Płyty - SGU - przemieszczenia w

[mm] - (całkowite obciążenia charakterystyczne, dla grup obc.: c.własny, A, B) Skala rys. 1:200

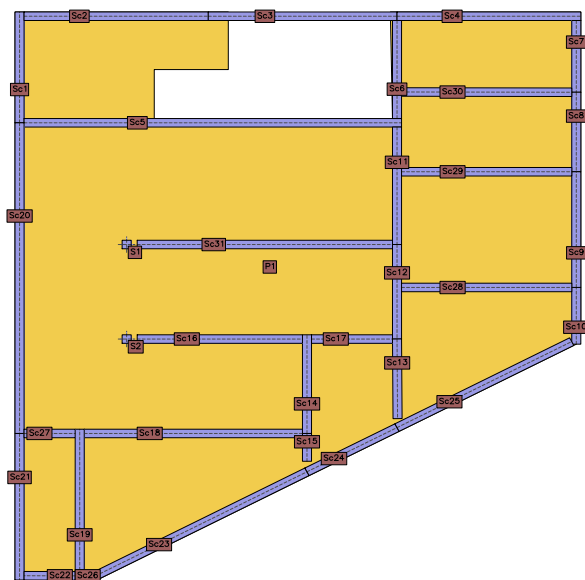


Poz. 2.1. Strop nad parterem

1.1. Dane płyt

Symbol	Grubość	Pole powierzchni	Poziom pł. środk.	Materiał
1	180mm	180,79m ²	-0,09m	B25

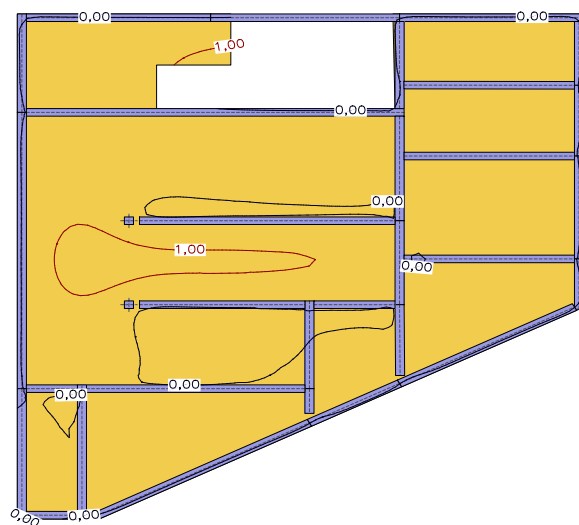
1.2. Model konstrukcyjny



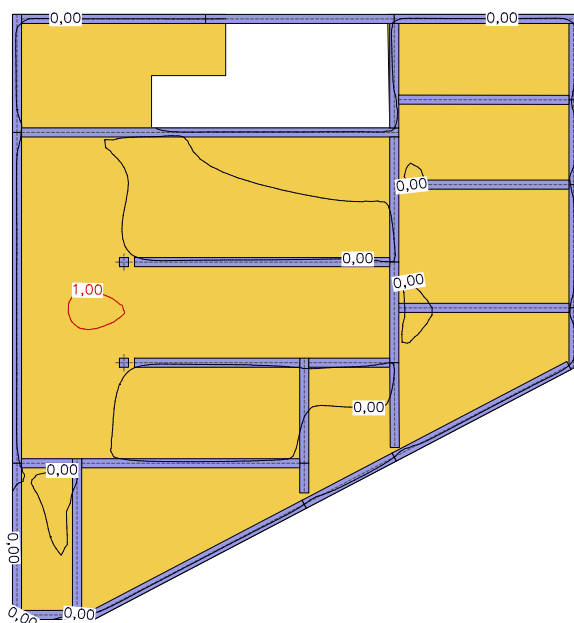
2. Analiza

2.1. Płyty - przemieszczenia w

Wartości maksymalne [mm] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:200



Wartości minimalne [mm] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:200

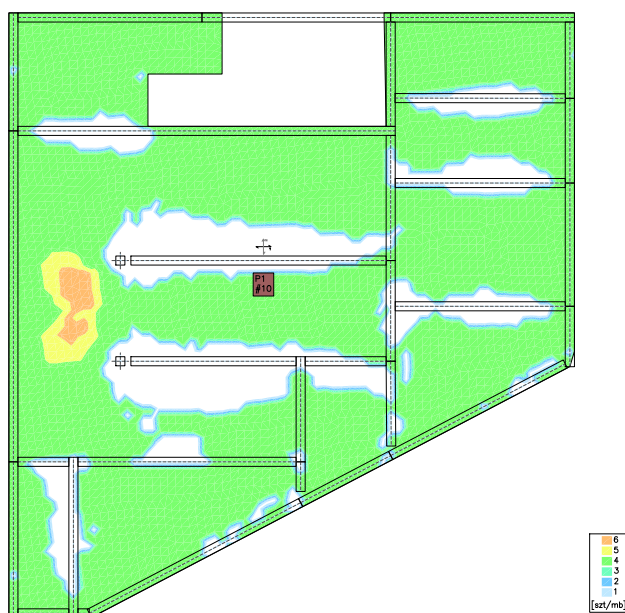


3. Wymiarowanie (wg PN-B-03264:2002)

3.1. Zbrojenie obliczone w płytach

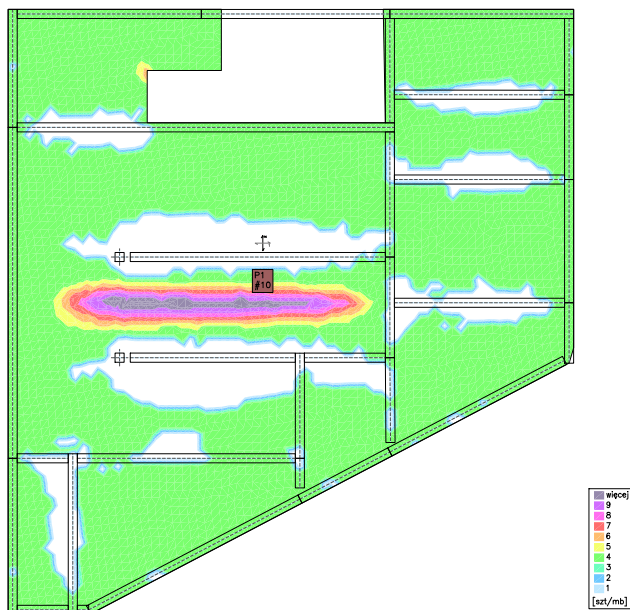
Zbrojenie dolne - kierunek 1 [szt/mb]

Skala rys. 1:200



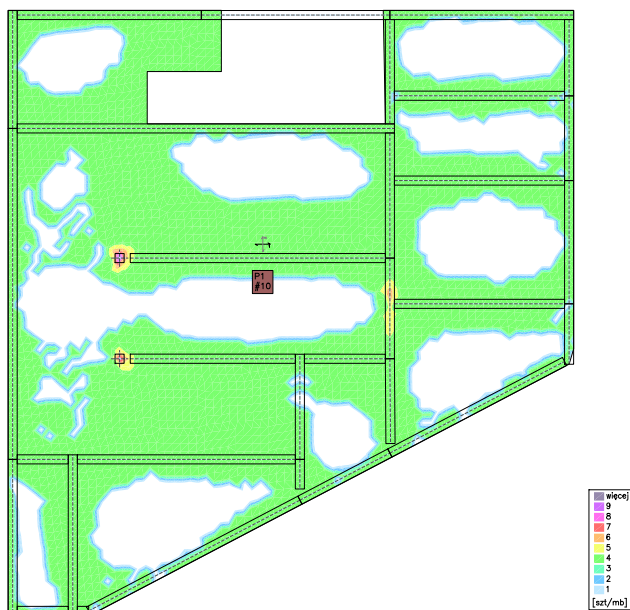
Zbrojenie dolne - kierunek 2 [szt/mb]

Skala rys. 1:200



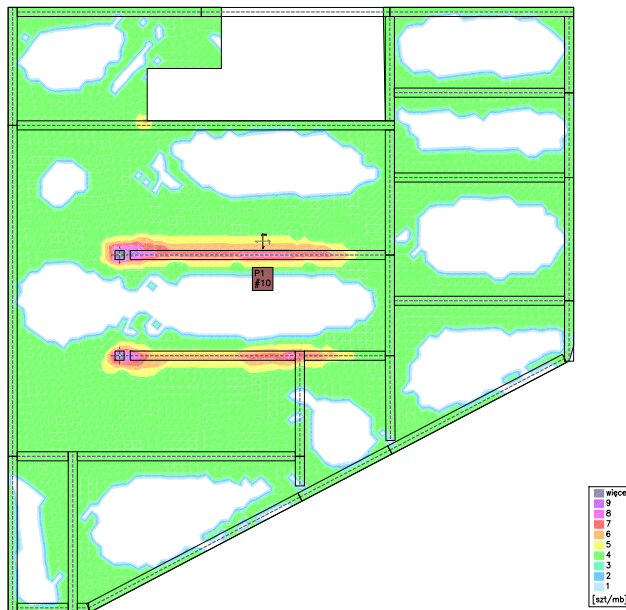
Zbrojenie górne - kierunek 1 [szt/mb]

Skala rys. 1:200



Zbrojenie górne - kierunek 2 [szt/mb]

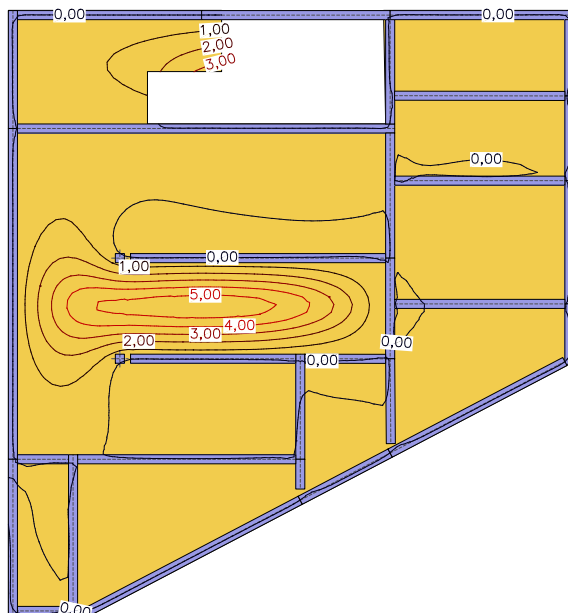
Skala rys. 1:200



4. Analiza stanu granicznego użytkowości (wg PN-B-03264:2002)

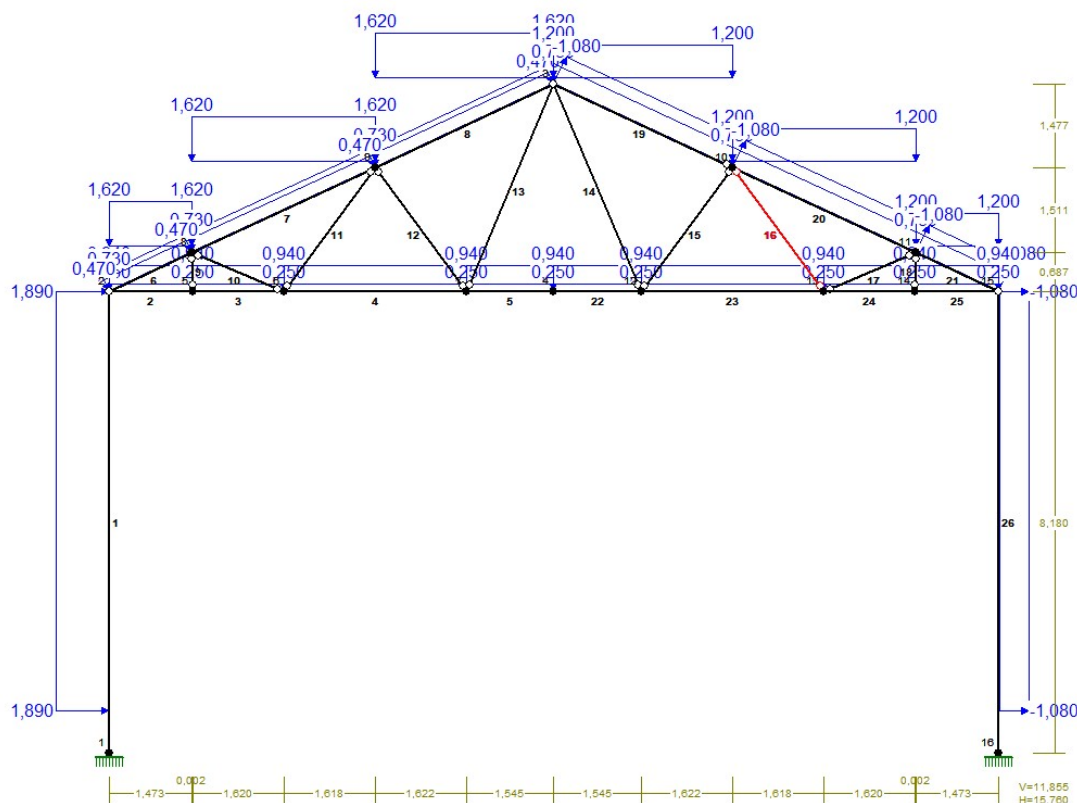
4.1. Płyty - SGU - przemieszczenia w

[mm] - (całkowite obciążenia charakterystyczne, dla grup obc.: c.własny, A, B, C, D, E, F) Skala rys. 1:200



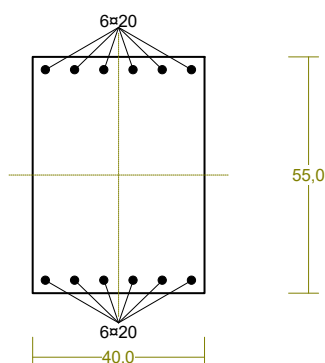
Poz. 3.0. Słup sali gimnastycznej

Obciążenia przyjęto wg poz.0.1. dla pasma zbierania 4,99m. Przyjęty schemat statyczny:



Cechy przekroju:

zadanie słupy_główne, pręt nr 26, przekrój: $x_a=8,18$ m, $x_b=0,00$ m



Wymiary przekroju [cm]:

$h=55,0$, $b=40,0$,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$f_{ck}=20,0$ MPa, $f_{cd}=\alpha \cdot f_{ck}/\gamma_c=1,00 \times 20,0/1,50=13,3$ MPa

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c=2200$ cm², $J_{cx}=554583$ cm⁴, $J_{cy}=293333$ cm⁴

STAL: A-IIIIN (B500SP)

$f_{yk}=500$ MPa, $\gamma_s=1,15$, $f_{yd}=420$ MPa

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

Zbrojenie główne:

$A_{s1}+A_{s2}=37,70$ cm², $\rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 37,70/2200=1,71$ %,

$J_{sx}=22629$ cm⁴, $J_{sy}=5084$ cm⁴,

Siły przekrojowe:

zadanie: słupy_główne, pręt nr 26, przekrój: $x_a=8,18$ m, $x_b=0,00$ m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ABCL**

Momenty zginające: $M_x = -0,000$ kNm, $M_y = 0,000$ kNm,

Siły poprzeczne: $V_y = 9,352 \text{ kN}$, $V_x = 0,000 \text{ kN}$,
 Siła osiowa: $N = -27,852 \text{ kN} = N_{sd}$,

Uwzględnienie smukłości pręta:

- w płaszczyźnie ustroju:

$$e_{ey} = M_x/N = (-0,000)/(-27,852) = 0,000 \text{ m},$$

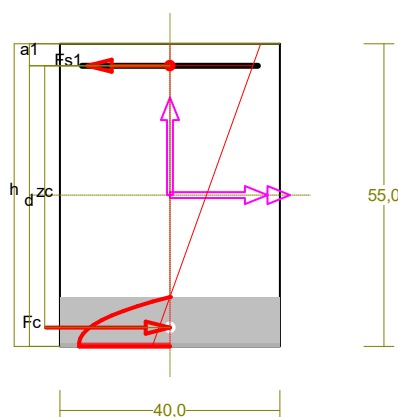
$$M_{Sdx} = \eta_x (e_{ay} + e_{ey}) N = 1,046 \times (0,027 + 0,000) \times (-27,852) = -0,794 \text{ kNm},$$

Zbrojenie wymagane:

(zadanie słupy_głowne, pręt nr 26, przekrój: $x_a=0,00 \text{ m}$, $x_b=8,18 \text{ m}$)

Obliczenia wykonano:

- dla kombinacji [ABCL] grup obciążeń, dla której suma zbrojenia wymaganego jest największa



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = -75,361 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2)} = \sqrt{(138,402^2 + 0,000^2)} = 138,402 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane ($\epsilon_{s1} = 10,00 \text{ ‰}$):

$$A_{s1} = 6,01 \text{ cm}^2 \Rightarrow (2 \times 20 = 6,28 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 6,01 \text{ cm}^2, \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 6,01 / 2200 = 0,27 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 55,0, d = 51,0, x = 9,0 (\xi = 0,176),$$

$$a_1 = 4,0, a_2 = 3,4, z_c = 47,6, A_{cc} = 359 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -2,13 \text{ ‰}, \epsilon_{s1} = 10,00 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -327,972, F_{s1} = 252,610,$$

$$M_c = 79,038, M_{s1} = 59,363,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -327,972 + (252,610) = -75,362 \text{ kN} (N_{sd} = -75,361 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 79,038 + (59,363) = 138,402 \text{ kNm} (M_{sd} = 138,402 \text{ kNm})$$

Długości wyboczeniowe pręta:

zadanie słupy_głowne, pręt nr 26

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu:

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

$$\text{ze wzoru (C.1)} \quad l_o = \beta l_{col}, \quad l_{col} = 8,180 \text{ m},$$

$$\text{podatności węzłów: } \kappa_a = 0,000 \Rightarrow k_A = (1/\kappa_a - 1) = \infty, \quad \kappa_b = 1,000 \Rightarrow k_B = (1/\kappa_b - 1) = 0,000,$$

$$\Rightarrow \beta = 2 + 1/(3k) = 2 + 1/(3 \times \infty) \Rightarrow l_o = 2,000 \times 8,180 = 16,360 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

podatności węzłów zostały zadane,

$$\text{podatności węzłów: } \kappa_a = 1,000, \quad \kappa_b = 1,000, \quad \kappa_v = 0,000, \Rightarrow \mu = 1,000, \quad \text{dla } l_{col} = 8,180, \quad l_o = \mu l_{col} = 1,000 \times 8,180 = 8,180 \text{ m}$$

Uwzględnienie wpływu smukłości pręta:

zadanie słupy_głowne, pręt nr 26

- w płaszczyźnie ustroju:

mimośród niezamierzony: ($l_{col}=8,180$ m, $h=0,550$ m, $n=1$)

$$e_a = \max \left\langle \frac{l_{col}}{600} \left(1 + \frac{1}{n} \right), \frac{h}{30}, 0,01 \right\rangle = \max \langle 0,027, 0,018, 0,010 \rangle = 0,027 \text{ m, przyjęto: } e_a = 0,027 \text{ m,}$$

mimośród statyczny: $M_{max} = \max M_{Sd} = 130,242$ kNm, $N_{Sd} = -75,361$ kN $\Rightarrow e_e = |M_{max}/N| = |130,242/(-75,361)| = 1,728$ m,

mimośród początkowy: $e_o = e_a + e_e = 0,027 + 1,728 = 1,756$ m,

obliczenie siły krytycznej:

- długość wybocheniowa: $l_o = 16,360$ m (obliczona wg PN),

- moduł sprężystości betonu: $E_{cm} = 30,0 \cdot 10^6$ kPa,

- momenty bezwładności: $I_c = 55,4583 \cdot 10^{-4}$ m⁴,

$I_s = 2,2629 \cdot 10^{-4}$ m⁴ (dla zbrojenia rzeczywistego)

- $e_o/h = \max \langle (e_a + e_e)/h, 0,05, 0,5 - 0,01(l_o/h + f_{cd}) \rangle = \max \langle 3,192, 0,05, 0,070 \rangle = 3,192$,

- $k_{lt} = 1 + 0,5 (N_{Sd,lt}/N_{Sd}) \phi_{(t,t_0)} = 1 + 0,5 \times 1,000 \times 2,00 = 2,000$,

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

$$\frac{9}{16,360^2} \left[\frac{3,000 \cdot 10^7 \times 5,546 \cdot 10^{-3}}{2 \times 2,000} \left(\frac{0,11}{0,1 + 3,192} + 0,1 \right) + 2,0 \cdot 10^8 \times 2,263 \cdot 10^{-4} \right] = 1708,441 \text{ kN}$$

współczynnik zwiększający mimośród początkowy:

$$\eta = \frac{1}{1 - N_{Sd}/N_{crit}} = \frac{1}{1 - (75,361 / 1708,441)} = 1,046$$

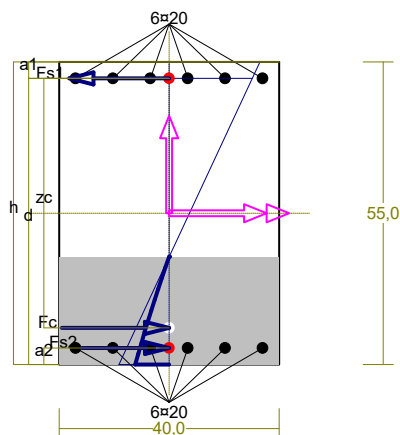
- w płaszczyźnie prostopadłej do ustroju:

uwzględnienie wpływu smukłości zaniechano

Nośność przekroju prostopadłego:

zadanie słupy_głowne, pręt nr 26, przekrój: $x_a = 0,00$ m, $x_b = 8,18$ m

Obliczenia wykonano dla kombinacji [ABCL] grup obciążeń, dla której warunek stanu granicznego nośności przekroju jest najniekorzystniejszy



Wielkości obliczeniowe:

$N_{Sd} = -75,361$ kN,

$M_{Sd} = \sqrt{(M_{Sdx})^2 + (M_{Sdy})^2} = \sqrt{(138,402^2 + 0,000^2)} = 138,402$ kNm

$f_{cd} = 13,3$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa = f_{td} ,

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 18,85$ cm²,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2} = 18,85$ cm²,

$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 37,70$ cm², $\rho = 100 \times A_s / A_c =$

$100 \times 37,70 / 2200 = 1,71$ %

Wielkości geometryczne [cm]:

$h = 55,0$, $d = 52,0$, $x = 19,6$ ($\xi = 0,377$),

$a_1 = 3,0$, $a_2 = 3,0$, $a_c = 6,7$, $z_c = 45,3$, $A_{cc} = 784$ cm²,

$\epsilon_c = -0,42$ ‰, $\epsilon_{s2} = -0,35$ ‰, $\epsilon_{s1} = 0,69$ ‰,

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$F_c = -202,140$, $F_{s1} = 259,843$, $F_{s2} = -133,064$,
 $M_c = 42,139$, $M_{s1} = 63,662$, $M_{s2} = 32,601$,
 Warunek stanu granicznego nośności:
 $M_{Rd} = 443,416 \text{ kNm} > M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 42,139 + (63,662) + (32,601) = 138,402 \text{ kNm}$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

zadanie słupy_główne, pręt nr 26

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $\phi = 6 \text{ mm}$ ze stali A-IIIIN, dla której $f_{ywd} = 420 \text{ MPa}$.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,\min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{20} / 500 = 0,00072$$

Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a = 0,0$ $x_b = 818,0 \text{ cm}$

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 520 = 390 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 390 \text{ mm}$.

Ze względu na pręty ściskane $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 20,0 = 300,0 \text{ mm}$.

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{400,0; 550,0\} = 400,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 400,0 \text{ mm}$.

Ze względu na zbrojenie $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 20,0 = 300,0 \text{ mm}$.

Przyjęto strzemiona 4-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **30,0 cm**, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,13 / (30,0 \times 40,0 \times 1,000) = 0,00094$$

$$\rho_w = 0,00094 > 0,00072 = \rho_{w \min}$$

Ścinanie

zadanie słupy_główne, pręt nr 26.

Przyjęto podparcie lub obciążenie pośrednie.

Odcinek nr 1

Początek i koniec odcinka: $x_a = 0,0$ $x_b = 90,9 \text{ cm}$

Siły przekrojowe: $N_{Sd} = -75,361$;

$$V_{Sd \max} = 21,388 \text{ kN}$$

Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{18,85}{40,0 \times 52,0} = 0,00906; \quad \rho_L \leq 0,01$$

Przyjęto $\rho_L = 0,00906$.

$$\sigma_{cp} = N_{Sd} / A_c = 75,361 / 2451,33 \times 10 = 0,31 \text{ MPa} \quad \sigma_{cp} \leq 0,2 f_{ctd}$$

Przyjęto $\sigma_{cp} = 0,31 \text{ MPa}$.

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

$$= [0,35 \times 1,08 \times 1,00 \times (1,2 + 40 \times 0,00906) + 0,15 \times 0,31] \times 40,0 \times 52,0 \times 10^{-1} = 132,441 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 21,388 < 132,441 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{Sd} = 21,388 < 132,441 = V_{Rd1}$$

$$v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 20 / 250) = 0,552$$

$$V_{Rd2} = 0,5 v f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,552 \times 13,3 \times 40,0 \times 45,3 \times 10^{-1} = 665,833 \text{ kN}$$

$$\alpha_c = 1 + \sigma_{cp} / f_{cd} = 1 + 0,31 / 13,3 = 1,023$$

$$V_{Rd2,red} = \alpha_c V_{Rd2} = 1,023 \times 665,833 = 681,224 \text{ kN}$$

Przyjęto $V_{Rd2,red} = 665,833 \text{ kN}$

$$V_{Sd} = 21,388 < 665,833 = V_{Rd2,red}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

zadanie słupy_głowne, pręt nr 26.

Sprawdzenie siły przenoszanej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 0,000 \text{ m}$:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot \theta - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times 21,388 \times (1,000) = 10,694 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 259,843 + 10,694 = 270,537 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 259,843 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 259,843 \text{ kN}$

$$F_{td} = 259,843 < 791,681 = 18,85 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

zadanie słupy_głowne, pręt nr 26,

Położenie przekroju:

$$x = 0,000 \text{ m}$$

Siły przekrojowe od obc. długotrwałych:

$$M_{Sd} = -89,661 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = -65,209 \text{ kN} \quad e = 140,2 \text{ cm}$$

$$V_{Sd} = 14,605 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

$$b_w = 40,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 55,0 - 3,0 = 52,0 \text{ cm}$$

$$A_c = 2200 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 20167 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} = 0,4 \times 1,0 \times 2,2 \times 1100 / 218 = 4,45 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 18,85 > 4,45 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 20167 \times 10^{-3} = 44,367 \text{ kNm}$$

$$N_{cr} = \frac{f_{ctm}}{e / W_c - 1 / A_c} = \frac{2,2}{140,2 / 20166,67 - 1 / 2200,00} \times 10^{-1} = -33,853 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} = 65,209 > 33,853 = N_{cr}$$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 18,85 / 300 = 0,06283$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,50 \times 20 / 0,06283 = 81,83$$

$$\begin{aligned} \epsilon_{sm} &= \sigma_s / E_s [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] = \\ &= 92,28 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (-33,853 / 65,209)^2] = 0,00040 \end{aligned}$$

$$w_k = \beta s_{rm} \epsilon_{sm} = 1,7 \times 81,83 \times 0,00040 = 0,06 \text{ mm}$$

$$w_k = \mathbf{0,06} < \mathbf{0,3} = w_{lim}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

zadanie słupy_głowne, pręt nr 26

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych i krótkotrwałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy $\phi(t, t_0) = 2,00$.

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{30000}{1 + 2,00} = 10000 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 20167 \times 10^{-3} = 44,367 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{Sd} = -89,661 \text{ kN}$ powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla krótkotrwałego działania wszystkich obciążeń:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = -89,661 \text{ kNm}$.

$$\begin{aligned} \text{Wielkości geometryczne przekroju:} \quad & x_I = 27,5 \text{ cm} \quad I_I = 705443 \text{ cm}^4 \\ & x_{II} = 13,3 \text{ cm} \quad I_{II} = 232904 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= \frac{E_{cm} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{Sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} = \\ &= \frac{30000 \times 232904}{1 - 1,0 \times 0,5 (44,367 / 89,661)^2 \times (1 - 232904 / 705443)} \times 10^{-5} = 76113 \text{ kNm}^2 \end{aligned}$$

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = -89,661 \text{ kNm}$.

$$\begin{aligned} \text{Wielkości geometryczne przekroju:} \quad & x_I = 27,5 \text{ cm} \quad I_I = 705443 \text{ cm}^4 \\ & x_{II} = 13,3 \text{ cm} \quad I_{II} = 232904 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= \frac{E_{cm} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{Sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} = \\ &= \frac{30000 \times 232904}{1 - 1,0 \times 0,5 (44,367 / 89,661)^2 \times (1 - 232904 / 705443)} \times 10^{-5} = 76113 \text{ kNm}^2 \end{aligned}$$

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = -89,661 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju: $x_I = 27,5 \text{ cm}$ $I_I = 1007161 \text{ cm}^4$
 $x_{II} = 18,5 \text{ cm}$ $I_{II} = 598070 \text{ cm}^4$

$$B = \frac{E_{c,eff} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{Sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} =$$

$$= \frac{10000 \times 598070}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (44,367/89,661)^2 \times (1 - 598070/1007161)} \times 10^{-5} = 62937 \text{ kNm}^2$$

Ugięcia.

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 8,180 \text{ m}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{0,k+d} - a_{0,d} + a_{\infty,d} = 15,3 - 15,3 + 18,6 = 18,6 \text{ mm}$$

$$a = \mathbf{18,6} < \mathbf{32,7} = a_{lim}$$