

PROJEKTSERWIS

UL. KLAUDYNY 32 / 261 01-684 WARSZAWA TEL.. 602 622 491
e-mail: projektserwis@o2.pl www.projektserwis.rzetelnafirma.pl

REMONT DACHU BUDYNKU GŁÓWNEGO ZAKŁADU ENERGETYKI CIEPLNEJ PRZY UL. PIŁSUDSKIEGO 8 W SOKOŁOWIE PODLASKIM PROJEKT TECHNICZNY


Dz nr ew. 4236 obr. Sokołów Podlaski Kategoria obiektu XVIII

INWESTOR

Przedsiębiorstwo Usług Inżynieryjno Komunalnych Sp. z o.o.
Ul Kosowska 75 Sokołów Podlaski

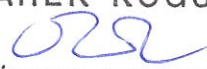
PROJEKTANT

mgr inż. Jacek Szlązkiewicz
upr. proj. St-613/76


mgr inż.
upr. bud. St - 613/76

SPRAWDZAJĄCY

inż. Marek Koguciuk
upr. proj. nr WBP-K-8386/RA/102/80

MAREK KOGUCIUK

INŻYNIER BUDOWNICTWA
UPR. BUD. NR WPB-II-K-8386/RA/102/80

Warszawa czerwiec 2025 r

SPIS TREŚCI

DOKUMENTY FORMALNE

Uprawnienia i przynależność do Izby Inżynierów, oświadczenie o kompletności dokumentacji.

CZĘŚĆ OPISOWA

1. Podstawa opracowania.....
2. Zakres opracowania.....
3. Materiały wyjściowe.....
4. Opis stanu istniejącego.....
5. Założenia projektowe.....
6. Zakres prac.....
7. Przyjęte rozwiązania projektowe.....
8. Materiały.....
9. Zabezpieczenie przeciwpożarowe
10. Zabezpieczenie antykorozyjne konstrukcji stalowej
11. Kolejność wykonywania robót
12. Uwagi
13. Obliczenia statyczne

CZĘŚĆ RYSUNKOWA

- | | | |
|-------|---|---|
| PT-K1 | - | Schemat konstrukcji dachu |
| PT-K2 | - | Przekroje i szczegóły montażowe konstrukcji dachu |
| PT-K3 | - | Rzut połaci dachu, szczegóły attyk i okapu |

DOKUMENTY FORMALNE

UPRAWNIENIA I PRZYNALEŻNOŚĆ DO IZBY

URZĄD
MIASTA STOLECZNEGO WARSZAWY
BIURO URBANISTYKI I ARCHITEKTURY
Idencyjny St-613/76

Warszawa, dnia 6 lipca 1976 r.

STWIERDZENIE POSIADANIA PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO
do pełnienia samodzielnej funkcji technicznej w budownictwie

Na podstawie art. 18 ust. 5 i art. 57 ust. 3 ustawy z dnia 24 paździer-
nika 1974 r. - Prawo budowlane (Dz. U. Nr 38, pozycja 229) oraz §
2 ust. 1 pkt 1, § 4 ust. 2, § 6 ust. 3, § 7, § 13 ust. 1 pkt 2
rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska
z dnia 20 lutego 1975 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych
w budownictwie (Dz. U. Nr 8, poz. 46).

STWIERDZAM

ze Ob. JACEK SZLĄZKIEWICZ s. Witolda

magister inżynier budownictwa lądowego

urodzony(a) dnia 3.07.1948 r. w Warszawie

posiada przygotowanie zawodowe do pełnienia samodzielnej funkcji

projektanta

w specjalności konstrukcyjnej - budowlanej

- 1/ do sporządzania projektów w zakresie rozwiązań konstrukcyjno-
budowlanych budynków oraz innych budowli, z wyłączeniem linii,
węzłów i stacji kolejowych, dróg oraz lotniskowych dróg star-
towych i manipulacyjnych, mostów, budowli hydrotechnicznych i
melioracji wodnych,
- 2/ do sporządzania w budownictwie osób fizycznych projektów w
zakresie rozwiązań architektonicznych:
 - a/ budynków inwentarskich i gospodarczych, adaptacji projek-
tów typowych i powtarzalnych innych budynków oraz sporzą-
dzenia planów zagospodarowania działki związanych z reali-
zacją tych budynków,
 - b/ budowli nie będących budynkami,
- 3/ w budownictwie osób fizycznych - do kierowania, nadzorowania
i kontrolowania budowy, kierowania i kontrolowania wytwarza-
nia konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz oceniania i
badania stanu technicznego obiektów budowlanych.



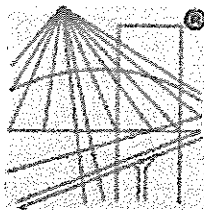
z up. PREZYDENTA MIASTA

mgr inż. arch. Józef Szumielewicz
KACZELNIK ARCHITEKT NADZORCY

Za zgodność

Jacek Szlązkiwicz

upr. bud. St-613/76



P O L S K A
I Z B A
I N Ż Y N I E R Ó W
B U D O W N I C T W A

Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAZ-AIF-LTB-DNZ *

Pan JACEK SZŁĄZKIEWICZ o numerze ewidencyjnym MAZ/BO/7819/03
adres zamieszkania KLAUDYNY 32 M 261, 01-684 WARSZAWA
jest członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2024-07-01 do 2024-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2024-07-16 roku przez:

Roman Lulis, Przewodniczący Rady Mazowieckiej 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.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów
Budownictwa.

WOJEWÓDZKIE BIURO
PLANOWANIA PRZESTRZENNEGO
26-600 R A D O M
ul. Żeromskiego 53

Radom, dnia 8 lutego 1984.

WPR-II-K-8386/RA/102/80

19 40 10 12
Juszt
1984 02-13/70

STWIERDZENIE PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO

do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie

Na podstawie § 13 ust. 1 pkt 2, § 6 ust. 3, § 4 ust. 2, § 7
§ 13 ust. 1 rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia
10 lutego 1975 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U.
Nr 8, poz. 46)

stwierdza się, że:

OBYWATEL MAREK ANTONI KOGUCIUK
inżynier budownictwa
(wymienić tytuł zawodowy)

urodzony dnia 10 lipca 1952 r. w Inowrocławiu

posiada przygotowanie zawodowe, upoważniające do wykonywania samodzielnej funkcji
projektanta

w specjalności konstrukcyjno - budowlanej

OBYWATEL MAREK ANTONI KOGUCIUK

jest upoważniony do

1/ sporządzania projektów w zakresie rozwiązań konstrukcyjno - bu-
dowlanych budynków oraz innych budowli, z wyłączeniem linii,
węzłów i stacji kolejowych, dróg oraz lotniskowych dróg startowy
i manipulacyjnych, mostów, budowli hydrotechnicznych i melioracji
wodnych,

2/ sporządzania w budownictwie osób fizycznych projektów w zakresie
rozwiązań architektonicznych :

a/ budynków inwentarskich i gospodarczych, adaptacji projektów
typowych i powtarzalnych innych budynków oraz sporządzania
planów zagospodarowania działki związanych z realizacją tych
budynków,

b/ budowli nie będących budynkami,

3/ w budownictwie osób fizycznych - do kierowania, nadzorowania
i kontrolowania budowy, kierowania i kontrolowania wytwarzania
konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz oceniania i badania
stanu technicznego obiektów budowlanych.

Otrzymuje :

Ob. Marek Antoni Koguciuk

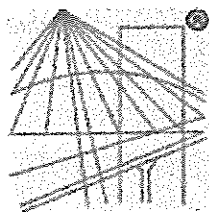
Os. XXX-Lecia PRL 6 m 40

310 Drzewica



Z up. WOJEWODY

W. K. I. O. R.
mgr inż. arch. Włodzimierz Jarczyński



P O L S K A
I Z B A
I N Ż Y N I E R Ó W
B U D O W N I C T W A

Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

ŁOD-DKZ-F8X-GAT *

Pan Marek KOGUCIUK o numerze ewidencyjnym ŁOD/BO/0142/02

adres zamieszkania ul. Szkolna 11, 26-340 Drzewica

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

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2024-01-01 do 2024-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-12-28 roku przez:

Jacek Szer, Przewodniczący Rady Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarcza 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.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.



OŚWIADCZENIE O KOMPLETNOŚCI DOKUMENTACJI

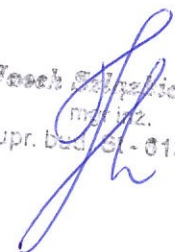
Dotyczy projektu "Remont dachu budynku głównego Zakładu Energetyki Ciepłej przy ul. Piłsudskiego 8 w Sokołowie Podlaskim"

OŚWIADCZENIE

Niniejsze opracowanie projektowe zostało wykonane zgodnie z obowiązującymi przepisami, oraz zasadami wiedzy technicznej, jest kompletne z punktu widzenia celów, którym ma służyć i może być kierowane do realizacji, pod warunkiem zapewnienia właściwego nadzoru technicznego nad tą realizacją

projektant

mgr inż. Jacek Szlązkiewicz


mgr inż.
upr. bud./st-013/70

sprawdzający

inż. Marek Koguciuk


MAREK KOGUCIUK
INŻYNIER BUDOWNICTWA
UPR. BUD. NR WPB-II-K-8386/RA/102/80

CZEŚĆ OPISOWA

1. PODSTAWA OPRACOWANIA.

Podstawą opracowania jest zlecenie Przedsiębiorstwa Usług Inżynieryjno Komunalnych Sp. z o.o. z dnia 10.09.2024 r.

Podstawa merytoryczna:

- dokumentacja archiwalna:

Kotłownia w Sokołowie Podlaskim. PT. Instalacja odsiarczania i odpylania spalin TC/2/91-4.2

PT Instalacja sprężonego powietrza – kotłownia 3xWR5-022 Sokołów Podlaski

Sokołów Podlaski rozbudowa kotłowni rejonowej. Budynek kotłowni przekroje. Architektura.

PB-3, 9085/34377

- wizja lokalna, odkrywki i pomiary wykonane na obiekcie w VI-X 2024.

Ekspertyza budowlana dotycząca stanu technicznego budynku głównego zakładu energetyki ciepłej przy ul. Piłsudskiego 8 w Sokołowie Podlaskim

Obowiązujące normy:

- PN-82/B-02000. Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości
- PN-EN 1990 2004 Eurokod 0 Podstawy projektowania konstrukcji,
- PN-EN 1991-1-1 2004 Eurokod 1 Oddziaływania na konstrukcje, Oddziaływania ogólne, Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach,
- PN-EN 1991-1-3 2005 Eurokod 1 Oddziaływania na konstrukcje, Oddziaływania ogólne, Obciążenia - Obciążenie śniegiem,
- PN-EN 1991-1-4 2008 Eurokod 1 Oddziaływania na konstrukcje, Oddziaływania ogólne, Obciążenia - Obciążenie wiatrem,
- PN-EN 1992-1-1 2008 Eurokod 2 Projektowanie konstrukcji z betonu - Reguły ogólne i reguły dla budynków,
- PN-EN 1993-1-1 2008 Eurokod 3 Projektowanie konstrukcji stalowych - Reguły ogólne i reguły dla budynków,
- PN-EN 1995-1-1 2010 Projektowanie konstrukcji drewnianych – Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków,
- PN-EN 1997-1 2008 Eurokod 7 Projektowanie geotechniczne – Zasady ogólne.
- Dz. U. 2020 poz. 1333 : Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (z późniejszymi zmianami)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

2. ZAKRES OPRACOWANIA.

W zakres opracowania wchodzi wykonanie projektu technicznego remontu dachu (konstrukcja i pokrycie) budynku głównego ZEC.

3. MATERIAŁY WYJŚCIOWE.

Materiałami wyjściowymi były :

Dokumentacja archiwalna:

- Kotłownia w Sokołowie Podlaskim. PT. Instalacja odsiarczania i odpylania spalin TC/2/91-4.2
- PT Instalacja sprężonego powietrza – kotłownia 3xWR5-022 Sokołów Podlaski
- Sokołów Podlaski rozbudowa kotłowni rejonowej. Budynek kotłowni przekroje. Architektura.

PB-3, 9085/34377

- - wizja lokalna, odkrywki i pomiary wykonane na obiekcie w VI-X 2024.
- ekspertyza budowlana dotycząca stanu technicznego dachu budynku głównego ZEC z sierpnia 2024 roku.

4. OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO

Hala kotłów o wymiarach w planie 24,8m x 14,8m i wysokości 15,3 m. W skład hali wchodzi pomieszczenie z kotłami grzewczymi, pomieszczenie z podajnikiem taśmowym węgla oraz część socjalna (pomieszczenia techniczne, socjalne, biura), dach nad halą jest jednospadowy o nachyleniu około 5 stopni.

Pokrycie dachu wykonane jest: (warstwy podane od góry)

- 3 x papa na lepiku
- 3cm gładź cementowa zbrojona
- 10cm szkło piankowe
- 2cm szlichta cementowa
- żelbetowe płyty korytkowe o wysokości żebra 10cm, o rozpiętości 3,0m

Płyty korytkowe oparte są bezpośrednio na dźwigarach stalowych, rozstaw dźwigarów to 3,0m. Nad pomieszczeniem gdzie znajdują się kotły grzewcze dźwigary stalowe są kratowe: pas górny wykonany jest z 2xL60x60x6, pas dolny L60x60x6 krzyżulce z prętów gładkich o średnicy 25mm. Rozpiętość dźwigara to około 8,8m, dźwigary usztywnione są w płaszczyźnie prostopadłej pionowymi tężnikami kratowymi w rozstawie co 3,0m (dwa tężniki na rozpiętości).

Nad pomieszczeniem gdzie znajduje się taśmociąg, dźwigary stalowe wykonane są z dwuteowników wysokości 300mm w osi słupów i dwóch ceowników wysokości 180mm zespawanych ze sobą środkami opartych na istniejących ryglach stalowych. Dźwigary opierają się co drugi dźwigar bezpośrednio na słupach stalowych (rozstaw słupów 6,0m) oraz co drugi na ryglach stalowych dwuteowych IPE 240 (pomiędzy słupami) opartych na słupach. Nad częścią

socjalną płyty korytkowe oparte na żelbetowych podciągach i ścianach murowanych. Dostęp na dach zapewniony jest poprzez istniejący wyłaz dachowy zlokalizowany nad klatką schodową w części socjalnej, na połaci dachu zlokalizowane są również wentylatory, komin oraz wywiewki, dokoła dachu występuje attyka wysokości około 10cm ponad płaszczyznę dachu, okap jest orynnowany.

Stan techniczny dachu jest określony jako przedawaryjny.

5. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

Ze względu na zły stan konstrukcji dachu nad pomieszczeniem kotłów oraz widoczne uszkodzenia płyt korytkowych we wszystkich częściach, oraz na brak możliwości remontu części dachu, został zaprojektowany remont całej powierzchni dachu nad budynkiem głównym, polegający na wymianie pokrycia dachu oraz wymianie konstrukcji. Nowe pokrycie dachu zaprojektowano jako dach warstwowy pokryty papą, ocieplony wełną mineralną ułożoną na blasze trapezowej T50. Konstrukcja dachu została zaprojektowana jako stalowa, dwuteowe płatwie stalowe IPE 200 w rozstawie co około 2,4m, o rozpiętości 6,0m, oparte na stalowych dźwigarach pełnych z dwuteowników HEB 240 oparte na istniejących stalowych słupach, dźwigary zaprojektowano jako belki ciągłe dwuprzęsłowe. Zaprojektowano prętowe stężenia połaciowe z prętów gładkich o średnicy 20mm oraz celem usztywnienia płatwi w kierunku poprzecznym tężniki prętowe płatwi z prętów gładkich o średnicy 12mm.

6. ZAKRES PRAC

W projekcie remontu dachu przewidziano następujące prace:

1. Demontaż istniejącego pokrycia oraz ocieplenia dachu
2. Demontaż wentylatorów i wyłazu dachowego, przewidziano ich późniejszy montaż na nowym dachu
3. Demontaż płyt korytkowych
4. Usunięcie istniejącej konstrukcji dachu, odcięcie dźwigarów od rygli i słupów
5. Wyznaczenie rzędnych spodu nowych dźwigarów
6. Dospawanie do istniejących słupów na odpowiedniej rzędnej (tak aby uzyskać założony spadek) blach głowic słupów.
7. Ustawienie i przyspawanie projektowanych dźwigarów do głowic słupów
8. Wykonanie żelbetowego wieńca obwodowego, z pozostawieniem gniazd montażowych na płatwie oparte na wieńcu.
9. Montaż płatwi do dźwigarów, osadzenie płatwi w wieńcach.
10. Montaż prętowych stężeń połaciowych

11. Montaż tężników płatwi
12. Zalanie gniazd montażowych i wykonanie żelbetowej attyki
13. Montaż wymianów pod wentylatory i wylaz
14. Montaż blachy trapezowej
15. Montaż wentylatorów i wylazu
16. Ułożenie warstw dachowych, oraz warstw wykończeniowych attyk
17. Wykonanie obróbek blacharskich
18. Montaż rynny okapowej

7. PRZYJĘTE ROZWIĄZANIA PROJEKTOWE

Obciążenia stałe – warstwy dachowe

Indeks	Opis	[m]	[kN/m ³]		Obc. char. [kN/m ²]	γ_f	Obc. obl. [kN/m ²]
1	2 x papa			→	0,120	1,35	0,454
2	welna mineralna	0,20	2,00	→	0,400	1,35	0,540
3	Blacha trapezowa			→	0,120	1,35	0,454
RAZEM					0,64	1,35	0,86

Obciążenia zmienne

Sokołów Podlaski - **strefa wiatrowa I**

Kategoria terenu III

$q_{p(z)} = 0,57 \text{ kN/m}^2$

Sokołów Podlaski – **strefa śniegowa III**

$s_k = 1,20 \text{ kN/m}^2 \quad 1,20 \times 0,8 = 0,96 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie technologiczne serwisowe $q = 0,50 \text{ kN/m}^2$

Indeks	Opis		Obc. char. [kN/m ²]	γ_f	Obc. obl. [kN/m ²]
1	obciążenie śniegiem	→	0,960	1,50	1,440
2	obciążenie technologiczne	→	0,500	1,50	0,750

Dźwigar stalowy zaprojektowano z profili dwuteowych HEB 240, dźwigar zaprojektowano jako belkę ciągłą dwuprzęsłową, oparty na skrajnych słupach i słupie pośrednim.

Płatwie zaprojektowano jako belki stalowe IPE 200 jednoprzęsłowe, swobodnie podparte, usztywnione na długości dwoma tężnikami.

Rozstaw płatwi przyjęto max 2,40m

Blacha trapezowa T50P S320 t=1,00m

zaprojektowana została jako wieloprzęsłowa, ułożenie POZYTYW

pierwszy odcinek cztero przęsłowy, drugi dwu przęsłowy, blachy łączone nad podporą na podwójny zakład (zakład długości min 48cm) wg schematu poniżej

Dane wejściowe:

T50P S320 t = 1,00 mm

Układ blachy: POZYTYW

WYMIARY [mm]

$L_1 = 2300$ $L_2 = 2300$ $L_3 = 2300$ $L_4 = 2300$ $L_5 = 2400$ $L_6 = 2400$

Długość układu = 14000 mm

Długości zakładów

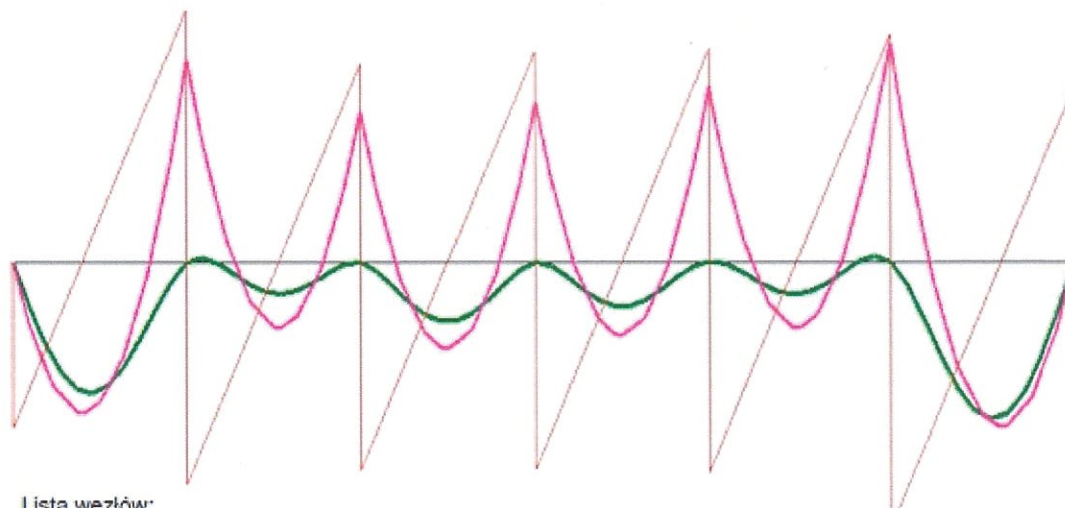
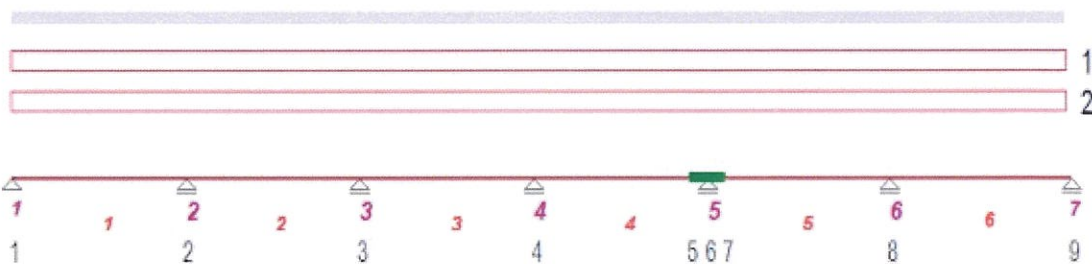
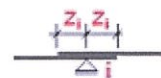
$2 \cdot Z_5 = 2 \cdot 240$

Szerokość podpory wewnętrznej = 60

MOMENT BEZWŁADNOŚCI $J_y = 41,76 \text{ cm}^4/\text{m}$

OBCIĄŻENIA (Do zadanych obciążeń dodano ciężar własny blachy ze współczynnikiem 1,35)

	q_a [kN/m ²]	q_b [kN/m ²]	a [mm]	b [mm]	γ_i
1	0,64	0,64	0	14000	1,35
2	0,96	0,96	0	14000	1,50



Lista węzłów:

Węzeł:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x =	0	2300	4600	6899	8960	9200	9440	11600	14000
Kod	Podp	Podp	Podp	Podp	PZak	PodZ	KZak	Podp	Podp

Wykorzystanie nośności

1 : (6.13) $R_{Ed} / R_{Rd} = 2,19 / 12,17 = 18,0\%$

8. MATERIAŁY

Beton C20/25 (B25)
Stal zbrojeniowa A-IIIN B500SP
Stal profilowa S235JR
Drewno konstrukcyjne C24

9. ZABEZPIECZENIE PRZECIWPOŻAROWE

Pokrycie blacha T50P S320 t=1,00mm

Obciążenie	Warunki			
	normalne			wyjątkowe
	Obc. char. [kN/m ²]	γ_f	Obc. obl. [kN/m ²]	Obc. char. [kN/m ²]
stałe	0,64	1,35	0,86	0,64
śnieg	0,96	1,50	1,44	0,19
Razem	1,60		2,30	0,83

$$\eta_{fi} = \frac{G_K + \psi_{fi} \cdot Q_{K,1}}{\gamma_G \cdot G_K + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{K,1}}$$

$$h_{fi} = 0,83 / 2,30 = 0,36$$

$$a_{q1} = 41,1\%$$

$$m_0 = h_{fi} \times a_{q1} = 0,36 \times 0,411 = 0,15 < 0,43$$

Blacha pokrycia spełnia warunki klasy odporności ogniowej RE15

Odporność ogniową R15 konstrukcji dachu zostanie zapewniona poprzez pomalowanie konstrukcji farbami pęczniejącymi, grubości powłok farb pęczniejących dobrać według wytycznych producenta/dostawcy farb.

10. ZABEZPIECZENIE ANTYKOROZYJNE KONSTRUKCJI STALOWEJ

1. czyszczenie strumieniowo-ściernie (piaskowanie) całej konstrukcji przynajmniej do stopnia Sa 2,5 po jej zespawaniu i ukształtowaniu w elementy wysyłkowe.
2. odpylenie i odtłuszczenie powierzchni które należy wykonać w dniu malowania ponieważ pozostawienie takiej powierzchni na drugi dzień do malowania powoduje powstawanie korozji na bardzo aktywnej powierzchni.
3. malowanie zestawem farb bezrozpuszczalnikowych o dużej zawartości części stałych np. epoksydowe lub poliuretanowe. Minimalna grubość powłoki malarskiej to 160 mikrometrów zapewniająca długotrwałą ochronę konstrukcji przed korozją.
4. należy użyć farb wysokiej jakości i wyłącznie dopuszczonych do stosowania

1. KOLEJNOŚĆ WYKONYWANIA ROBÓT

- przed przystąpieniem do prac sprawdzić zgodność stanu założonego w projekcie ze stanem istniejącym, wszystkie wymiary sprawdzić w naturze;
- wyznaczyć strefę niebezpieczną wyłączoną z ruchu, ustawić płot zabezpieczający przed dostępem do obszaru rozbiórki osób postronnych;
- wyznaczyć miejsce składowania elementów pochodzących z rozbiórki, strefę załadunku odpadów oraz miejsca ich wywozu;
- zdjąć istniejące obróbki blacharskie oraz instalacje odgromową;
- usunąć istniejące pokrycie dachowe (papę) oraz ocieplenie dachu;
- zdemontować istniejące wentylatory oraz wyłaz dachowy, demontaż przeprowadzić tak aby ich nie uszkodzić, przewiduje się powtórne wykorzystanie tych elementów, należy zinwentaryzować sposób mocowania (podparcia) wentylatorów oraz wyłazu dachowego;
- zdemontować wszystkie elementy wyposażenia podczipione do dachu (wywiewki, rury, elementy instalacji elektrycznej zachować szczególną ostrożność podczas usuwania instalacji elektrycznej, przed rozpoczęciem prac związanych z demontażem odłączyć od zasilania obwody przewidziane do demontażu);
- demontaż płyt korytkowych, płyty usuwać w określonej kolejności od najwyższego punktu dachu, płyty odspajać i za pomocą dźwigu unosić do góry i demontować w całości;
- po usunięciu płyt dachowych rozpocząć demontaż istniejącej konstrukcji dachu, elementy dachu najpierw podpiąć do dźwigu następnie odcinać je od istniejącej konstrukcji i za pomocą dźwigu odstawić na miejsce składowania, rozpocząć od wycięcia stężeń połaciowych, tężników pionowych następnie odciąć dźwigary pośrednie – oparte na ryglach poprzecznych, następnie dźwigary oparte na słupach, zdemontować żelbetowe podciągi nad częścią socjalną;
- wyznaczyć geodezyjnie górną krawędź istniejących słupów, tak aby uzyskać spadek około 5 stopni, aby można było przyspawać blachy – głowice do istniejących słupów, płaszczyznę dachu wyznaczyć tak aby można było wykonać spoiny pomiędzy gałęziami słupa i blacha oraz tak aby zaprojektowane blachy głowic nie kolidowały z istniejącymi poprzecznymi ryglami stalowymi, końcówki słupów dopasować do założonej płaszczyzny (dociąć ewentualnie wydłużyć poprzez przyspawanie elementów);
- przyspawać blachy głowic do wierzchołków słupów;
- ustawić zaprojektowane dźwigary stalowe HEB 240 na głowicach słupów, sprawdzić poprawność ustawienia dźwigarów następnie przyspawać dźwigary do blach głowic;
- wyznaczyć rzędne spodu projektowanego żelbetowego wieńca obwodowego, wierzch

istniejących ścian murowanych dopasować do rzędnych projektowanego wieńca, podciąć ewentualnie nadmurować z cegły pełnej;

- zamontować płatwie, w miejscach oparcia płatwi na ścianie szczytowej w miejscu podparcia płatwi wykonać poduszkę betonową;
- ułożyć zbrojenie wieńców i attyk;
- wylać żelbetowe wieńce obwodowe oraz attyki;
- zamocować prętowe stężenia połaciowe;
- zamocować tężniki płatwi;
- zamocować wymiany stalowe pod wentylatory (otwory wiercone na montażu) rozstaw wymianów (ustawienie) dopasować do sposobu montażu zdemonstrowanych wcześniej wentylatorów oraz wylazu dachowego;
- przykręcić blachę trapezową pokrycia, blachę mocować w układzie POZYTYW, do konstrukcji mocować co każdą falę, arkusze na długości łączyć ze sobą za pomocą nitów zgodnie z wytycznymi producenta (dostawcy) blachy;
- zamontować wentylatory oraz wylaz dachowy;
- ułożyć ocieplenie dachu, podczas prac budowlanych chronić wełnę mineralną przed zawilgoceniem;
- wykonać ocieplenie attyk oraz docieplenie attyk połączyć z ociepleniem ścian;
- wykonać obróbki blacharskie oraz pokrycie dachu papą, papę wyciągnąć aż na ściany zewnętrzne;
- wykonać instalację odgromową (odtworzyć);

12. UWAGI

Wszelkie prace należy prowadzić ze szczególną ostrożnością i zachowanie zasad BHP.

Materiały stosowane do remontu, przebudowy należy przygotowywać i stosować zgodnie z recepturami i instrukcjami producenta (dostawcy) materiałów. W wypadku stwierdzenia różnic pomiędzy stanem założonym w projekcie, a stanem zastałym w naturze należy powiadomić bezzwłocznie projektanta o zaistniałej sytuacji.

Ze względu na roboty rozbiórkowe - demontaż istniejącego dachu przewiduje się składowanie fragmentów konstrukcji i gruzu na wydzielonym placu składowym. Ze względu na szczupłość miejsca należy wywozić gruz i fragmenty elementów konstrukcji na wyznaczone miejsce „zwałki” sukcesywnie, w miarę postępowania robót rozbiórkowych. Większe elementy należy przycinać na miejscu do wymiarów nie wymagających specjalistycznych środków transportu.

Do prowadzenia robót rozbiórkowych przewiduje się zastosowanie sprzętu jak poniżej:

- żuraw samojezdny
- wysięgniki koszowe
- koparka wyposażona w osprzęt do kruszenia betonu
- pomosty przestawne i drabiny przystawne stojakowe

Narzędzia:

- piły z tarczami do cięcia betonu
- młoty elektryczne
- piły do cięcia metali
- palniki acetylenowe do cięcia stali

11. Montaż tężników płatwi
12. Zalanie gniazd montażowych i wykonanie żelbetowej attyki
13. Montaż wymianów pod wentylatory i wyłaz
14. Montaż blachy trapezowej
15. Montaż wentylatorów i wyłazu
16. Ułożenie warstw dachowych, oraz warstw wykończeniowych attyk
17. Wykonanie obróbek blacharskich
18. Montaż rynny okapowej

7. OBLICZENIA STATYCZNE

7.1 Obliczenia izolacyjności dachu

Przyjęto następujące warstwy pokrycia dachu;

- blacha fałdowa
- paroizolacja Stopair
- dolna płyta dachowa z wełny mineralnej Dachoterm SL 20 cm
- górna płyta dachowa – Deska Dachowa 3316 z wełny szklanej 2 cm
- papa podkładowa 0,5 cm
- papa nawierzchniowa 0,5 cm

Zgodnie z obowiązującymi przepisami wskaźnik izolacyjności dachu powinien wynosić $U=0,15\text{W/m}^2\text{K}$

Obliczenie oporów przejmowania ciepła R_t

wewnętrzny		$R_{si} = 0,170 \text{ m}^2\text{K/W}$
zewewnętrzny		$R_{se} = 0,010 \text{ m}^2\text{K/W}$
wełna szklana 2cm	0,02:0,033	0,606 $\text{m}^2\text{K/W}$
2 razy papa	0,01:0,18	0,056 $\text{m}^2\text{K/W}$
wełna mineralna 20 cm	0,20: 0,034	5,824 $\text{m}^2\text{K/W}$
	$R_t =$	6,666 $\text{m}^2\text{K/W}$

$$U = 1 : R_t = 1 : 6,666 = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$$

7.2 Zestawienie obciążeń

Obciążenia stałe – warstwy dachowe

Indeks	Opis	[m]	[kN/m^3]		Obc. char. [kN/m^2]	γ_i	Obc. obl. [kN/m^2]
1	2 x papa			→	0,120	1,35	0,454
2	wełna mineralna	0,20	2,00	→	0,400	1,35	0,540
3	Blacha trapezowa			→	0,120	1,35	0,454
	RAZEM				0,64	1,35	0,86

Obciążenia zmienne

Sokołów Podlaski - strefa wiatrowa I

Kategoria terenu III

$q_{p(z)} = 0,57 \text{ kN/m}^2$

Sokołów Podlaski – strefa śniegowa III

$s_k = 1,20 \text{ kN/m}^2$ $1,20 \times 0,8 = 0,96 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie technologiczne serwisowe $q = 0,50 \text{ kN/m}^2$

Indeks	Opis		Obc. char. [kN/m ²]	γ_f	Obc. obl. [kN/m ²]
1	obciążenie śniegiem	→	0,960	1,50	1,440
2	obciążenie technologiczne	→	0,500	1,50	0,750

7.3 Dobór blachy pokrycia dachowego

Rozstaw płatwi przyjęto max 2,40m

Dane wejściowe:

T50P S320 t = 1,00 mm

Układ blachy: POZYTYW

WYMIARY [mm]

$L_1 = 2300$ $L_2 = 2300$ $L_3 = 2300$ $L_4 = 2300$ $L_5 = 2400$ $L_6 = 2400$

Długość układu = 14000 mm

Długości zakładów

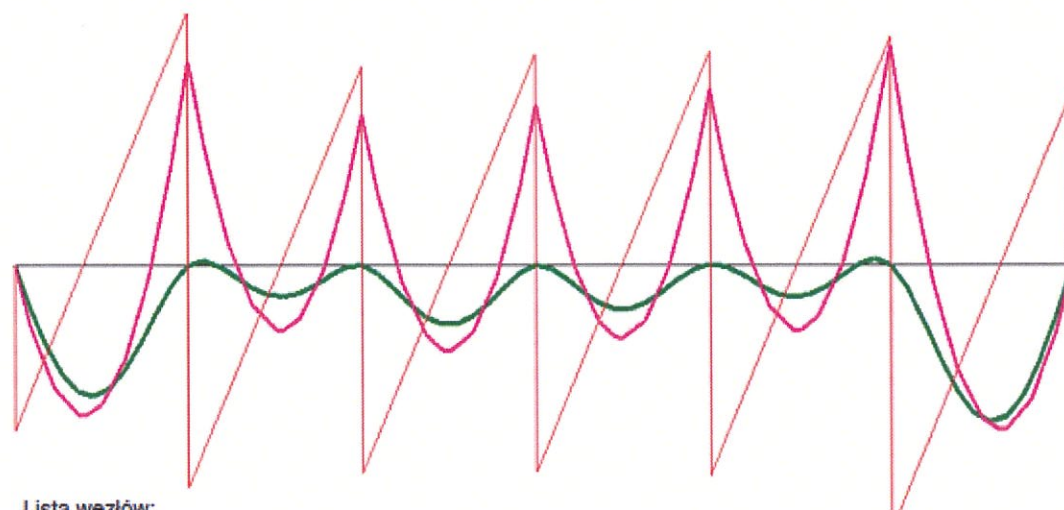
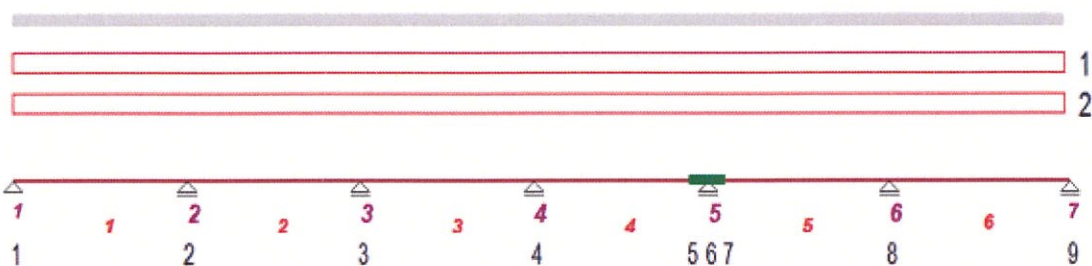
$2 \cdot Z_5 = 2 \cdot 240$

Szerokość podpory wewnętrznej = 60

MOMENT BEZWŁADNOŚCI $J_y = 41,76 \text{ cm}^4/\text{m}$

OBCIĄŻENIA (Do zadanych obciążeń dodano ciężar własny blachy ze współczynnikiem 1,35)

	q_a [kN/m ²]	q_b [kN/m ²]	a [mm]	b [mm]	γ_f
1	0,64	0,64	0	14000	1,35
2	0,96	0,96	0	14000	1,50



Lista węzłów:

węzeł:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x =	0	2300	4600	6899	8960	9200	9440	11600	14000
Kod	Podp	Podp	Podp	Podp	PZak	PodZ	KZak	Podp	Podp

Wykorzystanie nośności

1 : (6.13) $R_{Ed} / R_{Rd} = 2,19 / 12,17 = 18,0\%$

- 2 : (6.13) $R_{Ed} / R_{Rd} = 6,28 / 40,98 = 15,3\%$
- 2 : (6.7) $|M_{Ed}| / M_{Rd} = 1,35 / 4,08 = 33,0 \%$
- 2 : (6.28c) $(|M_{Ed}| / M_{Rd} + R_{Ed} / R_{Rd}) / 1.25 = (1,35 / 4,08 + 6,28 / 40,98) / 1.25 = 38,6 \%$
- 3 : (6.13) $R_{Ed} / R_{Rd} = 5,36 / 40,98 = 13,1\%$
- 3 : (6.7) $|M_{Ed}| / M_{Rd} = 0,99 / 4,08 = 24,3 \%$
- 3 : (6.28c) $(|M_{Ed}| / M_{Rd} + R_{Ed} / R_{Rd}) / 1.25 = (0,99 / 4,08 + 5,36 / 40,98) / 1.25 = 29,9 \%$
- 4 : (6.13) $R_{Ed} / R_{Rd} = 5,52 / 40,98 = 13,5\%$
- 4 : (6.7) $|M_{Ed}| / M_{Rd} = 1,06 / 4,08 = 25,9 \%$
- 4 : (6.28c) $(|M_{Ed}| / M_{Rd} + R_{Ed} / R_{Rd}) / 1.25 = (1,06 / 4,08 + 5,52 / 40,98) / 1.25 = 31,5 \%$
- 5 : (6.7) $|M_{Ed}| / M_{Rd} = 0,55 / 4,08 = 13,6 \%$
- 5 : (6.8) $|V_{Ed}| / V_{Rd} = 2,24 / 69,24 = 3,2 \%$
- 6 : (6.13) $R_{Ed} / R_{Rd} = 5,59 / 81,96 = 6,8\%$
- 6 : (6.7) $|M_{Ed}| / M_{Rd} = 1,16 / 8,16 = 14,2 \%$
- 6 : (6.28c) $(|M_{Ed}| / M_{Rd} + R_{Ed} / R_{Rd}) / 1.25 = (1,16 / 8,16 + 5,59 / 81,96) / 1.25 = 16,8 \%$
- 7 : (6.7) $|M_{Ed}| / M_{Rd} = 0,57 / 4,08 = 13,9 \%$
- 7 : (6.8) $|V_{Ed}| / V_{Rd} = 2,19 / 69,24 = 3,2 \%$
- 8 : (6.13) $R_{Ed} / R_{Rd} = 6,50 / 40,98 = 15,9\%$
- 8 : (6.7) $|M_{Ed}| / M_{Rd} = 1,45 / 4,08 = 35,5 \%$
- 8 : (6.28c) $(|M_{Ed}| / M_{Rd} + R_{Ed} / R_{Rd}) / 1.25 = (1,45 / 4,08 + 6,50 / 40,98) / 1.25 = 41,1 \%$
- 9 : (6.13) $R_{Ed} / R_{Rd} = 2,29 / 12,17 = 18,8\%$
- 1 - 2 (6.7) $M_{Ed} / M_{Rd} = 0,99 / 4,54 = 21,8 \%$
- 2 - 3 (6.7) $M_{Ed} / M_{Rd} = 0,43 / 4,54 = 9,5 \%$
- 3 - 4 (6.7) $M_{Ed} / M_{Rd} = 0,57 / 4,54 = 12,5 \%$
- 4 - 5 (6.7) $M_{Ed} / M_{Rd} = 0,48 / 4,54 = 10,7 \%$
- 7 - 8 (6.7) $M_{Ed} / M_{Rd} = 0,43 / 4,54 = 9,5 \%$
- 8 - 9 (6.7) $M_{Ed} / M_{Rd} = 1,09 / 4,54 = 23,9 \%$

Krytyczne wykorzystanie nośności: 41,1 %

Ugięcia

1 - 2	max: 3,5 mm	min: 0,0 mm
2 - 3	max: 0,8 mm	min: -0,1 mm
3 - 4	max: 1,6 mm	min: 0,0 mm
4 - 5	max: 1,2 mm	min: 0,0 mm
7 - 8	max: 0,9 mm	min: -0,2 mm
8 - 9	max: 4,2 mm	min: 0,0 mm

Max. ugięcie względne L/569

Obliczenia zgodne z PN-EN 1993-1-3: Sierpień 2008

7.4 Dobór przekroju płatwi

Rozstaw płatwi dachowych przyjęto 2,40m

Przyjęto płatwie jednoprzęsłowe swobodnie podparte

Długość płatwi 6,00m

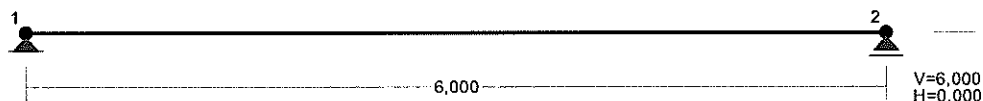
Przyjęto dwa tętniki na długości płatwi w rozstawie 2,0m na długości płatwi

Obciążenia na metr bieżący płatwi

Opis	Rozpiętość [m]	Obc. char. [kN/m ²]	Obc. char. [kN/m]	γ_f	Obc. obl. [kN/m]
obciążenie stałe	2,40	x 0,64 →	1,54	1,35	2,07
obciążenie śniegiem	2,40	x 0,96 →	2,30	1,50	3,46
obciążenie technologiczne	2,40	x 0,50 →	1,20	1,50	1,80

Przyjęto łątek IPE 200

WĘZŁY:

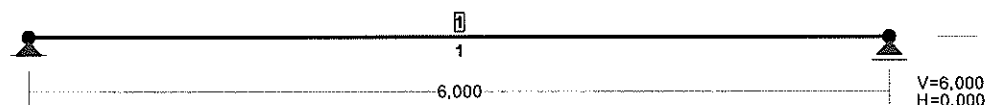


PODPORY:

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	
2	przesuwna	0,0	0,0*		

PRZĘKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

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

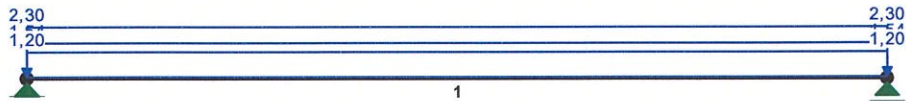
Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx [m] :	Ly [m] :	L [m] :	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	0	1	6,000	0,000	6,000	1,000	1 I 200 PE

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm2]	Ix[cm4]	Iy[cm4]	Wg[cm3]	Wd[cm3]	h[cm]	Materiał:
1	28,5	1940	142	194	194	20,0	66 St3S (X,Y,V,W)

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm2]	Napręż.gr.: [N/mm2]	AlfaT: [1/K]
66 St3S (X,Y,V,	205	205,000	1,2E-5

OBCIĄŻENIA:**OBCIĄŻENIA:** ([kN] , [kNm] , [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m] :	b[m] :
Grupa:	CW "Ciężar własny"			Stałe	$\gamma_f = 1,35/1,10$	
Grupa:	A "warstwy"			Stałe	$\gamma_f = 1,35/1,00$	
1	Liniowe	0,0	1,54	1,54	0,00	6,00
Grupa:	B "obciążenia śnieg"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	2,30	2,30	0,00	6,00
Grupa:	C "obciążenie techniczne"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	1,20	1,20	0,00	6,00

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

Teoria I-go rzędu

Kombinatoryka obciążeń

RM_Win v. 11.130 licencja nr 21201

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	γ_f :	ψ_d :
CW-"Ciężar własny"	Stałe	1,35/1,10	
A -"warstwy"	Stałe	1,35/1,00	
B -"obciążenia śnieg"	Zmienne	1	1,50
C -"obciążenie techniczne"	Zmienne	1	1,50

RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

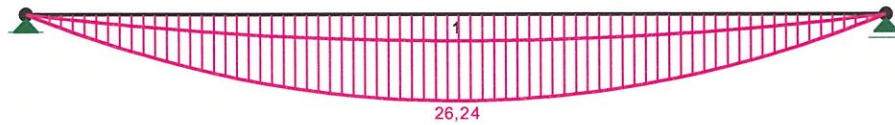
Grupa obc.:	Relacje:
A -"warstwy"	EWENTUALNIE
B -"obciążenia śnieg"	EWENTUALNIE
C -"obciążenie techniczne"	EWENTUALNIE

KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

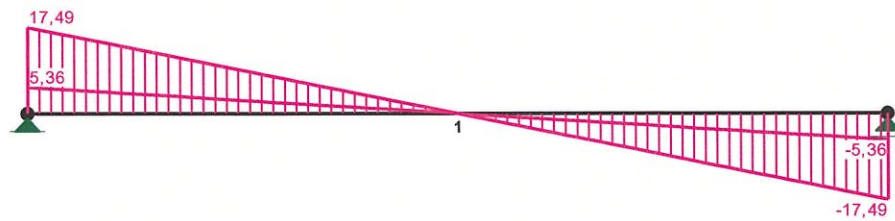
Nr: Specyfikacja:

1 ZAWSZE : CW+A
 EWENTUALNIE: B/C

MOMENTY-OBWIEDNIE:



SIŁY PRZESKONNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:



SIŁY PRZESKONNIE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

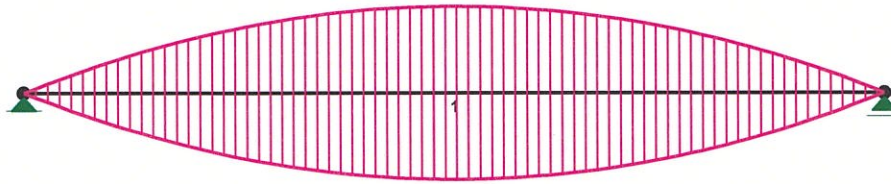
Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

Pręt: x[m] : M[kNm] : Q[kN] : N[kN] : Kombinacja obciążeń:

1	3,000	26,24*	0,00	0,00	CW AB
	0,000	0,00*	17,49	0,00	CW AB
	6,000	0,00	-17,49*	0,00	CW AB
	0,000	0,00	17,49*	0,00	CW AB
	0,000	0,00	17,49	0,00*	CW AB
	3,000	26,24	0,00	0,00*	CW AB
	0,000	0,00	17,49	0,00*	CW AB
	3,000	26,24	0,00	0,00*	CW AB

* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA-OBWIEDNIE:



NAPRĘŻENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m] :	SigmaG:	SigmaD:	Sigma:	Kombinacja obciążeń:
		-----		[MPa]	
		Ro			

1	0,000	0,000*		0,00	CW AB
	3,000	-0,660*		-135,26	CW AB
	3,000		0,660*	135,26	CW AB
	0,000		0,000*	0,00	CW AB

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN] :	V[kN] :	R[kN] :	M[kNm] :	Kombinacja obciążeń:
--------	----------	----------	----------	-----------	----------------------

1	0,00*	17,49	17,49		CW AB
	0,00*	5,36	5,36		cw a
	0,00	17,49*	17,49		CW AB
	0,00	5,36*	5,36		cw a
	0,00	17,49	17,49*		CW AB

2	0,00*	17,49	17,49		CW AB
	0,00*	5,36	5,36		cw a
	0,00	17,49*	17,49		CW AB
	0,00	5,36*	5,36		cw a
	0,00	17,49	17,49*		CW AB

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia char.: "Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN] :	V[kN] :	R[kN] :	M[kNm] :	Kombinacja obciążeń:
--------	----------	----------	----------	-----------	----------------------

1	0,00*	12,19	12,19		CW AB
	0,00*	5,29	5,29		CW A
	0,00	12,19*	12,19		CW AB
	0,00	5,29*	5,29		CW A
	0,00	12,19	12,19*		CW AB

2	0,00*	12,19	12,19		CW AB
	0,00*	5,29	5,29		CW A
	0,00	12,19*	12,19		CW AB
	0,00	5,29*	5,29		CW A
	0,00	12,19	12,19*		CW AB

* = Wartości ekstremalne

PRZEMIESZCZENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia char.: "Kombinacja obciążeń"

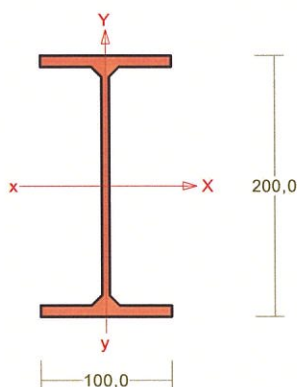
Węzeł:	Ux[m] :	Uy[m] :	Wypadkowe[m] :	Kombinacja obciążeń:
1	0,00000*	0,00000	0,00000	CW AB
	0,00000	0,00000*	0,00000	CW AB
	0,00000	0,00000	0,00000*	CW AB
2	0,00000*	0,00000	0,00000	CW AB
	0,00000	0,00000*	0,00000	CW AB
	0,00000	0,00000	0,00000*	CW AB

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

Pręt:	L/f:	Kombinacja obciążeń:
1	348,0	CW AB

Wymiarowanie przekroju płatwi

Przekrój: I 200 PE



Wymiary przekroju:

I 200 PE h=200,0 g=5,6 s=100,0 t=8,5 r=12,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J_{xg}=1940,0 J_y=142,0 A=28,50 i_x=8,3 i_y=2,2
J_w=12988,1 J_t=6,3 i_s=8,547.

Materiał: St3S (X,Y,V,W). Wytrzymałość **f_d=215** MPa dla **g=8,5**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

Siły przekrojowe:

x_a = 3,000; x_b = 3,000.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW AB**

M_x = -26,24 kNm, V_y = 0,00 kN, N = 0,00 kN,

Naprężenia w skrajnych włóknach: **σ_t = 135,3 MPa σ_c = -135,3 MPa.**

Naprężenia:

x_a = 3,000; x_b = 3,000.

Naprężenia w skrajnych włóknach: **σ_t = 135,3 MPa σ_c = -135,3 MPa.**

Naprężenia:

- normalne: **σ = 0,0 Δσ = 135,3 MPa ψ_{oc} = 1,000**

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 0,0 / 1,000 + 135,3 = \mathbf{135,3 < 215 \text{ MPa}}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 6,000$$

$$l_w = 1,000 \times 6,000 = 6,000 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

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

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

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

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 1940,0}{6,000^2} 10^{-2} = 1090,32 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 142,0}{2,000^2} 10^{-2} = 718,26 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_\omega}{l_\omega^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{8,547^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 12988,1}{2,000^2} 10^{-2} + 80 \times 6,3 \times 10^2 \right) = 1584,63 \text{ kN}$$

Zwicherungie:

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem $l_1 = l_{\omega\omega} = 2000 \text{ mm}$:

$$\frac{35 i_y}{\beta} \sqrt{215 / f_d} = \frac{35 \times 22}{0,400} \times \sqrt{215 / 215} = 1960 < 2000$$

Konieczne jest sprawdzenie zwicherungia pręta.

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia $a_0 = 10,00 \text{ cm}$. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły $a_s = (-10,00) \text{ cm}$. Przyjęto następujące wartości parametrów zwicherungia: $A_1 = 0,610$, $A_2 = 0,530$, $B = 1,140$.

$$A_0 = A_1 b_y + A_2 a_s = 0,610 \times 0,00 + 0,530 \times (-10,00) = -5,300$$

$$M_{cr} = \pm A_0 N_y + \sqrt{(A_0 N_y)^2 + B^2 i_s^2 N_y N_z} =$$

$$(-0,053) \times 718,26 + \sqrt{(-0,053 \times 718,26)^2 + 1,140^2 \times 0,085^2 \times 718,26 \times 1584,63} = 72,63$$

Smukłość względna dla zwicherungia wynosi:

$$\bar{\lambda}_L = 1,15 \sqrt{M_R / M_{cr}} = 1,15 \times \sqrt{41,71 / 72,63} = 0,871$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 3,000$; $x_b = 3,000$.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 194,0 \times 215 \times 10^{-3} = 41,71 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwężenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,871$ wynosi $\varphi_L = 0,850$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{26,24}{0,850 \times 41,71} = 0,740 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 6,000$.

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 11,2 \times 215 \times 10^{-1} = 139,66 \text{ kN}$$

$$V_0 = 0,6 V_R = 83,80 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 17,49 < 139,66 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 3,000$; $x_b = 3,000$.

- dla zginania względem osi X: $V_y = 0,00 < 83,80 = V_0$

$$M_{R,V} = M_R = 41,71 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{Rx,V}} = \frac{26,24}{41,71} = 0,629 < 1$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 0,000$; $x_b = 6,000$.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $c = 100,0 \text{ mm}$.

Naprężenia ściskające w środku wynoszą $\sigma_c = 0,0 \text{ MPa}$. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_0 t_w \eta_c f_d = 202,5 \times 5,6 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 243,81 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 17,49 < 243,81 = P_{R,W}$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 17,2 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 6000 / 250 = 24,0 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 17,2 < 24,0 = a_{\text{gr}}$$

7.5 Wymiarowanie przekroju dźwigara

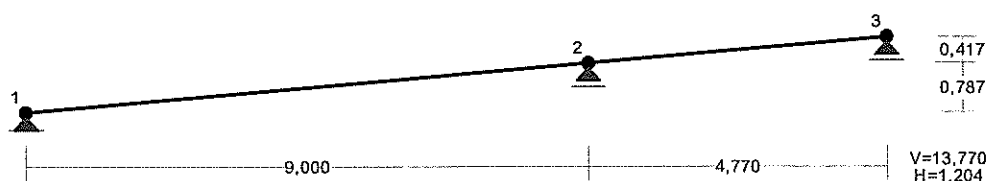
Reakcje z płatwi na dźwigar.

Opis	Ilość [szt]	Reakcja char. [kN]	Obc. char. [kN]	γ_f	Obc. obl. [kN]
------	----------------	-----------------------	--------------------	------------	-------------------

obciążenie stałe	2	x	5,29	→	10,58	1,35	14,28
obciążenie śniegiem	2	x	6,90	→	13,80	1,50	20,70
obciążenie technologiczne	2	x	3,60	→	7,20	1,50	10,80

Dźwigar przyjęto jako belkę dwuprzęsłową ciągłą

WĘZŁY:



WĘZŁY:

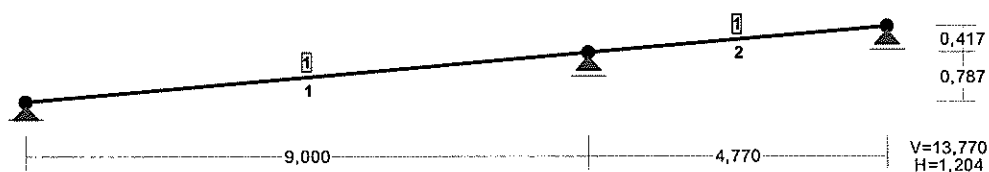
Nr:	X [m] :	Y [m] :
1	0,000	0,000
2	9,000	0,787
3	13,770	1,204

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	
2	przesuwna	0,0	0,0*		
3	przesuwna	0,0	0,0*		

PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

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

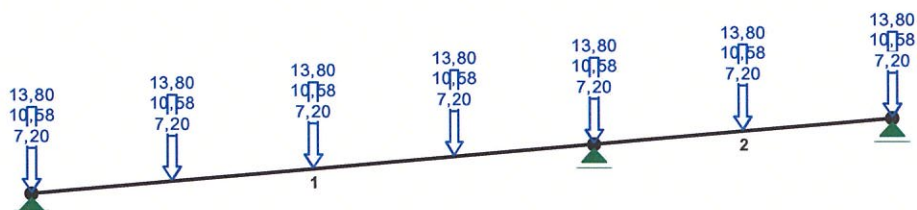
Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m] :	Ly[m] :	L[m] :	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	0	1	9,000	0,787	9,034	1,000	1 I 240 HEB
2	00	1	2	4,770	0,417	4,788	1,000	1 I 240 HEB

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	106,0	11260	3920	938	938	24,0	66 St3S (X,Y,V,W)

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
66 St3S (X,Y,V,	205	205,000	1,2E-5

OBCIĄŻENIA:**OBCIĄŻENIA:** ([kN] , [kNm] , [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m] :	b[m] :
Grupa:	CW "Ciężar własny"			Stałe	$\gamma_f = 1,35/1,10$	
Grupa:	A "warstwy"			Stałe	$\gamma_f = 1,35/1,00$	
1	Skupione	0,0	10,58		0,00	
1	Skupione	0,0	10,58		2,26	
1	Skupione	0,0	10,58		4,52	
1	Skupione	0,0	10,58		6,78	
1	Skupione	0,0	10,58		9,03	
2	Skupione	0,0	10,58		2,39	
2	Skupione	0,0	10,58		4,79	
Grupa:	B "obciążenie śniegiem"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Skupione	0,0	13,80		0,00	
1	Skupione	0,0	13,80		2,26	
1	Skupione	0,0	13,80		4,52	
1	Skupione	0,0	13,80		6,78	
1	Skupione	0,0	13,80		9,03	
2	Skupione	0,0	13,80		2,39	
2	Skupione	0,0	13,80		4,79	
Grupa:	C "obciążenie techniczne"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Skupione	0,0	7,20		0,00	
1	Skupione	0,0	7,20		2,26	
1	Skupione	0,0	7,20		4,52	
1	Skupione	0,0	7,20		6,78	
1	Skupione	0,0	7,20		9,03	
2	Skupione	0,0	7,20		2,39	
2	Skupione	0,0	7,20		4,79	

=====

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	γ_f :	ψ_d :
CW-"Ciężar własny"	Stałe	1,35/1,10	
A-"warstwy"	Stałe	1,35/1,00	
B-"obciążenie śniegiem"	Zmienne	1 1,50	1,00
C-"obciążenie techniczne"	Zmienne	1 1,50	1,00

RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.: Relacje:

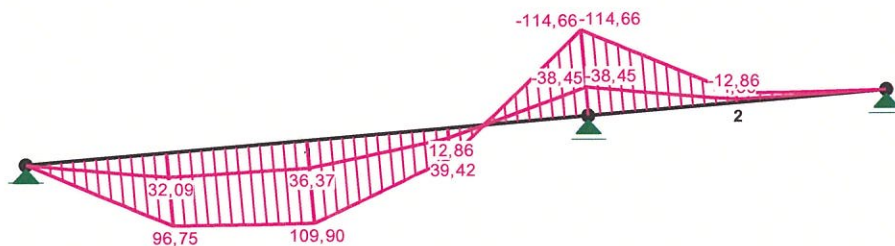
A-"warstwy" EWENTUALNIE
 B-"obciążenie śniegiem" EWENTUALNIE
 C-"obciążenie techniczne" EWENTUALNIE

KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

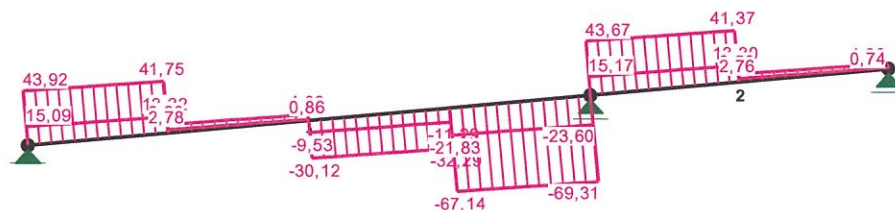
Nr: Specyfikacja:

1 ZAWSZE : CW+A
 EWENTUALNIE: B/C

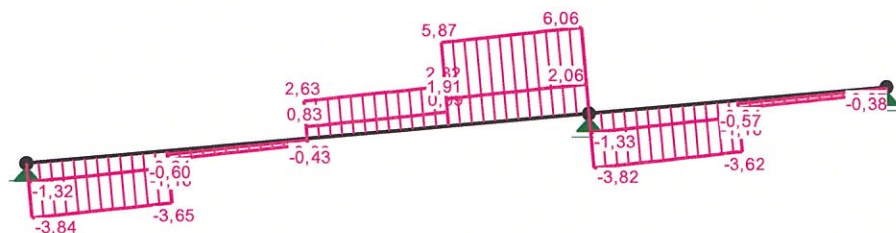
MOMENTY-OBWIEDNIE:



TNĄCE-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:



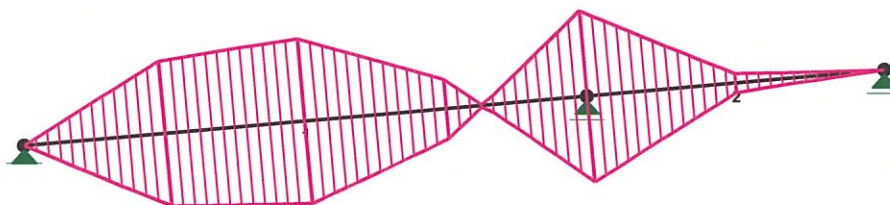
SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m] :	M[kNm] :	Q[kN] :	N[kN] :	Kombinacja obciążeń:
1	4,517	109,90*	-30,12	2,63	CW AB
	4,517	109,90*	4,73	-0,41	CW AB
	9,034	-114,66*	-69,31	6,06	CW AB
	9,034	-114,66	-69,31*	6,06	CW AB
	9,034	-114,66	-69,31	6,06*	CW AB
	0,000	0,00	43,92	-3,84*	CW AB
2	4,788	0,00*	4,36	-0,38	cw AB
	4,788	0,00*	0,74	-0,07	CW a
	0,000	-114,66*	43,67	-3,82	CW AB
	0,000	-114,66	43,67*	-3,82	CW AB
	4,788	0,00	0,74	-0,07*	CW a
	0,000	-114,66	43,67	-3,82*	CW AB

* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA-OBWIEDNIE:



NAPRĘŻENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m] :	SigmaG:	SigmaD:	Sigma:	Kombinacja obciążeń:
		-----		[MPa]	
		Ro			
1	9,034	0,764*		156,57	CW AB
	4,517	-0,729*		-149,47	CW AB
	4,517		0,730*	149,72	CW AB
	9,034		-0,757*	-155,24	CW AB
2	0,000	0,758*		155,48	CW AB
	4,788	0,000*		-0,04	cw AB
	4,788		0,000*	-0,01	CW a
	0,000		-0,763*	-156,32	CW AB

* = Wartości ekstremalne

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

Węzeł:	H[kN] :	V[kN] :	R[kN] :	M[kNm] :	Kombinacja obciążeń:
1	0,00*	79,07	79,07		CW AB
	0,00*	25,73	25,73		cw a
	0,00	79,07*	79,07		CW AB
	0,00	25,73*	25,73		cw a
	0,00	79,07	79,07*		CW AB
2	0,00*	148,39	148,39		CW AB
	0,00*	49,50	49,50		cw a
	0,00	148,39*	148,39		CW AB
	0,00	49,50*	49,50		cw a
	0,00	148,39	148,39*		CW AB
3	0,00*	30,75	30,75		CW AB
	0,00*	9,69	9,69		cw a
	0,00	30,75*	30,75		CW AB
	0,00	9,69*	9,69		cw a
	0,00	30,75	30,75*		CW AB

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu
Obciążenia char.: "Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN] :	V[kN] :	R[kN] :	M[kNm] :	Kombinacja obciążeń:
1	0,00*	55,26	55,26		CW AB
	0,00*	25,47	25,47		CW A
	0,00	55,26*	55,26		CW AB
	0,00	25,47*	25,47		CW A
	0,00	55,26	55,26*		CW AB
2	0,00*	103,81	103,81		CW AB
	0,00*	48,83	48,83		CW A
	0,00	103,81*	103,81		CW AB
	0,00	48,83*	48,83		CW A
	0,00	103,81	103,81*		CW AB
3	0,00*	21,46	21,46		CW AB
	0,00*	9,63	9,63		CW A
	0,00	21,46*	21,46		CW AB
	0,00	9,63*	9,63		CW A
	0,00	21,46	21,46*		CW AB

* = Wartości ekstremalne

PRZEMIESZCZENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu
Obciążenia char.: "Kombinacja obciążeń"

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

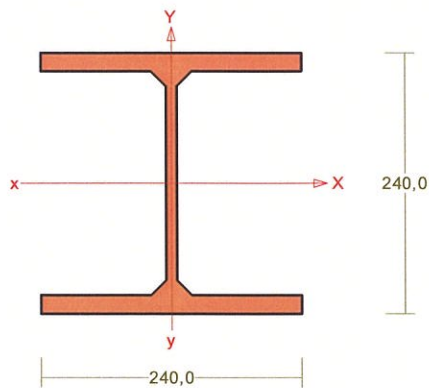
0,00000	0,00000*	0,00000	CW AB
0,00000	0,00000	0,00000*	CW AB

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

Pręt:	L/f:	Kombinacja obciążeń:
1	275,2	CW AB
2	1281,3	CW AB

Wymiarowanie przekroju dźwigara

Przekrój: I 240 HEB



Wymiary przekroju:

I 240 HEB h=240,0 g=10,0 s=240,0 t=17,0
 r=21,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J_{xg}=11260,0 J_{yg}=3920,0 A=106,00 i_x=10,3
 i_y=6,1 J_w=486946,4 J_t=103,2 i_s=11,97.

Materiał: St3S (X,Y,V,W). Wytrzymałość **f_d=205**
 MPa dla **g=17,0**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

Siły przekrojowe:

x_a = 9,034; x_b = 0,000.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW AB**

M_x = 115,87 kNm, V_y = -70,16 kN, N = 6,13 kN,

Naprężenia w skrajnych włóknach: σ_t = 124,1 MPa σ_c = -122,9 MPa.

Naprężenia:

x_a = 9,034; x_b = 0,000.

Naprężenia w skrajnych włóknach: σ_t = 124,1 MPa σ_c = -122,9 MPa.

Naprężenia:

- normalne: σ = 0,6 Δσ = 123,5 MPa ψ_{ot} = 1,000

- ścinanie wzdłuż osi Y: A_v = 24,00 cm² τ = 29,2 MPa ψ_{ov} = 1,000

Warunki nośności:

$$\sigma_{et} = \sigma / \psi_{ot} + \Delta\sigma = 0,6 / 1,000 + 123,5 = \mathbf{124,1 < 205 \text{ MPa}}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 29,2 / 1,000 = \mathbf{29,2 < 118,9 = 0,58 \times 205 \text{ MPa}}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{124,1^2 + 3 \times 0,0^2} = \mathbf{124,1 < 205}$$

Nośność elementów rozciąganych:

x_a = 9,034; x_b = 0,000.

Siła osiowa: N = 6,13 kN.

Pole powierzchni przekroju: $A = 106,00 \text{ cm}^2$.

Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A f_d = 106,00 \times 205 \times 10^{-1} = 2173,00 \text{ kN}$.

Warunek nośności (31):

$$N = 6,13 < 2173,00 = N_{Rt}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 0,300 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 0,763 \quad \text{dla } l_0 = 9,034 \\ l_w = 0,763 \times 9,034 = 6,893 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 4,500 \\ l_w = 1,000 \times 4,500 = 4,500 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega\omega} = 4,500 \text{ m}$. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 4,500 \text{ m}$.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 11260,0}{6,893^2} 10^{-2} = 4794,57 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 3920,0}{4,500^2} 10^{-2} = 3916,65 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_\omega}{l_\omega^2} + GJ_T \right) =$$

$$\frac{1}{11,97^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 486946,4}{4,500^2} 10^{-2} + 80 \times 103,2 \times 10^2 \right) = 9165,21 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 9,034$:

$$N_{RC} = A f_d = 106,0 \times 205 \times 10^{-1} = 2173,00 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

- dla N_x

$$\bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{2173,00 / 4794,57} = 0,774$$

$\Rightarrow \text{Tab.11 b} \Rightarrow \varphi = 0,796$

- dla N_y

$$\bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{2173,00 / 3916,65} = 0,857$$

$\Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,646$

- dla N_z

$$\bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_z} = 1,15 \times \sqrt{2173,00 / 9165,21} = 0,560$$

$\Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,831$

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,646$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{Rc}} = \frac{3,89}{0,646 \times 2173,00} = 0,003 < 1$$

Zwicherungie:

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem $l_1 = l_{ow} = 4500 \text{ mm}$:

$$\frac{35 i_y}{\beta} \sqrt{215 / f_d} = \frac{35 \times 61}{0,550} \times \sqrt{215 / 205} = 3962 < 4500$$

Konieczne jest sprawdzenie zwicherungia pręta.

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia $a_o = 12,00 \text{ cm}$. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły $a_s = (-12,00) \text{ cm}$. Przyjęto następujące wartości parametrów zwicherungia: $A_1 = 0,610$, $A_2 = 0,530$, $B = 1,140$.

$$A_o = A_1 b_y + A_2 a_s = 0,610 \times 0,00 + 0,530 \times (-12,00) = -6,360$$

$$M_{cr} = \pm A_o N_y + \sqrt{(A_o N_y)^2 + B^2 i_s^2 N_y N_z} =$$

$$(-0,064) \times 3916,65 + \sqrt{(-0,064 \times 3916,65)^2 + 1,140^2 \times 0,120^2 \times 3916,65 \times 9165,21} = 605,38$$

Smukłość względna dla zwicherungia wynosi:

$$\bar{\lambda}_L = 1,15 \sqrt{M_R / M_{cr}} = 1,15 \times \sqrt{192,36 / 605,38} = 0,648$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 9,034$; $x_b = 0,000$.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 938,3 \times 205 \times 10^{-3} = 192,36 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwicherungia dla $\bar{\lambda}_L = 0,648$ wynosi $\varphi_L = 0,958$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{6,13}{2173,00} + \frac{115,87}{0,958 \times 192,36} = 0,632 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = 115,87 \text{ kNm} \quad \beta_x = 1,000$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,796 \times 0,774^2 \frac{1,000 \times 115,87}{192,36} \times \frac{3,89}{2173,00} = 0,001$$

$$\Delta_x = 0,001 \quad M_{y \max} = 0 \quad \Delta_y = 0$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{3,89}{0,796 \times 2173,00} + \frac{1,000 \times 115,87}{0,958 \times 192,36} = 0,631 < 0,999 = 1 - 0,001$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{3,89}{0,646 \times 2173,00} + \frac{1,000 \times 115,87}{0,958 \times 192,36} = 0,632 < 1,000 = 1 - 0,000$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 9,034$; $x_b = 0,000$.

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 24,0 \times 205 \times 10^{-1} = 285,36 \text{ kN}$$

$$V_0 = 0,6 V_R = 171,22 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 70,16 < 285,36 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 9,034$; $x_b = 0,000$.

- dla zginania względem osi X: $V_y = 70,16 < 171,22 = V_0$

$$M_{R,V} = M_R = 192,36 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{M_{Rx,V}} = \frac{6,13}{2173,00} + \frac{115,87}{192,36} = 0,605 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

$x_a = 9,034$, $x_b = 0,000$.

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 70,16 < 285,36 = 285,36 \times \sqrt{1 - \left(\frac{6,13}{2173,00} \right)^2} = V_R \sqrt{1 - \left(\frac{N}{N_{Rt}} \right)^2} = V_{R,N}$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 9,034$; $x_b = 0,000$.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $c = 100,0 \text{ mm}$.

Naprężenia ściskające w środku wynoszą $\sigma_c = 83,8 \text{ MPa}$. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,25 - 0,5 \sigma_c / f_d = 1,25 - 0,5 \times 83,8 / 205 = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_0 t_w \eta_c f_d = 290,0 \times 10,0 \times 1,000 \times 205 \times 10^{-3} = 594,50 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 125,59 < 594,50 = P_{R,W}$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 23,8 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = l / 250 = 9034 / 250 = 36,1 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 23,8 < 36,1 = a_{gr}$$

CZĘŚĆ RYSUNKOWA