

— 38 — 47

STAROSTWO POWIATOWE
13-100 Nidzica
tel./fax 625-32-79

CENTRALNE BIURO PROJEKTOWO - BADAWCZE
BUDOWNICTWA WIEJSKIEGO „BISPROL”,
04-026 WARSZAWA, al. Stanów Zjednoczonych 51

DREWNIANY, DWUSPADOWY DŹWIGAR KRATOWY

L = 9,0m.

EK-7533

CZWARTY
EGZEMPLARZ

WARSZAWA



38-48-
ZŁODIĘBUKSIWU PROJEKTOWO-USEJ
„BISPROJ” Sp. z o.o.
Al. Stanów Zjednoczonych 51
04-026 Warszawa
CENTRALNE BIURO PROJEKTOWO-BUDOWLANE
BUDOWNICTWA WIEJSKIEGO
Al. Stanów Zjednoczonych 51; 04-026 Warszawa
ul. Praugutta 23
tel. 0-22 105 89 7
fax 825-32-79
STAROSTWO POWIATOWE
10-100 NIDZICA
ul. Praugutta 23
tel. 0-22 105 89 7
fax 825-32-79

EK-7533

Nr archiwalny

3125

Data opracowania projektu

1998

**PROJEKT
ARCHITEKTONICZNO-BUDOWLANY**

/DO PRZYSTOSOWANIA/

Drewniany, dwuspadowy dźwigar kratowy o złączach na gwoździe, L = 9,0 m, dla przekryć z elementami wentylacji naturalnej

(projekt techniczny znowelizowany)

AUTORZY PROJEKTU DO PRZYSTOSOWANIA

Specjalność	Imię i nazwisko projektanta	Nr uprawnień	Podpis
architektura			
konstrukcja	mgr inż. Jerzy Woliński	1969/58	<i>Groble</i>
inst. sanitarne			
inst. elektryczne			
technologia			
koszty			

SPRAWDZAJĄCY

Specjalność	Imię i nazwisko sprawdzającego	Nr uprawnień	Podpis
architektura			
konstrukcja	inz. Wojciech Wojciechowski	803/72	<i>Am</i>
inst. sanitarne			
inst. elektryczne			
rzecz. ds. ppoż.			
koszty			

PROJEKT ARCHITEKTONICZNO-BUDOWLANY

(PRZYSTOSOWANY DO WARUNKÓW LOKALIZACJI)

NAZWA PROJEKTU*) BUDOWA BUDYNKU ŚWIETLICY W TUROWKU

ADRES OBIEKTU*) DZ. nr 14/2 TUROWKO 13-124 KOZŁOWO

INWESTOR*) GMINA KOZŁOWO

JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA*)

(PRZYSTOSOWUJĄCA)

Specjalność	Imię i nazwisko projektanta	Nr uprawnień	Podpis
	tech. bud. WIESŁAW LEWĄDOWSKI		
	13-100 Nidzica, ul. Warszawska 14E/7		
	tel. 0-89/625 36 92		
	upr. z § 2 ust. 2 pkt 1, 2; § 5 ust. 2; § 6 ust. 2;		
	§ 7 i 13 ust. 1 pkt 1 i 2		
	upr. nr 372/87/OL, 248/94/OL		

*) wpisuje projektant przystosowujący

* REPRODUKCJA ZABRONIONA * WSZELKIE PRAWA AUTORSKIE ZASTRZEŻONE *

UWAGI FORMALNO - PRAWNE DOTYCZĄCE PRZYSTOSOWANIA PROJEKTU

1. Zgodnie z ustawą z 7 lipca 1994 r. *Prawo budowlane* (Dz.U. Nr 89), projekt budowlany wymagany do uzyskania pozwolenia na budowę powinien zawierać:

- projekt zagospodarowania działki sporządzony na aktualnej mapie i zgodny z uzyskaną we właściwym organie decyzją o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu,
- projekt architektoniczno - budowlany,
- wymagane opinie i uzgodnienia.

2. Niniejszy projekt konstrukcyjny dźwigara (zwany dalej projektem) został wykonany przez projektantów Biura Projektów "BISPROL" na podstawie norm i przepisów budowlanych obowiązujących w dniu jego ukończenia i chroniony jest ustawą z 4 lutego 1994 r. o *prawie autorskim i prawach pokrewnych* (M.P. Nr 24)

3. Niniejszy projekt może być zastosowany w projektowanych obiektach zgodnie z przeznaczeniem i zakresem jego stosowania określonymi w p. 2 opisu technicznego z uwzględnieniem dopuszczalnych zmian określonych w p. 5 niniejszych uwag formalno-prawnych.

4. Niniejszy projekt może stanowić część projektu budowlanego, po uprzednim:

- dostosowaniu projektu do zgodności z normami i przepisami budowlanymi obowiązującymi w dniu składania projektu do zatwierdzenia,
- uzupełnieniu tabel (metryk) na stronie tytułowej i wszystkich rysunkach przez podanie nazwy i adresu obiektu, imienia i nazwiska autora projektu budowlanego /przystosowującego projekt/, numeru i specjalności jego uprawnień budowlanych oraz daty i podpisu.

5. W ramach przystosowania projektu dopuszcza się wprowadzenie następujących zmian:

- zaprojektowanie dowolnego pokrycia i stropu podwieszonego, pod warunkiem nie przekroczenia przyjętych w projekcie obciążeń obliczeniowych,
- zwiększenie rozstawu dźwigarów pod warunkiem nie przekroczenia przyjętych w projekcie obciążeń obliczeniowych oraz zaprojektowania dla zmienionego ich rozstawu, płatwi, stężeń i elementów stropu podwieszonego,
- zastosowanie lekkiego ocieplenia połaci dachowych /zamiast ocieplonego stropu podwieszonego/, pod warunkiem nie przekroczenia przyjętych w projekcie obciążeń obliczeniowych /z uwzględnieniem zmniejszonego o 20 % obciążenia śniegiem pokrycia dachowego/.

6. Wszystkie zmiany należy nanieść w projekcie techniką trwałą i czytelną lub wykonać rysunki zamienne. W przypadku wprowadzenia do projektu, w ramach jego przystosowania, dodatkowych rysunków bądź dodatkowych stron w opisie technicznym należy odpowiednio zmienić spis zawartości oraz numerację stron.

Uwaga: Wprowadzenie innych zmian do projektu niż wyżej omówione, wymaga uzgodnienia z projektantami w CBPBBW "BISPROL".

7. Za zakres i poprawność przystosowania projektu oraz za jego zgodność z obowiązującymi normami i przepisami budowlanymi w dniu składania projektu do zatwierdzenia, odpowiedzialność ponosi projektant przystosowujący projekt.

8. Obowiązki z tytułu sprawowania nadzoru autorskiego przyjmuje na siebie projektant przystosowujący projekt.

SPIS ZAWARTOŚCI

STAROSTWO POWIATOWE
13-100 Nidzica
ul. Traugutta 23
tel./fax 625-32-70

Nr poz.	Wyszczególnienie	Nr Str.
1	2	3
1	Strona tytułowa	1
2	Uwagi formalno-prawne	2
3	Spis zawartości	3
4	Opis techniczny	4-16
5	Obliczenia statyczne	17-49
6	Rysunki konstrukcyjne	
6.1.	Rozmieszczenie elementów przekrycia	50
6.2.	Polowa dźwigara	51
6.3.	Szczegół „A”	52
6.4.	Szczegół „A-B”	53
6.5.	Szczegół „B-C”	54
6.6.	Szczegół „C - D”	55
6.7.	Szczegół „E”	56
6.8.	Szczegół „F”	57
6.9.	Złącza połówek dźwigara	58
6.10.	Wykaz materiałów na jeden dźwigar	59
6.11.	Platew pośrednia	60
6.12.	Platew okapowa	61
6.13.	Platew kalenicowa	62
6.14.	Platew przykalenicowa	63
6.15.	Oparcie płatwi na dźwigarze	64
6.16.	Stężenia połaciowe	65
6.17.	Stężenia podłużne	66
6.18.	Wykaz materiałów na jedno pole przekrycia	67
6.19.	Przykładowe szczegóły oparcia dźwigara	68, 69

OPIS TECHNICZNY

1. Określenie tematu

Tematem opracowania jest projekt techniczny drewnianego, dwuspadowego dźwigara kratowego $L = 9,0$ m przystosowanego do obciążeń elementami wentylacji naturalnej. W ramach tematu opracowano pozostałe elementy przekrycia dachu, jak: płatwie, stężenia połaciowe i stężenia podłużne.

W niniejszym opracowaniu przyjęto schemat geometryczny dźwigara według projektu techniczno-roboczego pt. „Drewniane, dwuspadowe wiązary kratowe, o złączach na gwoździe i rozpiętościach $L = 7,5; 9,0; 10,5; 12,0; 13,5; 15,0$ m. Wiazar 9,0 m EK-7528” opracowanego w 1977 r. w Instytucie Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa, w Zakładzie Podstaw Projektowania Budownictwa Rolniczego, przez Zespół w składzie: mgr inż. Wł. Jędrejek, inż. J. Leśniewski, mgr inż. H. Tyka.

2. Podstawa formalna opracowania

Podstawę formalną opracowania stanowi umowa generalna nr 33/10.15.65.10/86 o wykonanie prac badawczo-rozwojowych w CPBR 10.15.cel nr 1153 pn. „Drewniane, dwuspadowe dźwigary kratowe przystosowane do obciążeń elementami wentylacji naturalnej”, zawarta w dniu 1966-08-12 pomiędzy Instytutem Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa z siedzibą w Warszawie, ul. Rakowiecka 32, a Centralnym Biurem Projektowo-Badawczym Budownictwa Wiejskiego „BISPROL”. Nr zlecenia wewnętrznego: W-270/86.

3. Normy i dokumenty związane

PN-82/B-02000	Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.
PN-82/B-02001	Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
PN-82/B-02003	Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.
PN-80/B-02010	Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem
PN-77/B-02011	Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.
PN-69/B-03000	Projekty budowlane. Obliczenia statyczne.
PN-76/B-03001	Konstrukcje i podłoża budowli. Ogólne zasady obliczeń.
PN-81/B-02361	Pochylenie połaci dachowych.

PN-81/B-03150.00 Konstrukcje z drewna i materiałów drewnopochodnych.

Obliczenia statyczne i projektowanie.

Postanowienia ogólne

PN-81/B-03150.01 Materiały

PN-81/B-03150.02 Konstrukcje

PN-81/B-03150.03 Złącza.

PN-75/D-96000 Tarcica iglasta ogólnego przeznaczenia.

BN-70/50028-12 Gwoździe budowlane. Gwoździe z trzpieniem okrągłym i kwadratowym

PN-59/M-82010 Podkładki kwadratowe w konstrukcjach drewnianych

PN-73/M-82121 Śruby z łbem kwadratowym

PN-75/M-82144 Nakrętki sześciokątne

- Instrukcja w sprawie kompleksowego zabezpieczenia drewna budowlanego przed szkodnikami biologicznymi i ogniem ITB Warszawa 1969 r.
- Instrukcja techniczna w sprawie powierzchniowego zabezpieczenia drewna budowlanego. ITB Warszawa 1969 r.
- Świadectwo dopuszczenia do stosowania w budownictwie nr 293/83 ITB, 1/83 ITD. Środki ochrony drewna. Warszawa 1984 r.

4. Założenia ogólne do projektowania i obliczeń statycznych dźwigara oraz zakres jego stosowania

Rozpiętość w osiach podpór dźwigara $L = 9,0 \text{ m}$

Rozstaw osiowy dźwigara $a = 3,0 \text{ m}$

Rozstaw osiowy płatwi $e = 1,01 \text{ m}$

pochylenie połaci dachowych $\alpha = 20^\circ$

Strzałka konstrukcyjnego wzniesienia dolnego pasa dźwigara w środku rozpiętości:

$$L / 150 = 900 / 150 = 6 \text{ cm}$$

Pokrycie dachu falistymi płytami bezazbestowymi lub blachą fałdową na płatwiach drewnianych o przekroju $38 \times 125 \text{ mm}$.

Strop podwieszony do dolnych pasów dźwigarów zaprojektowano w dwóch wariantach: z falistych płyt bezazbestowych na belkach drewnianych lub w konstrukcji drewnianej skrzynkowej z twardą płytą pilśniową od spodu. Ocieplenie stanowi materiał izolacyjny o ciężarze objętościowym $\gamma \leq 1,2 \text{ kN/m}^3$ i grubości do 15 cm .

Projekt stropu podwieszonego stanowi oddzielne opracowanie CBPBBW „BISPROL” pt. „Strop podwieszony do dźwigarów drewnianych” - nr arch. 7387.

STAROSTWO POWIATOWE
13-100 Nidzica
ul. Traugutta 23
tel / fax 625-32-79



W obliczeniach statycznych przyjęto następujące obciążenia:

- Obciążenie śniegiem w II strefie wg PN-80/B-02010 (obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu $Q_K = 0,9 \text{ kN/m}^2$),
- obciążenie wiatrem w I strefie wg PN-77/B-02011 (charakterystyczne ciśnienie prędkości $q_k = 250 \text{ Pa}$),
- obciążenie obliczeniowe od pokrycia i ciężaru własnego dźwigara $q_{01} = 0,37 \text{ kN/m}^2$,
- obciążenie obliczeniowe od stropu podwieszonego $q_{02} = 0,49 \text{ kN/m}^2$,
- obciążenie obliczeniowe od urządzeń i instalacji podwieszonych do stropu $q_{03} = 0,18 \text{ kN/m}^2$,
- obciążenie obliczeniowe od elementów wentylacji naturalnej skupione w kalenicy $P_o = 7,20 \text{ kN}$.

Dźwigar zaprojektowano dla budynków zamkniętych, tj. o przewiewności którejkolwiek ściany zewnętrznej nie większej niż 35 %.

W wyniku analizy opracowanej przez CBPBBW „BISPROL” (nr archiwalny 7372), dopuszcza się stosowanie bez zmian konstrukcyjnych dźwigara opracowanego w niniejszym projekcie: w I strefie obciążenia śniegiem ($Q_K = 0,7 \text{ kN/m}^2$) przy rozstawie dźwigarów $a = 3,60 \text{ m}$, oraz w III strefie obciążenia śniegiem ($Q_K = 1,1 \text{ kN/m}^2$) przy rozstawie dźwigarów $a = 2,40 \text{ m}$.

W obu tych przypadkach należy w ramach adaptacji projektu dźwigara obliczyć reakcje od rzeczywistych obciążeń oraz zaprojektować płatwie i stężenia.

Dla obciążenia śniegiem w I strefie i rozstawu dźwigarów $a = 3,60 \text{ m}$ - przekrój płatwi wg ww. analizy wyniesie $45 \times 125 \text{ mm}$.

Dla obciążenia śniegiem w III strefie i rozstawu dźwigarów $a = 2,40 \text{ m}$ - przekrój płatwi wg ww. analizy wynosi $38 \times 125 \text{ mm}$.

Zastosowanie niniejszego dźwigara w warunkach odbiegających od wyżej wymienionych wymaga przeprowadzenia odpowiednich obliczeń statycznych.

5. Konstrukcja dźwigara

Trójkątny, dwuspadowy dźwigar kratowy utworzony jest z 2 prefabrykowanych, jednospadowych, trójkątnych dźwigarów kratowych, łączonych na budowie za pomocą nakładek, gwoździ i śrub stężających.

Miedzy deski dwugąłzowych pasów wpuszczone są końce jednogąłzowych skosów i wieszaka. Najdłuższy ściskany skos w połowie dźwigara wzmocniony jest przeciw wyboczeniu dwoma nakładkami ciągłymi.

Nie tylko gałęzie górnego, ściskanego pasa, lecz również gałęzie dolnego, rozciągane go pasa połączono przewiązkami (wkładkami) między węzłami (w górnym przeciw wyboczeniu, a w dolnym przeciw zniekształceniu gałęzi podczas transportu i montażu).

Ze względu na ograniczoną długość handlową asortymentów drzewnych, zaprojektowano styki pasów w miejscach minimalnych momentów zginających. W stykach zastosowano wkładki i nakładki, łączone z deskami pasów na gwoździe. Pas górny połączono z pasem dolnym (za pośrednictwem wkładek obu pasów) na wręb czolowy wkładki i na gwoździe.

6. Wskazówki dotyczące wykonania dźwigarów

Pomimo stosunkowo prostej konstrukcji drewnianych, dwuspadowych dźwigarów kratowych, nie zaleca się jednak wykonywania ich bezpośrednio na wsi, gdzie najczęściej brak podstawowych warunków zapewniających dostateczną jakość wykonania. Natomiast dźwigary można produkować masowo lub na zamówienie w odpowiednio przygotowanych i wyposażonych, terenowych zakładach wytwórczych elementów budowlanych (np. zakładach stolarsko-ciesielskich) i gotowe połówki dźwigarów przewozić dostępnymi pojazdami na plac budowy.

Warunki prawidłowej produkcji dźwigarów

Istniejące w terenie zakłady wytwórcze elementów budowlanych, w celu produkcji dźwigarów, powinny dysponować:

- fachowym personelem technicznym i wyszkoloną załogą ciesielską,
- wygodnym, suchym, przewietrzanym i dobrze oświetlonym warsztatem produkcyjnym, wyposażonym w odpowiednie instalacje elektryczne (oświetleniowa i energii elektrycznej), ciepłno-wilgotnościowe, w urządzenia umożliwiające sprawne usuwanie wiórów, trocin i odpadów drzewnych oraz w urządzenia zapewniające bezpieczeństwo i higienę pracy;
- dostatecznie dużym zadaszeniem do przeciwgrzybowej i przeciwogniowej impregnacji wykonanych konstrukcji drewnianych, zaopatrzoną w aparaturę opryskową, odpowiednie impregnaty, urządzenia ochronne (ubrania, rękawiczki, maski, okulary, buty itp.), mieszczącym ponadto kanał ściekowy lub basen do impregnacji metodą kąpieli;
- suchymi, przewietrzanymi, zamkniętymi pomieszczeniami składowymi, oddzielnie na materiały drzewne i oddzielnie na wykonane konstrukcje drewniane.

STAROSTWO POWIATOWE
13-100 Nidzica
ul. Traugutta 23
tel./fax 625-32-79

CEJANTY
KUTELI PLACI

STAROSTWO POWIATOWE
13-100 Nidzica
ul. Tarnowska 23
tel./fax 625-32-79

W warsztacie produkcyjnym powinny znajdować się ponadto:

- zmechanizowane narzędzia (o napędzie elektrycznym) lub obrabiarki do obróbki drewna (piła tarczowa, piła taśmowa, wiertarka, strugarka, frezarka) oraz w dobrym stanie narzędzia do ręcznej obróbki drewna i sprzęt pomiarowo-kontrolny (kątowniki, metalowa taśma miernicza, szablony dla złącz, wrębów i ścięć końcowych);
- urządzenia i sprzęt montażowy (montażowe stoły i pomosty z desek lub bali na stojakach lub legarach z belek, prasy, zaciski drewniane i metalowe);
- urządzenia transportowo-podnośnikowe (wózek ręczny lub mechaniczny z urządzeniem podnośnikowym, zblocha - wielokrążki lub nawet suwnica);
- wilgotnościomierz elektryczny do pomiaru wilgotności względnej drewna.

Wskazaniem jest oczywiście, aby zakłady wytwórcze elementów budowlanych z drewna, jeśli nie mają własnej suszarni drewna znajdowały się w bliskim sąsiedztwie suszarni oraz w pobliżu składu z drewnem budowlanym lub blisko tartaku.

Wymagania materiałowe

Do produkcji dźwigarów potrzebna jest tarcica iglasta (sosnowa lub świerkowa) klasy K27, o wilgotności w $\leq 20\%$ o wymiarach przekroju poprzecznego zgodnie z normą PN-75/D-96000.

Łączniki metalowe (gwoździe, śruby) należy stosować ocynkowane.

Zalecenia odnośnie wykonywania dźwigarów

Niezbędnym warunkiem dobrej jakości złącz elementów dociskanych do siebie jest dokładne przyleganie płaszczyzn wzajemnego docisku. Dlatego należy zwrócić szczególną uwagę na staranne wykonanie:

- płaszczyzn stykowych na wkładach obu pasów w złączu podporowym pasa dolnego z górnym;
- ścięć czołowych stykowanych desek górnego pasa oraz ukośnych ścięć na obu końcówkach desek pasa górnego.

Również starannego wykonania wymagają wszystkie złącza gwoździowane, a zwłaszcza złącza na stykach desek obu pasów w styku połówek dźwigara na pasie dolnym oraz złącze podporowe pasa dolnego z górnym.

Gwoździe należy wbijać ściśle wg rysunków, posługując się szablonami ze sklejk, płyty pilśniowej, blachy lub innych cienkich materiałów płytowych.

Na szablonach, oddzielnie sporządzanych dla każdego rodzaju złącza, otwory na gwoździe oznacza się oddzielnie na obu stronach szablonu. Jedną stroną szablonu posługujemy się przy wbijaniu gwoździ w złącze z jednej strony dźwigara, a drugą stroną szablonu - przy wbijaniu gwoździ w tym samym złącze z drugiej strony dźwigara.

Otwory na śruby stężające w styku połówek dźwigara na pasie dolnym nawierca się po obu stronach wbiciu wszystkich gwoździ w nakładki stykowe.

Otwory na śruby stężające w styku kalenicowym połówek dźwigara nawierca się od razu przez wszystkie elementy łączone, po ich wzajemnym dopasowaniu, prawidłowym ułożeniu i montażowym docisnięciu za pomocą zacisków. Nie uwalniając łączonych elementów z zacisków (po nawierceniu otworów), zakłada się śruby.

Impregnacja dźwigarów

Całkowicie wykonane połówki dźwigarów (wraz z nakładkami do styku dolnego i kalenicowego), należy zabezpieczyć najpierw przed działaniem grzybów i owadów 2 powłokami Fungonitu NW-2 lub Fungosilu, a następnie zabezpieczyć przeciwogniowo również 2 powłokami Fobosu M2 lub Silignitu RM.

Klasa odporności ogniowej

Po nasyceniu środkami przeciwogniowymi dźwigar można zaliczyć do grupy elementów trudno zapalnych, stosowanych w budynkach o klasie odporności ogniowej „E”.

Warunki odbioru dźwigarów

A. Niedopuszczalne odstępstwa od warunków sformułowanych w rozdziałach: „Wymagania materiałowe” i „Zalecenia odnośnie wykonania dźwigarów”.

Niedopuszczalne do stosowania są dźwigary wykonane z drewna wilgotnego o wilgotności w $> 20\%$ lub z drewna o gorszej jakości niż podane w „Wymaganiach materiałowych”.

Niedopuszczalne do stosowania są dźwigary ze szparami większymi od 0,5 mm między płaszczyznami wzajemnego docisku elementów.

Niedopuszczalne są złącza z mniejszą niż projektowana ilością gwoździ, lub z większą ilością gwoździ, lecz nieprawidłowo rozstawionych.

Niedopuszczalne są pęknięcia wzdłuż słoików w złączach gwoździowych, wadliwie wykonanych, zwłaszcza w złączach elementów rozciąganych (pasa dolnego, skosów rozciąganych i wieszaka).

Niedopuszczalne są pęknięcia ukośne w pobliżu większych sęków, umiejscowionych na krawędziach dolnego pasa.

Niedopuszczalne są również uszkodzenia krawędziowe (przecięcia poprzeczne słoików), o głębokości > 2 mm, szczególnie na elementach rozciąganych, a zwłaszcza na pasie dolnym.

Ponadto niedopuszczalne są duże wygięcia pasa górnego z jego płaszczyzny oraz duże zwichrzenia pasa dolnego i górnego zarówno w połówkach dźwigarów jak i w całych dźwigarach.

Granice wygięcia i wichrowatości określone są w p. B.

B. Dopuszczalne odchyłki wymiarowe, spowodowane usterkami w doborze drewna, nieodpowiednią jakością wykonania i uszkodzeniem podczas transportu, składowania i montażu.

Dopuszcza się następujące wartości odchyłek wymiarowych elementów dźwigara:

- długość pasa górnego i dolnego w połówce dźwigara $\pm 4,5$ mm;
- długość pasa dolnego w dźwigarze zmontowanym z 2 połówek ± 6 mm;
- długość 2 krótszych skosów w połówce dźwigara ± 2 mm;
- długość skosu najdłuższego 1 wieszaka w połówce dźwigara ± 3 mm;
- długość nakładek stykowych, wkładek i nadbitek ± 2 mm;
- szerokość wszystkich elementów dźwigara -2 mm; $+3$ mm;
- grubość wszystkich elementów dźwigara $-0,5$ mm; $+1$ mm;
- rozstaw gwoździ i śrub w poprzek włókien ± 1 mm;
- rozstaw gwoździ i śrub wzdłuż włókien ± 2 mm.

Dopuszcza się następujące wartości zniekształceń:

- wygięcie pasa górnego z jego płaszczyzny oraz zwichrowanie pasa górnego i dolnego w połówce dźwigara $- 2$ mm;
- wygięcie obu pasów górnych oraz zwichrowanie pasów górnych i pasa dolnego w dźwigarze zmontowanym z 2 połówek $- 3$ mm.

Dopuszcza się na elementach między złączami pęknięcia wzdłużne (jednak nie na samych krawędziach), o głębokości ≤ 4 mm i szerokości $\leq 0,6$ mm.

Dopuszcza się wgniecenia (od uderzeń) na bokach i płaszczach elementów o głębokości ≤ 4 mm.

Dopuszcza się uszkodzenia krawędziowe (przecięcia poprzeczne słojów) o głębokości ≤ 2 mm.

Uwaga:

niedopuszczalne jest równoczesne występowanie 2 uchyłek: zmniejszenie szerokości o ≤ 2 mm i uszkodzenia krawędziowe o głębokości ≤ 2 mm.

7. Wskazówki dotyczące montażu dachu

Roboty montażowe dachu należy przeprowadzać zgodnie z „Rozporządzeniem Min. Bud. i P.M.B. z dnia 28.III.1972 r.” -Dz. Ustaw nr 13 z kwietnia 1972 r. w sprawie bhp przy wykonywaniu robót bud.-montażowych i remontowych.

Montaż dachu można podzielić na dwa etapy, przebiegające w następującej kolejności.

Etap I:

- przed właściwym montażem dachu połączenie prefabrykowanych połówek w dźwigary na poziomie terenu (za pomocą nakładek, śrub, gwoździ): przytwierdzenie we właściwych miejscach do górnych pasów klocków podporowych dla oparcia płatwi pośrednich, przykalenicowych i kalenicowych oraz przytwierdzenie podpór deskowych do końców wspornikowych dolnych pasów (z obu stron) dla oparcia płatwi okapowych; ustawienie dźwigarów w pozycji stojącej wzdłuż jednej ściany zewnętrznej (po jej wewnętrznej stronie), w odstępach co 3,0 m;
- wykonanie jednoprzęsłowych zastrzałów stężenia podłużnego i ustawienie ich w 2 rzędach w pozycji stojącej wzdłuż drugiej ściany zewnętrznej, w odstępach co 3,0 m;
- przy konstrukcji słupowej ścian - sprawdzenie właściwego ustawienia słupów, a mianowicie: stanu ich zamocowania w fundamentach, prawidłowego ustawienia w rzędach ścian, odpowiednich rozstawów i rozpiętości, dokładnej pionowości oraz ułożenia wierzchów słupów w jednej płaszczyźnie poziomej;
- ułożenie i zakotwienie oczepów na słupach oraz murlat na ścianach masywnych albo ustawienie drewnianych podkładek wyrównawczych na wierzchach słupów (przy braku oczepów), w celu wyrównania poziomu podpór dźwigarów;
- ustawienie za pomocą dźwigu (np. dźwigu samochodowego typu Star lub żurawia wiejskiego doczepnego ŻPW-054) na oczepach, murlatach lub

SIKOSTWO POWIATOWE
ul. Traugutta 23
tel./fax 625-32-79

WYKONANO
1997.04.13

STAROSTWO POWIATOWE

13-100 Nidzica

ul. Traugutta 23

tel./fax 625-32-79

drewnianych podkładkach wyrównawczych pierwszego (skrajnego) dźwigara, ustawienie go w niezmienną pozycję pionową za pomocą tymczasowych zastrzałów montażowych i przytwierdzenie do podpór (oczepów, murlat lub wierzchów słupów):

- ustawienie drugiego z kolei dźwigara na elementach wspornikowych (w podobny sposób jak dźwigara pierwszego), przytwierdzenie go do podpór i usztywnienie w pozycji pionowej przez przytwierdzenie jednoprzęsłowego zestawu stężenia podłużnego do wieszaków obu dźwigarów;
- ustawienie, przytwierdzenie i usztywnienie w pionie wszystkich następnych dźwigarów - w ten sposób, jak dźwigara drugiego.

Etap II.

- wykonanie na placu budowy (o ile nie wykonano w zakładzie wytwórczym) jednoprzęsłowych odcinków płatwi ze wspornikami oraz utworzenie z nich kilkuprzęsłowych (np. trójpłaszczyznowych) płatwi pośrednich i przykalenicowych;
- wykonanie na placu budowy jednoprzęsłowych płatwi okapowych i kalenicowych;
- wykonanie na placu budowy odpowiedniej ilości zestawów stężenia połaciowego dla pola drugiego, przedostatniego i co piątego lub co szóstego pola;
- dla każdego schematu budynku 9 x 12,0 m ułożenie po zewnętrznych stronach ścian odpowiedniej ilości (po połowie z każdej strony) zestawów płatwi pośrednich i przykalenicowych, płatwi okapowych i kalenicowych, a dla pól drugiego, przedostatniego i co piątego lub co szóstego - odpowiedniej ilości zestawów stężenia połaciowego;
- przytwierdzenie do ustawionych na stałe dźwigarów płatwi pośrednich, przykalenicowych, okapowych i kalenicowych oraz przybicie zestawów stężenia połaciowego do wierzchów odpowiednich dźwigarów i do boku płatwi pośrednich i przykalenicowych w poprzednio podanych polach dachu;
- usunięcie tymczasowych zastrzałów montażowych, usztywniających dźwigar pierwszy.

Liny (łańcuchy) trawersu, za pośrednictwem którego dźwig podnosi dźwigary, powinno się zaczepiać w złączach skosów drugiego i trzeciego z górnymi pasami.

Po ustawieniu, przytwierdzeniu i usztywnieniu wszystkich dźwigarów (za pomocą stężenia podłużnego w każdym polu), dźwig można wykorzystać do innych robót na tej budowie (np. do rozładunku przywiezionych ciężkich elementów konstrukcyjnych,

ciężkich pakietów, utworzonych z kilku lub kilkunastu lekkich elementów konstrukcyjnych albo materiałów budowlanych); można również przerzucić dźwig na inną budowę, a zestawy konstrukcyjne płatwi i stężeń połaciowych podawać na dach ręcznie lub wciągać za pomocą zbloczy wielokrążków lub wciągarki.

Nie zaleca się wykonywania zestawów stężenia podłużnego i stężenia połaciowego w zakładach wytwórczych elementów budowlanych i przewożenia gotowych na budowy: istnieje bowiem obawa zniekształceń zestawów podczas transportu. Natomiast jednoprzęsłowe odcinki wszystkich płatwi i nakładki stykowe połówek dźwigarów można wykonywać zarówno w zakładzie wytwórczym jak i na placu budowy. Przy wykonywaniu płatwi i stężeń na placu budowy należy pamiętać również o impregnacji przeciwgrzybowej i przeciwogniowej konstrukcji.

8. Wskazówki dotyczące transportu połówek dźwigarów

Wykonanie połówki dźwigarów wraz z nakładkami stykowymi można przewozić na budowę wagonami kolejowymi, samochodami ciężarowymi, przyczepami holowanymi przez ciągniki i wozami konnymi (na bliskie odległości, nie przekraczające 20 km).

Dla tych trzech ostatnich pojazdów drogowych istnieje przepis ograniczający długość przewożonych elementów, a mianowicie, że wolny koniec elementu może wystawać poza tylną krawędź pojazdu nie więcej niż 2,0 m (Dz.U. R.P. nr 98 z 19.08.1997 p. 61.1).

W naszym przypadku - przy długości połówki dźwigara 501 cm, długość skrzyni samochodu ciężarowego, przyczepy lub wozu konnego nie może być mniejsza niż $501 - 200 = 301$ cm.

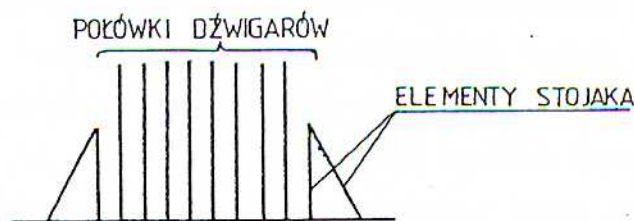
Połówki dźwigarów należy przewozić na pojazdach w pozycji stojącej (pionowej) na dolnych pasach, ustawione wieszakami do przodu pojazdu, a końcami podporowymi - do tyłu. Taka pozycja odpowiada najlepiej poprawnemu załadunkowi i wyładunkowi dźwigiem.

Przy przewozie połówek dźwigarów w pozycji leżącej istnieje prawdopodobieństwo dużych uszkodzeń (rozluźnienie złącz gwoździowych), wskutek silnych wstrząsów wystających końców poza tylną krawędź pojazdu na nierównych drogach.

O ile dopuszczalna dla danego pojazdu ładowność (wyrażona w tonach) pozwala, na podłodze pojazdu można ustawić połówki dźwigarów jedna obok drugiej, dosuwając skrajne połówki do boków skrzyni, przedzielając je jednak szmatami lub papierami od boków, w obawie przed otarciem.

ul. Białogłowa 23
tel./fax 625-32-79

Jeżeli dopuszczalna ładowność nie zezwala na pełne wykorzystanie powierzchni użytkowej skrzyni, można połówki dźwigarów unieruchomić w niezmienniej pozycji stojącej na środkowym pasie podłogi, ustawiając je na poziomach krawędzi 2 stojaków, dotykających końcami do boków skrzyni (jak na szkicu).



W celu uniemożliwienia pojedynczym połówkom wysuwania się poza tylną krawędź pojazdu podczas silnych wstrząsów, należy do wierzchołów górnych pasów wszystkich połówek, na obu ich końcach przybić na czas transportu po jednej łące, wiążąc w ten sposób wszystkie połówki w jedną całość.

Na wozach konnych - bez boków i tyłów skrzyń, lecz z ich spodami tzw. „poddanicami” - przewozi się połówki dźwigarów ustawione na 2 stojakach przytwierdzonych do poddanicy.

Poziome krawędziaki stojaków są oczywiście krótsze w porównaniu ze stojakami dla skrzyń samochodów ciężarowych lub przyczep.

9. Wskazówki dotyczące tymczasowego składowania połówek dźwigarów i pozostałych elementów przekrycia dachowego

W zasadzie połówki dźwigarów ewentualnie nakładki stykowe i jednoprzęsłowe odcinki płatwi powinny być od razu po wykonaniu przewożone z zakładu na budowę. Nie zawsze jednak złożony proces budowlany „produkcja, transport, montaż” przebiega sprawnie i konieczność zmusza do tymczasowego składowania tych elementów konstrukcyjnych więźby dachowej w zakładach wytwórczych i na placach budowy:

W zakładzie wytwórczym (zwłaszcza dużym) należy przeznaczyć na ten cel suchy budynek zamknięty) jak podano już w rozdziale 6 „Wskazówki dotyczące wykonania dźwigarów”) lub przynajmniej wiatę ze szczelnym dachem.

Zamknięty budynek składowy powinien chronić składowane w części drewniane więźby dachowej przed:

- wilgocią spowodowaną zaciekami przez nieszczelności pokrycia lub przez ściany i przed wilgocią wydzielającą się z wnętrza z gruntu;
- bezpośrednią operacją promieni słonecznych, dzięki rzadko rozmieszczonym i niewielkim oknom.

Aby wymagania wilgotnościowe mogły być spełnione, pomieszczenie budynku składowego musi być:

- ograniczone od góry szczelnym dachem, z boków szczelnymi ścianami, a od dołu podłogą drewnianą, posadzką asfaltową, betonową itp.
- wentylowane okresowo w sposób naturalny (przez otwory okienne i drzwiowe) lub sztuczny.

Wiata natomiast powinna być wystawiona na terenie suchym, lekko wzniesionym ponad najbliższym otoczeniem, a pomieszczenie wiaty oddzielone od ziemi posadzką z asfaltu, betonu lub przynajmniej nawierzchnią z ubitego żużlu, gruzu, tłuczni kamiennej itp. oraz osłonięte częściowo z boków dużymi okapami chroniącymi przed opadami atmosferycznymi i operacją promieni słonecznych.

Połówki dźwigarów, nakładki stykowe i jednoprzęsłowe odcinki płatwi układa się (każde z nich oddzielnie) w pozycji poziomej, nie bezpośrednio na posadzce, lecz na równych legarach, stosując podkładki z łąt równej grubości pomiędzy poszczególnymi warstwami składowanych prefabrykatów - w odstępach ≤ 100 cm.

Z połówek dźwigara można utworzyć stos złożony najwyżej z 10 poziomych warstw, by uniknąć trwałych zniekształceń od przekładek najniżej ułożonych połówek - przy długotrwałym ich składowaniu (niekiedy przez kilka miesięcy).

Połówki dźwigarów można również składować w pozycji pionowej (stojącej) - jedna obok drugiej - na 2 stojakach, opisanych już w rozdziale poprzednim.

Na budowie składowanie połówek dźwigarów i innych prefabrykowanych elementów więźby dachowej należy traktować jako „zło konieczne” i nie dłużej, niż przez 1 miesiąc w porze wiosenno-letniej, lecz nie późną jesienią, a tym bardziej w zimie, kiedy nie ma widoków na rychłe ukończenie montażu dachu (łącznie z jego pokryciem) w wyjątkowo niesprzyjających warunkach atmosferycznych.

STAROSTWO POWIATOWE
13-100 Nidzica
ul. Traugutta 23
tel./fax 225 32-79

Do tymczasowego składowania można wykorzystać istniejącą na budowie wiatę, zadaszenie lub stodołę, jeżeli takiego pustego budynku składowego w pobliżu budowy nie ma, wtedy urządzamy składowanie na suchym, odpowiednio przygotowanym terenie, lekko wzniesionym ponad najbliższym otoczeniem.

Teren na składowisko należy oczyścić z chwastów, wyrównać i zasypać niewielkie wgłębienia ziemią, a z wierzchu żużlęm, gruzem lub piaskiem i ubić. Na tak przygotowanym terenie składujemy połówki dźwigarów i inne prefabrykowane elementy więźby w warstwach poziomych (z przekładkami o różnej grubości między warstwami) na legarach, przedzielonych od ziemi pasami papy lub folii, albo ustawiamy połówki dźwigarów w pozycji stojącej (pionowej) - jedna obok drugiej - na dwóch stojakach, ustawionych na pasach papy (folii) - w ten sam sposób, jak opisano składowanie w zakładach wytwórczych.

Tak ułożone poziomo lub ustawione pionowo stosy prefabrykowanych elementów drewnianych przykrywamy płachtami brezentowymi lub arkuszami papy w ten sposób, aby woda deszczowa i promienie słoneczne nie miały dostępu do składowanych prefabrykatów, a jednocześnie, żeby powietrze miało swobodny przepływ pod przykryciem między poszczególnymi elementami.

OBLICZENIA STATYCZNE

STAROSTWO POWIATOWE
13-100 Nidzica
ul. Traugutta 23
tel./fax 625-32-79

1. Założenia do projektowania i obliczeń statycznych

1.1. Założenia ogólne

Strefa obciążenia śniegiem II (wg PN-80/B-02010),

Strefa obciążenia wiatrem I (wg PN-77/B-02011).

Pokrycie dachu falistymi płytami bezazbestowymi na płatwiach drewnianych (lub blachą fałdową).

Strop podwieszony z płyt bezazbestowych falistych, ocieplony materiałem izolacyjnym o ciężarze objętościowym w stanie powietrzno-suchym $1,2 \text{ kN/m}^3$ i grubości 15 cm.

Obciążenie dodatkowe dolnych pasów od urządzeń i instalacji - $0,15 \text{ kN/m}^2$.

Obciążenie elementami wentylacji naturalnej skupione w kalenicy - 6,0 kN.

1.2. Metoda obliczeń

Długość prętów, reakcje oraz siły podłużne w prętach dźwigara obliczono za pomocą programu obliczeniowego pt. „Analiza statyczna kratownic płaskich statycznie wyznaczalnych”.

Symbol programu : E150.

Typ BMC: Compucorp 425 G model 22.

Autor programu: WBSPB, mgr inż. Edward Szczepan, Warszawa, lipiec 1976,

Wydruki wyników załączono do egzemplarza archiwalnego Zespołu Sprawdzającego „BISPROL”.

Obliczenie konstrukcji przeprowadzono według metody stanów granicznych.

1.3. Materiały i złącza

Dźwigar zaprojektowano z tarcicy iglastej (sosnowej lub świerkowej) klasy K27 o dopuszczalnej wilgotności do 20 %. Do złączy konstrukcyjnych zastosowano gwoździe okrągłe oraz śruby stężące M 12.

1.4. Wartości geometryczne więzby dachowej

Rozpiętość w osiach podpór $L = 9,0 \text{ m}$

Rozstaw dźwigarów $a = 3,0 \text{ m}$

Rozstaw płatwi $e = 1,01 \text{ m}$

Spadek połaci dachowej $\alpha = 20^\circ$

Wartość funkcji trygonometrycznych:

CZYWAŁA
WZENT LUKZ

$$\sin 20^{\circ} = 0,342$$

$$\cos 20^{\circ} = 0,9397 = 0,94$$

$$\text{Wysokość dźwigara } h = 9,0 \times 0,5 \times 0,364 = 1,638 \text{ m}$$

Strzałka konstrukcyjnego wzniesienia dolnego pasa

$$L / 150 = 9,0 / 150 = 0,06 \text{ m}$$

Kąt nachylenia pasa dolnego do poziomu

$$\text{tg } \gamma = \frac{0,06}{9,0 \times 0,6} = 0,0133$$

$$\gamma = 0,46,$$

Kąt między pasem górnym a dolnym

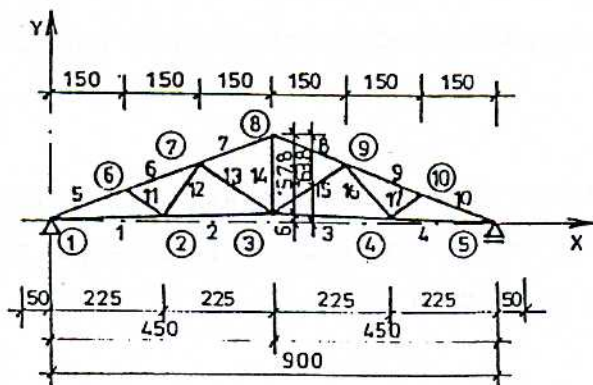
$$\alpha = 20^{\circ} - 0^{\circ} 45' = 19^{\circ} 14'$$

Kąt rozwarty między wspornikiem pasa dolnego a pasem górnym

$$\beta = 180^{\circ} - \alpha = 180^{\circ} - 19^{\circ} 14' = 160^{\circ} 46'$$

$$\beta / 2 = 80^{\circ} 23'$$

Schemat dźwigara



Współrzędne węzłów

①	$X = 0,0$	$Y = 0,0$
②	$X = 2,25 \text{ m}$	$Y = 0,03 \text{ m}$
③	$X = 4,50 \text{ m}$	$Y = 0,06 \text{ m}$
④	$X = 6,75 \text{ m}$	$Y = 0,03 \text{ m}$
⑤	$X = 9,0 \text{ m}$	$Y = 0,0$
⑥	$X = 1,50 \text{ m}$	$Y = 0,546 \text{ m}$
⑦	$X = 3,0 \text{ m}$	$Y = 1,092 \text{ m}$
⑧	$X = 4,5 \text{ m}$	$Y = 1,638 \text{ m}$
⑨	$X = 6,0 \text{ m}$	$Y = 1,092 \text{ m}$
⑩	$X = 7,50 \text{ m}$	$Y = 0,546 \text{ m}$

STAROSTWO POWIATOWE
13-100 Nidzica
ul. Traugutta 23
tel./fax 625-32-79

Długość prętów

$$l_1 = l_2 = l_3 = l_4 = 2,25 \text{ m}$$

$$l_5 = l_6 = l_7 = l_8 = l_9 = l_{10} = 1,596 \text{ m}$$

$$l_{12} = l_{18} = 1,30 \text{ m}$$

$$l_{11} = l_{17} = 0,91 \text{ m}$$

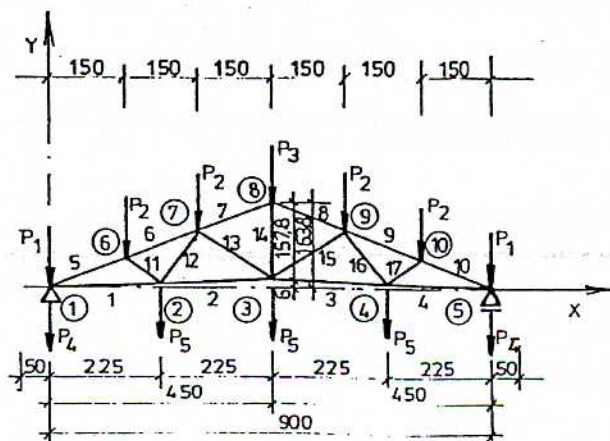
$$l_{13} = l_{15} = 1,821 \text{ m}$$

$$l_{14} = 1,578 \text{ m}$$

2. Obliczenia statyczne dźwigara

2.1. Obciążenia

Schemat 1 - obciążenia stałe



Obciążenie pionowe górnych węzłów dźwigara

Obciążenie pionowe przypadające na 1 m ² rzutu poziomego połaci	charakt. kN/m ²	wsp.	oblicz. kN/m ²
od ciężaru płyt falistych bezazbestowych na płatwiach drewnianych 0,25 ; 0,94	0,27	1,2	0,32
od połowy ciężaru własnego dźwigara przyjęto 2,5 x 0,5 10,0 x 3,0	0,04	1,2	0,05
	0,31	1,10	0,37

Obliczeniowe obciążenia węzłowe:

$$P_1 = 0,37 (0,50 + 1,5 + 0,5) \times 3,0 = 1,39 \text{ kN}$$

$$P_2 = 0,37 \times 1,5 \times 3,0 = 1,67 \text{ kN}$$

- obliczeniowe obciążenie węzłowe w kalenicy od elementów wentylacji naturalnej

$$P_w = 6,00 \times 1,2 = 7,20 \text{ kN}$$

$$P_3 = P_2 + P_w = 1,67 + 7,20 = 8,87 \text{ kN}$$

Obciążenie pionowe dolnych węzłów dźwigara

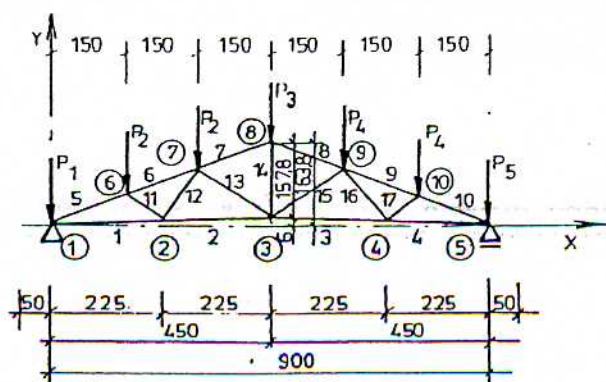
Obciążenie pionowe przypadające na 1 m ² rzutu stropu podwieszonego	charakt. kN/m ²	wsp.	oblicz. kN/m ²
od ciężaru wł. stropu podwieszonego z płyt falistych bezazbestowych na belkach drewnianych	0,20	1,2	0,24
od ciężaru materiału ocieplającego o ciężarze objętościowym 1,2 kN/m ³ i grubości 15 cm na folii polietylenowej	0,19	1,3	0,25
razem strop podwieszony	0,39	1,20	0,49
od połowy ciężaru własnego dźwigara	0,04	1,1	0,05
od ciężaru urządzeń instalacji podwieszonych do stropu	0,15	1,2	0,18
razem	0,58	1,24	0,72

Obliczeniowe obciążenia węzłowe:

$$P_4 = 0,72 \times 2,25 \times 0,5 \times 3,0 = 2,42 \text{ kN}$$

$$P_5 = 0,72 \times 2,25 \times 3,0 = 4,86 \text{ kN}$$

Schemat 2 - obciążenie śniegiem - II strefa wg PN-80/B-02010



STAROSTWO POWIATOWE
13-100 Nidzica
ul. Traugutta 23
tel./fax 625-32-79

Obciążenie odniesione do rzutu dachu na powierzchnię poziomą

Obciążenia charakterystyczne: $S_K = Q_K \times C$

$Q_K = 0,9 \text{ kN/m}^2$, C - wg tabl. Z1-1

$C_1 = 0,8$,

$$C_2 = 0,8 + 0,4 \left(\frac{20 - 15}{15} \right) = 0,93$$

Zgodnie z p. 2.2. normy, wartość obc. charakterystycznego zwiększa się o 20 %

$$S_{K1} = 0,9 \times 0,8 \times 1,2 = 0,864 \text{ kN/m}^2$$

$$S_{K2} = 0,9 \times 0,93 \times 1,2 = 1,0 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie obliczeniowe: $S = S_K \gamma_f$

$$\gamma_f = 1,4$$

$$S_1 = 0,864 \times 1,4 = 1,21 \text{ kN/m}^2 \quad \text{- na prawej połaci}$$

$$S_2 = 1,0 \times 1,4 = 1,40 \text{ kN/m}^2 \quad \text{- na lewej połaci}$$

Obliczeniowe obciążenia węzłowe:

$$P_1 = 1,40 \times (0,50 + 1,5 \times 0,5) \times 3,0 = 5,27 \text{ kN}$$

$$P_2 = 1,40 \times 1,5 \times 3,0 = 6,30 \text{ kN}$$

$$P_3 = (1,40 + 1,21) \times 0,5 \times 1,5 \times 3,0 = 5,87 \text{ kN}$$

$$P_4 = 1,21 \times 1,5 \times 3,0 = 5,45 \text{ kN}$$

$$P_5 = 1,21 (0,50 + 1,5 \times 0,5) \times 3,0 = 4,56 \text{ kN}$$

Schemat 2 a - obciążenie śniegiem II strefa wg PN-80/B-02010

$$S_1 = 1,21 \text{ kN/m}^2 \quad \text{- na lewej połaci}$$

$$S_2 = 1,40 \text{ kN/m}^2 \quad \text{- na prawej połaci}$$

STAROSTWO POWIATOWE
13-100 Nidzica
ul. Traugutta 23
tel./fax 629 82 78

Obliczeniowe obciążenia węzłowe:

$$P_1 = 4,56 \text{ kN}$$

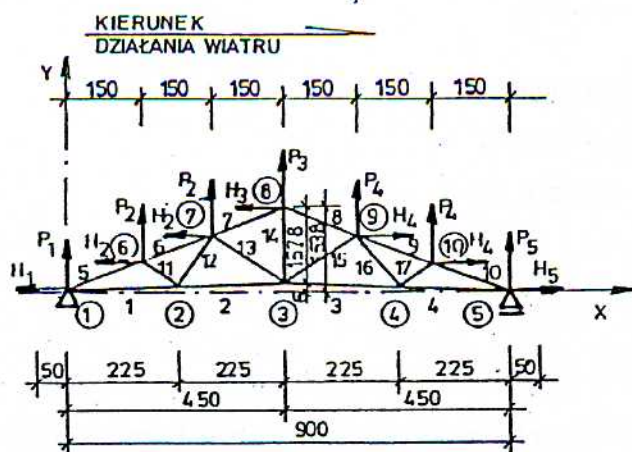
$$P_4 = 6,30 \text{ kN}$$

$$P_2 = 5,45 \text{ kN}$$

$$P_5 = 5,27 \text{ kN}$$

$$P_3 = 5,87 \text{ kN}$$

Schemat 3 - obciążenie wiatrem I strefa wg PN-77/B-02011 - wariant 1



Obciążenia prostopadłe do połaci dachu:

- Obciążenie charakterystyczne: $P_K = q_k C_e C$

$$q_k = 250 \text{ Pa} = 0,25 \text{ kN/m}^2$$

Teren A - otwarty, wys. bud. $Z \leq 10 \text{ m} \rightarrow C_e = 1,0$

Dla budowli niepodatnych na dynamiczne działanie wiatru $\beta = 1,8$.

Dla $\alpha = 20^\circ$ z tabl. Z1-3 $h/L \leq 2$

Wariant I: $C_{z1} = -0,9$ $C_{z2} = -0,4$

$$P_{K1} = -0,25 \times 1,0 \times 0,9 \times 1,8 = -0,405 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{K2} = -0,25 \times 1,0 \times 0,4 \times 1,8 = -0,180 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie obliczeniowe: $P = P_K \gamma_f$

$$\gamma_f = 1,3$$

$$P_1 = -0,405 \times 1,3 = -0,527 \text{ kN/m}^2$$

$$P_2 = -0,180 \times 1,3 = -0,234 \text{ kN/m}^2$$

-6A-70-

STAROSTWO POWIATOWE
13-100 Nidzica
ul. Traugutta 23
tel./fax 625-32-79

Obliczeniowe obciążenia węzłowe:

$$P_1 = 0,527 (1,5 \times 0,5 + 0,50) \times 3,0 = 1,98 \text{ kN}$$

$$H_1 = 0,527 \times 1,5 \times 0,364 \times 0,5 \times 3,0 = 0,43 \text{ kN}$$

$$P_2 = 0,527 \times 1,5 \times 3,0 = 2,37 \text{ kN}$$

$$H_2 = 0,527 \times 1,5 \times 0,364 \times 3,0 = 0,86 \text{ kN}$$

$$P_3 = (0,527 + 0,234) \times 0,5 \times 1,5 \times 3,0 = 1,71 \text{ kN}$$

$$H_3 = (0,527 - 0,234) \times 0,5 \times 1,5 \times 0,364 \times 3,0 = 0,24 \text{ kN}$$

$$P_4 = 0,234 \times 1,5 \times 3,0 = 1,05 \text{ kN}$$

$$H_4 = 0,234 \times 1,5 \times 0,364 \times 3,0 = 0,38 \text{ kN}$$

$$P_5 = 0,234 (1,5 \times 0,5 + 0,50) \times 3,0 = 0,88 \text{ kN}$$

$$H_5 = 0,234 \times 1,5 \times 0,364 \times 0,5 \times 3,0 = 0,19 \text{ kN}$$

Schemat 3a - obciążenie wiatrem I strefa wg PN-77/B-02011

Wariant I wg tabl. Z1-3

Kierunek działania wiatru - z prawej strony

Obliczeniowe obciążenia węzłowe (por. schemat 3)

$$P_1 = 0,88 \text{ kN}$$

$$P_4 = 2,37 \text{ kN}$$

$$H_1 = 0,19 \text{ kN}$$

$$H_4 = 0,86 \text{ kN}$$

$$P_2 = 1,05 \text{ kN}$$

$$P_5 = 1,98 \text{ kN}$$

$$H_2 = 0,38 \text{ kN}$$

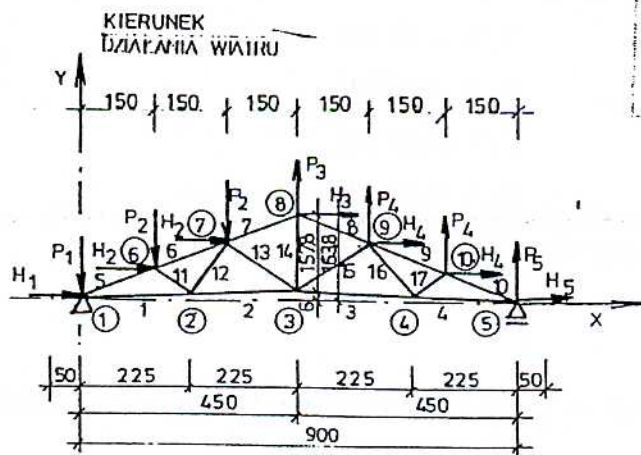
$$H_5 = 0,43 \text{ kN}$$

$$P_3 = 1,71 \text{ kN}$$

$H_3 = -0,24 \text{ kN}$ - przeciwny niż w schemacie 3 kierunek działania siły

Schemat 4 - obciążenie wiatrem I strefa wg PN-77/B-02011

wariant II wg tabl. Z1-3



CZYWAŻY
EGZEMPLARZ

62 - 71 -
STAROSTWO POWIATOWE
13-100 Nidzica
ul. Traugutta 23
19-625-32-79

Obciążenia prostopadłe do połaci dachu:

- Obciążenie charakterystyczne:

$$C_{z1} = +0,1 \quad C_{z2} = -0,4$$

$$P_{K1} = 0,25 \times 1,0 \times 0,1 \times 1,8 = 0,045 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{K2} = -0,25 \times 1,0 \times 0,4 \times 1,8 = -0,180 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$P_1 = 0,045 \times 1,3 = 0,059 \text{ kN/m}^2$$

$$P_2 = -1,80 \times 1,3 = -0,234 \text{ kN/m}^2$$

Obliczeniowe obciążenia węzłowe:

$$P_1 = 0,059 (1,5 \times 0,5 + 0,50) \times 3,0 = 0,22 \text{ kN}$$

$$H_1 = 0,059 \times 1,5 \times 0,364 \times 0,5 \times 3,0 = 0,05 \text{ kN}$$

$$P_2 = 0,059 \times 1,5 \times 3,0 = 0,27 \text{ kN}$$

$$H_2 = 0,059 \times 1,5 \times 0,364 \times 3,0 = 0,10 \text{ kN}$$

$$P_3 = (0,234 - 0,059) \times 0,5 \times 1,5 \times 3,0 = 0,39 \text{ kN}$$

$$H_3 = (0,234 + 0,059) \times 0,5 \times 1,5 \times 0,364 \times 3,0 = 0,24 \text{ kN}$$

$$P_4 = 0,234 \times 1,5 \times 3,0 = 1,05 \text{ kN}$$

$$H_4 = 0,234 \times 1,5 \times 0,364 \times 3,0 = 0,38 \text{ kN}$$

$$P_5 = 0,234 (1,5 \times 0,5 + 0,50) \times 3,0 = 0,88 \text{ kN}$$

$$H_5 = 0,234 \times 1,5 \times 0,364 \times 0,5 \times 3,0 = 0,19 \text{ kN}$$

Schemat 4a - obciążenie wiatrem I strefa wg PN-77/B-02011

Wariant II wg tabl. Z1-3

Kierunek działania wiatru - z prawej strony

Obliczeniowe obciążenia węzłowe (por. schemat 4)

$$P_1 = -0,88 \text{ kN}$$

$$P_4 = -0,27 \text{ kN}$$

$$H_1 = -1,05 \text{ kN}$$

$$H_4 = -0,10 \text{ kN}$$

$$P_2 = -1,05 \text{ kN}$$

$$P_5 = -0,22 \text{ kN}$$

$$H_2 = -0,38 \text{ kN}$$

$$H_5 = -0,05 \text{ kN}$$

$$P_3 = +0,39 \text{ kN} - \text{kierunek działania siły jak w schemacie 4}$$

$$H_3 = -0,24 \text{ kN}$$

Uwaga: znak minus (-) oznacza przeciwny niż w schemacie 4 kierunek działania sił.

2.2. Reakcje siły podłużnej w prętach dźwigara

2.2.1. Wartości reakcji

STAROSTWO POWIATOWE
13-100 Nidzica
 ul. Traugutta 23
 tel./fax 625-32-79

Lp.	Schematy	Reakcje pionowe w kN		Reakcje poziome H_1 w kN
		R1	R2	
1	1	+18,885	+18,885	0,0
2	1 + 2	+39,265	+37,705	0,0
3	1 + 2a	+37,705	+39,265	0,0
4	1 + 2 + 3 (x 0,9)	+33,159	+33,541	+1,296
5	1 + 2 + 3a (x 0,9)	+35,101	+31,599	-1,296
6	1 + 2a + 3 (x 0,9)	+31,599	+35,101	+1,296
7	1 + 2a + 3a (x 0,9)	+33,541	+33,159	-1,296
8	1 + 2 + 4 (x 0,9)	+39,061	+35,559	-1,296
9	1 + 2 + 4a (x 0,9)	+37,119	+37,501	+1,296
10	1 + 2a + 4 (x 0,9)	+37,501	+37,119	-1,296
11	1 + 2a + 4a (x 0,9)	+35,559	+39,061	+1,296
12	1 + 3	+12,101	+14,259	+1,440
13	1 + 3a	+14,259	+12,101	-1,440
14	1 + 4	+18,659	+16,501	-1,440
15	1 + 4a	+16,501	+18,659	-1,440

Uwagi:

1. Zgodnie z p. 4.2.2. PN-82/B-02000 Obciążenia budowli.

Zasady ustalania wartości - przyjęto współczynnik jednoczesności obciążeń zmiennych $\psi = 0,9$ od obciążenia wiatrem

2. Składowa reakcji o kierunku osi X (pozioma) dotyczy podpory stałej. ($H_5 = 0,0$).

2.2.2. Maksymalne wartości sił podłużnych w prętach dźwigara

Nr pręta	Wartość siły w kN	Schematy	Nr pręta	Wartość siły w kN	Schematy
1 i 4	+86,211	1 + 2 + 4 (x 0,9)	11 i 17	-9,514	1 + 2 + 4 (x 0,9)
2 i 3	+71,227	1 + 2	12 i 16	+12,799	1 + 2 + 4 (x 0,9)
5 i 10	-91,573	1 + 2	13 i 15	-18,477	1 + 2 + 4 (x 0,9)
6 i 9	-83,511	1 + 2	14	+26,314	1 + 2
7 i 8	-60,012	1 + 2			

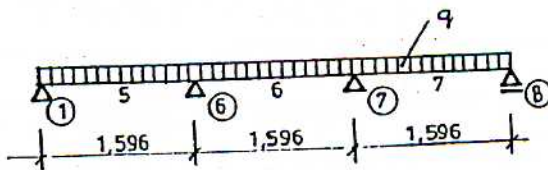
2.3. Wartości momentów zginających w prętach pasa górnego dźwigara

Obliczeniowe obciążenie pasa górnego prostopadle do połaci

- obciążenie stałe wg schematu 1: $0,25 \times 1,2 \times 0,94 \times 3,0 = 0,85 \text{ kN/m}$
- obc. śniegiem wg schematu 2: $1,40 \times 0,94^2 \times 3,0 = 3,71 \text{ kN/m}$
- ciężar własny pasa: $3 \times 0,038 \times 0,16 \times 5,50 \times 1,1 \times 0,94 = 0,10 \text{ kN/m}$

$$q = 4,66 \text{ kN/m.}$$

Schemat statyczny pasa górnego



Wartości momentów zginających i reakcji podporowych przyjęto na podstawie tablic zamieszczonych w I tomie wydawnictwa pt. „Wzory i przykłady liczbowe obliczeń statycznych” - inż. Eugeniusz Czyż - wyd. IBB, Warszawa 1948.

Momenty przęsłowe

$$M_5 = M_7 = 0,080 \times 4,66 \times 1,596^2 = 0,95 \text{ kNm}$$

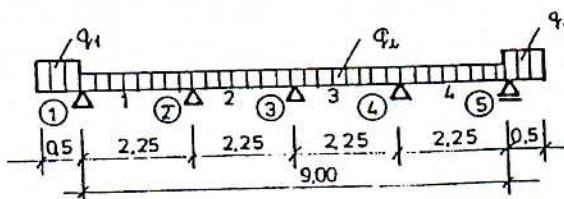
$$M_6 = 0,036 \times 4,66 \times 1,596^2 = 0,30 \text{ kNm}$$

Momenty podporowe

$$M_6 = M_7 = -0,100 \times 4,66 \times 1,596^2 = -1,19 \text{ kNm}$$

2.4. Wartości momentów zginających w prętach pasa dolnego

Dzięki sztywnemu złączu pasa dolnego w środku rozpiętości, wykonanemu za pomocą długich nakładek oraz gwoździ i śrub, przyjęto do obliczeń pasa dolnego schemat sześcioprzęsłowej belki ciągłej ze wspornikami.



STAROSTWO POWIATOWE
13-100 Nidzica
ul. Traugutta 23
tel./fax 625-32-79

Obliczeniowe obciążenie pasa dolnego:

- obc. stałe wg sch. 1: $0,32 \times 3,0 = 0,96 \text{ kN/m}$
- obc. śniegiem wg sch. 2: $1,40 \times 3,0 = 4,20 \text{ kN/m}$
- obc. wiatrem wg sch. 4: $0,059 \times 0,9 \times 3,0 = 0,16 \text{ kN/m}$
- c. wł. pasa: $2 \times 0,045 \times 0,16 \times 5,50 \times 1,1 = 0,07 \text{ kN/m}$

$$q_1 = 5,39 \text{ kN/m}$$

- obc. stałe wg sch. 1: $0,32 \times 3,0 = 0,96 \text{ kN/m}$
- obc. śniegiem wg sch. 2: $1,21 \times 3,0 = 3,63 \text{ kN/m}$
- obc. wiatrem wg sch. 4: $-0,234 \times 0,9 \times 3,0 = 0,63 \text{ kN/m}$
- c. wł. pasa: $= 0,07 \text{ kN/m}$

$$q_1 = 4,03 \text{ kN/m}$$

- obc. od stropu podwieszonego wg sch. 1:
 $0,49 \times 3,0 = 1,47 \text{ kN/m}$
- obc. od urządzeń i instalacji podwieszonych
do stropu wg sch. 1: $= 0,18 \times 3,0 = 0,54 \text{ kN/m}$
- c. wł. pasa: $= 0,07 \text{ kN/m}$

$$q_2 = 2,08 \text{ kN/m}$$

Moment podporowy

$$M_{\text{ⓐ}} = -5,39 \times 0,50^2 \times 0,5 = -0,67 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{ⓑ}} = -4,03 \times 0,50^2 \times 0,5 = -0,50 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{ⓒ}} = -0,107 \times 2,08 \times 2,25^2 + 0,67 \times 0,5 + 0,50 \times 0,125 = -1,13 + 0,34 + 0,06 = -0,73 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{ⓓ}} = -0,071 \times 2,08 \times 2,25^2 - 0,67 \times 0,25 - 0,50 \times 0,25 = -0,75 - 0,17 - 0,13 = -1,05 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{ⓔ}} = -0,107 + 2,08 \times 2,25^2 + 0,67 \times 0,125 + 0,50 \times 0,5 = -1,13 + 0,08 + 0,25 = -0,80 \text{ kNm}$$

Momenty przęsłowe

dla M_1 :

$$Q_1 = 2,08 \times 2,25 \times 0,5 + \frac{0,67 - 0,73}{2,25} = 2,34 - 0,02 = 2,31 \text{ kN}$$

STAROSTWO POWIATOWE
13-100 Nidzica
ul. Traugutta 23
tel./fax 625-32 370

$$X = \frac{2,31}{2,08} = 1,11 \text{ m}$$

$$M_1 = 2,31 \times 1,11 - 2,08 \times 1,11^2 \times 0,5 - 0,67 = 2,56 - 1,28 - 0,67 = 0,61 \text{ kNm}$$

dla M_2 :

$$Q_2^P = 2,08 \times 2,25 \times 0,5 + \frac{0,73 - 1,05}{2,25} = 2,34 - 0,14 = 2,20 \text{ kN}$$

$$X = \frac{2,20}{2,08} = 1,06 \text{ m}$$

$$M_2 = 2,20 \times 1,06 - 2,08 \times 1,06^2 \times 0,5 - 0,73 = 2,33 - 1,17 - 0,73 = 0,43 \text{ kNm}$$

dla M_3 :

$$Q_3^P = 2,08 \times 2,25 \times 0,6 + \frac{2,05 - 0,80}{2,25} = 2,34 + 0,11 = 2,45 \text{ kN}$$

$$X = \frac{2,45}{2,08} = 1,18 \text{ m}$$

$$M_3 = 2,45 \times 1,18 - 2,08 \times 1,18^2 \times 0,5 - 1,05 = 2,89 - 1,45 - 1,05 = 0,39 \text{ kNm}$$

dla M_4 :

$$Q_4^P = 2,08 \times 2,25 \times 0,5 + \frac{0,80 - 0,50}{2,25} = 2,34 + 0,13 = 2,47 \text{ kN}$$

$$X = \frac{2,47}{2,08} = 1,19 \text{ m}$$

$$M_4 = 2,47 \times 1,19 - 2,08 \times 1,19^2 \times 0,5 - 0,80 = 2,94 - 1,47 - 0,80 = 0,67 \text{ kNm}$$

2.5. Wymiarowanie

Elementy dźwigara projektuje się z drewna sosnowego lub świerkowego klasy K27

- wytrzymałości charakterystyczne R_K i moduł sprężystości E_K drewna sosnowego i świerkowego o wilgotności 15 % w MPa:

zginanie $R_{km} = 27$

rozciąganie wzdłuż włókien $R_{kt} = 20$

STAROSTWO POWIATOWE
13-100 Nidzica
ul. Traugutta 23
tel./fax 625-32-79

ściskanie wzdłuż włókien $R_{kc} = 20$
ściskanie w poprzek włókien $R_{kc, 90} = 7$
moduł sprężystości $E_K = 7000$

- wytrzymałości obliczeniowe R_d i średni moduł sprężystości wzdłuż włókien E_m drewna sosnowego i świerkowego o wilgotności 15 % w MPa:

zginanie $R_{dm} = 13,0$
rozciąganie wzdłuż włókien $R_{dt} = 9,5$
ściskanie wzdłuż włókien $R_{dc} = 11,5$
ściskanie w poprzek włókien $R_{dc, 90} = 3,5$
moduł sprężystości $E_m = 9000$

- współczynnik korekcyjny $m = 1,0$
- złącze na gwoździe. Moduł podatności złączy na gwoździe $K = 0,02 E_{Kd}$

2.5.1. Pas górny - pręty nr 5 i nr 10

Obliczeniowa siła osiowa ściskająca: $N = -91,573 \text{ kN}$

Obliczeniowe momenty zginające:

- w przęśle $M_x = +0,95 \text{ kNm}$
- na podporze ⑥ $M_x = -1,19 \text{ kNm}$

Długość wyboczeniowa w płaszczyźnie dźwigara:

- współczynnik wyboczeniowy $\mu_x = 1,0$

$$l_{cx} = 1,0 \times 159,6 = 159,6 \text{ cm}$$

Długość wyboczeniowa z płaszczyzny dźwigara:

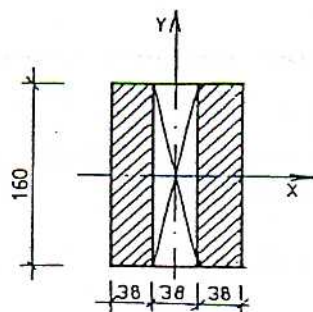
- rozstaw płatwi $e = 1,01 \text{ m}$
- współczynnik wyboczeniowy $\mu_y = 1,0$

$$l_{cy} = 1,0 \times 101 = 101 \text{ cm}$$

Przyjęto przekrój pasa dolnego dźwigara $2 \times 38 \times 160 \text{ mm}$ wzmocniony wkładką ciągłą $38 \times 160 \text{ mm}$.

Środki złączeniowe - gwoździe $4,0 \times 110$

$$\text{warunek: } 38 / 11 = 3,5 < 4,0 < 38 / 6 = 6,3$$



Sprawdzenie stanu granicznego nośności w przęśle

- w płaszczyźnie działania momentu (Y-Y)

przekrój obliczeniowy: $A_{br} = 3 \times 3,8 \times 16 = 182 \text{ cm}^2$

$$\text{wskaźnik wytrzymałości: } W_x = 3 \times \frac{3,8 \times 16^2}{6} = 486 \text{ cm}^3$$

Sprowadzony moment bezwładności:

$$I_{redx} = 2 \times \frac{3,8 \times 16^3}{12} + 0,8 \times \frac{3,8 \times 16^3}{12} = 2,8 \times \frac{3,8 \times 16^3}{12} = 3632 \text{ cm}^4$$

promień bezwładności:

$$i_{redx} = \sqrt{\frac{3632,8}{182}} = 4,47 \text{ cm}$$

smukłość:

$$\lambda_{redx} = 159,6 / 4,47 = 35,7$$

współczynnik wyboczeniowy:

$$k_{wx} = 0,85$$

$$\frac{k_{wx}}{k_{Ex}} = 0,31$$

$$k_{Ex}$$

wielkości pomocnicze:

$$\frac{N}{A_{br}} = \frac{91\,573}{182} = 503 \text{ N/cm}^2 = 5,03 \text{ MPa}$$

$$\frac{M_x}{W_x} = \frac{95\,000}{486,4} = 195 \text{ N/cm}^2 = 1,95 \text{ MPa}$$

$$\frac{R_{dc}}{R_{dm}} = \frac{11,5}{13,0} = 0,885 \qquad \frac{1}{R_{kc}} = \frac{1}{20} = 0,05$$

naprężenia:

$$\delta\sigma = \frac{5,03}{0,85} + 1,95 \times 0,985 \times \frac{1}{1 - 0,31 \times 5,03 \times 0,05} = 5,92 + 1,95 \times 0,885 \times$$

$$\times 1,094 = 5,92 + 1,87 = 7,79 \text{ MPa} < 11,5 \text{ MPa}$$

w płaszczyźnie prostopadłej do szwów (X-X) przyjęto gwoździe 4,0 x 110 o nośności na jedno cięcie $F_1 = 720 \text{ N}$, przy minimalnym zagłębieniu końca w skrajnym elemencie:

$$l_1 = 8d = 8 \times 4,5 = 32 \text{ mm}$$

Głębokość wbicia gwoźdźdza w elemencie skrajnym:

$$l_1 = 100 - 2 \times 38 - 2 \times 1 - 1,5 \times 4,0 = 110 - 76 - 2 - 6 = 110 - 84 = 26 \text{ mm} < 32 \text{ mm}$$

$$l_1 = 26 \text{ mm} > 4d = 4 \times 4,0 = 16 \text{ mm}$$

nośność gwoźdźdza na drugie (niepełne) cięcie:

$$F_1 = \frac{26}{36} \times 720 = 585 \text{ N}$$

nośność gwoźdźdza na oba cięcia:

$$\sum F_1 = 720 + 585 = 1305 \text{ N} = 1,305 \text{ kN}$$

średnia nośność gwoźdźdza 4,0 x 110 na jedno cięcie (dla łączników bitych obustronnie na przemian):

$$F_{1\text{ sr}} = 1,305 \times 0,5 = 0,653 \text{ kN}$$

moduł podatności złączy:

$$K = 0,02 \times 7 \times 10^5 \times 0,40 = 5,6 \times 10^3, \text{ N/cm}$$

$$K' = (1 + 26 / 32) \times 5,6 \times 10^3 = 10,15 \times 10^3, \text{ N/cm}$$

Zakłada się: bicie łączników w 7 szeregach w rozstawie osiowym co

$$S_1 = 7,0 \text{ cm} > 15,5 \times 0,4 = 6,2 \text{ cm}$$

$$e_1 = 7,0 / 7 = 1,0 \text{ cm}$$

wielkość pomocnicza:

$$\frac{E_m}{K'} \times e_1 = \frac{9 \times 10^5}{10,15 \times 10^3} \times 1,0 = 88,67$$

$$\frac{\pi^2 A_r}{I_{cy}^2} = \frac{3,14^2 \times 3,8 \times 16}{101^2} = 0,059$$

współczynnik:

$$\gamma = \frac{1}{1 + 0,059 \times 88,67} = \frac{1}{6,22} = 0,16$$

momenty bezwładności:

$$I_{by} = 3 \times \frac{16,0 \times 3,8^3}{12} + 2 \times 16,0 \times 3,8^3 = 219 + 1756 = 1975 \text{ cm}^4$$

STAROSTWO POWIATOWE
13-100 Nidzica
ul. Traugutta 23
tel./fax 625-32-79

$$\sum J_{iy} = 3 \times \frac{16,0 \times 3,8^3}{12} = 219 \text{ cm}^4$$

$$I_{bry} - \sum I_{iy} = 1975 - 219 = 1756 \text{ cm}^4$$

$$I_{redy} = 219 + 0,16 \times 1756 = 219 + 281 = 500 \text{ cm}^4$$

promień bezwładności:

$$i_{redy} = \sqrt{500 / 182} = 1,66 \text{ cm}$$

Smukłość:

$$\lambda_{redy} = 101 / 1,66 = 60,8$$

współczynnik wyboczeniowy: $k_{wy} = 0,62$

wielkości pomocnicze Y:

$$e = \frac{M_x}{N} = \frac{0,95}{91,573} = 0,0103 \text{ m} = 1,03 \text{ cm}$$

$$r = \frac{W_x}{A_{br}} = \frac{486,4}{182} = 2,67$$

współczynnik:

$$\eta_4 = 1 - 7,5 \times \frac{1,03}{2,67 \times 60,8} = 1 - 0,048 = 0,952$$

zależność:

$$\eta_4 = 0,954 < \eta = 1,4 - \frac{60,8}{150} = 1,4 - 0,405 = 0,995$$

wpływ współczynnika η_4 można pominąć
naprężenia

$$\delta_c = \frac{5,03}{0,62} = 8,11 \text{ MPa} < 11,5 \text{ MPa}$$

Obliczenie łączników

- ilość gwoździ potrzebna do przeniesienia siły $N = -91,573 \text{ kN}$ z elementów pasa górnego na wkładkę (przy pominięciu sił wzajemnego docisku obu pasów).

$$n_1 = 91,573 / 1,305 = 70 \text{ szt.}$$

- ilość gwoździ potrzebna do przeniesienia sił rozwarstwiających przy wyboczeniu pasa górnego z jego płaszczyzny:

STAROSTWO POWIATOWE
13-100 Nidzica
ul. Traugutta 23
tel./fax 625-32-79

dla $30 < \lambda_{redy} = 60,8 < 60$ siła poprzeczna:

$$Q = \frac{N}{60 k_{wy}} = \frac{91,573}{60 \times 0,62} = 2,46 \text{ kN}$$

Moment statyczny

$$S = 3,8 \times 16,0 \times 3,8 = 231 \text{ cm}^3$$

Siła ścinająca

$$F_v = \gamma \frac{QS}{l_{redy}} = 0,16 \times \frac{2,46 \times 231}{500} = 0,18 \text{ kN/cm}$$

potrzebna ilość gwoździ w szwie:

$$n_2 = \frac{0,18 \times 159,6}{0,653} = 44 \text{ szt.}$$

- łącznie ilość gwoździ 4,0 x 110 łączących wkładką z elementami pasa górnego:

$$\Sigma n = n_1 + n_2 = 70 + 44 = 114 \text{ gwoździ wbijanych na przemian z obu stron}$$

Sprawdzenie stanu granicznego nośności w węźle 6

- w płaszczyźnie działania momentu (Y-Y)

$$\text{przekrój obliczeniowy: } A_d = 2 \times 3,8 \times 16,0 = 121,6 \text{ m}^2$$

$$\text{wskaźnik wytrzymałości: } W_x = 2 \times \frac{3,84,5 \times 16^2}{6} = 324 \text{ cm}^3$$

naprężenia:

$$\delta_c = \frac{91\,573}{121,6} + \frac{119\,000}{324} \times \frac{11,5}{13,0} = 753 + 325 = 1078 \text{ N/cm}^2 =$$

$$= 10,78 \text{ MPa} < 11,5 \text{ MPa}$$

- w płaszczyźnie prostopadłej do szwów (X-X)

smukłość: $\lambda_{redy} = 60,8$

współczynnik wyboczeniowy: $k_{wy} = 0,62$

wielkość pomocnicza:

CZYTAJ
BGZEP PLAJZ

$$\sigma = \frac{N}{A_d} = \frac{91\,573}{121,6} = 753 \text{ N/cm}^2 = 7,53 \text{ MPa}$$

$$e = \frac{M_x}{N} = \frac{1,19}{91,573} = 1,29 \times 10^{-2} \text{ m} = 1,29 \text{ cm}$$

$$r = \frac{W_x}{A_d} = \frac{324}{121,6} = 2,66$$

współczynnik :

$$\eta_4 = 1 - 7,5 \times \frac{1,29}{2,66 \times 60,8} = 1 - 0,060 = 0,94$$

zależność:

$$\eta_4 = 0,94 < \eta = 1,4 - 60,8 / 150 = 1,4 - 0,405 = 0,995$$

wpływ współczynnika η_4 można pominąć

naprężenia:

$$\sigma_c = 7,53 / 0,62 = 12,1 \text{ MPa} = 11,5 \times 1,05 = 12,1 \text{ MPa}$$

2.5.2. Pas górny - pręty nr 6 i 9

Obliczeniowa siła osiowa ściskająca $N = -83,511 \text{ kN}$

Obliczeniowy moment zginający:

- w przęśle $M_x = +0,30 \text{ kNm}$

- na podporze 7 $M_x = -1,19 \text{ kNm}$

Długość wyboczeniowa: $l_{cx} = 159,6 \text{ cm}$ $l_{cy} = 101 \text{ cm}$

Przyjęto przekrój pasa górnego $2 \times 38 \times 160 \text{ mm}$, wzmocniony wkładką ciągłą $38 \times 160 \text{ mm}$.

Środki złączeniowe - gwoździe $4,0 \times 110$.

Sprawdzenie stanu granicznego nośności w przęśle

- w płaszczyźnie działania momentu (Y-Y) naprężenia będą mniejsze od naprężeń w prętach nr 5 i 10, poz. 2.5.1.

- w płaszczyźnie prostopadłej do szwów (X-X) nośność gwoździ oraz moduł podatności złączy jak poz. 2.5.1.

Zakłada się bicie łączników w 7 szeregach w rozstawie osiowym co $S_1 = 8,5 \text{ cm}$

$$e_1 = 8,5 / 7 = 1,21 \text{ cm}$$

wielkości pomocnicze:

$$e_1 E_m / K' = (9 \times 10^5) \times 1,21 : (10,15 \times 10^3) = 107$$

$$\frac{\Pi^2 A_l}{I_{cy}^2} = \frac{3,14^2 \times 3,8 \times 16,0}{101^2} = 0,059$$

współczynnik:

$$\gamma = \frac{1}{1 + 0,059 \times 107} = \frac{1}{7,33} = 0,136$$

momenty bezwładności jak w poz. 2.5.1.

Sprawdzony moment bezwładności:

$$I_{redy} = 219 \times 0,136 \times 1756 = 219 + 239 = 458 \text{ cm}^4$$

przekrój obliczeniowy:

$$A_{br} = 3 \times 3,8 \times 16,0 = 182 \text{ cm}^2$$

wskaźnik wytrzymałości:

$$W_x = (3 \times 3,8 \times 16^2) : 6 = 486,4 \text{ cm}^3$$

promień bezwładności:

$$i_{redy} = \sqrt{458 / 182} = 1,59 \text{ cm}$$

Smukłość:

$$\lambda_{redy} = 101 / 1,59 = 63,5$$

współczynnik wyboczeniowy: $k_{wy} = 0,59$

wielkości pomocnicze:

$$e = \frac{M_x}{N} = \frac{0,30}{83,511} = 0,35 \times 10^{-2} \text{ m} = 0,35 \text{ cm}$$

$$r = \frac{W_x}{A_{br}} = \frac{486,4}{182} = 2,67$$

współczynnik:

$$\eta_4 = 1 - 7,5 \times \frac{0,35}{2,67 \times 63,5} = 1 - 0,05 = 0,95$$

$$\eta_4 = 0,95 < \eta = 1,4 - \frac{63,5}{150} = 1,4 - 0,42 = 0,98$$

wpływ współczynnika η_4 można pominąć

STAROSTWO POWIATOWE
13-100 Nidzica
ul. Traugutta 23
tel./fax 625-32-79

$$\delta_c = \frac{83,511}{192 \times 0,59} = 778 \text{ N/cm}^2 = 7,78 \text{ MPa} < 11,5 \text{ MPa}$$

Obliczenie łączników

- ilość gwoździ potrzebna do przeniesienia siły $N = -83,511 \text{ kN}$ z elementów pasa górnego na wkładkę (przy pominięciu sił wzajemnego docisku obu pasów).

$$n_1 = \frac{83,511}{1,305} = 64 \text{ szt.}$$

- ilość gwoździ potrzebna do przeniesienia sił rozwarstwiających przy wyboczeniu pasa górnego z jego płaszczyzny:

dla $30 < \lambda_{\text{redy}} = 63,5 < 60$ siła poprzeczna:

$$Q = \frac{83,511}{60 \times 0,59} = 2,36 \text{ kN}$$

moment statyczny

$$S = 3,8 \times 16,0 \times 3,8 = 231 \text{ cm}^3$$

Siła ścinająca

$$F_v = \gamma \frac{QS}{I_{\text{redy}}} = 0,136 \times \frac{2,36 \times 231}{458} = 0,162 \text{ kN/cm}$$

potrzebna ilość gwoździ w szwie:

$$n_2 = \frac{0,162 \times 159,6}{0,6,53} = 40 \text{ szt.}$$

- łącznie ilość gwoździ $4,0 \times 110$ łączących wkładkę z elementami pasa górnego:

$$n = n_1 + n_2 = 64 + 40 = 104 \text{ gwoździ wbijanych na przemian z obu stron}$$

Sprawdzenie stanu granicznego nośności w węźle 7

- w płaszczyźnie działania momentu (Y-Y)

$$\text{przekrój obliczeniowy: } A_d = 2 \times 3,8 \times 16 = 121,6 \text{ cm}^2$$

$$\text{wskaźnik wytrzymałości: } W_x = 2 \times \frac{3,8 \times 16^2}{6} = 324 \text{ cm}^3$$

wielkości pomocnicze:

$$\frac{N}{A_d} = \frac{83,5113}{121,6} = 687 \text{ N/cm}^2 = 6,87 \text{ MPa}$$

$$\frac{M_x}{W_x} = \frac{119\,000}{324} = 367 \text{ N/cm}^2 = 3,67 \text{ MPa}$$

$$\frac{R_{dc}}{R_{dm}} = \frac{11,5}{13,0} = 0,885$$

$$\frac{R_{dc}}{R_{dm}} = 0,885$$

naprężenia:

$$\delta_c = 6,87 + 3,67 \times 0,835 = 6,87 + 3,25 = 10,12 \text{ MPa} < 11,5 \text{ MPa}$$

- w płaszczyźnie prostopadłej do szwów (X-X)

smukłość: $\lambda_{redy} = 63,5$

współczynnik wyboczeniowy: $k_{wy} = 0,59$

wielkości:

$$e = \frac{M_x}{N} = \frac{119\,000}{83\,511} = 1,42 \text{ cm}$$

$$r = \frac{W_x}{A_d} = \frac{324}{121,6} = 2,66$$

współczynnik:

$$\eta_4 = 1 - 7,5 \times \frac{1,42}{2,66 \times 63,5} = 1 - 0,063 = 0,937$$

zależność:

$$\eta_4 = 0,937 < \eta = 1,4 - 63,5 / 150 = 1,4 - 0,42 = 0,98$$

wpływ współczynnika η_4 można pominąć

naprężenia:

$$\delta_c = 6,87 / 0,59 = 11,64 \text{ MPa} < 11,5 \times 1,05 = 12,00 \text{ MPa}$$

2.5.3. Pas górny - pręty nr 7 i 8

Obliczeniowa siła osiowa ściskająca $N = -60,012 \text{ kN}$

STAROSTWO POWIATOWE
13-100 Nidzica
ul. Traugutta 23
tel./fax 625-32-79

Obliczeniowy moment zginający:

- w przęśle $M_x = +0,95 \text{ kNm}$

- na podporze 7 $M_x = -1,19 \text{ kNm}$

Długość wyboczeniowa: $I_{cx} = 159,6 \text{ cm}$ $I_{cy} = 101 \text{ cm}$

Przyjęto przekrój pasa górnego $2 \times 38 \times 160 \text{ mm}$, wzmocniony wkładką ciągłą $38 \times 160 \text{ mm}$.

Środki złączeniowe - gwoździe $4,0 \times 110 \text{ mm}$.

Sprawdzenie stanu granicznego nośności w przęśle

- w płaszczyźnie działania momentu (Y-Y) naprężenia będą mniejsze od naprężeń w prętach nr 5 i 10, poz. 2.5.1.
- w płaszczyźnie prostopadłej do szwów (X-X) nośność gwoździ oraz moduł podatności złączy jak w poz. 2.5.1.

Zakłada się bicie łączników w 7 szeregach w rozstawie osiowym co $S_1 = 9,5 \text{ cm}$

$$e_1 = 9,5 / 7 = 1,36 \text{ cm}$$

wielkości pomocnicze:

$$e_1 \cdot E_m / K' = (9 \times 10^5 \times 1,36) : (10,15 \times 10^3) = 12190$$

$$\frac{\pi^2 A_r}{I_{cy}^2} = \frac{3,14^2 \times 3,8 \times 16}{101^2} = 0,059$$

współczynnik:

$$\gamma = \frac{1}{1 + 0,059 \times 121} = \frac{1}{8,12} = 0,12$$

momenty bezwładności jak w poz. 2.5.1.

Sprawdzony moment bezwładności:

$$I_{redy} = 219 + 0,12 \times 1756 = 219 + 216 = 435 \text{ cm}^4$$

przekrój obliczeniowy:

$$A_{br} = 3 \times 3,8 \times 16 = 182 \text{ cm}^2$$

$$\text{wskaźnik wytrzymałości: } W_x = 2 \times \frac{3,8 \times 16^2}{6} = 486,4 \text{ cm}^3$$

promień bezwładności:

$$i_{redy} = \sqrt{435 / 182} = 1,55 \text{ cm}$$

Smukłość:

STAROSTWO POWIATOWE
13-100 Nidzica
ul. Traugutta 23
tel./fax 625-32-79

$$\lambda_{redy} = 101 / 1,55 = 65$$

$$\text{współczynnik wyboczeniowy: } k_{wy} = 0,574$$

wielkości pomocnicze:

$$e = \frac{M_x}{N} = \frac{0,95}{60,012} = 1,58 \times 10^{-2} \text{ m} = 1,58 \text{ cm}$$

$$r = \frac{W_x}{A_{br}} = \frac{486,4}{182} = 2,67$$

współczynnik:

$$\eta_4 = 1 - 7,5 \times \frac{1,58}{2,67 \times 65} = 1 - 0,07 = 0,93$$

$$\eta_4 = 0,93 < \eta = 1,4 - \frac{65}{150} = 1,4 - 0,43 = 0,97$$

wpływ współczynnika η_4 można pominąć

$$\delta_c = \frac{60\,012}{182 \times 0,574} = 574 \text{ N/cm}^2 = 5,74 \text{ MPa} < 11,5 \text{ MPa}$$

Obliczenie łączników

- ilość gwoździ potrzebna do przeniesienia siły $N = -60,012 \text{ kN}$ z elementów pasa górnego na wkładkę (przy pominięciu sił wzajemnego docisku obu pasów).

$$\eta_1 = \frac{60,012}{1,305} = 46 \text{ szt.}$$

- ilość gwoździ potrzebna do przeniesienia sił rozwarstwiających przy wyboczeniu pasa górnego z jego płaszczyzny:

dla $30 < \lambda_{redy} = 65 > 60$ siła poprzeczna:

$$Q = \frac{60,012}{60 \times 0,574} = 1,74 \text{ kN}$$

moment statyczny

$$S = 3,8 \times 16 \times 3,8 = 231 \text{ cm}^3$$

$$F_v = \gamma \frac{QS}{I_{redy}} = 0,12 \times \frac{1,74 \times 231}{435} = 0,11 \text{ kN/cm}$$

potrzebna ilość gwoździ w szwie na długości:

$$n_2 = \frac{0,11 \times 159,6}{0,653} = 27 \text{ szt.}$$

- łącznie ilość gwoździ $4,0 \times 110$ łączących wkładką z elementami pasa górnego:

$$\Sigma n = n_1 + n_2 = 45 + 27 = 73 \text{ gwoździ wbijanych na przemian z obu stron}$$

Sprawdzenie stanu granicznego nośności w węźle 7

- w płaszczyźnie działania momentu (Y-Y)

$$\text{przekrój obliczeniowy: } A_d = 2 \times 3,8 \times 16 = 121,6 \text{ cm}^2$$

$$\text{wskaźnik wytrzymałości: } W_x = 2 \times \frac{3,8 \times 16^2}{6} = 324 \text{ cm}^3$$

wielkości pomocnicze:

$$\frac{N}{A_d} = \frac{60\,012}{121,6} = 494 \text{ N/cm}^2 = 4,94 \text{ MPa}$$

$$\frac{M_x}{W_x} = \frac{119\,000}{324} = 367 \text{ N/cm}^2 = 3,67 \text{ MPa}$$

$$\frac{R_{dc}}{R_{dm}} = \frac{11,5}{13,0} = 0,885$$

naprężenia:

$$\delta_c = 4,94 + 3,67 \times 0,835 = 4,94 + 3,25 = 8,19 \text{ MPa} < 11,5 \text{ MPa}$$

- w płaszczyźnie prostopadłej do szwów (X-X)

smukłość: $\lambda_{redy} = 65$

współczynnik wyboczeniowy: $k_{wy} = 0,574$

wielkości pomocnicze:

$$e = \frac{M_x}{N} = \frac{119\,000}{60\,012} = 1,98 \text{ cm}$$

$$r = \frac{W_x}{A_d} = \frac{324}{121,6} = 2,66$$

współczynnik:

$$\eta_4 = 1 - 7,5 \times \frac{1,98}{2,67 \times 85} = 1 - 0,09 = 0,91$$

zależność:

$$\eta_4 = 0,91 < \eta = 1,4 - 65/150 = 1,4 - 0,43 = 0,97$$

wpływ współczynnika η_4 można pominąć

naprężenia:

$$\delta_c = 4,94 / 0,574 = 8,61 \text{ MPa} < 11,5 \text{ MPa.}$$

Węzeł kalenicowy 8

Siła dociskająca:

$$N' = N \cos 20^\circ = 68,012 \times 0,94 = 56,411 \text{ kN}$$

Powierzchnia netto docisku pasów górnych:

$$A_d = \frac{2 \times 3,8 \times 16}{0,94} - 1 \times 3,8 \times 1,2 = 129,36 - 9,12 = 120 \text{ cm}^2$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

$$R_{dc} = 11,5 \text{ MPa} \quad R_{dc20} = 3,5 \text{ MPa}$$

$$R_{dc20} = 11,5 - \left(\frac{11,5 - 3,5}{90} \times 20 \right) = 11,5 - 1,8 = 9,7 \text{ MPa}$$

Siła jaką może przenieść powierzchnia docisku:

$$N_d = A_d \times R_{dc20} = 120 \times 10^{-4} \times 9,7 \times 10^3 = 116,400 \text{ kN} > N' = 56,411 \text{ kN}$$

Ze względów konstrukcyjno-montażowych w złączu zastosowano 2 nakładki

38 x 125 mm połączone z pasami górnymi za pomocą 5 śrub M12.

2.5.4. Pas dolny - pręty nr 1 i 4

Obliczeniowa siła osiowa rozciągająca: $N = +86,211 \text{ kN}$

Obliczeniowe momenty zginające:

- w przęśle $M_x = +0,67 \text{ kNm}$

- na podporze 1 $M_x = -0,67 \text{ kNm}$

$$M_x = -0,80 \text{ kNm}$$

Przyjęto przekrój pasa dolnego $2 \times 38 \times 160 \text{ mm}$.

Przekrój obliczeniowy: $A_n = 2 \times 3,8 \times 16 = 121,6 \text{ cm}^2$

$$\text{Wskaźnik wytrzymałości: } W_n = 2 \times \frac{3,8 \times 16^2}{6} = 324 \text{ cm}^3$$

Naprężenia na podporze 4

$$\delta_t = \frac{N}{A_n} + \frac{MR_{dt}}{W_n R_{dm}} = \frac{86\,211}{121,6} + \frac{80\,000}{324} \times \frac{9,5}{13,0} = 709 + 180 = 889 \text{ N/cm}^2 = 8,89 \text{ MPa} < 9,5 \text{ MPa}$$

Ze względów transportowo-montażowych w przęsłach podporowych pasa dolnego zaprojektowano po 2 przewiązki o wymiarach $38 \times 160 \times 170 \text{ mm}$, połączone z elementami pasa dolnego sześcioma gwoździami $4,0 \times 110$.

Węzły podporowe 1 i 5

Pas górny połączono z pasem dolnym na wkładki pasów i gwoździe.

Do łączenia pasa dolnego z wkładką pasa górnego przyjęto gwoździe $4,0 \times 110$, o łącznej nośności na oba cięcia.

$$\Sigma F_1 = 720 + 585 = 1305 \text{ N} = 1,305 \text{ kN (por. poz. 2.5.1).}$$

Siła przenoszona przez 25 gwoździ łączących koniec wkładki pasa górnego z pasem dolnym: $N_1 = 25 \times 1,305 = 32,625 \text{ kN}$

Obliczeniowa siła osiowa ściskająca z poz. 2.5.1.

$$N = -91,573 \text{ kN}$$

kąt między pasem górnym a dolnym $\alpha' = 19^\circ 14'$

$$\frac{\alpha'}{2} = 9^\circ 37' = 9,62^\circ$$

$$\cos \frac{\alpha'}{2} = 0,986$$

Składowa różnicy sił $N - N_1$, prostopadła do wspólnej płaszczyzny styku wkładek, przeniesienie się przez docisk.

$$N_2 = (N - N_1) \cos \frac{\alpha}{2} = (91,573 - 32,625) \times 0,986 = 58,12 \text{ kN}$$

Powierzchnia docisku netto:

$$A_d = \frac{3,8(16 - 1,2)}{\cos \alpha' / 2} = \frac{3,8 \times 14,8}{0,986} = 57,04 \text{ cm}^2$$

Wytrzymałość obliczeniowa:

$$R_{dc} = 11,5 \text{ MPa} \quad R_{dc90} = 3,5 \text{ MPa}$$

$$R_{dc9,62} = 11,5 - \left(\frac{11,5 - 3,5}{90} \times 9,62 \right) = 11,5 - 0,86 = 10,65 \text{ MPa}$$

Sila jaką może przenieść powierzchnia docisku:

$$N_d = A_d \cdot R_{dc9,62} = 57,04 \times 10^{-4} \times 10,65 \times 10^3 = 60,69 \text{ kN} > N_2 = 58,12 \text{ kN}$$

Potrzebna ilość gwoździ $4,0 \times 110$ (zaginanych wzdłuż włókien drewna pasa dolnego) łączących wkładkę pasa dolnego:

$$n_{gw} = 58,12 / 1,305 = 45 \text{ szt.}$$

2.5.5. Pas dolny - pręty nr 2 i 3

Obliczeniowa siła osiowa rozciągająca: $N = +71,227 \text{ kN}$

Obliczeniowe momenty zginające:

- w przęśle $M_x = +0,43 \text{ kNm}$

- na podporze ③ $M_x = -1,05 \text{ kNm}$

Przyjęto przekrój pasa dolnego $2 \times 38 \times 160 \text{ mm}$.

$$A_n = 2 \times 3,8 \times 16 = 121,6 \text{ cm}^2$$

$$W_n = 2 \times \frac{3,8 \times 16^2}{6} = 324 \text{ cm}^3$$

naprężenia na podporze:

$$\delta_1 = \frac{71\,227}{121,6} + \frac{105\,000}{324} \times \frac{9,5}{13,0} = 586 + 237 = 823 \text{ N/cm}^2 = 8,23 \text{ MPa} < 9,5 \text{ MPa}$$

Styki połówek dźwigara na pasie dolnym

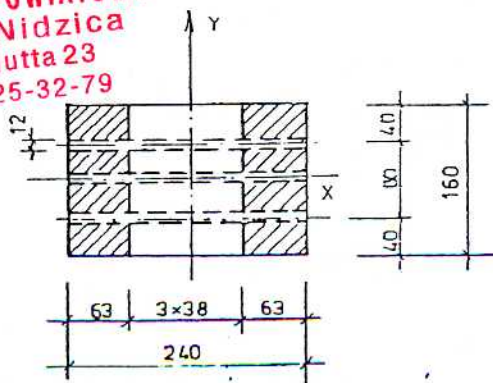
W styku zastosowano dwie nakładki $63 \times 160 \text{ mm}$, połączone z deskami pasa dolnego pięcioma śrubami stężającymi M 12 i gwoździami $4,0 \times 110$, wbijanymi z obu stron wzdłuż tych samych osi.

STAROSTWO POWIATOWE
13-100 Nidzica
ul. Traugutta 23
tel./fax 625-32-79

CZWARTY
EGZEMPLARZ

Między deskami pasów - poza wieszakami i skosami zaprojektowano przekładki.

STAROSTWO POWIATOWE
13-100 Nidzica
ul. Traugutta 23
tel./fax 625-32-79



Przekrój nakładek osłabiony trzema śrubami M12:

$$A_n = 2 \times 6,3 \times 16 - 6 \times 1,2 \times 6,3 = 201,60 - 45,36 = 156,24 \text{ cm}^2$$

moment bezwładności

$$I_{xn} = \frac{2 \times 6,3 \times 16,0^3}{12} - 4 \left(\frac{2 \times 6,3 \times 1,2^3}{12} + 6,3 \times 1,2 \times 4^2 \right) - \frac{2 \times 6,3 \times 1,2^3}{12} =$$

$$= 4300,8 - 487,5 - 1,8 = 3811,5 \text{ cm}^4$$

Wskaźnik wytrzymałości:

$$W_{xn} = \frac{2 I_{xn}}{h} = \frac{2 \times 3811,5}{16} = 476 \text{ cm}^3$$

Naprężenia

$$\delta_1 = \frac{1,5 \times 71\,227}{156,24} + \frac{105\,000}{476} \times \frac{9,5}{13,0} = 684 + 161 = 845 \text{ N/cm}^2 = 8,45 \text{ MPa} <$$

$$< 9,5 \text{ MPa.}$$

Obliczenie gwoździ:

Głębokość osadzenia gwoźdźcia w przekładce:

$$l_1 = 110 - 63 - 38 - 2 - 1,5 \times 4,0 = 1 \text{ mm} < 4 d = 4,0 - 16 \text{ mm.}$$

Nośność jednociętych dwoździ 40 x 110:

$$F_1 = 720 \times \frac{38}{12 \times 4,0} = 570 \text{ N} = 0,57 \text{ kN}$$

Ilość gwoździ 4,0 x 110 po jednej stronie styku i po jednej stronie pasa:

STAROSTWO POWIATOWE
13-100 Nidzica
ul. Traugutta 23
tel./fax 625-32-79

$$n_{gw} = \frac{0,5 \times 71,227}{0,57} = 63 \text{ szt.}$$

2.5.6. Skosy nr 11 i 17

Obliczeniowa siła osiowa ściskająca: $N = -9,514 \text{ kN}$

Długość wyboczeniowa: $l_{cy} = 1,0 \times 91 = 91 \text{ cm}$

$$A_d = 3,8 \times 7,5 = 28,5 \text{ cm}^2 \quad l_y = 0,289 \times 3,5 = 1,1 \text{ cm}$$

$$\lambda_y = 91 / 1,1 = 82,7 \quad k_{wy} = 0,41$$

$$\delta_c = \frac{9514}{28,5 \times 0,41} = 814 \text{ N/cm}^2 = 8,14 \text{ MPa} < R_{dc} = 11,5 \text{ MPa}$$

Przyjęto gwoździe 4,0 x 110 o średniej nośności gwoźdź na jedno cięcie (dla łączników bitych dwustronnie na przemian)

$F_1 \text{ śr} = 0,653 \text{ kN}$ (por. poz. 2.5.1).

$$n_{gw} = \frac{9,514}{2 \times 0,653} = 7 \text{ szt.}$$

2.5.7. Skosy nr 12 i 16

Obliczeniowa siła osiowa ściskająca: $N = +12,799 \text{ kN}$

Przyjęto przekrój 38 x 100 mm (z uwagi na rozmieszczenie gwoździ)

$$A_d = 3,8 \times 10 = 38 \text{ cm}^2$$

$$\delta_1 = \frac{12\,799}{38} = 337 \text{ N/cm}^2 = 3,37 \text{ MPa} < 9,5 \text{ MPa}$$

Przyjęto gwoździe 4,0 x 110

$$n_{gw} = \frac{12,799}{2 \times 0,653} = 10 \text{ szt.}$$

2.5.8. Skosy 13 i 15

Obliczeniowa siła osiowa ściskająca: $N = -18,477 \text{ kN}$

Długość wyboczeniowa: $l_{cy} = 182 \text{ cm}$

Przyjęto przekrój 38 x 125 mm wzmocniony dwoma nakładkami 25 x 75 mm.

$$A_n = 2,5 \times 7,5 = 18,75 \text{ cm}^2$$

$$S_r = 18,75 \times (1,5 + 3,8) \times 0,5 = 59,06 \text{ cm}^3$$

Sprawdzenie naprężeń przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do szwów:
moment bezwładności:

$$I_{b fy} = \frac{12,5 \times 3,8^3}{12} + 2 \times \left(\frac{7,5 \times 2,5^3}{12} + 18,75 \times 3,15^2 \right) = 57,21 + 2 \times (9,76 + 186,05) = 448,82 \text{ cm}^4$$

$$\sum I_{iy} = \frac{12,5 \times 3,8^3}{12} + \frac{2 \times 7,5 \times 2,5^3}{12} = 57,2 + 19,53 = 76,53 \text{ cm}^4$$

$$I_{bry} = \sum I_{iy} = 448,82 - 76,53 = 372,29 \text{ cm}^4$$

Przyjęto gwoździe 3,5 x 90 o nośności na 1 cięcie $F_1 = 570 \text{ N}$, przy minimalnym zagłębieniu końca w skrajnym elemencie: $l_1 = 8d = 8 \times 3,5 = 38 \text{ mm}$

$$l_1 = 90 (25 + 38 + 2 + 1,5 \times 3,5) = 90 - 70,3 = 19,7 \text{ mm} < 28 \text{ mm}$$

$$l_1 = 19,7 \text{ mm} > 4d = 4 \times 3,5 = 14 \text{ mm}$$

nośność gwoźdźcia na drugie cięcie:

$$F'_1 = 19,7 / 28 \times 570 = 401 \text{ N}$$

nośność gwoźdźcia na oba cięcia:

$$\sum F'_1 = (570 + 401) = 971 \text{ N} = 0,971 \text{ kN}$$

Średnia nośność gwoźdźcia 3,5 x 90 na jedno cięcie. (dla łączników bitych obustronnie na przemian)

$$F_1 \text{ sr} = 0,971 \times 0,5 = 0,486 \text{ kN}$$

Moduł podatności złączy:

$$K = 0,02 \times 7 \times 10^5 \times 0,35 = 4,9 \times 10^2 \text{ N/cm}$$

$$K' = (1 + 19,7 / 28) \times 4,9 \times 10^3 = 8,35 \times 10^3 \text{ N/cm}$$

Zakłada się bicie łączników w dwu szeregach w rozstawie osiowym:

$$S_1 = 7 \text{ cm} \quad \min S_1 = 17,9 d = 6,3 \text{ cm} \quad t/d = 25/3,5 = 7,14$$

$$e_1 = S_1 / 3 = 7 / 3 = 2,33 \text{ cm}$$

wielkości pomocnicze

$$E_m / K' e_1 = (9 \times 10^5) \times 2,33 : (8,35 \times 10^3) = 251$$

$$\frac{\Pi^2 A_f}{I_{cy}} = \frac{3,14^2 \times 18,75}{1,82^2} = 0,0056$$

współczynnik:

$$\gamma = \frac{1}{1 + 0,0056 \times 251} = \frac{1}{2,406} = 0,416$$

Sprawdzony moment bezwładności:

$$I_{redy} = 76,53 + 0,416 \times 372,29 = 76,53 + 154,77 = 231,3 \text{ cm}^4$$

promień bezwładności:

$$i_{redy} = \sqrt{\frac{231,3}{95}} = 1,65 \text{ cm}$$

Smukłość:

$$\lambda_{redy} = 182 / 1,65 = 110 > 60, \text{ z wykresu } k_{wy} = 0,25$$

naprężenia:

$$\delta_c = \frac{18\,477}{85 \times 0,25} = 870 \text{ MPa} < 11,5 \text{ MPa}$$

Obliczenie łączników

siła poprzeczna

$$Q = \frac{N}{60 k_{wy}} = \frac{18,477}{60 \times 0,25} = 1,23 \text{ kN}$$

siła ścinająca:

$$F_v = \gamma \frac{Q S_r}{I_{redy}} = 0,416 \times \frac{1,23 \times 59,06}{231,3} = 0,18 \text{ kN/cm}$$

ilość gwoździ w szwie:

$$n_{gw} = \frac{F_v \cdot l}{F_1 \cdot \text{śr}} = \frac{0,18 \times 182}{0,486} = 49 \text{ szt.}$$

Ilość gwoździ 4,0 x 110 w węzłach:

$$n_{gw} = \frac{18,477}{2 \times 0,653} = 14 \text{ szt.}$$

2.5.. Wieszak nr 14

Obliczeniowa siła osiowa rozciągająca dla połowy dźwigara:

$$N = +26,314 \times 0,5 = 13,157 \text{ kN}$$

STAROSTWO POWIATOWE
13-100 Nidzica
ul. Traugutta 23
tel./fax 625-32-79

STAROSTWO POWIATOWE
13-100 Nidzica

Przyjęto przekrój 38 x 150 mm (z uwagi na rozmieszczenie gwoździ w węzłach),

$$A_n = 3,8 \times 15 = 57 \text{ cm}^2$$

$$\delta_i = \frac{13,157}{57} = 231 \text{ N/cm}^2 = 2,31 \text{ MPa} < 9,5 \text{ MPa}$$

Przyjęto gwoździe 4,0 x 110

$$n_{gw} = \frac{13,157}{2 \times 0,653} = 10 \text{ szt.}$$

3. Obliczenia statyczne płatwi

Przyjęto płatwie - z zakładkami na podporach, o rozstawie $e = 1,0 \text{ m}$

Obciążenia

Obciążenie prostopadłe do połaci w kN/m

	Charakt.	Współcz.	Oblicz.
od ciężaru płyt falistych bezazbestowych $0,25 \times 1,0 \times 0,94 \text{ m}$	0,24	1,2	0,28
obc. śniegiem (por. sch. 2) $0,864 \times 1,0 \times 0,94^2$	0,76	1,4	1,07
obciążenie wiatrem (por. sch. 4) $0,045 \times 1,0 \times 0,9 =$	0,04	1,3	0,05
$q_x =$	1,04	1,35	1,40
obciążenie wzdłuż połaci w kN/m	charakt.	wsp.	oblicz.
od ciężaru płyt falistych bezazbestowych $0,25 \times 1,0 \times 0,342 =$	0,09	1,2	0,10
obciążenie śniegiem (por. schemat 2) $0,864 \times 1,0 \times 0,94 \times 0,342 =$	0,28	1,4	0,39
$q_y =$	0,37	1,32	0,49

Momenty zginające:

$$M_x = 1/24 \ q_x \ l^2 = 1/24 \times 1,40 \times 3,0^2 = 0,53 \text{ kNm}$$

$$M_y = 1/24 \ q_y \ l^2 = 1/24 \times 0,49 \times 3,0^2 = 0,18 \text{ kNm}$$

Wymiarowanie:

Projektuje się płatwie z drewna sosnowego lub świerkowego klasy K 27.

Przyjęto przekrój w przęśle pośrednim 38 x 125 mm.