

Spis treści :

Strona tytułowa	str.1
Spis treści	str.2
I. DANE FORMALNO - PRAWNE	str.3
1.1. ZLECENIODAWCA.	
1.2. PODSTAWA PRAWNA OPINII.	
1.3. PRZEDMIOT I CEL OPINII.	
1.4. ŹRÓDŁA INFORMACJI.	
II. OPIS PRZEDMIOTU OPINII.	str.3
2.1. OPIS OGÓLNY	
III. OCENA STANU TECHNICZNEGO	str.4
IV. SPRAWDZENIE NOŚNOŚCI	str.4
V. ORZECZENIE.	str.6
VI. UWAGI KOŃCOWE	str. 6
Zaświadczenie i uprawnienia projektanta.	str.7-9
Załącznik – obliczenia statyczno wytrzymałościowe	str. 10-26

I. DANE FORMALNO - PRAWNE

1.1. ZLECENIODAWCA.

Opinię sporządzono na zlecenie USTM Sp. z o. o.

1.2. PODSTAWA PRAWNA OPINII.

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. nr 89 poz. 414 z późniejszymi zmianami).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami)

1.3. PRZEDMIOT I CEL OPINII.

Przedmiotem opinii jest konstrukcja dachu budynku. Celem opinii jest ocena stanu technicznego konstrukcji dachu, pod względem możliwości montażu na dachu budynku ogniw fotowoltaicznych.

1.4. ŹRÓDŁA INFORMACJI.

Przy sporządzaniu opinii wykorzystano:

- Informacje uzyskane podczas wizji lokalnej
- dane o wielkości obciążeń od systemu montażowego paneli fotowoltaicznych. (wg. wytycznych obciążenie charakterystyczne rozłożone 0,2kN/m²)

II. OPIS PRZEDMIOTU OPINII.

OPIS OGÓLNY.

Konstrukcja dachu budynku jest zróżnicowana. Część paneli przewiduje się oprzeć na dachu z płyt korytkowych opartych na belkach stalowych z dwuteownika ażurowego. Rozstaw belek stalowych ok. 3m. Drugą część dachu stalowi konstrukcja drewniana z krokwi opartych na płatwiach drewnianych. Rozstaw krokwi ok. 90cm.

III. OCENA STANU TECHNICZNEGO.

Ogólny stan techniczny konstrukcji dachu budynku jest dobry. Brak oznak utraty nośności.

IV. SPRAWDZENIE NOŚNOŚCI.

IV.A DACH O KONSTRUKCJI DREWNIANEJ

Zestawienie obciążeń

obciążenia stałe dachu o konstrukcji drewnianej

Charakterystyczna wartość obciążenia:

$$Q_k = 0,15 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowe wartości obciążenia:

$$Q_{o1} = 0,18 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,20,$$

$$Q_{o2} = 0,14 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Składniki obciążenia:

blacha trapezowa

$$Q_k = 0,150 \text{ kN/m}^2 = 0,15 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,18 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,20,$$

$$Q_{o2} = 0,14 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

obciążenia fotowoltaika

Charakterystyczna wartość obciążenia:

$$Q_k = 0,20 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowe wartości obciążenia:

$$Q_{o1} = 0,24 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,20,$$

$$Q_{o2} = 0,18 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Składniki obciążenia:

fotowoltaika

$$Q_k = 0,200 \text{ kN/m}^2 = 0,20 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,24 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,20,$$

$$Q_{o2} = 0,18 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Śnieg

Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu $q_k = 0,90 \text{ kN/m}^2$ przyjęto zgodnie ze zmianą do normy Az1, jak dla strefy II.

Współczynnik kształtu $C = 0,80$ jak dla dachu jednospadowego.

Charakterystyczna wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_k = 0,9 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 = 0,72 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_o = 1,08 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

Obliczenia statyczne:

Obliczenia wykonano w programie rm-win, rm-drewno. Stopnie wyłączenia głównych elementów konstrukcji wynoszą:

krokiew – 0,42

platew – 0,92

obliczenia przedstawiono w załączniku do opinii.

IV.B DACH Z PŁYT KORYTKOWYCH

Zestawienie obciążeń

obciążenia fotowoltaika

Charakterystyczna wartość obciążenia:

$$Q_k = 0,20 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowe wartości obciążenia:

$$Q_{o1} = 0,24 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,20,$$

$$Q_{o2} = 0,18 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Składniki obciążenia:

fotowoltaika

$$Q_k = 0,200 \text{ kN/m}^2 = 0,20 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,24 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,20,$$

$$Q_{o2} = 0,18 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

obciążenie stałe dachu na belce stalowej

Charakterystyczna wartość obciążenia:

$$Q_k = 1,15 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowe wartości obciążenia:

$$Q_{o1} = 1,28 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,11,$$

$$Q_{o2} = 1,04 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Składniki obciążenia:

papa na podłożu betonowym

$$Q_k = 0,150 \text{ kN/m}^2 = 0,15 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,18 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,20,$$

$$Q_{o2} = 0,14 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

płyty panwiowe

$$Q_k = 1,0 \text{ kN/m}^2 = 1,00 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 1,10 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,10,$$

$$Q_{o2} = 0,90 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Śnieg

Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu $q_k = 0,90 \text{ kN/m}^2$ przyjęto zgodnie ze zmianą do normy Az1, jak dla strefy II.

Współczynnik kształtu $C = 0,80$ jak dla dachu jednospadowego.

Charakterystyczna wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_k = 0,9 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 = 0,72 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_o = 1,08 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

Obliczenia statyczne:

Obliczenia wykonano w programie rm-win, rm-stal. Stopnie wyłączenia głównych elementów konstrukcji wynoszą:

Belka stalowa ażurowa– 0,92

obliczenia przedstawiono w załączniku do opinii.

V. ORZECZENIE.

Na podstawie szczegółowych oględzin, przeprowadzonych badań makroskopowych i dokonanej oceny stanu technicznego stwierdza się że:

- stan techniczny konstrukcji budynku jest dobry.
 - nie stwierdzono nadmiernych ugięć oraz rys wynikających z niewłaściwej pracy i przeciążenia dachu
- Po przeprowadzeniu analizy wybranych elementów konstrukcyjnych budynku na które działać będą dodatkowe obciążenia wynikające ze stanu projektowego, stwierdza się że:

- dopuszczalna nośność elementów konstrukcyjnych dachu nie zostanie przekroczona a więc montaż paneli fotowoltaicznych jest możliwy.

VI. UWAGI KOŃCOWE

Podczas wykonywania prac należy ściśle stosować się do zaleceń i wymagań producenta elementów pod konstrukcji oraz instrukcji dla zastosowanego systemu montażu paneli fotowoltaicznych.

Wszystkie zastosowane materiały budowlane muszą posiadać wymagane przepisami deklaracje zgodności.

Prace budowlane należy wykonywać zgodnie z dokumentacją techniczną i sztuką budowlaną oraz obowiązującymi normami i wymaganiami technicznymi.

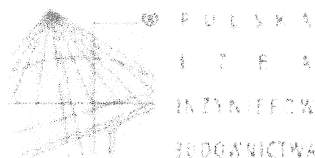
Nie dopuszcza się gromadzenia materiałów na dachu budynku. Należy je dostarczać systematycznie w miejsca ich montażu.

Roboty prowadzić pod nadzorem osób uprawnionych

Poszczególne etapy robót podlegają odbiorom technicznym,

Pracownicy muszą posiadać badania do pracy na wysokościach,

mgr inż. Mariusz Felczak
Upr. do projekt. i ogólnych
w spec. konstrukcji no-budowlanej
Nr ewid. LOD/049/POOK/06



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym

ŁOD-JC1-N88-VTC *

Pan Mariusz FELIŃCZAK o numerze ewidencyjnym ŁOD/BO/7585/06

adres zamieszkania ul. Kolejowa 54 m. 56, 97-200 Tomaszów Maz.

jest członkiem Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2022-09-01 do 2023-08-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-08-23 roku przez:

Piotr Parkitny, Zastępca Przewodniczącego Rady Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78 § 1.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.pib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

**Lódzka Okręgowa
Izba Inżynierów Budownictwa**
91-426 Łódź, ul. Północna 39
t+1 (0-42) 602-87-39, fax (0-42) 626-56-30
NIP 725-18-49-050, REGON 473043680

Łódź, dnia 28 czerwca 2006 r.

Lódzka Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa
Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna

sygn. akt: KK/D/7131/491/06

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 Ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (*Dz. U. z 2001 r. nr 5 poz. 42, z późn. zm.*) i art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5, art. 13 ust. 1 pkt 1 i ust. 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 i ust. 3 pkt 1 Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (*tekst jednolity Dz. U. z 2003 r. nr 207 poz. 2016 z późn. zm.*) oraz § 12 pkt 1 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2005 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (*Dz. U. z 2005 r. nr 96 poz. 817*), w związku z § 28 ust. 1 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (*Dz. U. z 2006 r. nr 83 poz. 578*), oraz art. 104 Ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (*tekst jednolity Dz. U. z 2000 r. nr 98 poz. 1071 z późn. zm.*).

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna n a d a j e

Panu Mariuszowi Felińczakowi

magistrowi inżynierowi
kierunek budownictwo

urodzonemu dnia 30 kwietnia 1976 r. w Tomaszowie Mazowieckim

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny LOD/0491/POOK/06

do projektowania bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
szczegółowy zakres uprawnień jest określony na odwrocie niniejszej decyzji

UZASADNIENIE

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Łodzi po ustaleniu na podstawie złożonych dokumentów w dniu 14 lutego 2006 r. stwierdziła, że spełnione zostały warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz na podstawie protokołów z postępowania kwalifikacyjnego oraz z przeprowadzonego egzaminu stwierdziła, że Pan Mariusz Felińczak posiada wymagane prawem wykształcenie i praktykę zawodową konieczną do uzyskania uprawnień budowlanych w ww. specjalności i uzyskał pozytywny wynik egzaminu na uprawnienia budowlane.

Mając powyższe na uwadze, Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Łodzi orzekła jak w sentencji

Powrzenie

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Łodzi w terminie 14 dni od daty doręczenia decyzji.

Skład Orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa

Przewodniczący Składu Orzekającego OKK LOIB
mgr inż. Wacław Sawicki

Członek Składu Orzekającego OKK LOIB
mgr inż. Zbigniew Cichonki

Członek Składu Orzekającego OKK LOIB
mgr inż. Jan Gajlówka



Pan Marusz Felińczak jest upoważniony do:

- 1) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego w odniesieniu do konstrukcji obiektu, zgodnie z art. 14 ust. 3 pkt 1 Prawa budowlanego,
- 2) sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, zgodnie z § 3 ust. 1 Rozporządzenia MI,
- 3) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych zgodnie z art. 13 ust. 4 Prawa budowlanego

Skład Orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa

Przewodniczący Składu Orzekającego OKK ŁOIB
mgr inż. Wacław Sawicki

Członek Składu Orzekającego OKK ŁOIB
mgr inż. Zbigniew Cichoński

Członek Składu Orzekającego OKK ŁOIB
mgr inż. Jan Gałązka



Otrzymują:

1. Mariusz Felińczak
ul. Gajowa 25
97-200 Tomaszów Mazowiecki;
2. Rada Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa;
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego;
4. n/a

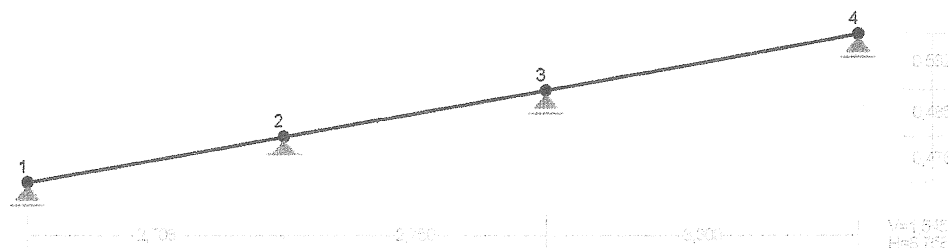
Załącznik 1

Obliczenia statyczno wytrzymałościowe

Poz.1. Obliczenia dachu drewnianego

Poz.1.1 Obliczenia krokwi dachu drewnianego

WEZŁY:

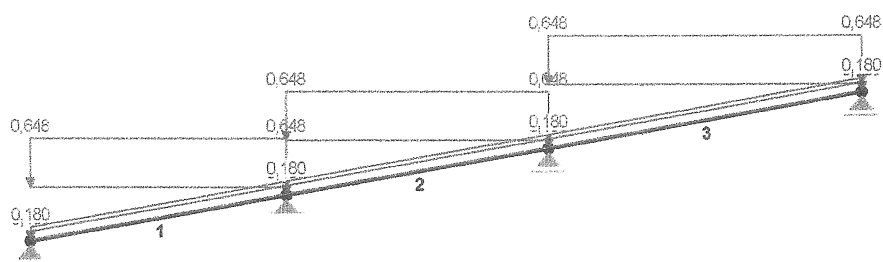


PODPORY:

Podatności

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

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
<hr/>						
Grupa:	A "obciążenia stałe dachu"		Stale		$\gamma_f = 1,20$	
1	Liniowe	0,0	0,135	0,135	0,00	2,75
	0.1.1. obciążenia stałe dach $p=0,150*0,900$					
2	Liniowe	0,0	0,135	0,135	0,00	2,79
	0.1.1. obciążenia stałe dach $p=0,150*0,900$					
3	Liniowe	0,0	0,135	0,135	0,00	3,35
	0.1.1. obciążenia stałe dach $p=0,150*0,900$					
<hr/>						
Grupa:	F "obciążenie fotowoltaika"		Stale		$\gamma_f = 1,20$	
1	Liniowe	0,0	0,180	0,180	0,00	2,75
	0.1.2. obciążenia fotowoltaik $p=0,200*0,900$					
2	Liniowe	0,0	0,180	0,180	0,00	2,79
	0.1.2. obciążenia fotowoltaik $p=0,200*0,900$					
3	Liniowe	0,0	0,180	0,180	0,00	3,35
	0.1.2. obciążenia fotowoltaik $p=0,200*0,900$					
<hr/>						
Grupa:	S "obciążenie śniegiem"		Zmienne		$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	0,648	0,648	0,00	2,75
	0.2.1. Śnie $p=0,720*0,900$					
2	Liniowe-Y	0,0	0,648	0,648	0,00	2,79
	0.2.1. Śnie $p=0,720*0,900$					
3	Liniowe-Y	0,0	0,648	0,648	0,00	3,35
	0.2.1. Śnie $p=0,720*0,900$					

=====

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

Teoria I-go rzędu

Kombinatoryka obciążeń

=====

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
<hr/>			
Ciężar wł.			1,10
A - "obciążenia stałe dachu"	Stale		1,20
F - "obciążenie fotowoltaika"	Stale		1,20
S - "obciążenie śniegiem"	Zmienne	1	1,00
<hr/>			

RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

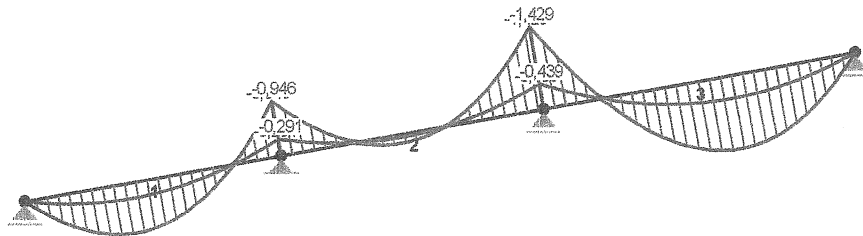
Grupa obc.:	Relacje:
<hr/>	
Ciężar wł.	ZAWSZE
A - "obciążenia stałe dachu"	ZAWSZE
F - "obciążenie fotowoltaika"	ZAWSZE
S - "obciążenie śniegiem"	EWENTUALNIE
<hr/>	

KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

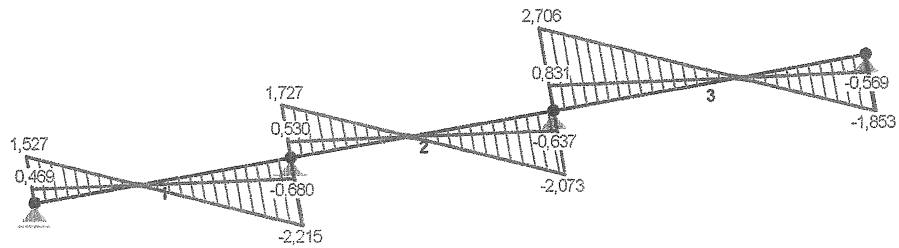
Nr: Specyfikacja:

1 ZAWSZE :
 EWENTUALNIE: A+F+S

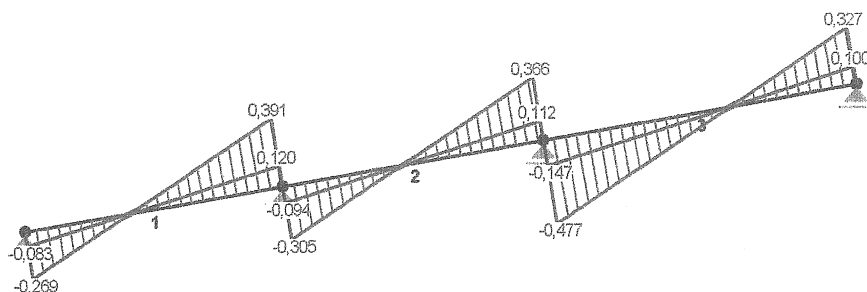
MOMENTY-OBWIEDNIE:



SIŁY-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:



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

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	1,203	0,852*	-0,110	0,019	AFS
	2,750	-0,946*	-2,215	0,391	AFS
	2,750	-0,946	-2,215*	0,391	AFS
	2,750	-0,946	-2,215	0,391*	AFS
	0,000	-0,000	1,527	-0,269*	AFS
2	1,222	0,148*	0,064	-0,011	AFS
	2,792	-1,429*	-2,073	0,366	AFS
	2,792	-1,429	-2,073*	0,366	AFS
	2,792	-1,429	-2,073	0,366*	AFS
	0,000	-0,946	1,727	-0,305*	AFS
3	1,885	1,254*	0,142	-0,025	AFS
	0,000	-1,429*	2,706	-0,477	AFS
	0,000	-1,429	2,706*	-0,477	AFS
	3,351	-0,000	-1,853	0,327*	AFS
	0,000	-1,429	2,706	-0,477*	AFS

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

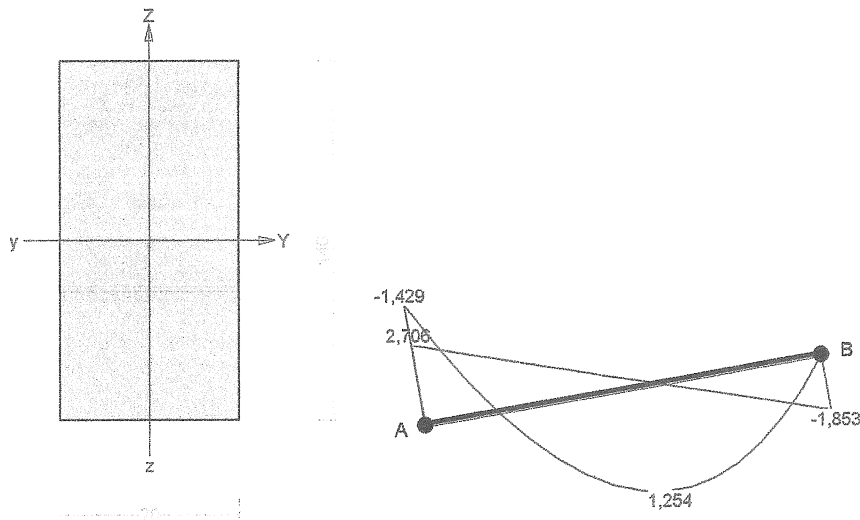
Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	-0,000*	1,550	1,550		AFS
	-0,000*	0,476	0,476		AF
	-0,000	1,550*	1,550		AFS
	-0,000	0,476*	0,476		AF
	-0,000	1,550	1,550*		AFS
2	0,000*	4,002	4,002		AFS
	0,000*	1,229	1,229		AF
	0,000	4,002*	4,002		AFS
	0,000	1,229*	1,229		AF
	0,000	4,002	4,002*		AFS

3	-0,000*	4,853	4,853	AFS
	-0,000*	1,491	1,491	AF
	-0,000	4,853*	4,853	AFS
	-0,000	1,491*	1,491	AF
	-0,000	4,853	4,853*	AFS
4	-0,000*	1,882	1,882	AFS
	-0,000*	0,578	0,578	AF
	-0,000	1,882*	1,882	AFS
	-0,000	0,578*	0,578	AF
	-0,000	1,882	1,882*	AFS

* = Wartości ekstremalne

Pręt nr 3

Zadanie: krokiew



Sprawdzenie nośności pręta nr 3

Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla $x_a=3,35$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „AFS”.

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

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 0,327 / 98,00 \times 10 = 0,03 < 7,62 = f_{t,0,d}$$

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=3,35$ m, przy obciążeniach „AFS”.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 0,477 / 98,00 \times 10 = 0,05 < 6,13 = 0,603 \times 10,15 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=0,00$ m; $x_b=3,35$ m, przy obciążeniach „AFS”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,05}{0,603 \times 10,15} + 0,7 \times \frac{0,00}{12,46} + \frac{6,25}{12,46} = 0,510 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,05}{0,853 \times 10,15} + \frac{0,00}{12,46} + 0,7 \times \frac{6,25}{12,46} = 0,357 < 1$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=3,35$ m, przy obciążeniach „AFS”.

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 1,429 / 228,67 \times 10^3 = 6,25 < 12,46 = 1,000 \times 12,46 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=2,09$ m; $x_b=1,26$ m, przy obciążeniach „AFS”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,00}{7,62} + \frac{5,49}{12,46} + 0,7 \times \frac{0,00}{12,46} = 0,441 < 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,00}{7,62} + 0,7 \times \frac{5,49}{12,46} + \frac{0,00}{12,46} = 0,308 < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=0,00$ m; $x_b=3,35$ m, przy obciążeniach „AFS”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,05^2}{10,15^2} + \frac{6,25}{12,46} + 0,7 \times \frac{0,00}{12,46} = 0,502 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,05^2}{10,15^2} + 0,7 \times \frac{6,25}{12,46} + \frac{0,00}{12,46} = 0,351 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=3,35$ m, przy obciążeniach „AFS”.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,41^2 + 0,00^2} = 0,41 < 1,85 = 1,000 \times 1,85 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=1,88$ m; $x_b=1,47$ m, przy obciążeniach „AFS”.

$$u_{z,fin} = -2,8 + -5,0 = 7,8 < 22,3 = u_{net,fin}$$

Poz.1.2 Obliczenia płatwi dachu drewnianego

PRĘTY:



OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	A	""		Zmienne	$\gamma_f = 1,36$	
1	Skupione	0,0	3,500		0,15	
1	Skupione	0,0	3,500		1,05	
1	Skupione	0,0	3,500		1,95	
1	Skupione	0,0	3,500		2,85	

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

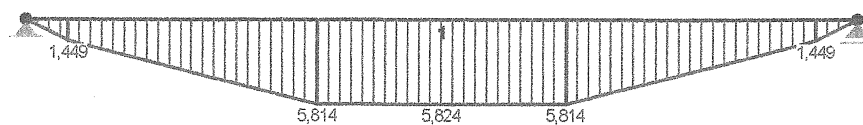
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10

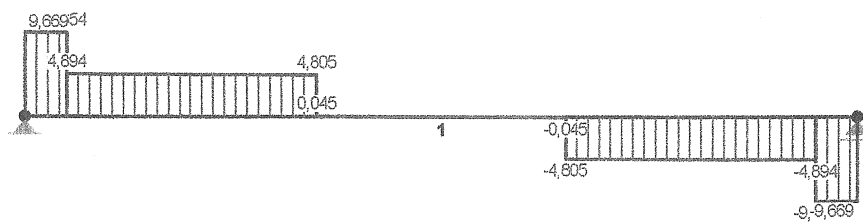
A -""

Zmienne 1 1,00 1,36

MOMENTY:



TNACE:



NORMALNE:



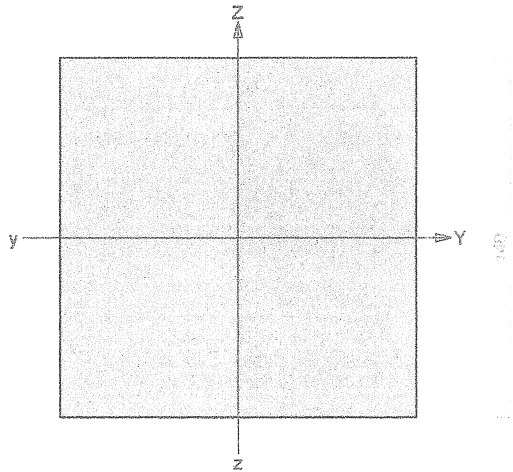
SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,000	9,669	0,000
	0,50	1,486	5,824*	0,001	0,000
	1,00	3,000	-0,000	-9,669	0,000

* = Wartości ekstremalne

Pręt nr 1

Zadanie: platew



Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Nośność na zginanie:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 5,824 / 457,33 \times 10^3 = 12,73 < 13,85 = 1,000 \times 13,85 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=1,50$ m; $x_b=1,50$ m, przy obciążeniach „A”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{12,73}{13,85} + 0,7 \times \frac{0,00}{13,85} = 0,920 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{12,73}{13,85} + \frac{0,00}{13,85} = 0,644 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=2,99$ m; $x_b=0,01$ m, przy obciążeniach „A”.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,74^2 + 0,00^2} = 0,74 < 1,85 = 1,000 \times 1,85 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

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

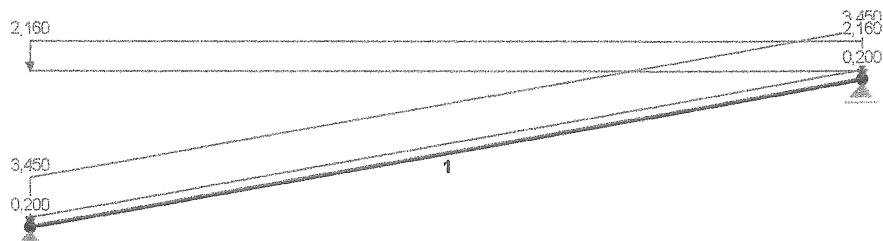
$$u_{z,fin} = -0,4 + -16,9 = 17,3 < 20,0 = u_{net,fin}$$

Poz.2. Obliczenia belki dachu na belkach stalowych

WĘZŁY:



OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A	"			Zmienne	$\gamma_f = 1,15$	
1	Liniowe	0,0	3,450	3,450	0,00	9,29
	0.1.3. obciążenie stałe dachu na belce stalowe $p=1,150 \times 3,000$					
Grupa: F	"			Zmienne	$\gamma_f = 1,20$	
1	Liniowe	0,0	0,200	0,200	0,00	9,29
	0.1.2. obciążenia fotowoltaik $p=0,200 \times 1,000$					
Grupa: S	"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	2,160	2,160	0,00	9,29
	0.2.1. śnieg $p=0,720 \times 3,000$					

=====

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

Teoria I-go rzędu

=====

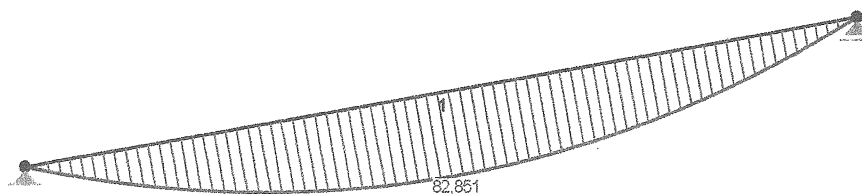
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
A - "obciążenia stałe dachu"	Stale		1,20
F - "obciążenie fotowoltaika"	Stale		1,20
S - "obciążenie śniegiem"	Zmienne	1 1,00	1,50

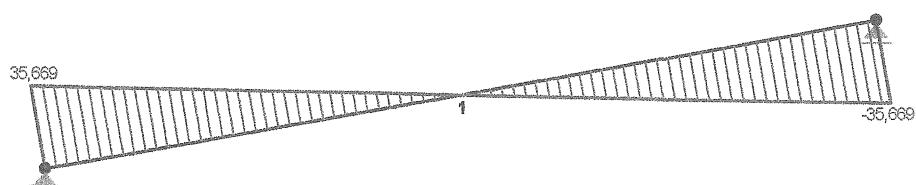
RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
A - "obciążenia stałe dachu"	ZAWSZE
F - "obciążenie fotowoltaika"	ZAWSZE
S - "obciążenie śniegiem"	EWENTUALNIE

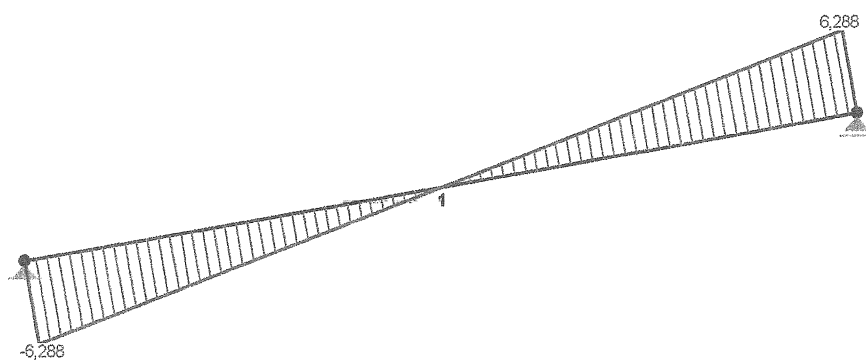
MOMENTY:



TNĄCE:



NORMALNE:



SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AFS

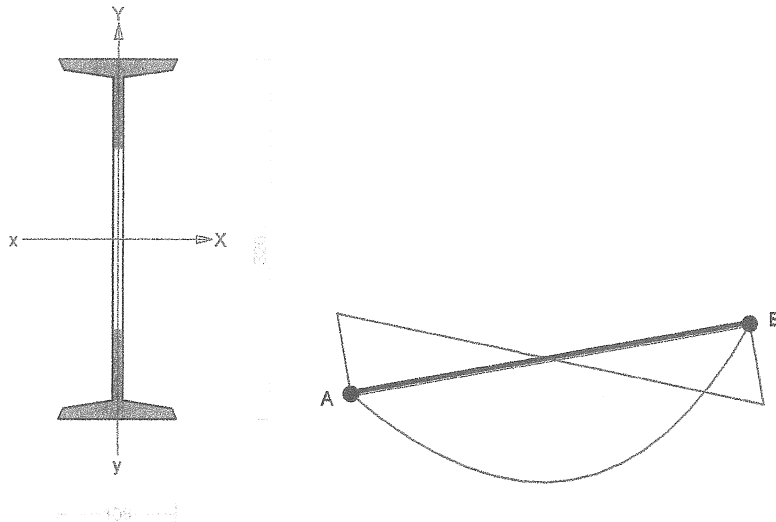
Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	-0,000	35,669	-6,288
	0,50	4,646	82,851*	0,000	-0,000
	1,00	9,291	0,000	-35,669	6,288

* = Wartości ekstremalne

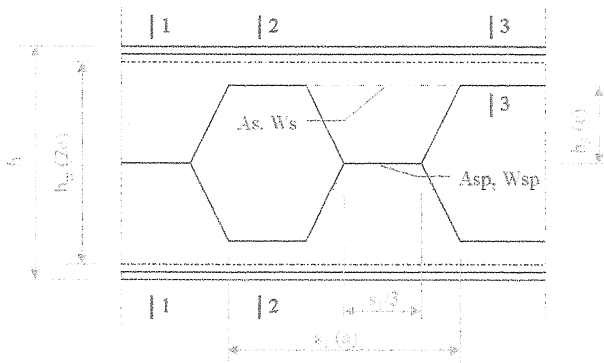
Wymiarowanie dźwigarów ażurowych:

Zadanie: "dwuteownik stalowy"

Pręt nr: 1



-35



Przekrój:

Symbol: **I 240 a**

Materiał: **2 St3S (X,Y,V,W)**

Wymiary: $h = 320,0 \text{ mm};$ $h_w = 282,8 \text{ mm};$ $t_w = 8,7 \text{ mm};$
 $h_f = 80,0 \text{ mm};$ $s_1 = 360,0 \text{ mm};$
 $b_f = 106,0 \text{ mm};$ $t_f = 13,1 \text{ mm}.$

Charakterystyka:	$A_1 = 53,04 \text{ cm}^2;$	$J_{x1} = 8300,00 \text{ cm}^4;$	$W_{x1} = 518,75 \text{ cm}^3;$
	$A_2 = 39,12 \text{ cm}^2;$	$J_{x2} = 8000,00 \text{ cm}^4;$	$W_{x2} = 500,00 \text{ cm}^3;$
	$A_3 = 19,56 \text{ cm}^2;$	$J_{x3} = 88,90 \text{ cm}^4;$	$W_{x3} = 14,48 \text{ cm}^3;$
	$J_{y2} = 220,56 \text{ cm}^4;$	$J_w = 51933,69 \text{ cm}^6;$	$J_t = 23,31 \text{ cm}^4;$
	$A_s = 20,88 \text{ cm}^2;$	$W_s = 83,52 \text{ cm}^3;$	
	$A_{sp} = 10,44 \text{ cm}^2;$	$W_{sp} = 20,88 \text{ cm}^3;$	

Sprawdzenie nośności dźwigara ażurowego przeprowadzono w oparciu literaturę. Obliczenia przeprowadzono dla ekstremalnych wielkości statycznych.

Zwicherungie

Przyjęto rozstaw stężeń bocznych $l_1 = 1,500$ m.

Siły krytyczne wyznaczono na podstawie długości wyboczeniowych przyjętych z tabeli Z1-2 normy:

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ_y}{(\mu_y l_1)^2} = \frac{3,142^2 \times 205000 \times 220,56}{(1,0 \times 1,500)^2} \times 10^{-5} = 1983,343 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left[\frac{\pi^2 EJ_\omega}{(\mu_\omega l_1)^2} + G J_t \right] = \frac{1}{14,50^2} \left[\frac{3,142^2 \times 205000 \times 51933,69}{(1,0 \times 1,500)^2} \times 10^{-5} + 80000 \times 23,31 \times 10^{-1} \right] = 3109,715 \text{ kN}$$

Moment krytyczny:

$$a_s = y_s - h / 2 = 0,00 / 100 - 320,0 / 2000 = -0,160 \text{ m}$$

$$A_0 = A_1 b_y + A_2 a_s = 0,610 \times 0,000 + 0,530 \times -0,160 = -0,085$$

$$M_{cr} = A_0 N_y + \sqrt{(A_0 N_y)^2 + B^2 i_s^2 N_y N_z} = -0,085 \times 1983,343 + \sqrt{(-0,085 \times 1983,343)^2 + 1,140^2 \times 0,145^2 \times 1983,343 \times 3109,715} = 275,345 \text{ kNm}$$

Współczynnik niestateczności przy zwicherungiu wyznaczony dla parametru imperfekcji $n = 1,5$:

$$M_R = W_{x2} f_d = 500,00 \times 215 \times 10^{-3} = 107,500 \text{ kNm}$$

$$\bar{\lambda}_L = 1,15 \sqrt{M_R / M_{cr}} = 1,15 \times \sqrt{107,500 / 275,345} = 0,719$$

$$\varphi_L = (1 + \bar{\lambda}_L^{2n})^{-1/n} = (1 + 0,719^3)^{-1/1,5} = 0,810$$

Stateczność:

Stateczność pręta ściskanego w płaszczyźnie XZ przy rozstawie stężeń bocznych $l_1 = 1,500$ m.

$$N_R = A_2 f_d = 39,12 \times 215 \times 10^{-1} = 841,080 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ_y}{(\mu_y l_1)^2} = \frac{3,142^2 \times 205000 \times 220,56}{(1,0 \times 1,500)^2} \times 10^{-5} = 1983,343 \text{ kN}$$

$$\lambda_p = 84 \sqrt{215 / f_d} = 84,00$$

$$\lambda_y = \mu_y l_1 / i_y = 1,0 \times 1,500 / 0,0237 = 62,907$$

$$\bar{\lambda}_y = 1,15 \sqrt{N_R / N_y} = 1,15 \times \sqrt{841,080 / 1983,343} = 0,749$$

$$\varphi_y = (1 + \bar{\lambda}_y^{2n})^{-1/n} = (1 + 0,749^{2,4})^{-1/1,2} = 0,713$$

Wstępne określenie wpływu stateczności pręta w płaszczyźnie YZ na jego nośność dla $\mu_x = 1,00$ oraz $l_{ux} = 9,29$ m.

$$\lambda_x = \mu_x l / i_x = 1,00 \times 9,29 / 0,1430 = 64,971$$

$$\bar{\lambda}_x = \lambda_x / \lambda_p = 64,971 / 84,00 = 0,773$$

$$\varphi_x = (1 + \bar{\lambda}_x^{2n})^{-1/n} = (1 + 0,773^{2,4})^{-1/1,2} = 0,698$$

$$\frac{N}{\varphi_x N_R} = \frac{1,572}{0,698 \times 841,080} = 0,00 < 0,1$$

Nie jest konieczne uwzględnianie wpływu wyboczenia względem osi X.

Nośność przekroju nieosłabionego (1-1):

Wyniki dla $x_a=4,65$ m; $x_b=4,65$ m, przy obciążeniach "AFS".

$$\sigma = \frac{M}{\varphi_L W_{x1}} + \frac{N}{\varphi_y A_1} = \frac{82,851}{0,810 \times 518,75} \times 10^3 + \frac{0,000}{53,04} \times 10 = 197,1 \text{ MPa}$$

$$\tau = \frac{V}{h t_w} = \frac{0,000}{32,00 \times 0,87} \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_z = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sqrt{197,1^2 + 3 \times 0,0^2} = 197,1 < 215 = f_d$$

Największe naprężenia tnące z uwzględnieniem stateczności środnika dla $x_a=0,00$ m; $x_b=9,29$ m, przy obciążeniach "AFS".

$$\bar{\lambda}_v = (h / t_w)(K_v / 56) \sqrt{f_d / 215} = (320,0 / 8,7) \times (0,8 / 56) \times \sqrt{215 / 215} = 0,525$$

$$\varphi_v = 1 / \bar{\lambda}_v = 1 / 0,525 = 1,903 \quad \text{Przyjęto } \varphi_v = 1,000$$

$$\tau = \frac{V}{\varphi_v h t_w} = \frac{35,669}{1,000 \times 32,00 \times 0,87} \times 10 = 12,8 < 124,7 = 0,58 f_d$$

Nośność pasa (3-3):

Wyniki dla $x_a=3,48$ m; $x_b=5,81$ m, przy obciążeniach "AFS".

$$\sigma = \frac{M}{\varphi_L A_3 h_w} + \frac{V s_1}{12 W_{x3}} + \frac{N}{\varphi_y A_2} = \frac{77,673}{0,810 \times 19,56 \times 28,28} \times 10^3 + \frac{8,917 \times 36,00}{12 \times 14,48} \times 10 + \frac{1,572}{0,713 \times 39,12} \times 10 = 192,3 \text{ MPa}$$

$$\tau = \frac{V}{2(h/2 - h_3) t_w} = \frac{8,917}{2 \times (16,00 - 8,00) \times 0,87} \times 10 = 6,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_z = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sqrt{192,3^2 + 3 \times 6,4^2} = 192,7 < 215 = f_d$$

Nośność słupka:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=9,29$ m, przy obciążeniach "AFS".

Siła ściskająca słupkę pochodząca od obciążeń rozłożonych $P = 1,691$ kN.

$$V_s = (2V + P) s_1 / (2h_w) = [(2 \times 35,669 + 1,691) \times 360,0] / (2 \times 282,8) = 46,482 \text{ kN}$$

$$\sigma = \frac{P}{2A_s} + \frac{V_s h_3}{W_s} = \frac{1,691}{2 \times 20,88} \times 10 + \frac{46,482 \times 8,00}{83,52} \times 10 = 44,9 \text{ MPa}$$

$$\tau = V_s / A_s = 46,482 / 20,88 \times 10 = 22,3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_z = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sqrt{44,9^2 + 3 \times 22,3^2} = 59,2 < 215 = f_d$$

Nośność spoiny:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=9,29$ m, przy obciążeniach "AFS".

$$\tau = \frac{3VS_{x1}}{J_{x1} t_w} = \frac{3 \times 35,669 \times 304,42}{8300,0 \times 0,87} \times 10 = 45,1 < 129,0 = 0,6 \times 215 = \alpha_{\parallel} f_d$$

Nośność środnika:

Siła skupiona dla $x_a=0,00$ m; $x_b=9,29$ m, przy obciążeniach "AFS":

$$P = -35,669 \text{ kN.}$$

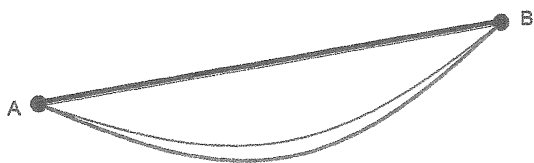
Nośność środka:

$$P_R = t_w [c + 5 (t_f + r)] f_d = 8,7 \times [0,0 + 5 \times (13,1 + 8,7)] \times 215 \times 10^{-3} = 203,922 \text{ kN}$$

Warunek nośności:

$$P = 35,669 < 203,922 = P_R$$

Stan graniczny użytkowania:



Przemieszczenie prostopadłe do osi pręta wyznaczone powiększone o 20% dla $x_a=4,65 \text{ m}$; $x_b=4,65 \text{ m}$, przy obciążeniach "AFS", wynoszą:

$$a = -42,4 \text{ mm}$$

$$a = 42,4 < 46,5 = 1 / 200 = a_{gr}.$$

