

OCENA STANU TECHNICZNEGO



**CEMPEL
STUDIO**

Andrzej Cempel – Projekty, Kosztorysy

tel. 500 019 405

e-mail: biuro@cempelstudio.pl

www.cempelstudio.pl

nazwa zamierzenia budowlanego

**OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU SALI GIMNASTYCZNEJ PRZY ZESPOLE SZKÓŁ
W SOŚNIACH**

adres inwestycji

Sośnie, gm. Sośnie, działki nr 336/2,

kategoria obiektu

Kategoria IX

inwestor

**Urząd Gminy Sośnie
ul. Wielkopolska 47
63-435 Sośnie**

data i miejsce

**Luty 2025
Ostrów Wielkopolski**

ZESPÓŁ PROJEKTOWY:

funkcja: Projektant Konstrukcja	projektant: mgr inż. Andrzej Cempel	nr uprawnień: spec. konstrukcyjna BN 10.9/24/83	podpis: Uprawnienia do projektowania w ograniczonym zakresie i kierowania robotami bez ograniczeń w zakresie konstrukcyjno-budowlanym
---	---	---	---

SPIS TREŚCI

1	DOKUMENTY DOŁĄCZONE DO PROJEKTU	3
1.1	Oświadczenie projektantów.....	3
1.2	Kserokopia uprawnień i izb zawodowych Projektantów	4
2	EKSPERTYZA MOŻLIWOŚCI PRZEBUDOWY	6
2.1	PODSTAWA OPRACOWANIA.....	6
2.2	CEL OPRACOWANIA	6
2.3	ZAKRES OPRACOWANIA	6
2.4	OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO	6
2.5	OPIS KONSTRUKCJI OBIEKTU.....	6
2.6	OCENA MOŻLIWOŚCI ISTNIEJĄCEJ KONSTRUKCJI BUDYNKU	6
3	Analiza wytrzymałości istniejących stalowych płatwi dachowych wg obowiązujących norm.....	8
4	Analiza wytrzymałości istniejących stalowego wężara dachowego wg obowiązujących norm.....	19
5	PROPOZYCJA WZMOCNIENIA STALOWEGO WIĄZARA DACHOWEGO ORAZ PODDANIE GO DODATKOWYM OBCIĄŻENIEM OD SUFITU AKUSTYCZNEGO ZGODNIE Z PROPOZYCJĄ PRZEDSTAWIONĄ PRZEZ INWESTORA	36
6	UWAGI I WNIOSKI KOŃCOWE	57

1 DOKUMENTY DOŁĄCZONE DO PROJEKTU

1.1 OŚWIADCZENIE PROJEKTANTÓW

Ostrów Wielkopolski 13.02.2025r.

Na podstawie art. 34 ust. 3d pkt 3 ustawy z dnia 7 lipca 1994r - Prawo budowlane, niniejszym oświadczam, że projekt oceny technicznej branży konstrukcyjnej budynku Sali gimnastycznej:

OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU SALI GIMNASTYCZNEJ PRZY ZESPOLE SZKÓŁ W SOŚNIACH

**Sośnie, gm. Sośnie,
działki nr 336/2,**

został wykonany zgodnie z treścią zlecenia, obowiązującymi przepisami techniczno-budowlanymi i zasadami wiedzy technicznej, oraz jest kompletny z punktu widzenia celu jakiemu ma służyć.

ZESPÓŁ PROJEKTOWY:

funkcja: Projektant Konstrukcja	projektant: mgr inż. Andrzej Cempel	nr uprawnień: spec. konstrukcyjna BN 10.9/24/83	podpis: Uprawnienia do projektowania w ograniczonym zakresie i kierowania robotami bez ograniczeń w zakresie konstrukcyjno-budowlanym
---	---	---	---

1.2 KSEROKOPIA UPRAWNIEN I IZB ZAWODOWYCH PROJEKTANTÓW

WOJEWÓDZKI URZĄD ZAWODOWYCH PROJEKTANTÓW
(pieczęć)

UN-10.9/24/83

Kalisz 10.6 83

DECYZJA O STWIERDZENIU PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO
do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie

Na podstawie § 5 ust.1, § 6 ust.113, § 7 i § 12 ust.1 pkt 2 lit. -
rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 20 lutego 1975
w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. Nr 3, poz. 46) stwierdza się, że

Obywatel (ka) ANDRZEJ MARIAN CEMPEL
(imię i nazwisko)

Magister inżynier budownictwa
(tytuł naukowy - zawodowy)

urodzony (a) dnia 29.11 1954 r. w OSTROWIE WIELKOPOLSKIM

posiada przygotowanie zawodowe upoważniające do wykonywania samodzielnej funkcji
Kierownika budowy i robót
(rodzaj funkcji)

w specjalności Konstrukcyjno - budowlanej
(specjalność)

w zakresie
(zakres specjalności techniczno-budowlanej)

MA-BUARN
CWO MA-BUARN Zam. 10981-KW-W-16 WDA Zam. 218-KI 20.000 pism. Tig

Obywatel (ka) ANDRZEJ MARIAN CEMPEL jest upoważniony (a) do:
(imię i nazwisko)

1. Kierowania, nadzorowania i kontrolowania budowy i robót;
kierowania i kontrolowania wytwarzania konstrukcyjnych
elementów budowlanych oraz oceniania i badania stanu tech-
nicznego w zakresie wszelkich budynków i innych budowli,
z wyłączeniem linii, węzłów i stacji kolejowych, dróg oraz
lotniskowych dróg startowych i manipulacyjnych, mostów,
budowli hydrotechnicznych i wodnomelioracyjnych.
2. Sporządzania w budownictwie osób fizycznych projektów w
zakresie rozwiązań konstrukcyjno-budowlanych wszelkich
budynków i budowli.
3. Sporządzania w budownictwie osób fizycznych projektów
w zakresie rozwiązań architektonicznych:
 - a/ budynków inwentarskich i gospodarczych, adaptacji pro-
jektów typowych i powtarzalnych innych budynków oraz
sporządzania planów zagospodarowania działki związanych
z realizacją tych budynków,
 - b/ budowli nie będących budynkami.



1 op. KWOTOWA KALISZSKA
KALISZ
KALISZSKA
KALISZSKA



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

WKP-51Y-Z5H-B85 *

Pan Andrzej Cempel o numerze ewidencyjnym WKP/BO/0482/01
adres zamieszkania ul. Powstania Styczniowego 4, 63-400 Ostrów Wlkp.
jest członkiem Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2025-01-01 do 2025-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2025-01-02 roku przez:

Andrzej Kulesa, Przewodniczący Rady Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piiib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów
Budownictwa.



2 EKSPERTYZA MOŻLIWOŚCI PRZEBUDOWY

2.1 PODSTAWA OPRACOWANIA

Formalną podstawę opracowania stanowi zlecenie Inwestora.

Merytoryczną podstawę opracowania stanowią:

Przeprowadzona wizja lokalna

Inwentaryzacja budowlana

Dokumentacja fotograficzna

Aktualnie obowiązujące normatywy techniczne

Projekt budowlany autorstwa mgr inż. Wojciech Lepsi nr upr. UAN-8386/62,63/90 z grudnia 2004r.

2.2 CEL OPRACOWANIA

Ocenę stanu technicznego opracowano w celu określenia aktualnego stanu technicznego elementów konstrukcyjnych konstrukcji dachu w celu określenia możliwości przebudowy / remontu budynku oraz podania wniosków i zaleceń warunkujących dalszą eksploatację obiektu.

2.3 ZAKRES OPRACOWANIA

Opracowanie obejmuje ocenę istniejącej konstrukcji dachu budynku sali gimnastycznej przeznaczonego do remontu i termomodernizacji, oraz ocenę możliwości jego przebudowy.

2.4 OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO

Istniejący budynek pobudowano w 2005 r. Hala sportowa o wymiarze 22,00 x 45,00m zlokalizowana w kierunku północ-południe na terenie Zespołu Szkół w Sośniach. Zasadniczy budynek sali sportowej zlokalizowano w odległości 10,0m od budynku szkoły. Sala sportowa z budynkiem szkoły połączona jest dwoma łącznikami.

2.5 OPIS KONSTRUKCJI OBIEKTU

Fundamenty w sali gimnastycznej w postaci ław i stóp żelbetowych. Mury fundamentowe z bloczka betonowego gr. 38cm. Ściany zewnętrzne gr. 36cm z bloczka gazobetonowego ocieplone styropianem gr. 12cm. Konstrukcja dachu sali gimnastycznej w postaci więzara stalowego opartego na słupach żelbetowych. Płatwie stalowe z dwuteownika stalowego. Pokrycie dachu wykonane z płyty warstwowej ISOTHERM D grub. 12cm.

2.6 OCENA MOŻLIWOŚCI DOCIĄŻENIA ISTNIEJĄCEJ KONSTRUKCJI BUDYNKU

- Analiza budynku pod względem zarysowań i spękań wykazała, że brak jest oznak destrukcji na podstawowych oględzin w elementach konstrukcji budynku.
- Stan techniczny konstrukcji ścian murowanych zewnętrznych i wewnętrznych można ocenić na większości powierzchni jako dobry, zarówno w ocenie ogólnej jak i w ocenie bezpieczeństwa konstrukcji. W izolacji ścian zewnętrznych zauważono odpadający tynk i siatkę oraz zacieki na tynku w miejscach kominów wentylacyjnych.
- W trakcie przeglądu obiektu nie stwierdzono objawów destrukcji (spękań, ugięć i deformacji, korozji elementów żelbetowych itp.) wskazujących na destrukcyjny stan konstrukcji.
- Ze względu na zmianę współczynników obciążeniowych dla wiatru, śniegu, obc. stałych, oraz zmiany obowiązujących norm na Eurokody szczegółowym badaniom poddano stalową konstrukcję nośną dachu. Sprawdzone stan nośności i użyteczności konstrukcji stalowej dachu. Wyniki obliczeń wykazują, że zgodnie z dzisiejszymi normami stany graniczne konstrukcji dachu są przekroczone. Istniejącą konstrukcję dachu należy wzmocnić, zgodnie z poniższymi wytycznymi.

- Sprawdzono możliwość dociążenia konstrukcji dachu sufitem podwieszonym poprawiającym izolację termiczną przegrody - dach.

3 ANALIZA WYTRZYMAŁOŚCI ISTNIEJĄCYCH STALOWYCH PŁATWI DACHOWYCH WG OBOWIĄZUJĄCYCH NORM

RM_Win v. 12.3 licencja nr 7152

NAZWA: PŁATEW STALOWA

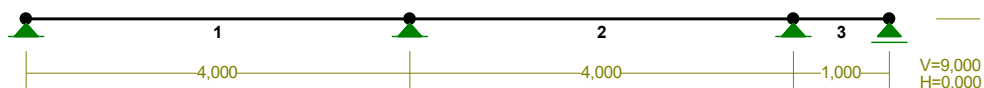
WĘZŁY:



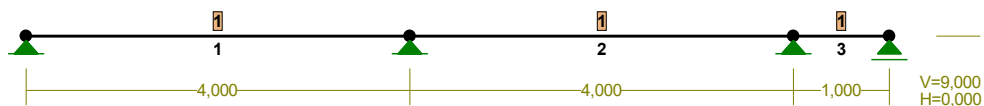
WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000
2	4,000	0,000
3	9,000	0,000
4	8,000	0,000

PRĘTY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:



WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _g [cm ³]	W _d [cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	14,2	328	22	55	55	12,0	1 S 235

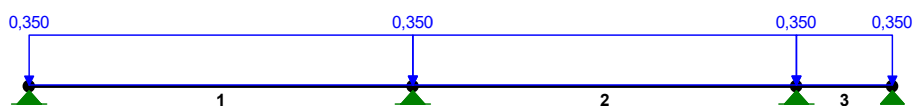
STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
1 S 235	210	235,000	1,2E-5

OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	CW "Ciężar własny"			Stałe	$\gamma_G = 1,35/1,00$	

OBCIĄŻENIA: A "STAŁE"

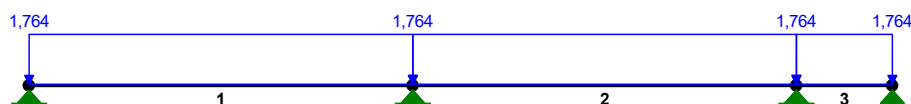


OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

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

Grupa:	A	"STAŁE"		Stałe	$\gamma_G = 1,35/1,00$	
1	Liniowe	0,0	0,000	0,000	0,00	4,00
1	Liniowe	0,0	0,350	0,350	0,00	4,00
	1.1 Płyta warstwowa Izoterm 12c p=0,350*1,000					
2	Liniowe	0,0	0,000	0,000	0,00	4,00
2	Liniowe	0,0	0,350	0,350	0,00	4,00
	1.1 Płyta warstwowa Izoterm 12c p=0,350*1,000					
3	Liniowe	0,0	0,350	0,350	0,00	1,00
	1.1 Płyta warstwowa Izoterm 12c p=0,350*1,000					
3	Liniowe	0,0	0,000	0,000	0,00	1,00

OBCIĄŻENIA: B "ŚNIEG"



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
<hr/>						
Grupa:	B	"ŚNIEG"		Zmienne	$\gamma_Q= 1,50$	
1	Liniowe	0,0	1,764	1,764	0,00	4,00
	2.1 Dach dwuspadowy (C1 p=1,764*1,000					
2	Liniowe	0,0	1,764	1,764	0,00	4,00
	2.1 Dach dwuspadowy (C1 p=1,764*1,000					
3	Liniowe	0,0	1,764	1,764	0,00	1,00
	2.1 Dach dwuspadowy (C1 p=1,764*1,000					
<hr/>						

W Y N I K I wg PN-EN 1990

Teoria I-go rzędu

RM_Win v. 12.3 licencja nr 7152

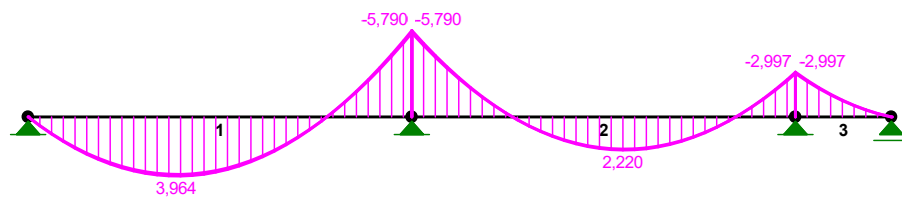
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	γ :	$\psi_0/\psi_1/\psi_2$:

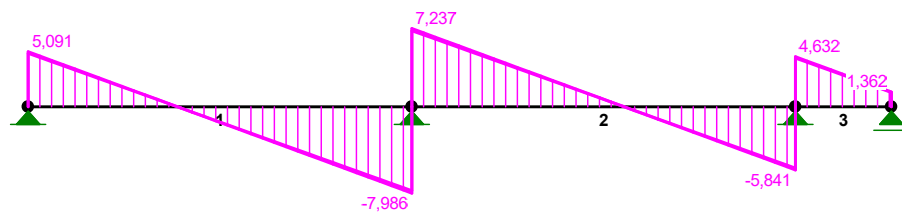
CW-"Ciężar własny"	Stałe	1,35/1,00	

A -"STAŁE"	Stałe	1,35/1,00		
B -"ŚNIEG"	Zmienne	1	1,50	1/1/1

MOMENTY :



SIŁY PRZĘTNE :



NORMALNE :



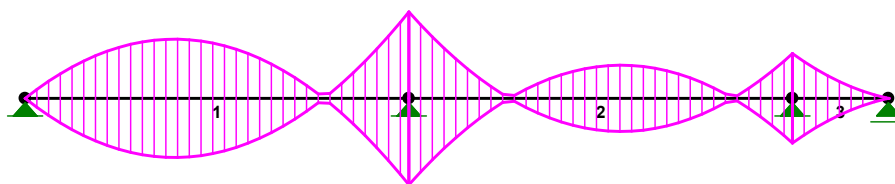
SIŁY PRZĘTNE : T.I rzędu
Obciążenia obl.: CW AB

Pręt:	x/L:	x [m] :	M [kNm] :	Q [kN] :	N [kN] :
-------	------	---------	-----------	----------	----------

1	a	0,00	0,000	0,000	5,091	0,000
	b	0,00	0,000	0,000	4,946	0,000
	a	0,39	1,563	3,964*	-0,017	0,000
	a	1,00	4,000	-5,790	-7,986	0,000
	b	1,00	4,000	-5,624	-7,758	0,000
2	a	0,00	0,000	-5,790	7,237	0,000
	b	0,00	0,000	-5,624	7,030	0,000
	a	0,55	2,219	2,220*	-0,017	0,000
	a	1,00	4,000	-2,997	-5,841	0,000
	b	1,00	4,000	-2,911	-5,674	0,000
3	a	0,00	0,000	-2,997	4,632	0,000
	b	0,00	0,000	-2,911	4,499	0,000
	a	1,00	1,000	0,000	1,362	0,000
	b	1,00	1,000	0,000	1,323	0,000

* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA:



NAPRĘŻENIA:

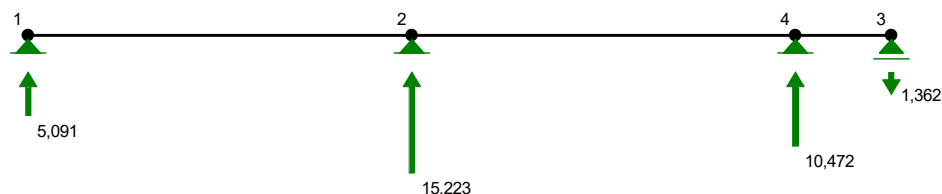
T.I rzędu

Obciążenia obl.: CW AB

Pręt:	x/L:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
				[MPa]	
1 S 235					
1	a	0,00	0,000	0,000	0,000
	b	0,00	0,000	0,000	0,000
	a	1,00	105,906	-105,906	0,451*
	b	1,00	102,877	-102,877	0,438
2	a	0,00	105,906	-105,906	0,451*
	b	0,00	102,877	-102,877	0,438
	a	1,00	54,822	-54,822	0,233
	b	1,00	53,254	-53,254	0,227
3	a	0,00	54,822	-54,822	0,233*
	b	0,00	53,254	-53,254	0,227
	a	1,00	0,000	0,000	0,000
	b	1,00	0,000	0,000	0,000

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: CW AB

Węzeł:		H [kN] :	V [kN] :	Wypadkowa [kN] :	M [kNm] :
1	a	0,000	5,091	5,091	
	b	0,000	4,946	4,946	
2	a	0,000	15,223	15,223	
	b	0,000	14,788	14,788	
3	a	0,000	-1,362	1,362	
	b	0,000	-1,323	1,323	
4	a	0,000	10,472	10,472	
	b	0,000	10,173	10,173	

REAKCJE PODPOROWE:

T.I rzędu

Obciążenia char.: CW AB

Węzeł:		H [kN] :	V [kN] :	Wypadkowa [kN] :	M [kNm] :
1		0,000	3,466	3,466	
2		0,000	10,364	10,364	
3		0,000	-0,927	0,927	
4		0,000	7,129	7,129	

PRZEMIESZCZENIA:



PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW:

T.I rzędu

Obciążenia char.: CW AB

Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Fi[rad] ([deg]):
1	0,00000	0,00000	0,00000	-0,00480 (-0,275)
2	0,00000	0,00000	0,00000	0,00099 (0,057)
3	0,00000	0,00000	0,00000	-0,00036 (-0,021)
4	0,00000	0,00000	0,00000	0,00085 (0,049)

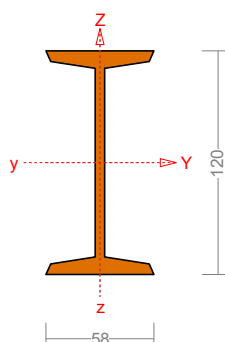
Sprawdzenie nośności i użytkowości najbardziej wyężonego elementu płatwi dachowych

Pręt nr 1

Wyniki wymiarowania stali wg PN-EN 1993 (Stal1993_2d v. 1.60 licencja nr 7152)

Zadanie: PŁATEW STALOWA

Przekrój: 1 - I 120



Wymiary przekroju:

$h=120,0$ $g=5,1$ $s=58,0$ $t=7,7$ $r=5,1$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$I_{yg}=328,0$ $I_{zg}=21,5$ $A=14,20$ $i_y=4,8$ $i_z=1,2$

$I_w=681,0$ $I_t=3,0$ $i_s=4,961$.

Materiał: **S 235**. Granica plastyczności $f_y=235$ MPa oraz wytrzymałość na rozciąganie $f_u = 360$ dla $g=5,1$.

Obciążenia prostopadłe:

Obciążenia działające prostopadłe do płaszczyzny układu:

- obciążenie rozłożone $q = 0 \text{ kN/m}$,
- momenty przywęzłowe $M_a = 0, M_b = 0 \text{ kNm}$,
- moment skręcający $T = 0 \text{ kNm}$.

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla tych obciążeń wynosi $\gamma_f = 1$.

Długości wyboczeniowe pręta:

Przęsło Yc

Przyjęto:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 0,333 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 0,772 \quad \text{dla } l_0 = 4,000$$
$$l_w = 0,772 \times 4,000 = 3,088 \text{ m}$$

Przęsło Zc

Przyjęto następujące podatności węzłów:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 4,000$$
$$l_w = 1,000 \times 4,000 = 4,000 \text{ m}$$

Przęsło ω

Dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega\omega} = 4,000 \text{ m}$. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 4,000 \text{ m}$.

Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 EI_y}{l_{wy}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 328,0}{3,088^2} \times 10^{-2} = 712,916 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 EI_z}{l_{wz}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 21,5}{4,000^2} \times 10^{-2} = 27,851 \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EI_\omega}{l_\omega^2} + GI_T \right) = \frac{1}{4,961^2} \times \left(\frac{3,1416^2 \times 210 \times 681,0}{4,000^2} \times 10^{-2} + 81 \times 2,96 \times 10^2 \right) = 1008,882$$

kN

Zwichrzenie:

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia $a_o = 0,00 \text{ cm}$. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły $a_s = 0,00 \text{ cm}$. Przyjęto następujące wartości parametrów zwichrzenia: $A_1 = 0,000$, $A_2 = 0,000$, $B = 0,000$.

$$A_o = A_1 b_y + A_2 a_s = 0,000 \times 0,00 + 0,000 \times 0,00 = 0,000$$

$$M_{cr} = \pm A_o N_{cr,z} + \sqrt{(A_o N_{cr,z})^2 + B^2 i_s^2 N_{cr,z} N_{cr,T}} =$$

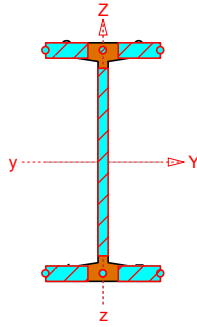
$$0,000 \times 27,851 + \sqrt{(0,000 \times 27,851)^2 + 0,000^2 \times 0,050^2 \times 27,851 \times 1008,882} = 0 \text{ kNm}$$

Stan graniczny nośności.

$x_a = 4,000$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+1,35·0,85·A+1,5·C (b)

Przyjęto następujące współczynniki częściowe γ_M :

$$\gamma_{M0} = 1; \gamma_{M1} = 1; \gamma_{M2} = 1,1.$$



Klasa przekroju:

$$\varepsilon = \sqrt{235/f_y} = \sqrt{235/235} = 1,000$$

Nr:	c [mm]	t [mm]	α	ψ	k_σ	$(c/t)_1$	$(c/t)_2$	$(c/t)_3$	c/t	Klasa
1	94,3	5,1	0,500	-1,000	-	72,000	83,000	124,000	18,499	1
2	21,4	7,7	0,000	0,000	0	INF	INF	INF	2,763	
3	21,4	7,7	0,000	0,000	0	INF	INF	INF	2,763	
4	21,4	7,7	1,000	1,000	0,431	9,000	10,000	13,792	2,763	1
5	21,4	7,7	1,000	1,000	0,431	9,000	10,000	13,792	2,763	1

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 4,000$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot B$ (a)

- wzdłuż osi Z

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{6,42 \times 235 / 1,732}{1} \times 10^{-1} = 87,072 \text{ kN}$$

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{7,986}{87,072} = \mathbf{0,092} < \mathbf{1}$$

Dla materiału o granicy plastyczności 235 MPa, przyjęto $\eta = 1,2$.

Zgodnie z p. 5.1(2) PN-EN 1993-1-5 nie jest konieczne sprawdzanie stateczności przy ścinaniu:

$$h_w / t_w = 94,3 / 5,1 = \mathbf{18,499} < \mathbf{59,709} = 72 \times 1,000 / 1,200 = 72 \varepsilon / \eta$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 4,000$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot B$ (a)

Klasa przekroju **1**.

Nośność na zginanie względem osi Y:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{65,38 \times 235}{1} \times 10^{-3} = 15,364 \text{ kNm}$$

Zredukowana nośność na zginanie:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{14,20 \times 235}{1} \times 10^{-1} = 333,7 \text{ kN} \quad (6.6)$$

$$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0,000 / 333,7 = 0,000; \text{przyjęto } n = 0,000 \leq 1;$$

Dla dwuteownika bisymetrycznego:

$$a = (A - 2 b t_f) / A = (14,20 - 2 \times 5,80 \times 0,57) / 14,20 = 0,534; \quad \text{przyjęto } a = 0,500 \leq 0,5;$$

– zginanie y-y

$$N_{Ed} = 0 < \mathbf{83,425} = 0,25 \times 333,7 = 0,25 N_{pl,Rd} \quad (6.33)$$

$$N_{Ed} = 0 < \mathbf{65,079} = \frac{0,5 \times 10,86 \times 0,51 \times 235}{1} \times 10^{-1} = \frac{0,5 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.34)$$

Nie ma potrzeby redukowania nośności na zginanie ze względu na siłę osiową.

– zginanie z-z

$$N_{Ed} = 0 < \mathbf{130,157} = \frac{10,86 \times 0,51 \times 235}{1} \times 10^{-1} = \frac{h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.35)$$

Nie ma potrzeby redukowania nośności na zginanie ze względu na siłę osiową.

Zlinearyzowany warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} = \frac{5,79}{15,364} = \mathbf{0,377} < 1 \quad (6.31)$$

Ostrożne przybliżenie nośności (nie jest warunkiem decydującym):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{0}{333,7} + \frac{5,79}{15,364} + \frac{0}{3,233} = \mathbf{0,377} < 1 \quad (6.2)$$

Zginanie (stateczność):

$x_a = 4,000$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot B$ (a)

Warunek stateczności przy zginaniu:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 1,000 \times 65,38 \times \frac{235}{1} \times 10^{-3} = 15,364 \text{ kNm} \quad (6.55)$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{5,79}{15,364} = \mathbf{0,377} < 1 \quad (6.54)$$

Nośność środnika pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 4,000$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot B$ (a)

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $s_s = \mathbf{100,0}$ mm oraz typ obciążenia środnika (a).

Dodatkowo przyjęto rozstaw żeber poprzecznych $a = \mathbf{4,000}$ m. Nośność najbardziej obciążonego środnika:

$$k_F = 6 + 2 (h_w / a)^2 = 6 + 2 \times (94,3 / 4000,0)^2 = 6,00$$

$$m_1 = f_{yf} b_f / f_{yw} t_w = 235 \times 116,0 / (235 \times 5,1) = 22,745$$

$$m_2 = 0,000$$

$$l_y = s_s + 2 t_f (1 + \sqrt{m_1 + m_2}) = 100,0 + 2 \times 7,7 \times (1 + \sqrt{22,745 + 0,000}) = 189,2 \quad \text{przyjęto } l_y = 189,2 \leq a$$

$$F_{cr} = 0,9 k_F E t_w^3 / h_w = 0,9 \times 6,00 \times 210 \times 5,1^3 / 94,3 = 1594,75 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_F = \sqrt{\frac{l_y t_w f_{yw}}{F_{cr}}} = \sqrt{\frac{189,2 \times 5,1 \times 235 \times 10^3}{1594,75}} = 0,377$$

$$\chi_F = \frac{0,5}{\bar{\lambda}_F} = \frac{0,5}{0,377} = 1,326 \quad \text{przyjęto } \chi_F = 1,000 \leq 1,0$$

$$L_{eff} = \chi_F l_y = 1,000 \times 189,2 = 189,2 \text{ mm}$$

$$F_{Rd} = \frac{f_{yw} L_{eff} t_w}{\gamma_{M1}} = \frac{235 \times 189,2 \times 5,1 \times 10^3}{1} = 226,72 \text{ kN} \quad (6.1 \text{ EN 1993-1-5})$$

Warunki nośności środka:

$$\eta_2 = \frac{F_{Ed}}{F_{Rd}} = \frac{15,22}{226,72} = \mathbf{0,067} < \mathbf{1} \quad (6.14 \text{ EN 1993-1-5})$$

$$\frac{\sigma_{x,Ed}^2 + \sigma_{z,Ed}^2 - \sigma_{x,Ed} \sigma_{z,Ed} + 3 \tau_{Ed}^2}{(f_y / \gamma_{M0})^2} = \frac{83,3^2 + 29,8^2 - 83,3 \times 29,8 + 3 \times 12,4^2}{(235/1)^2} = \mathbf{0,105} < \mathbf{1} \quad (6.1)$$

Stan graniczny użytkowalności:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+A+B Kombinacja charakterystyczna

Ugięcia względem osi Z liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 5,2 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 4000 / 250 = 16,0 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = \mathbf{5,2} < \mathbf{16,0} = a_{\text{gr}}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 5,172 \text{ mm}; \quad L / a = 4000,0 / 5,172 = 773,4$$

WNIOSKI:

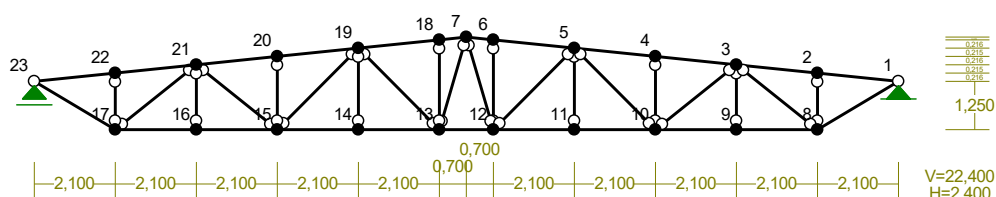
Stan nośności i użytkowalności dla płatwi są spełnione.

4 ANALIZA WYTRZYMAŁOŚCI ISTNIEJĄCYCH STALOWEGO WIĄZARA DACHOWEGO WG OBOWIĄZUJĄCYCH NORM

RM_Win v. 12.3 licencja nr 7152

NAZWA: Krata Sośnie

WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	22,400	1,250	13	10,500	0,000
2	20,300	1,466	14	8,400	0,000
3	18,200	1,681	15	6,300	0,000
4	16,100	1,897	16	4,200	0,000
5	14,000	2,112	17	2,100	0,000
6	11,900	2,328	18	10,500	2,328
7	11,200	2,400	19	8,400	2,112
8	20,300	0,000	20	6,300	1,897
9	18,200	0,000	21	4,200	1,681
10	16,100	0,000	22	2,100	1,466
11	14,000	0,000	23	0,000	1,250
12	11,900	0,000			

PODPORY:

P o d a t n o ś c i

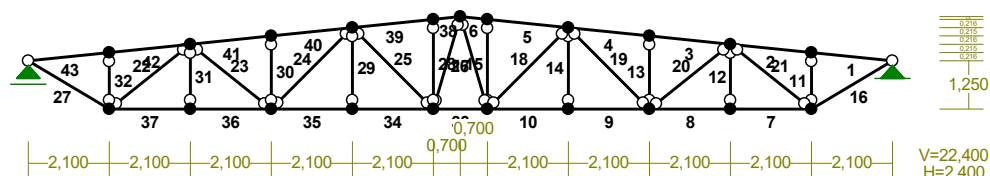
Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx (Do*) : [m / k N]	Dy:	DFi: [rad/kNm]
1	stała	0,0	0,0	0,0	
23	przesuwna	0,0	0,0*		

OSIADANIA:

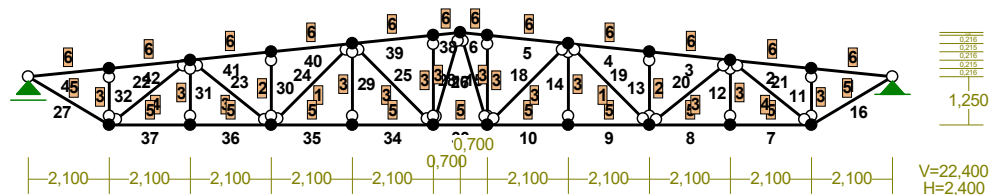
Węzeł:	Kąt:	Wx (Wo*) [m]:	Wy [m]:	FIo [grad]:
--------	------	---------------	---------	-------------

B r a k O s i a d a ń

PRĘTY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:



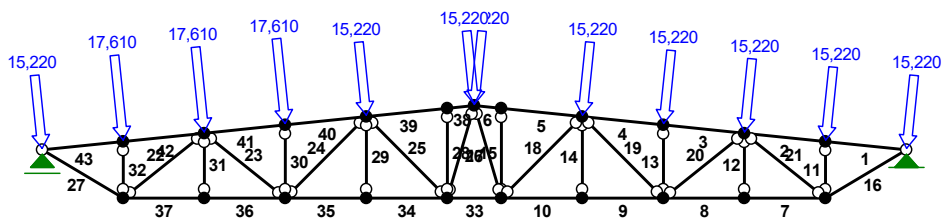
PRĘTY UKŁADU:

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	01	1	0	2,100	-0,216	2,111	1,000	6 2 L 80x80x8
2	00	2	1	2,100	-0,215	2,111	1,000	6 2 L 80x80x8
3	00	3	2	2,100	-0,216	2,111	1,000	6 2 L 80x80x8
4	00	4	3	2,100	-0,215	2,111	1,000	6 2 L 80x80x8
5	00	5	4	2,100	-0,216	2,111	1,000	6 2 L 80x80x8
6	00	6	5	0,700	-0,072	0,704	1,000	6 2 L 80x80x8
7	00	8	7	2,100	0,000	2,100	1,000	5 2 L 60x60x6
8	00	9	8	2,100	0,000	2,100	1,000	5 2 L 60x60x6
9	00	10	9	2,100	0,000	2,100	1,000	5 2 L 60x60x6
10	00	11	10	2,100	0,000	2,100	1,000	5 2 L 60x60x6
11	11	1	7	0,000	-1,466	1,466	1,000	3 L 45x45x6•
12	11	2	8	0,000	-1,681	1,681	1,000	3 L 45x45x6•
13	11	3	9	0,000	-1,897	1,897	1,000	2 2 L 45x45x6•
14	11	4	10	0,000	-2,112	2,112	1,000	3 L 45x45x6•

15	11	5	11	0,000	-2,328	2,328	1,000	3 L 45x45x6•
16	01	7	0	2,100	1,250	2,444	1,000	5 2 L 60x60x6
17	11	6	11	0,700	-2,400	2,500	1,000	3 L 45x45x6•
18	11	4	11	-2,100	-2,112	2,978	1,000	3 L 45x45x6•
19	11	9	4	-2,100	2,112	2,978	1,000	1 2 L 45x45x6•
20	11	2	9	-2,100	-1,681	2,690	1,000	3 L 45x45x6•
21	11	7	2	-2,100	1,681	2,690	1,000	4 2 L 60x60x6
22	11	20	16	-2,100	-1,681	2,690	1,000	4 2 L 60x60x6
23	11	14	20	-2,100	1,681	2,690	1,000	3 L 45x45x6•
24	11	18	14	-2,100	-2,112	2,978	1,000	1 2 L 45x45x6•
25	11	12	18	-2,100	2,112	2,978	1,000	3 L 45x45x6•
26	11	12	6	0,700	2,400	2,500	1,000	3 L 45x45x6•
27	10	22	16	2,100	-1,250	2,444	1,000	5 2 L 60x60x6
28	11	12	17	0,000	2,328	2,328	1,000	3 L 45x45x6•
29	11	13	18	0,000	2,112	2,112	1,000	3 L 45x45x6•
30	11	14	19	0,000	1,897	1,897	1,000	2 2 L 45x45x6•
31	11	15	20	0,000	1,681	1,681	1,000	3 L 45x45x6•
32	11	16	21	0,000	1,466	1,466	1,000	3 L 45x45x6•
33	00	12	11	1,400	0,000	1,400	1,000	5 2 L 60x60x6
34	00	13	12	2,100	0,000	2,100	1,000	5 2 L 60x60x6
35	00	14	13	2,100	0,000	2,100	1,000	5 2 L 60x60x6
36	00	15	14	2,100	0,000	2,100	1,000	5 2 L 60x60x6
37	00	16	15	2,100	0,000	2,100	1,000	5 2 L 60x60x6
38	00	17	6	0,700	0,072	0,704	1,000	6 2 L 80x80x8
39	00	18	17	2,100	0,216	2,111	1,000	6 2 L 80x80x8
40	00	19	18	2,100	0,215	2,111	1,000	6 2 L 80x80x8
41	00	20	19	2,100	0,216	2,111	1,000	6 2 L 80x80x8
42	00	21	20	2,100	0,215	2,111	1,000	6 2 L 80x80x8
43	10	22	21	2,100	0,216	2,111	1,000	6 2 L 80x80x8

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

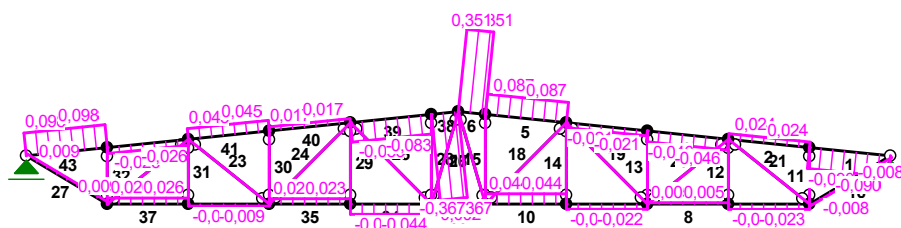
Pręt: Rodzaj: Kąt: P1 (Tg): P2 (Td): a[m]: b[m]:

Grupa: CW "Ciężar własny" Stałe $\gamma_f = 1,00$

Grupa: A "Z PŁATWI" Zmienne $\gamma_f = 1,00$

1	Skupione	-5,9	15,220	0,00
	1.1 Obciążenie reakcją z płatw			
1	Skupione	-5,9	15,220	2,11
	1.1 Obciążenie reakcją z płatw			

TNACE:



NORMALNE :



SIŁY PRZEKROJOWE:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: A

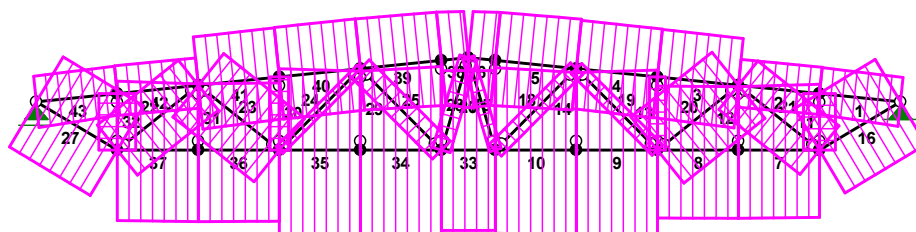
Prøt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,189	-0,090	-112,787
	1,00	2,111	0,000	-0,090	-112,787
2	0,00	0,000	0,139	0,024	-114,334
	1,00	2,111	0,189	0,024	-114,334
3	0,00	0,000	0,236	-0,046	-210,657
	1,00	2,111	0,139	-0,046	-210,657
4	0,00	0,000	0,281	-0,021	-212,209
	1,00	2,111	0,236	-0,021	-212,209
5	0,00	0,000	0,098	0,087	-218,053
	1,00	2,111	0,281	0,087	-218,053
6	0,00	0,000	-0,149	0,351	-218,026
	1,00	0,704	0,098	0,351	-218,026

7	0,00	0,000	0,068	-0,023	172,696
	1,00	2,100	0,021	-0,023	172,696
8	0,00	0,000	0,057	0,005	172,696
	1,00	2,100	0,068	0,005	172,696
9	0,00	0,000	0,103	-0,022	214,070
	1,00	2,100	0,057	-0,022	214,070
10	0,00	0,000	0,011	0,044	214,070
	1,00	2,100	0,103	0,044	214,070
11	0,00	0,000	0,000	0,000	-15,132
	1,00	1,466	0,000	0,000	-15,132
12	0,00	0,000	0,000	0,000	-0,028
	1,00	1,681	0,000	0,000	-0,028
13	0,00	0,000	0,000	0,000	-15,175
	1,00	1,897	0,000	0,000	-15,175
14	0,00	0,000	0,000	0,000	-0,066
	1,00	2,112	0,000	0,000	-0,066
15	0,00	0,000	0,000	0,000	0,266
	1,00	2,328	0,000	0,000	0,266
16	0,00	0,000	0,021	-0,008	127,897
	1,00	2,444	0,000	-0,008	127,897
17	0,00	0,000	0,000	0,000	5,697
	1,00	2,500	0,000	0,000	5,697
18	0,00	0,000	0,000	0,000	-8,023
	1,00	2,978	0,000	0,000	-8,023
19	0,00	0,000	0,000	0,000	-14,069
	1,00	2,978	0,000	0,000	-14,069
20	0,00	0,000	0,000	0,000	40,291
	1,00	2,690	0,000	0,000	40,291
21	0,00	0,000	0,000	0,000	-80,441
	1,00	2,690	0,000	0,000	-80,441
22	0,00	0,000	0,000	0,000	-82,749
	1,00	2,690	0,000	0,000	-82,749
23	0,00	0,000	0,000	0,000	38,668
	1,00	2,690	0,000	0,000	38,668
24	0,00	0,000	0,000	0,000	-9,255
	1,00	2,978	0,000	0,000	-9,255
25	0,00	0,000	0,000	0,000	-11,957
	1,00	2,978	0,000	0,000	-11,957
26	0,00	0,000	0,000	0,000	8,578
	1,00	2,500	0,000	0,000	8,578

27	0,00	0,000	0,000	0,009	135,392
	1,00	2,444	0,022	0,009	135,392
28	0,00	0,000	0,000	0,000	0,285
	1,00	2,328	0,000	0,000	0,285
29	0,00	0,000	0,000	0,000	-0,066
	1,00	2,112	0,000	0,000	-0,066
30	0,00	0,000	0,000	0,000	-17,571
	1,00	1,897	0,000	0,000	-17,571
31	0,00	0,000	0,000	0,000	-0,034
	1,00	1,681	0,000	0,000	-0,034
32	0,00	0,000	0,000	0,000	-17,522
	1,00	1,466	0,000	0,000	-17,522
33	0,00	0,000	0,014	-0,002	206,818
	1,00	1,400	0,011	-0,002	206,818
34	0,00	0,000	0,105	-0,044	217,650
	1,00	2,100	0,014	-0,044	217,650
35	0,00	0,000	0,058	0,023	217,650
	1,00	2,100	0,105	0,023	217,650
36	0,00	0,000	0,076	-0,009	180,938
	1,00	2,100	0,058	-0,009	180,938
37	0,00	0,000	0,022	0,026	180,938
	1,00	2,100	0,076	0,026	180,938
38	0,00	0,000	0,109	-0,367	-218,835
	1,00	0,704	-0,149	-0,367	-218,835
39	0,00	0,000	0,284	-0,083	-218,865
	1,00	2,111	0,109	-0,083	-218,865
40	0,00	0,000	0,248	0,017	-219,220
	1,00	2,111	0,284	0,017	-219,220
41	0,00	0,000	0,152	0,045	-217,423
	1,00	2,111	0,248	0,045	-217,423
42	0,00	0,000	0,206	-0,026	-120,317
	1,00	2,111	0,152	-0,026	-120,317
43	0,00	0,000	0,000	0,098	-118,525
	1,00	2,111	0,206	0,098	-118,525

* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA:



NAPRĘŻENIA:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: A

Pręt:	x/L:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
[MPa]					

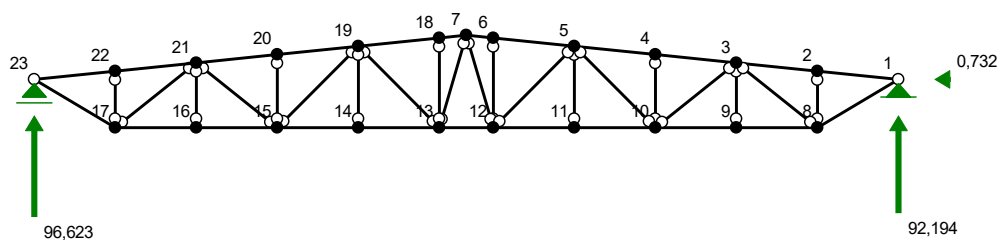
1 S 235					
1	0,00	0,000	-48,803	-38,343	0,208*
	1,00	2,111	-45,848	-45,848	0,195
2	0,00	0,000	-48,655	-40,947	0,207
	1,00	2,111	-49,432	-38,972	0,210*
3	0,00	0,000	-89,327	-76,251	0,380*
	1,00	2,111	-87,810	-80,103	0,374
4	0,00	0,000	-90,652	-75,118	0,386*
	1,00	2,111	-89,958	-76,882	0,383
5	0,00	0,000	-90,170	-84,753	0,384
	1,00	2,111	-93,028	-77,494	0,396*
6	0,00	0,000	-86,294	-94,559	0,402*
	1,00	0,704	-90,159	-84,741	0,384
7	0,00	0,000	118,505	127,492	0,543*
	1,00	2,100	123,000	125,729	0,535
8	0,00	0,000	119,595	127,065	0,541
	1,00	2,100	118,505	127,492	0,543*
9	0,00	0,000	145,200	158,701	0,675*
	1,00	2,100	149,533	157,002	0,668
10	0,00	0,000	153,870	155,302	0,661
	1,00	2,100	145,200	158,701	0,675*
11	0,00	0,000	-29,730	-29,730	0,127*
	1,00	1,466	-29,730	-29,730	0,127*
12	0,00	0,000	-0,055	-0,055	0,000*
	1,00	1,681	-0,055	-0,055	0,000*

13	0,00	0,000	-14,906	-14,906	0,063*
	1,00	1,897	-14,906	-14,906	0,063*
14	0,00	0,000	-0,129	-0,129	0,001*
	1,00	2,112	-0,129	-0,129	0,001*
15	0,00	0,000	0,523	0,523	0,002*
	1,00	2,328	0,523	0,523	0,002*
16	0,00	0,000	90,584	93,313	0,397*
	1,00	2,444	92,545	92,545	0,394
17	0,00	0,000	11,192	11,192	0,048*
	1,00	2,500	11,192	11,192	0,048*
18	0,00	0,000	-15,762	-15,762	0,067*
	1,00	2,978	-15,762	-15,762	0,067*
19	0,00	0,000	-13,820	-13,820	0,059*
	1,00	2,978	-13,820	-13,820	0,059*
20	0,00	0,000	79,156	79,156	0,337*
	1,00	2,690	79,156	79,156	0,337*
21	0,00	0,000	-58,206	-58,206	0,248*
	1,00	2,690	-58,206	-58,206	0,248*
22	0,00	0,000	-59,876	-59,876	0,255*
	1,00	2,690	-59,876	-59,876	0,255*
23	0,00	0,000	75,968	75,968	0,323*
	1,00	2,690	75,968	75,968	0,323*
24	0,00	0,000	-9,091	-9,091	0,039*
	1,00	2,978	-9,091	-9,091	0,039*
25	0,00	0,000	-23,491	-23,491	0,100*
	1,00	2,978	-23,491	-23,491	0,100*
26	0,00	0,000	16,852	16,852	0,072*
	1,00	2,500	16,852	16,852	0,072*
27	0,00	0,000	97,968	97,968	0,417
	1,00	2,444	95,879	98,787	0,420*
28	0,00	0,000	0,561	0,561	0,002*
	1,00	2,328	0,561	0,561	0,002*
29	0,00	0,000	-0,130	-0,130	0,001*
	1,00	2,112	-0,130	-0,130	0,001*
30	0,00	0,000	-17,260	-17,260	0,073*
	1,00	1,897	-17,260	-17,260	0,073*
31	0,00	0,000	-0,067	-0,067	0,000*
	1,00	1,681	-0,067	-0,067	0,000*
32	0,00	0,000	-34,424	-34,424	0,146*
	1,00	1,466	-34,424	-34,424	0,146*
33	0,00	0,000	148,342	150,164	0,639*

	1,00	1,400	148,623	150,054	0,639*
34	0,00	0,000	147,543	161,389	0,687*
	1,00	2,100	156,181	158,002	0,672
35	0,00	0,000	152,024	159,633	0,679
	1,00	2,100	147,543	161,389	0,687*
36	0,00	0,000	123,761	133,733	0,569*
	1,00	2,100	125,459	133,068	0,566
37	0,00	0,000	128,835	131,744	0,561
	1,00	2,100	123,761	133,733	0,569*
38	0,00	0,000	-90,659	-84,637	0,386
	1,00	0,704	-86,623	-94,888	0,404*
39	0,00	0,000	-93,411	-77,689	0,397*
	1,00	2,111	-90,671	-84,649	0,386
40	0,00	0,000	-92,990	-79,270	0,396
	1,00	2,111	-93,555	-77,833	0,398*
41	0,00	0,000	-90,760	-82,347	0,386
	1,00	2,111	-92,259	-78,539	0,393*
42	0,00	0,000	-52,137	-40,713	0,222*
	1,00	2,111	-51,286	-42,873	0,218
43	0,00	0,000	-48,181	-48,181	0,205
	1,00	2,111	-51,408	-39,984	0,219*

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: A

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	-0,732	92,194	92,197	
23	0,000	96,623	96,623	

REAKCJE PODPOROWE:

T.I rzędu

Obciążenia char.: A

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	-0,732	92,194	92,197	
23	0,000	96,623	96,623	

























Wymiarowanie elementów dźwigara stalowego**Wyniki wymiarowania stali wg PN-EN 1993** (Stal1993_2d v. 1.60 licencja nr 7152)

Nazwa pliku: Budynek hali sportowej w Sośniach

Wyniki wymiarowania stali wg PN-EN 1993 (Stal1993_2d v. 1.60 licencja nr 7152)

Nazwa pliku: Krata Sośnie a

Nr pręta:	Grupa:	Przekrój:	Warunek decydujący:	Nośność:	Kombinacja obc.
25		3 - L 45x45x6	Zginanie i ściskanie (Stateczność)	1,601	CW+A
18		3 - L 45x45x6	Zginanie i ściskanie (Stateczność)	1,108	CW+A
22		4 - 2 L 60x60x6	Zginanie i ściskanie (Stateczność)	1,073	CW+A
21		4 - 2 L 60x60x6	Zginanie i ściskanie (Stateczność)	1,045	CW+A
34		5 - 2 L 60x60x6	Rozciąganie	0,708	CW+A
35		5 - 2 L 60x60x6	Rozciąganie	0,708	CW+A
9		5 - 2 L 60x60x6	Rozciąganie	0,697	CW+A
10		5 - 2 L 60x60x6	Rozciąganie	0,697	CW+A
33		5 - 2 L 60x60x6	Rozciąganie	0,672	CW+A
32		3 - L 45x45x6	Ściskanie (Stateczność)	0,599	CW+A
40		6 - 2 L 80x80x8	Zginanie i ściskanie (Stateczność)	0,597	CW+A
39		6 - 2 L 80x80x8	Zginanie i ściskanie (Stateczność)	0,593	CW+A
5		6 - 2 L 80x80x8	Zginanie i ściskanie (Stateczność)	0,590	CW+A
41		6 - 2 L 80x80x8	Zginanie i ściskanie (Stateczność)	0,589	CW+A
36		5 - 2 L 60x60x6	Rozciąganie	0,588	CW+A
37		5 - 2 L 60x60x6	Rozciąganie	0,588	CW+A
4		6 - 2 L 80x80x8	Zginanie i ściskanie (Stateczność)	0,579	CW+A
3		6 - 2 L 80x80x8	Zginanie i ściskanie (Stateczność)	0,571	CW+A
7		5 - 2 L 60x60x6	Rozciąganie	0,562	CW+A

8		5 - 2 L 60x60x6	Rozciąganie	0,562		CW+A
38		6 - 2 L 80x80x8	Nośność łączników	0,526		CW+A
6		6 - 2 L 80x80x8	Nośność łączników	0,524		CW+A
11		3 - L 45x45x6•	Ściskanie (Stateczność)	0,520		CW+A
19		1 - 2 L 45x45x6•	Zginanie i ściskanie (Stateczność)	0,488		CW+A
27		5 - 2 L 60x60x6	Rozciąganie	0,440		CW+A
16		5 - 2 L 60x60x6	Rozciąganie	0,417		CW+A
43		6 - 2 L 80x80x8	Zginanie i ściskanie (Stateczność)	0,361		CW+A
20		3 - L 45x45x6•	Rozciąganie	0,356		CW+A
1		6 - 2 L 80x80x8	Zginanie i ściskanie (Stateczność)	0,344		CW+A
23		3 - L 45x45x6•	Rozciąganie	0,343		CW+A
24		1 - 2 L 45x45x6•	Zginanie i ściskanie (Stateczność)	0,335		CW+A
42		6 - 2 L 80x80x8	Zginanie i ściskanie (Stateczność)	0,329		CW+A
2		6 - 2 L 80x80x8	Zginanie i ściskanie (Stateczność)	0,313		CW+A
30		2 - 2 L 45x45x6•	Ściskanie (Stateczność)	0,275		CW+A
13		2 - 2 L 45x45x6•	Ściskanie (Stateczność)	0,239		CW+A
26		3 - L 45x45x6•	Rozciąganie	0,081		CW+A
17		3 - L 45x45x6•	Rozciąganie	0,057		CW+A
15		3 - L 45x45x6•	Ściskanie (Stateczność)	0,025		CW
28		3 - L 45x45x6•	Ściskanie (Stateczność)	0,025		CW
14		3 - L 45x45x6•	Rozciąganie	0,003		CW
29		3 - L 45x45x6•	Rozciąganie	0,003		CW
12		3 - L 45x45x6•	Rozciąganie	0,002		CW
31		3 - L 45x45x6•	Rozciąganie	0,002		CW

W powyższej tabeli kolorem **czernym** zaznaczono przekroczenie warunków nośności dla poszczególnych elementów więzara dachowego. Kolorem **niebieskim** oznaczono elementy spełniające wymagania nośności.

Poniżej przedstawiono szczegółową analizę obliczeń wytrzymałości dla pręta nr 25 najbardziej wyczerpanego niespełniającego warunków nośności

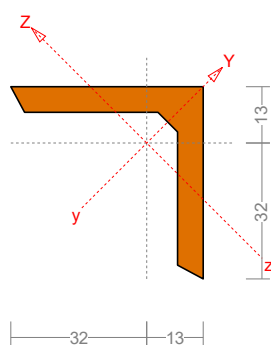
Pręt nr 25

Pręt nr 25

Wyniki wymiarowania stali wg PN-EN 1993 (Stal1993_2d v. 1.60 licencja nr 7152)

Zadanie: Krata Sośnie

Przekrój: 3 - L 45x45x6•



Wymiary przekroju:

$h=45,0$ $s=45,0$ $g=6,0$ $r=7,0$ $e_y=13,2$ $e_z=13,2$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$I_{yg}=14,5$ $I_{zg}=3,8$ $A=5,09$ $i_y=1,7$ $i_z=0,9$ $I_w=0,0$ $I_t=0,7$
 $y_s=1,5$ $z_s=0,0$ $i_s=2,409$ $r_z=-3,0$ $b_y=3,0$.

Materiał: **S 235**. Granica plastyczności $f_y=235$ MPa oraz wytrzymałość na rozciąganie $f_u=360$ dla $g=6,0$.

Obciążenia prostopadłe:

Obciążenia działające prostopadle do płaszczyzny układu:

- obciążenie rozłożone $q = 0$ kN/m,
- momenty przywęzłowe $M_a = 0$, $M_b = 0$ kNm,
- moment skręcający $T = 0$ kNm.

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla tych obciążeń wynosi $\gamma_f = 1$.

Długości wyboczeniowe pręta:

Przęsło Y_c

Przyjęto:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 2,978$$

$$l_w = 1,000 \times 2,978 = 2,978 \text{ m}$$

Przęsło Z_c

Przyjęto następujące podatności węzłów:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 2,978$$

$$l_w = 1,000 \times 2,978 = 2,978 \text{ m}$$

Przęsło ω

Dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega\omega} = 2,978$ m. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 2,978$ m.

Długości wyboczeniowe dla osi głównych:

$$Y: \quad \kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \kappa_v = 0,000 \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 2,978$$

$$l_w = 1,000 \times 2,978 = 2,978 \text{ m}$$

$$Z: \quad \kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \kappa_v = 0,000 \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 2,978$$

$$l_w = 1,000 \times 2,978 = 2,978 \text{ m}$$

Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 EI_y}{l_{wy}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 14,5}{2,978^2} \times 10^{-2} = 33,879 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 EI_z}{l_{wz}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 3,8}{2,978^2} \times 10^{-2} = 8,925 \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EI_\omega}{l_\omega^2} + GI_T \right) = \frac{1}{2,409^2} \times \left(\frac{3,1416^2 \times 210 \times 0,0}{2,978^2} \times 10^{-2} + 81 \times 0,677 \times 10^2 \right) = 945,304 \text{ kN}$$

$$N_{cr,TF} = \frac{N_{cr,y} + N_{cr,T} - \sqrt{(N_{cr,y} + N_{cr,T})^2 - 4 N_{cr,y} N_{cr,T} (1 - \mu y_s^2 / i_s^2)}}{2(1 - \mu y_s^2 / i_s^2)} =$$

$$\frac{33,879 + 945,304 - \sqrt{(33,879 + 945,304)^2 - 4 \times 33,879 \times 945,304 \times (1 - 1,000 \times 1,48^2 / 2,409^2)}}{2 \times (1 - 1,000 \times 1,5^2 / 2,409^2)} = 33,414 \text{ kN}$$

Zwichrzenie:

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia $a_o = 0,00$ cm. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły $a_s = (-1,48)$ cm. Przyjęto następujące wartości parametrów zwichrzenia: $A_1 = 0,000$, $A_2 = 0,000$, $B = 0,000$.

$$A_o = A_1 b_y + A_2 a_s = 0,000 \times 2,97 + 0,000 \times (-1,48) = 0,000$$

$$M_{cr} = \pm A_o N_{cr,z} + \sqrt{(A_o N_{cr,z})^2 + B^2 i_s^2 N_{cr,z} N_{cr,T}} =$$

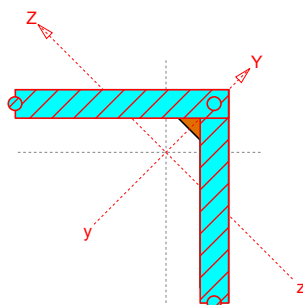
$$-0,000 \times 8,925 + \sqrt{(0,000 \times 8,925)^2 + 0,000^2 \times 0,024^2 \times 8,925 \times 945,304} = 0 \text{ kNm}$$

Stan graniczny nośności.

$x_a = 2,978$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+A

Przyjęto następujące współczynniki częściowe γ_M :

$$\gamma_{M0} = 1; \gamma_{M1} = 1; \gamma_{M2} = 1,1.$$



Klasa przekroju:

$$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y} = \sqrt{235 / 235} = 1,000$$

Nr:	c [mm]	t [mm]	α	ψ	k_σ	(c/t) ₁	(c/t) ₂	(c/t) ₃	c/t	Klasa
1	45,0	6,0	1,000	1,000	0,431	9,000	10,000	13,792	7,500	1
2	45,0	6,0	1,000	1,000	0,431	9,000	10,000	13,792	7,500	1

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

Nośność na ściskanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 2,978$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+A

Klasa przekroju **1**.

Siła osiowa:

$$N_{Ed} = -12,634 \text{ kN}$$

Pole powierzchni przekroju:

$$A = 5,09 \text{ cm}^2$$

Pole powierzchni przekroju efektywnego:

$$A_{eff} = 5,09 \text{ cm}^2$$

Przesunięcie środka ciężkości:

$$e_{Ny} = 0,00; \quad e_{Nz} = 0,00 \text{ cm.}$$

$$N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{5,09 \times 235}{1} \times 10^{-1} = 119,615 \text{ kN} \quad (6.10)$$

Warunek nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{12,634}{119,615} = \mathbf{0,106 < 1} \quad (6.9)$$

Stateczność elementu ściskanego:

Wyboczenie dla osi Y (krzywa "b")	Wyboczenie dla osi Z (krzywa "b")	Wyboczenie giętno-skrętne (krzywa "b")
$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{5,09 \times 235}{33,879 \times 10}} = 1,879$ $\Phi = 0,5 \left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right] =$ $0,5 \times [1 + 0,34 \times (1,879 - 0,2) + 1,879^2] = 2,551$ $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{2,551 + \sqrt{2,551^2 - 1,879^2}} =$ $0,234$	$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{5,09 \times 235}{8,925 \times 10}} = 3,661$ $\Phi = 0,5 \left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right] =$ $0,5 \times [1 + 0,34 \times (3,661 - 0,2) + 3,661^2] = 7,789$ $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{7,789 + \sqrt{7,789^2 - 3,661^2}} =$ $0,0682$	$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} f_y}{N_{cr,TF}}} = \sqrt{\frac{5,09 \times 235}{33,414 \times 10}} = 1,892$ $\Phi = 0,5 \left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right] =$ $0,5 \times [1 + 0,34 \times (1,892 - 0,2) + 1,892^2] = 2,578$ $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{2,578 + \sqrt{2,578^2 - 1,892^2}} =$ $0,231$
przyjęto $\chi = 0,234 \leq 1$	Przyjęto $\chi = 0,0682 \leq 1$	przyjęto $\chi = 0,231 \leq 1$

Przyjęto najmniejszą wartość współczynnika $\chi = 0,0682$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,068 \times 5,09 \times 235}{1} \times 10^{-1} = 8,157 \text{ kN} \quad (6.47)$$

Warunek stateczności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{12,634}{8,157} = \mathbf{1,549 > 1 \text{ WARUNEK NIESPEŁNIONY}} \quad (6.46)$$

5 Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 2,978$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+A

- wzdłuż osi Z

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{3,82 \times 235 / 1,732}{1} \times 10^{-1} = 51,807 \text{ kN}$$

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{0,030}{51,807} = \mathbf{0,001 < 1}$$

- wzdłuż osi Y

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{3,82 \times 235 / 1,732}{1} \times 10^{-1} = 51,807 \text{ kN}$$

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{0,030}{51,807} = \mathbf{0,001 < 1}$$

Dla materiału o granicy plastyczności 235 MPa, przyjęto $\eta = 1,2$.

Zgodnie z p. 5.1(2) PN-EN 1993-1-5 nie jest konieczne sprawdzanie stateczności przy ścinaniu:

$$h_w / t_w = 45,0 / 6,0 = \mathbf{7,500 < 59,702} = 72 \times 1,000 / 1,200 = 72 \varepsilon / \eta$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 1,303$; $x_b = 1,675$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+A

Klasa przekroju 1.

Nośność na zginanie względem osi Y:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{7,49 \times 235}{1} \times 10^{-3} = 1,761 \text{ kNm}$$

Nośność na zginanie względem osi Z:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{3,87 \times 235}{1} \times 10^{-3} = 0,909 \text{ kNm}$$

Zredukowana nośność na zginanie:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{5,09 \times 235}{1} \times 10^{-1} = 119,615 \text{ kN} \quad (6.6)$$

$$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 12,597 / 119,615 = 0,105; \text{ przyjęto } n = 0,105 \leq 1;$$

Dla dowolnego przekroju przyjęto:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} (1 - n) = 1,761 \times (1 - 0,105) = 1,575 \text{ kNm} \quad (6.2)$$

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} (1 - n) = 0,909 \times (1 - 0,105) = 0,813 \text{ kNm} \quad (6.2)$$

Warunek nośności:

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta = \left[\frac{0,022}{1,575} \right]^1 + \left[\frac{0,022}{0,813} \right]^1 = \mathbf{0,041} < \mathbf{1} \quad (6.41)$$

Ostrożne przybliżenie nośności (nie jest warunkiem decydującym):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{12,597}{119,615} + \frac{0,022}{1,761} + \frac{0,022}{0,909} = \mathbf{0,142} < \mathbf{1} \quad (6.2)$$

6 Nośność (stateczność) pręta zginanego i ściskanego:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+A

Współczynniki interakcji według metody 2:

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \psi = 0,6 + 0,4 \times 0,000 = 0,600; \quad \text{przyjęto } C_{my} = 0,600$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \psi = 0,6 + 0,4 \times 0,000 = 0,600; \quad \text{przyjęto } C_{mz} = 0,600$$

$$k_{yy} = C_{my} \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) = 0,600 \times \left(1 + (1,879 - 0,2) \times \frac{12,634}{0,234 \times 119,615 / 1} \right) = 1,055$$

$$\text{przyjęto } k_{yy} = \mathbf{0,817} \leq 0,817 = 0,600 \times \left(1 + 0,8 \times \frac{12,634}{0,234 \times 119,615 / 1} \right) = C_{my} \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$$

$$k_{zz} = C_{mz} \left(1 + (2\bar{\lambda}_z - 0,6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) = 0,600 \times \left(1 + (2 \times 3,661 - 0,6) \times \frac{12,634}{0,0682 \times 119,615 / 1} \right) = 6,847$$

$$\text{przyjęto } k_{zz} = \mathbf{1,901} \leq 1,901 = 0,600 \times \left(1 + 1,4 \times \frac{12,634}{0,0682 \times 119,615 / 1} \right) = C_{mz} \left(1 + 1,4 \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$$

$$k_{yz} = 0,6 \quad k_{zz} = 0,6 \times 1,901 = 1,141$$

$$k_{zy} = 0,6 \quad k_{yy} = 0,6 \times 0,817 = 0,490$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = \frac{12,634}{0,234 \times 119,615 / 1} +$$

$$0,817 \times \frac{0,022+0}{1,000 \times 1,761 / 1} + 1,141 \times \frac{0,022+0}{0,909 / 1} = \mathbf{0,489} < \mathbf{1} \quad (6.61)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = \frac{12,634}{0,0682 \times 119,615 / 1} +$$

$$0,490 \times \frac{0,022+0}{1,000 \times 1,761 / 1} + 1,901 \times \frac{0,022+0}{0,909 / 1} = \mathbf{1,601} > \mathbf{1} \text{ WARUNEK NIEPEŁNIONY} \quad (6.62)$$

Stan graniczny użyteczności:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW Kombinacja charakterystyczna

Ugięcia względem osi Z liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 2,3 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = 1 / 250 = 2978 / 250 = 11,9 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = \mathbf{2,3} < \mathbf{11,9} = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 4,186 \text{ mm}; \quad L / a = 2978,3 / 4,186 = 711,5$$

WNIOSKI:

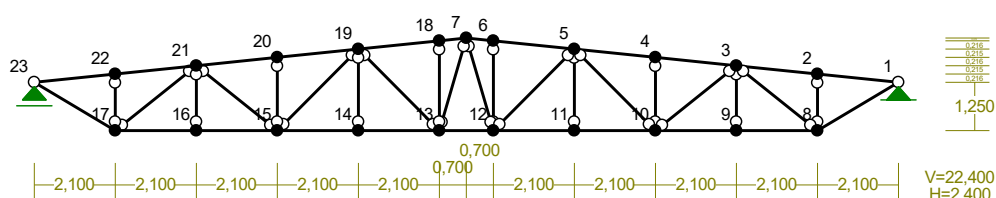
Po dokonaniu oględzin oraz wykonaniu obliczeń konstrukcyjnych nośności głównych elementów konstrukcyjnych dachu oraz głównych elementów konstrukcyjnych budynku stwierdzono, że niektóre pręty stalowego wiaźara dachowego nie spełniają dzisiejszych norm i przepisów, dlatego należy bezwzględnie je wzmocnić dla bezpieczeństwa budynku oraz ich użytkowników.

7 PROPOZYCJA WZMOCNIENIA STALOWEGO WIĄZARA DACHOWEGO ORAZ PODDANIE GO DODATKOWYM OBCIĄŻENIEM OD SUFITU AKUSTYCZNEGO ZGODNIE Z PROPOZYCJĄ PRZEDSTAWIONĄ PRZEZ INWESTORA

RM_Win v. 12.3 licencja nr 7152

NAZWA: Krata Sośnie 3

WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	22,400	1,250	13	10,500	0,000
2	20,300	1,466	14	8,400	0,000
3	18,200	1,681	15	6,300	0,000
4	16,100	1,897	16	4,200	0,000
5	14,000	2,112	17	2,100	0,000
6	11,900	2,328	18	10,500	2,328
7	11,200	2,400	19	8,400	2,112
8	20,300	0,000	20	6,300	1,897
9	18,200	0,000	21	4,200	1,681
10	16,100	0,000	22	2,100	1,466
11	14,000	0,000	23	0,000	1,250
12	11,900	0,000			

PODPORY:

Podatności

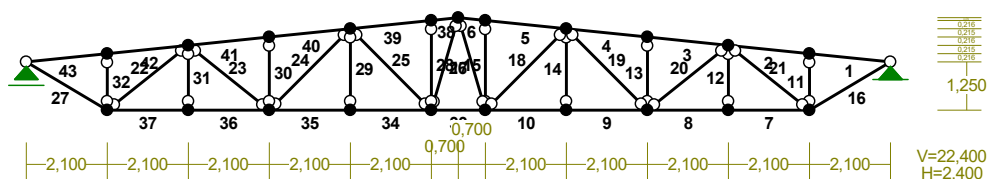
Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx (Do*): [m / k N]	Dy:	DFi: [rad/kNm]
1	stała	0,0	0,0	0,0	
23	przesuwana	0,0	0,0*		

OSIADANIA:

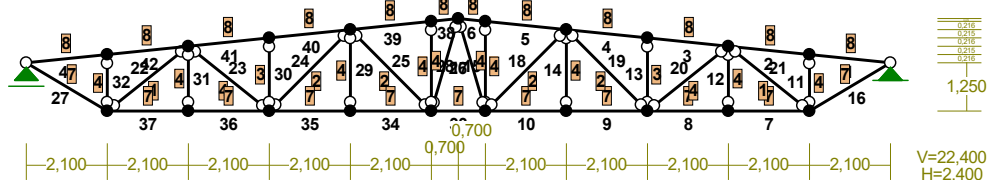
Węzeł: Kąt: Wx (Wo*) [m]: Wy [m]: FIo [grad]:

B r a k O s i a d a ń

PRĘTY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:



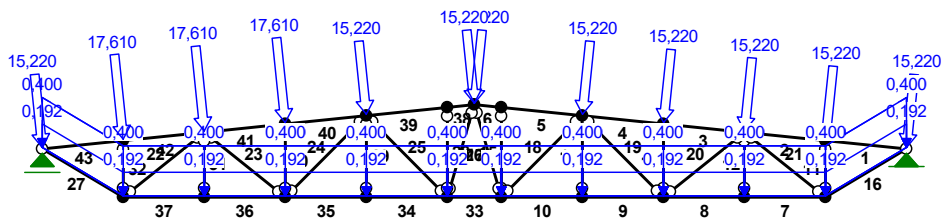
PRĘTY UKŁADU:

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	01	1	0	2,100	-0,216	2,111	1,000	8 2 L 80x80x8
2	00	2	1	2,100	-0,215	2,111	1,000	8 2 L 80x80x8
3	00	3	2	2,100	-0,216	2,111	1,000	8 2 L 80x80x8
4	00	4	3	2,100	-0,215	2,111	1,000	8 2 L 80x80x8
5	00	5	4	2,100	-0,216	2,111	1,000	8 2 L 80x80x8
6	00	6	5	0,700	-0,072	0,704	1,000	8 2 L 80x80x8
7	00	8	7	2,100	0,000	2,100	1,000	7 2 L 60x60x6
8	00	9	8	2,100	0,000	2,100	1,000	7 2 L 60x60x6
9	00	10	9	2,100	0,000	2,100	1,000	7 2 L 60x60x6

10	00	11	10	2,100	0,000	2,100	1,000	7	2 L 60x60x6
11	11	1	7	0,000	-1,466	1,466	1,000	4	L 45x45x6•
12	11	2	8	0,000	-1,681	1,681	1,000	4	L 45x45x6•
13	11	3	9	0,000	-1,897	1,897	1,000	3	2 L 45x45x6•
14	11	4	10	0,000	-2,112	2,112	1,000	4	L 45x45x6•
15	11	5	11	0,000	-2,328	2,328	1,000	4	L 45x45x6•
16	01	7	0	2,100	1,250	2,444	1,000	7	2 L 60x60x6
17	11	6	11	0,700	-2,400	2,500	1,000	4	L 45x45x6•
18	11	4	11	-2,100	-2,112	2,978	1,000	2	2 L 45x45x6•
19	11	9	4	-2,100	2,112	2,978	1,000	2	2 L 45x45x6•
20	11	2	9	-2,100	-1,681	2,690	1,000	4	L 45x45x6•
21	11	7	2	-2,100	1,681	2,690	1,000	1	L 60x60x6
22	11	20	16	-2,100	-1,681	2,690	1,000	1	L 60x60x6
23	11	14	20	-2,100	1,681	2,690	1,000	4	L 45x45x6•
24	11	18	14	-2,100	-2,112	2,978	1,000	2	2 L 45x45x6•
25	11	12	18	-2,100	2,112	2,978	1,000	2	2 L 45x45x6•
26	11	12	6	0,700	2,400	2,500	1,000	4	L 45x45x6•
27	10	22	16	2,100	-1,250	2,444	1,000	7	2 L 60x60x6
28	11	12	17	0,000	2,328	2,328	1,000	4	L 45x45x6•
29	11	13	18	0,000	2,112	2,112	1,000	4	L 45x45x6•
30	11	14	19	0,000	1,897	1,897	1,000	3	2 L 45x45x6•
31	11	15	20	0,000	1,681	1,681	1,000	4	L 45x45x6•
32	11	16	21	0,000	1,466	1,466	1,000	4	L 45x45x6•
33	00	12	11	1,400	0,000	1,400	1,000	7	2 L 60x60x6
34	00	13	12	2,100	0,000	2,100	1,000	7	2 L 60x60x6
35	00	14	13	2,100	0,000	2,100	1,000	7	2 L 60x60x6
36	00	15	14	2,100	0,000	2,100	1,000	7	2 L 60x60x6
37	00	16	15	2,100	0,000	2,100	1,000	7	2 L 60x60x6
38	00	17	6	0,700	0,072	0,704	1,000	8	2 L 80x80x8
39	00	18	17	2,100	0,216	2,111	1,000	8	2 L 80x80x8
40	00	19	18	2,100	0,215	2,111	1,000	8	2 L 80x80x8
41	00	20	19	2,100	0,216	2,111	1,000	8	2 L 80x80x8
42	00	21	20	2,100	0,215	2,111	1,000	8	2 L 80x80x8
43	10	22	21	2,100	0,216	2,111	1,000	8	2 L 80x80x8

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

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

Grupa: CW "Ciężar własny" Stałe $\gamma_f = 1,00$

Grupa: A "Ob. reakcja z płatwi dach" Stałe $\gamma_f = 1,00$					
1	Skupione	-5,9	15,220	0,00	
	1.1 Obciążenie reakcja z płatw				
1	Skupione	-5,9	15,220	2,11	
	1.1 Obciążenie reakcja z płatw				
2	Skupione	-5,8	15,220	0,00	
	1.1 Obciążenie reakcja z płatw				
3	Skupione	-5,9	15,220	0,00	
	1.1 Obciążenie reakcja z płatw				
4	Skupione	-5,8	15,220	0,00	
	1.1 Obciążenie reakcja z płatw				
6	Skupione	-5,9	15,220	0,00	
	1.1 Obciążenie reakcja z płatw				
38	Skupione	5,9	15,220	0,70	
	1.1 Obciążenie reakcja z płatw				
40	Skupione	5,8	15,220	2,11	
	1.1 Obciążenie reakcja z płatw				
41	Skupione	5,9	17,610	2,11	
	1.2 Obciążenie reakcja z płatwi z ogniwami				
42	Skupione	5,8	17,610	2,11	
	1.2 Obciążenie reakcja z płatwi z ogniwami				
43	Skupione	5,9	15,220	0,00	
	1.1 Obciążenie reakcja z płatw				
43	Skupione	5,9	17,610	2,11	
	1.2 Obciążenie reakcja z płatwi z ogniwami				
Grupa: B "Sufit akustyczny" Stałe $\gamma_f = 1,35/1,00$					
7	Liniowe	0,0	0,400	0,00	2,10
	2.2 Obc. sufit ecophon 35mm z podkonstrukcj				
7	Liniowe	0,0	0,192	0,00	2,10
	2.3 Wyroby z wełny mineralnej - płyta miękka i fil				
8	Liniowe	0,0	0,400	0,00	2,10
	2.2 Obc. sufit ecophon 35mm z podkonstrukcj				
8	Liniowe	0,0	0,192	0,00	2,10
	2.3 Wyroby z wełny mineralnej - płyta miękka i fil				
9	Liniowe	0,0	0,400	0,00	2,10
	2.2 Obc. sufit ecophon 35mm z podkonstrukcj				
9	Liniowe	0,0	0,192	0,00	2,10
	2.3 Wyroby z wełny mineralnej - płyta miękka i fil				
10	Liniowe	0,0	0,400	0,00	2,10
	2.2 Obc. sufit ecophon 35mm z podkonstrukcj				
10	Liniowe	0,0	0,192	0,00	2,10
	2.3 Wyroby z wełny mineralnej - płyta miękka i fil				
16	Liniowe	0,0	0,400	0,00	2,44
	2.2 Obc. sufit ecophon 35mm z podkonstrukcj				
16	Liniowe	0,0	0,192	0,00	2,44
	2.3 Wyroby z wełny mineralnej - płyta miękka i fil				
27	Liniowe	0,0	0,400	0,00	2,44
	2.2 Obc. sufit ecophon 35mm z podkonstrukcj				
27	Liniowe	0,0	0,192	0,00	2,44
	2.3 Wyroby z wełny mineralnej - płyta miękka i fil				
33	Liniowe	0,0	0,400	0,00	1,40
	2.2 Obc. sufit ecophon 35mm z podkonstrukcj				
33	Liniowe	0,0	0,192	0,00	1,40
	2.3 Wyroby z wełny mineralnej - płyta miękka i fil				
34	Liniowe	0,0	0,400	0,00	2,10
	2.2 Obc. sufit ecophon 35mm z podkonstrukcj				
34	Liniowe	0,0	0,192	0,00	2,10
	2.3 Wyroby z wełny mineralnej - płyta miękka i fil				
35	Liniowe	0,0	0,400	0,00	2,10
	2.2 Obc. sufit ecophon 35mm z podkonstrukcj				
35	Liniowe	0,0	0,192	0,00	2,10
	2.3 Wyroby z wełny mineralnej - płyta miękka i fil				
36	Liniowe	0,0	0,400	0,00	2,10
	2.2 Obc. sufit ecophon 35mm z podkonstrukcj				
36	Liniowe	0,0	0,192	0,00	2,10
	2.3 Wyroby z wełny mineralnej - płyta miękka i fil				

37	Liniowe	0,0	0,400	0,400	0,00	2,10
	2.2 Obc. sufit ecophon 35mm z podkonstrukcj					
37	Liniowe	0,0	0,192	0,192	0,00	2,10
	2.3 Wyroby z wełny mineralnej - płyta miękka i fil					

Grupa: C "Obc. montażowe"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$		
7	Liniowe	0,0	0,400	0,400	0,00	2,10
	3.1 Obciążenie montażow					
8	Liniowe	0,0	0,400	0,400	0,00	2,10
	3.1 Obciążenie montażow					
9	Liniowe	0,0	0,400	0,400	0,00	2,10
	3.1 Obciążenie montażow					
10	Liniowe	0,0	0,400	0,400	0,00	2,10
	3.1 Obciążenie montażow					
16	Liniowe	0,0	0,400	0,400	0,00	2,44
	3.1 Obciążenie montażow					
27	Liniowe	0,0	0,400	0,400	0,00	2,44
	3.1 Obciążenie montażow					
33	Liniowe	0,0	0,400	0,400	0,00	1,40
	3.1 Obciążenie montażow					
34	Liniowe	0,0	0,400	0,400	0,00	2,10
	3.1 Obciążenie montażow					
35	Liniowe	0,0	0,400	0,400	0,00	2,10
	3.1 Obciążenie montażow					
36	Liniowe	0,0	0,400	0,400	0,00	2,10
	3.1 Obciążenie montażow					
37	Liniowe	0,0	0,400	0,400	0,00	2,10
	3.1 Obciążenie montażow					

W Y N I K I wg PN 82/B-02000

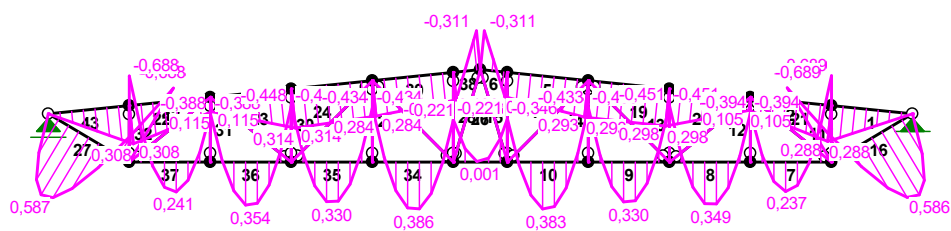
Teoria I-go rzędu

RM_Win v. 12.3 licencja nr 7152

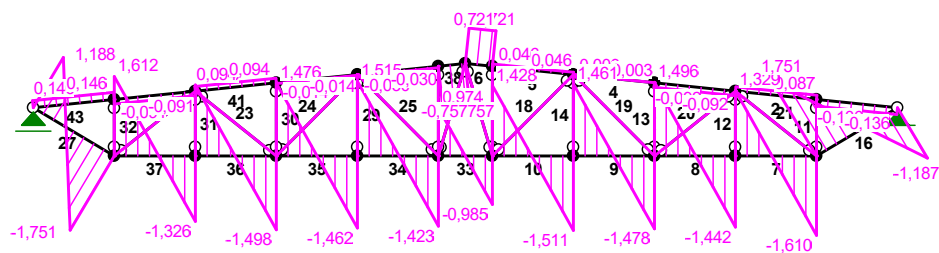
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	γ_f :	ψ_d :
A -"Obc. reakcją z płatwi dach"	Stałe	1,00	
B -"Sufit akustyczny"	Stałe	1,35/1,00	
C -"Obc. montażowe"	Zmienne	1 1,50	1,00

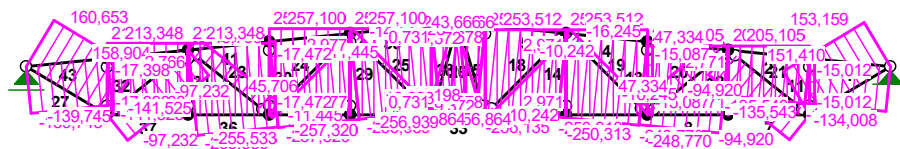
MOMENTY :



TNAÇE :



NORMALNE :



SIŁY PRZEKROJOWE:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: ABC

Pręt: x/L: x [m] : M [kNm] : Q [kN] : N [kN] :

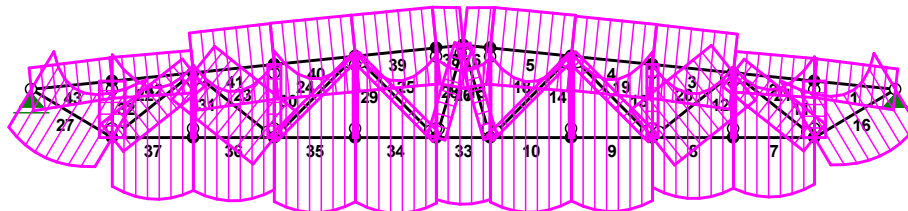
1	0,00	0,000	0,288	-0,136	-134,008
	1,00	2,111	0,000	-0,136	-134,008
2	0,00	0,000	0,105	0,087	-135,543
	1,00	2,111	0,288	0,087	-135,543
3	0,00	0,000	0,298	-0,092	-248,770
	1,00	2,111	0,105	-0,092	-248,770
4	0,00	0,000	0,293	0,003	-250,313
	1,00	2,111	0,298	0,003	-250,313
5	0,00	0,000	0,196	0,046	-256,135
	1,00	2,111	0,293	0,046	-256,135
6	0,00	0,000	-0,311	0,721	-256,065
	1,00	0,704	0,196	0,721	-256,065
7	0,00	0,000	-0,394	1,329	205,105
	0,45	0,952	0,237*	-0,003	205,105
	1,00	2,100	-0,689	-1,610	205,105
8	0,00	0,000	-0,451	1,496	205,105
	0,51	1,066	0,349*	0,004	205,105
	1,00	2,100	-0,394	-1,442	205,105
9	0,00	0,000	-0,433	1,461	253,512
	0,50	1,042	0,330*	0,003	253,512
	1,00	2,100	-0,451	-1,478	253,512
10	0,00	0,000	-0,346	1,428	253,512
	0,48	1,017	0,383*	0,004	253,512
	1,00	2,100	-0,433	-1,511	253,512
11	0,00	0,000	0,000	0,000	-15,012
	1,00	1,466	0,000	0,000	-15,012
12	0,00	0,000	0,000	0,000	2,771
	1,00	1,681	0,000	0,000	2,771
13	0,00	0,000	0,000	0,000	-15,087
	1,00	1,897	0,000	0,000	-15,087
14	0,00	0,000	0,000	0,000	2,971
	1,00	2,112	0,000	0,000	2,971
15	0,00	0,000	0,000	0,000	0,678
	1,00	2,328	0,000	0,000	0,678
16	0,00	0,000	-0,689	1,751	151,410
	0,59	1,451	0,586*	0,007	152,449
	0,60	1,461	0,586*	-0,005	152,456
	1,00	2,444	0,000	-1,187	153,159
17	0,00	0,000	0,000	0,000	9,372
	1,00	2,500	0,000	0,000	9,372
18	0,00	0,000	0,000	0,000	-10,242
	1,00	2,978	0,000	0,000	-10,242
19	0,00	0,000	0,000	0,000	-16,245
	1,00	2,978	0,000	0,000	-16,245

20	0,00	0,000	0,000	0,000	47,334
	1,00	2,690	0,000	0,000	47,334
21	0,00	0,000	0,000	0,000	-94,920
	1,00	2,690	0,000	0,000	-94,920
22	0,00	0,000	0,000	0,000	-97,232
	1,00	2,690	0,000	0,000	-97,232
23	0,00	0,000	0,000	0,000	45,706
	1,00	2,690	0,000	0,000	45,706
24	0,00	0,000	0,000	0,000	-11,445
	1,00	2,978	0,000	0,000	-11,445
25	0,00	0,000	0,000	0,000	-14,198
	1,00	2,978	0,000	0,000	-14,198
26	0,00	0,000	0,000	0,000	12,223
	1,00	2,500	0,000	0,000	12,223
27	0,00	0,000	0,000	1,188	160,653
	0,41	0,993	0,587*	-0,006	159,942
	0,40	0,983	0,587*	0,006	159,949
	1,00	2,444	-0,688	-1,751	158,904
28	0,00	0,000	0,000	0,000	0,731
	1,00	2,328	0,000	0,000	0,731
29	0,00	0,000	0,000	0,000	2,977
	1,00	2,112	0,000	0,000	2,977
30	0,00	0,000	0,000	0,000	-17,472
	1,00	1,897	0,000	0,000	-17,472
31	0,00	0,000	0,000	0,000	2,766
	1,00	1,681	0,000	0,000	2,766
32	0,00	0,000	0,000	0,000	-17,398
	1,00	1,466	0,000	0,000	-17,398
33	0,00	0,000	-0,338	0,974	243,666
	0,50	0,700	0,001*	-0,006	243,666
	0,50	0,695	0,001*	0,002	243,666
	1,00	1,400	-0,346	-0,985	243,666
34	0,00	0,000	-0,434	1,515	257,100
	0,52	1,083	0,386*	0,000	257,100
	1,00	2,100	-0,338	-1,423	257,100
35	0,00	0,000	-0,448	1,476	257,100
	0,50	1,050	0,330*	0,007	257,100
	1,00	2,100	-0,434	-1,462	257,100
36	0,00	0,000	-0,388	1,440	213,348
	0,49	1,034	0,354*	-0,006	213,348
	0,49	1,025	0,354*	0,005	213,348
	1,00	2,100	-0,448	-1,498	213,348

37	0,00	0,000	-0,688	1,612	213,348
	0,55	1,157	0,241*	-0,006	213,348
	0,55	1,148	0,241*	0,005	213,348
	1,00	2,100	-0,388	-1,326	213,348
38	0,00	0,000	0,221	-0,757	-256,864
	1,00	0,704	-0,311	-0,757	-256,864
39	0,00	0,000	0,284	-0,030	-256,939
	1,00	2,111	0,221	-0,030	-256,939
40	0,00	0,000	0,314	-0,014	-257,320
	1,00	2,111	0,284	-0,014	-257,320
41	0,00	0,000	0,115	0,094	-255,533
	1,00	2,111	0,314	0,094	-255,533
42	0,00	0,000	0,308	-0,091	-141,525
	1,00	2,111	0,115	-0,091	-141,525
43	0,00	0,000	0,000	0,146	-139,745
	1,00	2,111	0,308	0,146	-139,745

* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA:



NAPRĘŻENIA:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: ABC

Pręt:	x/L:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
			[MPa]		

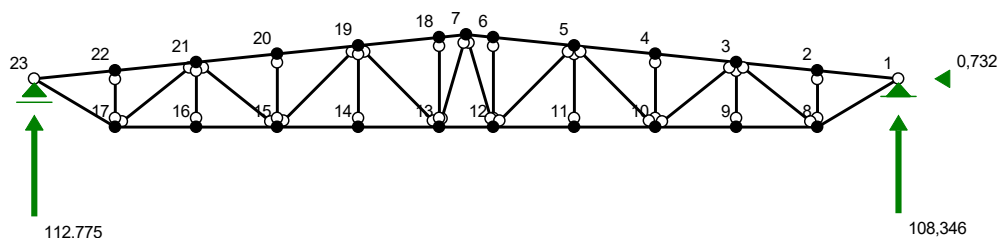
1 S 235					
1	0,00	0,000	-58,978	-43,037	0,251*
	1,00	2,111	-54,475	-54,475	0,232
2	0,00	0,000	-56,739	-50,933	0,241
	1,00	2,111	-59,602	-43,661	0,254*
3	0,00	0,000	-105,788	-89,285	0,450*
	1,00	2,111	-102,766	-96,960	0,437
4	0,00	0,000	-106,330	-90,129	0,452*

	1,00	2,111	-106,415	-89,912	0,453*
5	0,00	0,000	-107,179	-96,350	0,456
	1,00	2,111	-108,697	-92,496	0,463*
6	0,00	0,000	-99,224	-116,455	0,496*
	1,00	0,704	-107,151	-96,322	0,456
7	0,00	0,000	185,670	133,802	0,790
	1,00	2,100	213,581	122,858	0,909*
8	0,00	0,000	190,998	131,713	0,813*
	1,00	2,100	185,670	133,802	0,790
9	0,00	0,000	224,333	167,403	0,955
	1,00	2,100	226,024	166,740	0,962*
10	0,00	0,000	216,107	170,628	0,920
	1,00	2,100	224,333	167,403	0,955*
11	0,00	0,000	-29,492	-29,492	0,125*
	1,00	1,466	-29,492	-29,492	0,125*
12	0,00	0,000	5,444	5,444	0,023*
	1,00	1,681	5,444	5,444	0,023*
13	0,00	0,000	-14,820	-14,820	0,063*
	1,00	1,897	-14,820	-14,820	0,063*
14	0,00	0,000	5,837	5,837	0,025*
	1,00	2,112	5,837	5,837	0,025*
15	0,00	0,000	1,333	1,333	0,006*
	1,00	2,328	1,333	1,333	0,006*
16	0,00	0,000	174,729	84,005	0,744*
	1,00	2,444	110,824	110,824	0,472
17	0,00	0,000	18,412	18,412	0,078*
	1,00	2,500	18,412	18,412	0,078*
18	0,00	0,000	-10,060	-10,060	0,043*
	1,00	2,978	-10,060	-10,060	0,043*
19	0,00	0,000	-15,957	-15,957	0,068*
	1,00	2,978	-15,957	-15,957	0,068*
20	0,00	0,000	92,994	92,994	0,396*
	1,00	2,690	92,994	92,994	0,396*
21	0,00	0,000	-45,789	-45,789	0,195*
	1,00	2,690	-45,789	-45,789	0,195*
22	0,00	0,000	-46,904	-46,904	0,200*
	1,00	2,690	-46,904	-46,904	0,200*
23	0,00	0,000	89,795	89,795	0,382*
	1,00	2,690	89,795	89,795	0,382*
24	0,00	0,000	-11,243	-11,243	0,048*
	1,00	2,978	-11,243	-11,243	0,048*

25	0,00	0,000	-13,947	-13,947	0,059*
	1,00	2,978	-13,947	-13,947	0,059*
26	0,00	0,000	24,014	24,014	0,102*
	1,00	2,500	24,014	24,014	0,102*
27	0,00	0,000	116,247	116,247	0,495
	1,00	2,444	179,968	89,499	0,766*
28	0,00	0,000	1,436	1,436	0,006*
	1,00	2,328	1,436	1,436	0,006*
29	0,00	0,000	5,849	5,849	0,025*
	1,00	2,112	5,849	5,849	0,025*
30	0,00	0,000	-17,163	-17,163	0,073*
	1,00	1,897	-17,163	-17,163	0,073*
31	0,00	0,000	5,435	5,435	0,023*
	1,00	1,681	5,435	5,435	0,023*
32	0,00	0,000	-34,180	-34,180	0,145*
	1,00	1,466	-34,180	-34,180	0,145*
33	0,00	0,000	208,252	163,791	0,886
	1,00	1,400	208,983	163,504	0,889*
34	0,00	0,000	227,056	169,950	0,966*
	1,00	2,100	217,972	173,512	0,928
35	0,00	0,000	228,410	169,419	0,972*
	1,00	2,100	227,056	169,950	0,966
36	0,00	0,000	191,003	140,015	0,813
	1,00	2,100	196,752	137,761	0,837*
37	0,00	0,000	219,363	128,895	0,933*
	1,00	2,100	191,003	140,015	0,813
38	0,00	0,000	-107,874	-95,635	0,459
	1,00	0,704	-99,549	-116,779	0,497*
39	0,00	0,000	-108,884	-93,176	0,463*
	1,00	2,111	-107,904	-95,665	0,459
40	0,00	0,000	-109,503	-92,154	0,466*
	1,00	2,111	-109,039	-93,331	0,464
41	0,00	0,000	-105,676	-99,303	0,450
	1,00	2,111	-108,776	-91,428	0,463*
42	0,00	0,000	-62,336	-45,324	0,265*
	1,00	2,111	-59,331	-52,958	0,252
43	0,00	0,000	-56,807	-56,807	0,242
	1,00	2,111	-61,613	-44,600	0,262*

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: ABC

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	-0,732	108,346	108,348	
23	0,000	112,775	112,775	

REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia char.: ABC

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	-0,732	103,645	103,648	
23	0,000	108,075	108,075	

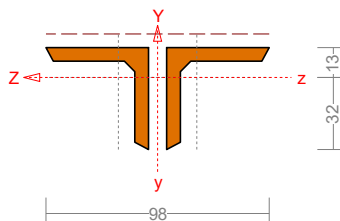
WYMIAROWANIE PRĘTA NR 18 I 25 WYMAGAJĄCEGO WZMOCNIENIA.

Pręt nr 25 i 18

Wyniki wymiarowania stali wg PN-EN 1993 (Stal1993_2d v. 1.60 licencja nr 7152)

Zadanie: Krata Sośnie 3

Przekrój: 2 - 2 L 45x45x6•



Wymiary przekroju:

$h=45,0$ $s=45,0$ $g=6,0$ $r=7,0$ $e_y=13,2$ $e_z=13,2$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$I_{yg}=48,4$ $I_{zg}=18,3$ $A=10,18$ $i_y=2,2$ $i_z=1,3$ $I_w=0,0$

$I_t=1,4$ $i_s=2,383$.

Materiał: **S 235**. Granica plastyczności $f_y=235$ MPa oraz wytrzymałość na rozciąganie $f_u=360$ dla $g=6,0$.

Obciążenia prostopadłe:

Obciążenia działające prostopadle do płaszczyzny układu:

- obciążenie rozłożone $q = 0$ kN/m,
- momenty przywęzłowe $M_a = 0$, $M_b = 0$ kNm,
- moment skręcający $T = 0$ kNm.

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla tych obciążeń wynosi $\gamma_f = 1$.

Połączenie gałęzi:

Przyjęto, że gałęzie połączone są przewiązkami o szerokości $b = 50,0$ mm i grubości $g = 10,0$ mm w odstępach $l_1 = 992,8$ mm, wykonanymi ze stali S 235.

Zastępcze momenty bezwładności elementu złożonego:

$$I_1 = 0,5 h_0^2 A_{ch} + 2 I_{ch} = 0,5 \times 3,44^2 \times 5,09 + 2 \times 9,16 = 48,4 \text{ cm}^4$$

$$i_0 = \sqrt{\frac{I_1}{2A_{ch}}} = \sqrt{\frac{48,4}{2 \times 5,09}} = 2,18 \text{ cm}$$

$$\lambda = L / i_0 = 297,8 / 2,18 = 136,54$$

$$\mu = 2 - \lambda / 75 = 2 - 136,54 / 75 = 0,179$$

$$I_{yeff} = 0,5 h_0^2 A_{ch} + 2 \mu I_{ch} = 0,5 \times 3,44^2 \times 5,09 + 2 \times 0,179 \times 9,16 = 33,4 \text{ cm}^4$$

Długości wyboczeniowe pręta:

Przęsło Yc

Przyjęto:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 2,978$$

$$l_w = 1,000 \times 2,978 = 2,978 \text{ m}$$

Przęsło Zc

Przyjęto następujące podatności węzłów:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 0,500$$

$$l_w = 1,000 \times 0,500 = 0,500 \text{ m}$$

Przęsło ω

Dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega\omega} = 2,978$ m. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 2,978$ m.

Długości wyboczeniowe dla osi głównych:

$$Y: \quad \kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \kappa_v = 0,000 \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 0,500$$

$$l_w = 1,000 \times 0,500 = 0,500 \text{ m}$$

$$Z: \quad \kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \kappa_v = 0,000 \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 2,978$$

$$l_w = 1,000 \times 2,978 = 2,978 \text{ m}$$

Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 EI_y}{l_{wy}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 33,4}{0,500^2} \times 10^{-2} = 2769,359 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 EI_z}{l_{wz}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 18,3}{2,978^2} \times 10^{-2} = 42,805 \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EI_{\varpi}}{l_{\varpi}^2} + GI_T \right) = \frac{1}{2,383^2} \times \left(\frac{3,1416^2 \times 210 \times 0,0}{2,978^2} \times 10^{-2} + 81 \times 1,35 \times 10^2 \right) = 1931,948 \text{ kN}$$

$$N_{cr,TF} = \frac{N_{cr,y} + N_{cr,T} - \sqrt{(N_{cr,y} + N_{cr,T})^2 - 4 N_{cr,y} N_{cr,T} (1 - \mu y_s^2 / i_s^2)}}{2(1 - \mu y_s^2 / i_s^2)} =$$

$$\frac{2769,359 + 1931,948 - \sqrt{(2769,359 + 1931,948)^2 - 4 \times 2769,359 \times 1931,948 \times (1 - 1,000 \times 0,0^2 / 2,383^2)}}{2 \times (1 - 1,000 \times 0,0^2 / 2,383^2)} =$$

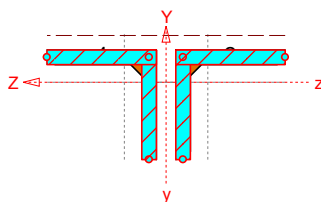
$$1931,948 \text{ kN}$$

Stan graniczny nośności.

$x_a = 2,978$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: A+1,35·B+1,5·C

Przyjęto następujące współczynniki częściowe γ_M :

$$\gamma_{M0} = 1; \gamma_{M1} = 1; \gamma_{M2} = 1,1.$$



Klasa przekroju:

$$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y} = \sqrt{235 / 235} = 1,000$$

Nr:	c [mm]	t [mm]	α	ψ	k_σ	(c/t) ₁	(c/t) ₂	(c/t) ₃	c/t	Klasa
1	45,0	6,0	1,000	1,000	0,431	9,000	10,000	13,792	7,500	1
2	45,0	6,0	1,000	1,000	0,431	9,000	10,000	13,792	7,500	1
3	45,0	6,0	1,000	1,000	0,431	9,000	10,000	13,792	7,500	1
4	45,0	6,0	1,000	1,000	0,431	9,000	10,000	13,792	7,500	1

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

Nośność na ściskanie:

$x_a = 2,978$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: A+1,35·B+1,5·C

Klasa przekroju **1**.

Siła osiowa:

$$N_{Ed} = -14,198 \text{ kN}$$

Pole powierzchni przekroju: $A = 10,18 \text{ cm}^2$
Pole powierzchni przekroju efektywnego: $A_{\text{eff}} = 10,18 \text{ cm}^2$
Przesunięcie środka ciężkości: $e_{Ny} = 0,00$; $e_{Nz} = 0,00 \text{ cm}$.

$$N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{10,18 \times 235}{1} \times 10^{-1} = 239,23 \text{ kN} \quad (6.10)$$

Warunek nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{14,198}{239,23} = \mathbf{0,059} < \mathbf{1} \quad (6.9)$$

Stateczność elementu ściskanego:

Wyboczenie dla osi Y (krzywa "d")	Wyboczenie dla osi Z (krzywa "d")	Wyboczenie skrętne (krzywa "d")
$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{\text{eff}} f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{10,18 \times 235}{2769,359 \times 10}} = 0,294$ $\Phi = 0,5 \left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right] =$ $0,5 \times [1 + 0,76 \times (0,294 - 0,2) + 0,294^2] = 0,579$ $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{0,579 + \sqrt{0,579^2 - 0,294^2}} =$ $0,928$	$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{\text{eff}} f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{10,18 \times 235}{42,805 \times 10}} = 2,364$ $\Phi = 0,5 \left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right] =$ $0,5 \times [1 + 0,76 \times (2,364 - 0,2) + 2,364^2] = 4,117$ $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{4,117 + \sqrt{4,117^2 - 2,364^2}} =$ $0,134$	$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{\text{eff}} f_y}{N_{cr,T}}} = \sqrt{\frac{10,18 \times 235}{1931,948 \times 10}} = 0,352$ $\Phi = 0,5 \left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right] =$ $0,5 \times [1 + 0,76 \times (0,352 - 0,2) + 0,352^2] = 0,620$ $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{0,620 + \sqrt{0,620^2 - 0,352^2}} =$ $0,885$
przyjęto $\chi = 0,928 \leq 1$	Przyjęto $\chi = 0,134 \leq 1$	przyjęto $\chi = 0,885 \leq 1$

Przyjęto najmniejszą wartość współczynnika $\chi = 0,134$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,134 \times 10,18 \times 235}{1} \times 10^{-1} = 31,952 \text{ kN} \quad (6.47)$$

Warunek stateczności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{14,198}{31,952} = \mathbf{0,444} < \mathbf{1} \quad (6.46)$$

Nośność pręta złożonego:

$x_a = 2,978$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $A+1,35 \cdot B+1,5 \cdot C$

Sztynność pręta:

- dla osi Y

$$S_v = \frac{24 EI_{ch}}{a^2 [1 + 2 I_{ch} h_0 / n I_{ba}]} = \frac{24 \times 210 \times 9,16}{99,28^2 \times [1 + 2 \times 9,16 \times 3,44 / (1 \times 10,42 \times 99,28)]} \times 10^2 = 441,497 \text{ kN}$$

$$\text{Przyjęto } S_v = 385,245 \leq 385,245 = 2 \times \pi^2 \times 210 \times 9,2 / 99,28^2 \times 10^2 = 2 \pi^2 EI_{ch} / a^2$$

Siły wewnętrzne dla $e_0 = L/500$:

$$M_{Ed} = \frac{N_{Ed} e_0 + M_{Ed}^I}{1 - N_{Ed} / N_{cr} - N_{Ed} / S_v} = \frac{14,198 \times 0,0060 + 0,000}{1 - 14,198 / 2769,359 - 14,198 / 385,245} = 0,088 \text{ kNm}$$

$$N_{ch,Ed,max} = \frac{N_{Ed}}{n} + \frac{M_{Ed} h_0 A_{ch}}{2 I_{eff} m} = \frac{-14,198}{2} + \frac{0,088 \times 3,44 \times 5,09}{2 \times 33,40 \times 1} \times 10^2 = -4,785 \text{ kN}$$

$$N_{ch,Ed,min} = \frac{N_{Ed}}{n} - \frac{M_{Ed} h_0 A_{ch}}{2 I_{eff} m} = \frac{-14,198}{2} - \frac{0,088 \times 3,44 \times 5,09}{2 \times 33,40 \times 1} \times 10^2 = -9,413 \text{ kN}$$

Siły poprzeczne:

$$V_{z,Ed} = 0,093 \geq 0,093 = \pi \times 0,088 / 2,978 = \pi M_{Ed} / L$$

Momenty zginające gałęzi:

$$M_{ch,y,Ed} = V_{z,Ed} a / 2 / 2 = 0,093 \times 99,28 \times 10^{-2} / 2 / 2 = 0,023 \text{ kNm}$$

$$M_{ch,z,Ed} = M_{z,Ed} / n = 0 / 2 = 0 \text{ kNm}$$

Nośność gałęzi:

- nośność plastyczna

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{5,09 \times 235}{1} \times 10^{-1} = 119,615 \text{ kN} \quad (6.6)$$

- nośność graniczna

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 A_{net} f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \times 5,09 \times 360}{1,1} \times 10^{-1} = 149,924 \text{ kN} \quad (6.7)$$

Nośność na rozciąganie:

$$N_{t,Rd} = N_{pl,Rd} = 119,615 \text{ kN}$$

Warunek nośności (6.5):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{9,413}{119,615} = \mathbf{0,079} < \mathbf{1} \quad (6.5)$$

Zredukowana nośność na zginanie:

$$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 9,413 / 119,615 = 0,079;$$

Dla dowolnego przekroju przyjęto:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} (1 - n) = 1,761 \times (1 - 0,079) = 1,622 \text{ kNm}$$

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} (1 - n) = 0,909 \times (1 - 0,079) = 0,837 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta = \left[\frac{0,016}{1,622} \right]^1 + \left[\frac{0,016}{0,837} \right]^1 = \mathbf{0,030} < \mathbf{1} \quad (6.41)$$

Ostrożne przybliżenie nośności (nie jest warunkiem decydującym):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{9,413}{119,615} + \frac{0,016}{1,761} + \frac{0,016}{0,909} = \mathbf{0,106} < \mathbf{1} \quad (6.2)$$

Stateczność gałęzi:

Wyboczenie dla osi Y (krzywa "b")	Wyboczenie dla osi Z (krzywa "b")	Wyboczenie giętno-skrętne (krzywa "b")
$N_{cr,y} = \pi^2 EI_y / l^2 = \pi^2 \times 210 \times 14,50 / 99,28^2 \times 10^2 = 304,915$ $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{5,09 \times 235}{304,915 \times 10}} = 0,626$ $\Phi = 0,5 \left[1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right] = 0,5 \times [1 + 0,34 \times (0,626 - 0,2) + 0,626^2] = 0,769$ $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{0,769 + \sqrt{0,769^2 - 0,626^2}} = 0,824$	$N_{cr,z} = \pi^2 EI_z / l^2 = \pi^2 \times 210 \times 3,82 / 99,28^2 \times 10^2 = 80,329$ $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{5,09 \times 235}{80,329 \times 10}} = 1,220$ $\Phi = 0,5 \left[1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right] = 0,5 \times [1 + 0,34 \times (1,220 - 0,2) + 1,220^2] = 1,418$ $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{1,418 + \sqrt{1,418^2 - 1,220^2}} = 0,467$	$N_{cr,TF} = 265,517$ $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} f_y}{N_{cr,TF}}} = \sqrt{\frac{5,09 \times 235}{265,517 \times 10}} = 0,671$ $\Phi = 0,5 \left[1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right] = 0,5 \times [1 + 0,34 \times (0,671 - 0,2) + 0,671^2] = 0,805$ $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{0,805 + \sqrt{0,805^2 - 0,671^2}} = 0,800$

przyjęto $\chi = 0,824 \leq 1$	przyjęto $\chi = 0,467 \leq 1$	przyjęto $\chi = 0,800 \leq 1$
--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

Przyjęto najmniejszą wartość współczynnika $\chi = 0,467$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A_{eff} f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,467 \times 5,09 \times 235}{1} \times 10^{-1} = 55,890 \text{ kN} \quad (6.48)$$

Warunek stateczności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{9,413}{55,89} = \mathbf{0,168} < 1 \quad (6.46)$$

Współczynniki interakcji według metody 2:

$C_{my} = 0,9$ - przechyłowa postaci wyboczenia.

$C_{mz} = 0,9$ - przechyłowa postaci wyboczenia.

$$k_{yy} = C_{my} \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) = 0,900 \times \left(1 + (0,626 - 0,2) \times \frac{9,413}{0,824 \times 119,615/1} \right) = 0,937$$

$$\text{przyjęto } k_{yy} = \mathbf{0,937} \leq 0,969 = 0,900 \times \left(1 + 0,8 \times \frac{9,413}{0,824 \times 119,615/1} \right) = C_{my} \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$$

$$k_{zz} = C_{mz} \left(1 + (2\bar{\lambda}_z - 0,6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) = 0,900 \times \left(1 + (2 \times 1,220 - 0,6) \times \frac{9,413}{0,467 \times 119,615/1} \right) = 1,179$$

$$\text{przyjęto } k_{zz} = \mathbf{1,112} \leq 1,112 = 0,900 \times \left(1 + 1,4 \times \frac{9,413}{0,467 \times 119,615/1} \right) = C_{mz} \left(1 + 1,4 \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$$

$$k_{yz} = 0,6 \quad k_{zy} = 0,6 \times 1,112 = 0,667$$

$k_{zy} = 0$ - zginanie jednokierunkowe.

Warunki nośności dla gałęzi ściskanej i zginanej:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = \frac{9,413}{0,824 \times 119,615/1} +$$

$$0,937 \times \frac{0,016+0}{1,000 \times 1,761/1} + 0,667 \times \frac{0,016+0}{0,909/1} = \mathbf{0,116} < 1 \quad (6.61)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = \frac{9,413}{0,467 \times 119,615/1} +$$

$$0,000 \times \frac{0,016+0}{1,000 \times 1,761/1} + 1,112 \times \frac{0,016+0}{0,909/1} = \mathbf{0,188} < 1 \quad (6.62)$$

Nośność przewiązek w kierunku osi Z:

Siły działające na przewiązkę:

$$V_{Ed} = V_{z,Ed} a / (h_0 n) = 0,093 \times 99,28 / (3,44 \times 1) = 2,687 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = V_{z,Ed} a / (2 n) = 0,093 \times 99,28 \times 10^{-2} / 2 / 1 = 0,046 \text{ kNm}$$

Zwichrzenie dla wspornika:

$$M_{cr} = \frac{4,013}{6} \frac{h g^3}{1} \sqrt{EG} = \frac{4,013 \times 5,0 \times 1,0^3}{6 \times 1,72} \times \sqrt{210 \times 81} = 253,578 \text{ kNm}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{4,17 \times 235}{253,578 \times 10^3}} = 0,0621$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] = 0,5 \times [1 + 0,76 \times (0,0621 - 0,2) + 0,0621^2] = 0,450$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{0,450 + \sqrt{0,450^2 - 0,0621^2}} = 1,118; \quad \text{przyjęto } \chi_{LT} = 1,000 \leq 1$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 1,000 \times 4,17 \times \frac{235}{1} \times 10^{-3} = 0,979 \text{ kNm} \quad (6.55)$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{0,046}{0,979} = \mathbf{0,047 < 1} \quad (6.54)$$

Warunek nośności:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{5,00 \times 235 / 1,732}{1} \times 10^{-1} = 67,839 \text{ kN}$$

$$\text{Dla } V_{Ed} = 2,687 \leq 0,5 V_{pl,Rd} \quad \text{przyjęto } \rho = 0,000 \leq 1$$

$$M_{v,Rd} = \frac{W_{el} f_y (1 - \rho)}{\gamma_{M0}} = \frac{4,17 \times 235 \times (1 - 0,000)}{1} \times 10^{-3} = 0,979 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{v,Rd}} = \frac{0,046}{0,979} = \mathbf{0,047 < 1}$$

Przyjęto spoiny pachwinowe o grubości $a = 4,0 \text{ mm}$.

$$F_{w,Ed,V} = V_{Ed} / l = 2,687 / 110,0 \times 10^3 = 24,431 \text{ kN/m}$$

$$F_{w,Ed,M} = M_{Ed} a r / J = 0,046 \times 4,0 \times 162,8 / 11921107,1 \times 10^6 = 2,526 \text{ kN/m}$$

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{M2}} a = \frac{360 / \sqrt{3}}{0,8 \times 1,1} \times 4,0 = 944,755 \text{ kN/m} \quad (4.3 \text{ i } 4.4 \text{ EN } 1993-1-8)$$

$$F_{w,Ed} = \mathbf{26,929 < 944,755 = F_{w,Rd}} \quad (4.2 \text{ EN } 1993-1-8)$$

Stan graniczny użyteczności:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: A+B+C Kombinacja charakterystyczna

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 42,515 \text{ mm}; \quad L / a = 2978,3 / 42,515 = 70,1$$

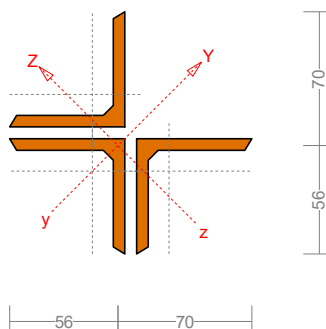
WYMIAROWANIE PRĘTA NR 22 I 21 WYMAGAJĄCEGO WZMOCNIENIA.

Pręt nr 22 i 21

Wyniki wymiarowania stali wg PN-EN 1993 (Stal1993_2d v. 1.60 licencja nr 7152)

Zadanie: Krata Sośnie 3

Przekrój: 1 - L 60x60x6



Wymiary przekroju:

$h=60,0$ $s=60,0$ $g=6,0$ $r=8,0$ $e_y=16,9$ $e_z=16,9$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$I_{yg}=165,6$ $I_{zg}=118,7$ $A=20,73$ $i_y=2,8$ $i_z=2,4$.

Materiał: **S 235**. Granica plastyczności $f_y=235$ MPa oraz wytrzymałość na rozciąganie $f_u = 360$ dla $g=6,0$.

Obciążenia prostopadłe:

Obciążenia działające prostopadle do płaszczyzny układu:

- obciążenie rozłożone $q = 0$ kN/m,
- momenty przywęzłowe $M_a = 0$, $M_b = 0$ kNm,
- moment skręcający $T = 0$ kNm.

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla tych obciążeń wynosi $\gamma_f = 1$.

Długości wyboczeniowe pręta:

Przęsło Yc

Przyjęto:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 2,690$$

$$l_w = 1,000 \times 2,690 = 2,690 \text{ m}$$

Przęsło Zc

Przyjęto następujące podatności węzłów:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 0,500$$

$$l_w = 1,000 \times 0,500 = 0,500 \text{ m}$$

Przęsło ω

Długości wyboczeniowe dla osi głównych:

$$Y: \quad \kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \kappa_v = 0,000 \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 1,595$$

$$l_w = 1,000 \times 1,595 = 1,595 \text{ m}$$

$$Z: \quad \kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \kappa_v = 0,000 \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 1,595$$

$$l_w = 1,000 \times 1,595 = 1,595 \text{ m}$$

Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 EI_y}{l_{wy}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 165,6}{1,595^2} \times 10^{-2} = 1348,87 \text{ kN}$$

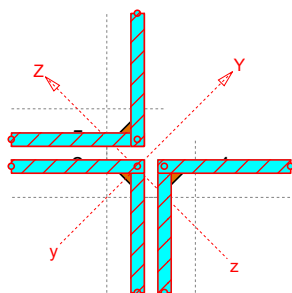
$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 EI_z}{l_{wz}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 118,7}{1,595^2} \times 10^{-2} = 966,707 \text{ kN}$$

Stan graniczny nośności.

$x_a = 2,690$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: A+1,35·B+1,5·C

Przyjęto następujące współczynniki częściowe γ_M :

$$\gamma_{M0} = 1; \gamma_{M1} = 1; \gamma_{M2} = 1,1.$$



Klasa przekroju:

$$\varepsilon = \sqrt{235/f_y} = \sqrt{235/235} = 1,000$$

Nr:	c [mm]	t [mm]	α	ψ	k_σ	(c/t) ₁	(c/t) ₂	(c/t) ₃	c/t	Klasa
1	60,0	6,0	1,000	1,000	0,431	9,000	10,000	13,792	10,000	2
2	60,0	6,0	1,000	1,000	0,431	9,000	10,000	13,792	10,000	2
3	60,0	6,0	1,000	1,000	0,431	9,000	10,000	13,792	10,000	2
4	60,0	6,0	1,000	1,000	0,431	9,000	10,000	13,792	10,000	2
5	60,0	6,0	1,000	1,000	0,431	9,000	10,000	13,792	10,000	2
6	60,0	6,0	1,000	1,000	0,431	9,000	10,000	13,792	10,000	2

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **2**.

Nośność na ściskanie:

$x_a = 2,690$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: A+1,35·B+1,5·C

Klasa przekroju **2**.

Siła osiowa:

$$N_{Ed} = -97,232 \text{ kN}$$

Pole powierzchni przekroju:

$$A = 20,73 \text{ cm}^2$$

Pole powierzchni przekroju efektywnego:

$$A_{eff} = 20,73 \text{ cm}^2$$

Przesunięcie środka ciężkości:

$$e_{Ny} = 0,00; \quad e_{Nz} = 0,00 \text{ cm.}$$

$$N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{20,73 \times 235}{1} \times 10^{-1} = 487,155 \text{ kN} \quad (6.10)$$

Warunek nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{97,232}{487,155} = \mathbf{0,200} < \mathbf{1} \quad (6.9)$$

Stateczność elementu ściskanego:

Wyboczenie dla osi Y (krzywa "d")	Wyboczenie dla osi Z (krzywa "d")	Wyboczenie skrętne (krzywa "d")
$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{20,73 \times 235}{1348,87 \times 10}} = 0,601$ $\Phi = 0,5 \left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right] =$ $0,5 \times [1 + 0,76 \times (0,601 - 0,2) + 0,601^2] = 0,833$ $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{0,833 + \sqrt{0,833^2 - 0,601^2}} =$ $0,709$	$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{20,73 \times 235}{966,707 \times 10}} = 0,710$ $\Phi = 0,5 \left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right] =$ $0,5 \times [1 + 0,76 \times (0,710 - 0,2) + 0,710^2] = 0,946$ $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{0,946 + \sqrt{0,946^2 - 0,710^2}} =$ $0,637$	$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} f_y}{N_{cr,T}}} = \sqrt{\frac{20,73 \times 235}{INF \times 10}} = 0,000$ $\Phi = 0,5 \left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right] =$ $0,5 \times [1 + 0,76 \times (0,000 - 0,2) + 0,000^2] = 0,424$ $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{0,424 + \sqrt{0,424^2 - 0,000^2}} =$ $1,179$

przyjęto $\chi = 0,709 \leq 1$	Przyjęto $\chi = 0,637 \leq 1$	przyjęto $\chi = 1,000 \leq 1$
--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

Przyjęto najmniejszą wartość współczynnika $\chi = 0,637$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,637 \times 20,73 \times 235}{1} \times 10^{-1} = 310,174 \text{ kN} \quad (6.47)$$

Warunek stateczności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{97,232}{310,174} = \mathbf{0,313} < \mathbf{1} \quad (6.46)$$

Stan graniczny użytkowości:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: A+B+C Kombinacja charakterystyczna

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 19,949 \text{ mm}; \quad L / a = 2689,9 / 19,949 = 134,8$$

8 UWAGI I WNIOSKI KOŃCOWE – KRATOWNICE STALOWE

Analiza budowlano-konstrukcyjna:

Przeprowadzone badania na obiekcie, analiza i obliczenia statyczno-wytrzymałościowe i oceny uzyskanych wyników upoważniają do sformułowania poniższych uwag i wniosków końcowych:

- stan ogólny budynku można określić jako zróżnicowany
- stan techniczny konstrukcji ścian murowanych zewnętrznych i wewnętrznych można ocenić na większości powierzchni jako dobry, zarówno w ocenie ogólnej jak i w ocenie bezpieczeństwa konstrukcji. W izolacji ścian zewnętrznych zauważono odpadający tynk i siatkę oraz zacieki na tynku w miejscach kominów wentylacyjnych.
- pokrycie dachu wykonane z płyty warstwowej w stanie technicznym dobrym
- obróbki blacharskie attyk w stanie zadowalającym, obróbki blacharskie w miejscach połączenia budynków z łącznikiem do wymiany
- na podstawie przeprowadzonej analizy dla przyjętych obciążeń stałych, zmiennych i klimatycznych stwierdzono, że płatwie dachowe wykonane z profilu C120 spełniają warunki nośności i użyteczności,
- na podstawie przeprowadzonej analizy, dla przyjętych obciążeń, stwierdzono przekroczenie nośności następujących elementów składowych głównych wiązarów kalenicowych:
 - Krzyżulec nr 25 wykonany z profili walcowanych L45x45x6 wykorzystanie nośności 160%
 - Krzyżulec nr 18 wykonany z profili walcowanych L45x45x6 wykorzystanie nośności 110%
 - Krzyżulec nr 22 wykonany z profili walcowanych 2L60x60x6 wykorzystanie nośności 107%
 - Krzyżulec nr 21 wykonany z profili walcowanych 2L60x60x6 wykorzystanie nośności 104%

W związku przekroczeniem normowych warunków nośności, co wykazano w punkcie 4 niniejszego opracowania, konieczne jest wzmocnienie konstrukcji poprzez dołożenie i przyspawanie dodatkowych przekrojów elementów wykazujących przekroczenie nośności.

Podsumowując powyższe wnioski można stwierdzić, że obiekt wykazuje zróżnicowany stan techniczny.

Najbardziej niepokojące z punktu widzenia bezpieczeństwa użytkowania są przekroczenia normowych warunków nośności przez elementy konstrukcji stalowej obiektu. Do wykazanych obliczeniowo stanów awaryjnych nie doszło m.in. dlatego, że obecnie, w strefie klimatycznej gdzie zlokalizowany jest przedmiotowy obiekt, nie występują znaczące grubości pokrywy śnieżnej. Niemniej jednak, wg opinii autora niniejszego opracowania, należy niezwłocznie przystąpić do wzmocnienia istniejącej konstrukcji w obszarze wskazanym w punkcie 5. Wzmocnienia należy wykonać w oparciu o projekt konstrukcyjny, wykonany przez osoby uprawnione, który nie jest częścią składową niniejszego opracowania.

8.1 OPIS IZOLACJI CIEPLNYCH KONSTRUKCJI MUROWYCH

Ściany nadziemne zewnętrzne sali gimnastycznej zaprojektowano jako konstrukcję szkieletową żelbetową z wypełnieniem pól między żelbetem za pomocą bloczków gazobetonowych. Mury fundamentowe z bloczka betonowego gr. 38cm ocieplone styropianem grubości 8 cm metodą ESTICS (dawniej BSO). Ściany zewnętrzne gr. 36cm z bloczka gazobetonowego ocieplone styropianem gr. 12cm. Jako warstwę izolacyjną zastosowano biały styropian w płytach klejony zaprawą klejową do murów, od zewnątrz styropian pokryty zaprawą klejową z wtopioną siatką wraz z lekkim tynkiem cienkowarstwowym typu „kornik” 1,5 mm. Tynk mineralny, akrylowy, lub mieszany, barwiony w masie. Generalnie stan samej izolacji jest dość dobry, natomiast są miejsca, gdzie głównie wskutek zawilgocenia doszło do wypłukania zaprawy klejowej pod tynkiem wraz z warstwą tynku zewnętrznego. Są widoczne również lokalne wyrzuszenia izolacji wskutek odklejenia się styropianu od muru, przy czym styropian nie odpadł ponieważ we właściwej pozycji utrzymuje go siatka i tynk. Badania kamerą termowizyjną nie wykazały większych wad obserwowanych jako większy przepływ ciepła co skutkuje podniesieniem temperatury na zewnętrznej powierzchni tynku. Prawdopodobnie stosowano kotwienie za pomocą kołków do styropianu, aczkolwiek badania kamerą nie wykazują punktowych mostków termicznych.

8.2 PROPOZYCJA NAPRAWY IZOLACJI ZEWNĘTRZNEJ NA ŚCIANACH.

Przeanalizowano trzy warianty naprawy:

1/ Wymiana całej izolacji ze styropianu na nową – nie wskazana ze względu na znaczny koszt utylizacji styropianu. Współczynnik przenikania dla ścian nie będzie spełniał obecnych norm.

2/ Wymiana uszkodzonych fragmentów izolacji na nową – wystąpi konieczność otynkowania lub pomalowania całej elewacji ponieważ będą się odróżniały fragmenty naprawiane. Współczynnik przenikania dla ścian nie będzie spełniał obecnych norm.

3/ Pogrubienie izolacji dodatkową warstwą styropianu (lub wełny mineralnej w pasach ochrony pożarowej) co umożliwi zarówno wykonanie prawidłowej, jednolitej warstwy tynku jak i będzie spełniać aktualną normę współczynnika przenikania. Należy zastosować kołkowanie całej izolacji kołkami z ukrytymi talerzykami – proponowana warstwa dodatkowej izolacji to 8 cm.

Rekomenduje się wariant 3 ponieważ mimo najwyższych kosztów prowadzi do spełnienia obecnych norm zatem umożliwia optymalną redukcję zużycia energii oraz umożliwi uzyskanie najlepszego efektu estetycznego.

ZESPÓŁ PROJEKTOWY:

funkcja: Projektant Konstrukcja	projektant: mgr inż. Andrzej Cempel	nr uprawnień: spec. konstrukcyjna BN 10.9/24/83	podpis: Uprawnienia do projektowania w ograniczonym zakresie i kierowania robotami bez ograniczeń w zakresie konstrukcyjno-budowlanym
---	---	---	---