# OPIS TECHNICZNY
# DO PROJEKTU BUDOWLANO-WYKONAWCZEGO
# BRANŻY KONSTRUKCYJNEJ

Zmiana sposobu użytkowania budynku po byłym szpitalu
przy ul. Gen J. Hallera 7 w Chełmży na działkach nr 69 i 71 w obrębie 4
zrealizowany na potrzeby inkubatora przedsiębiorczości

## 1. Dane ogólne

**Lokalizacja:** Ul. Hallera 7 w Chełmży

**Obiekt:** Inkubator przedsiębiorczości w Chełmży

**Inwestor:** Gmina Miasto Chełmża, ul. Hallera 2, 87-140 Chełmża

## 2. Podstawa opracowania

- UZGODNIENIA Z INWESTOREM,
- WYTYCZNE ARCHITEKTONICZNE,
- LITERATURA, NORMY BRANŻOWE ORAZ OBOWIĄZUJĄCE PRZEPISY PAŃSTWOWE I RESORTOWE:

PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe sprężone i Obliczenia statyczne i projektowanie;

PN-90/B-03200 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie;

PN-80/B-02000 Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości;

PN-80/B-02001 Obciążenia stałe. Obciążenia budowli.

PN-80/B-02003 Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe. Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne;

PN-80/B-02010 Obciążenie śniegiem. Obciążenia w obliczeniach statycznych;

zmiana polskiej normy; PN-80/B-02010/Az1 Obciążenie śniegiem,

PN-77/B-02011 Obciążenie wiatrem. Obciążenia w obliczeniach statycznych;

PN-88/B-02014 Obciążenie gruntem. Obciążenia budowli;

PN-86/B-02480 Grunty budowlane. Określenia symbole, podział i opis gruntów;

PN-81/B-03020 Posadowienie bezpośrednie budowli. Grunty budowlane. Obliczenia statyczne i projektowanie;

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z późniejszymi zmianami.

## 3. Przedmiot i cel opracowania

Przedmiotem opracowania jest przebudowa budynku zlokalizowanego przy ul. Hallera 7 w m. Chełmży. Zakres prac obejmuje: przebudowę ścian wewnętrznych, wykonanie nowych otworów w ścianach nośnych, odciążenie i wzmocnienie stropów, adaptację części poddasza na cele biurowe, przebudowę konstrukcji dachowej.

## 4. Opis stanu istniejącego

Adaptowany budynek na cele Inkubatora Przedsiębiorczości to obiekt byłego szpitala dziecięcego, dwukondygnacyjny, częściowo podpiwniczony, wybudowany w 1890 roku (część starsza). W późniejszym okresie istniejący budynek rozbudowano o dobudówkę od strony zachodniej (część nowsza). Budynek murowany na rzucie litery C, układem konstrukcyjnym są ściany murowane, na którym oparto stropy. Budynek obsługiwany jest przez dwie klatki schodowe – w lewym i prawym skrzydle budynku. Budynek posiada wejście główne znajdujące się w centralnej jego części oraz dwa boczne wejścia. Obiekt częściowo podpiwniczony, o kondygnacjach: parter, piętro i poddasze (na części budynku). Wymieniona nieruchomość położona jest na terenach wyposażonych w energię elektryczną, sieć wodociągową i kanalizacyjną oraz gazową. Budynek posiada instalacje: wodociągową, hydrantową ppoż., kanalizacyjną ,centralnego ogrzewania z kotłowni olejowej, odgromową, wentylację grawitacyjną.

<u>Dane liczbowe:</u>

| | |
|---|---|
| Powierzchnia zabudowy – | 337,27 $m^2$, |
| Powierzchnia użytkowa – | 892,06 $m^2$, |
| Kubatura – | 2655 $m^3$ |

<u>Opis konstrukcji części starszej:</u>

| | |
|---|---|
| Układ konstrukcyjny – | Konstrukcja tradycyjna murowana, masywna. |
| Fundamenty – | Ściany fundamentowe murowane z cegły pełnej gr. 60cm i 38cm. Fundamenty murowane z cegły pełnej. |
| Ściany zewnętrzne – | Murowane z cegły pełnej na parterze gr. 25cm i 38cm, na |

| | |
|---|---|
| | piętrze gr. 25cm i 38cm. |
| Ściany wewnętrzne – | Ściany wewnętrzne nośne gr. 25cm z cegły pełnej. Ściany działowe gr. 12 i 8cm – murowane z cegły dziurawki oraz lekkie z płyt gipsowo – kartonowych. |
| Stropy – | Nad piwnicą stropy odcinkowe z cegły, oparte na belkach stalowych w układzie poprzecznym.<br>Strop nad parterem i piętrem drewniany na belkach drewn. 22x26cm w rozstawie co ok. 95cm. Strop ze ślepym pułapem oraz polepą gr. ok. 8cm. Na belkach deskowanie gr. 2,2cm oraz płyta wiórowa 2,0cm. Od spodu strop wykończony deskowaniem gr. 2,2cm oraz tynkiem wapiennym na trzcinie. |
| Dach – | Konstrukcja drewniana, płatwiowo – kleszczowa z zastrzałami oraz ścianką stolcową. Krokwie 12x12cm w rozstawie 95cm, słupy 12x12cm w rozstawie co 380cm, płatwie 12x14cm. Krokwie w miejscu występowania słupów chwycone są kleszczami 2x10x16cm. Ścian stolcowa ze słupków, podwaliny oraz oczepu o przekroju 12x13cm. W celu zmniejszenia rozpiętości krokwi zastosowano skośne zastrzały 12x14cm od ściany stolcowej. |
| Pokrycie dachowe – | Pokrycie z papy na pełnym deskowaniu. |

<u>Opis konstrukcji części nowszej:</u>

| | |
|---|---|
| Układ konstrukcyjny – | Konstrukcja tradycyjna murowana z betonu komórkowego. Fundamenty żelbetowe. |
| Fundamenty – | Ściany fundamentowe murowane z bloczków betonowych. |
| Ściany zewnętrzne – | Murowane z bloczków betonu komórkowego z ocie-pleniem, w układzie trójwarstwowym, o łącznej gr. 40cm. |
| Ściany wewnętrzne – | Ściany wewnętrzne nośne gr. 24cm z bloczków betonu komórkowego. Ściany działowe gr. 12 i 8cm z bloczków |

| | |
|---|---|
| | betonu komórkowego. |
| Stropy – | Nad parterem strop z prefabrykowanych płyt kanałowych sprężonych. |
| Stropodach – | Stropodach niewentylowany ocieplony styropianem. Konstrukcje nośną stanowią prefabrykowane płyty kanałowe sprężone. |
| Pokrycie dachowe – | Pokrycie z papy termozgrzewalnej. |

## 5. Opis rozwiązań konstrukcyjno – budowlanych

### 5.1 ROZBIÓRKI I PRACE ADAPTACYJNE

Planowane przedsięwzięcie budowlane przewiduje wykonanie otworów w istniejących ścianach nośnych i działowych budynków. Nadproża otworowe w istniejących ścianach nośnych wykonać jako stalowe:

- Poz.3 z ceowników 2xC120 ze stali 18G2, L=150 i 180cm,
- Poz.4 z ceowników 2xC200 ze stali 18G2, L=330cm,
- Poz.5 z ceowników 4xC120 ze stali 18G2, L=150cm,
- Poz.6 z ceowników 2xC100 ze stali 18G2, L=150cm,

Wszystkie stalowe nadproża połączone prętem gwintowanym M10 kl. 8.8 co 15cm. Głębokość oparcia min. 15cm na poduszce z betonu C16/20 gr. min 10cm i podlewce z zaprawy cementowej bezskurczowej gr. ok. 3cm. Konstrukcja nadproża obetonowana betonem C16/20 i wykończona tynkiem gipsowym na siatce Rabitza. Nadproża w istniejących i nowych ścianach działowych (w nowszej części) wykonać jako prefabrykowane strunobetonowe NSB o wysokości 71 mm.

Szczegóły, wymiary oraz pozostałe uwagi wykonawcze przedstawiono w części rysunkowej opracowania.

### 5.2 ODCIĄŻENIE STROPÓW

Ze względu na projektowane zabezpieczenie przeciwpożarowe drewnianych stropów nad parterem i pierwszym konieczne jest przebudowanie warstw stropowych. W celu zmniejszenia obciążeń stałych stropu projektuje się usunięcie polepy stanowiącej izolację akustyczną, ponadto usunięciu podlegają również: płyta wiórowa, deskowanie górne, deskowanie ślepego pułapu, deskowanie podsufitki, tynk na trzcinie. Po usunięciu warstw

od góry stropu należy wykonać deskowanie z płyty OSB typu 3 gr. 30mm. Na przygotowanej warstwie deskowania wykonać warstwy wykończeniowe zgodnie z częścią architektoniczną. Od spodu konstrukcji należy wykonać sufit podwieszany z płyt GK. W miejsce usuniętej polepy projektuje się wypełnienie z wełny mineralnej lub innego lekkiego materiału izolacyjnego zgodnie z częścią architektoniczną. Zabezpieczenie przeciwpożarowe stropów zgodnie z częścią architektoniczną.

## 5.3 STROP NAD PIWNICĄ

Strop piwnicy posiada odpowiednią nośność pod projektowaną zmianę sposobu użytkowania. Przebudowę warstw wykończeniowych i izolacyjnych stropu wykonać zgodnie z częścią architektoniczną.

Ponadto należy oczyścić elementy stalowe stropu nad piwnicą. Po oczyszczeniu elementy stalowe zabezpieczyć farbą antykorozyjną.

## 5.4 WZMOCNIENIE STROPU NAD I PIĘTREM

W poziomie stropu nad I piętrem zaprojektowano dodatkowe belki stalowe w celu przeniesienia części obciążeń z konstrukcji dachowej.

### Belki stalowe

W stropie zaprojektowano belki stalowe:

- Poz. 2.1 wykonać z dwuteownika HEA180 ze stali 18G2 o schemacie statycznym jednoprzęsłowym,
- Poz. 2.2 wykonać z dwuteownika HEA180 ze stali 18G2 o schemacie statycznym jednoprzęsłowym,

Belki oparte bezpośrednio na ścianach nośnych budynku. W miejscu oparcia na murze wykonać poduszki betonowe gr. 10cm z betonu C16/20, minimalna głębokość oparcia 25cm. Po montażu konstrukcji przestrzeń powstałą pomiędzy elementem a poduszką należy wypełnić zaprawą cementową bezskurczową.

Szczegóły, wymiary oraz pozostałe uwagi wykonawcze przedstawiono w części rysunkowej opracowania.

## 5.5. PRZEBUDOWA KONSTRUKCJI DACHOWEJ

Po przeprowadzeniu obliczeń statyczno-wytrzymałościowych stwierdzono, że konstrukcja dachu wysokiego dwuspadowego nad starszą częścią nie spełnia wymagań do

przeniesienia obecnych oraz projektowanych obciążeń. Konstrukcję dachu należy w całości usunąć oraz odbudować na nowych przekrojach. Nowe wiązary dachowe zaprojektowano z: krokwi 8x20cm, słupków ściany 8x14cm, zastrzałów 8x14cm, słupów 16x16cm, kleszczy 2x8x14cm. Płatwie wykonać o przekroju 16x25cm. Murłaty oraz belki podwalinowe 14x14cm. Do obliczeń przyjęto drewno klasy C24. Na krokwiach wykonać deskowanie pełne z płyty OSB typu 3 gr. 22mm. Na deskowaniu należy ułożyć pokrycie dachowe z papy termozgrzewalnej. Od spodu konstrukcji wykonać termoizolację z wełny mineralnej, paroizolację oraz poszycie z płyt GK. Układ warstw oraz sposób zabezpieczenia ppoż. dachu zgodnie z częścią architektoniczną.

Szczegóły, wymiary oraz pozostałe uwagi wykonawcze przedstawiono w części rysunkowej opracowania.

## 5.6. ŚCIANY WEWNĘTRZNE, ZAMUROWANIA

Ściany wewnętrzne w nowszej części budynku oraz uzupełnienia otworów zaprojektowano jako murowane z bloczków betonu komórkowego marki 600 na zaprawie do cienkich spoin. Nadproża zaprojektowano jako prefabrykowane strunobetonowe typu NSB 71mm. Długość oparcia ściśle wg. zaleceń producenta. Ściany działowe w starszej części zaprojektowano w systemie suchej zabudowy na ruszcie stalowym. Wykończenie ścian zgodnie z projektem architektury.

## 5.7. KONSTRUKCJA ŚMIETNIKA

Zaprojektowano wiatę śmietnikową. Ściany wiaty zaprojektowano jako murowane z cegły pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej, gr.25cm. Fundament wiaty w postaci ław betonowych o wymiarach 40x30cm. Zadaszenie z płyty żelbetowej gr. 12cm wylewanej ze spadkiem. Płyta krzyżowo-zbrojona Poz.1 - (wiata śmietnikowa), zbrojenie **ϕ10 co 25,0 cm**, stal A-IIIN, beton B20.

## 5.8. ROZBIÓRKA BUDYNKU GOSPODARCZEGO

### 5.8.1. Lokalizacja budynku

Budynek zlokalizowany jest na działce nr 69 w miejscowości Chełmża, przy ulicy Hallera. Obiekt jest usytuowany bezpośrednio przy granicy z sąsiednią działką nr 68 i przylega na niej do budynku mieszkalno-usługowego.

### 5.8.2. Opis techniczny budynku

Budynek jednokondygnacyjny, niepodpiwniczony, z dachem płaskim, wielospadowym. Obiekt wykonano w technologii tradycyjnej ze ścianami murowanymi, stropem żelbetowym. Pokrycie z papy. Opis poszczególnych elementów konstrukcyjnych:

a) Fundamenty

Fundamenty w formie ław betonowych wylewanych *(nie można wykluczyć występowania zbrojenia fundamentów),* ściany fundamentowe murowane na zaprawie cementowej. Budynek nie posiada wspólnych fundamentów z budynkiem mieszkalno-usługowym na działce sąsiedniej, tj. każdy z obiektów posiada osobna konstrukcje. Planowana rozbiórka w żaden sposób nie zagraża ani nie ingeruje w konstrukcje budynku na działce sąsiedniej.

b) Ściany nadziemia

Ściany zewnętrzne murowane z cegły pełnej przy użyciu zaprawy cementowo-wapiennej. Ogólny stan techniczny ścian dobry.

c) Stropodach

Konstrukcja żelbetowa, dach płaski, wielospadowy, kryty papą.

d) Obróbki blacharskie

Obróbki blacharskie stalowe z blachy ocynkowanej.

e) Wyposażenie budynku

Budynek nie jest wyposażony w instalacje. Brak okien, Drzwi nieocieplone, stalowe. Tynki cementowo-wapienne. Posadzka betonowa.

**Dane liczbowe:**

| | |
|---|---|
| Długość budynku: | 4,80 m |
| Szerokość budynku: | 4,30 m |
| Max. wysokość budynku: | 2,80 m |
| Powierzchnia zabudowy: | 20,64 $m^2$ |

### 5.8.3. Wytyczne robót rozbiórkowych

**Opis sposobu zapewnienia bezpieczeństwa ludzi i mienia**

Teren, na którym prowadzone są prace rozbiórkowe, powinien być oznakowany i ogrodzony w sposób zapewniający bezpieczeństwo osobom nie zatrudnionym na budowie

i uniemożliwiający wstęp na teren rozbiórki osobom nieupoważnionym. Przed rozpoczęciem rozbiórki należy odłączyć wszelkie instalacje i media. Miejsca odłączenia, wyłączniki, zawory, winny znajdować sie poza obrębem robót budowlanych. Roboty powinny być prowadzone tak, aby nie została naruszona stateczność rozbieranego obiektu ani obiektów sąsiadujących oraz tak, aby usuwanie jednego elementu konstrukcyjnego nie wywołało utraty stateczności i przewrócenia się innego fragmentu konstrukcji. Nie dopuszczalne jest dokonywanie rozbiórki przez podkopywanie lub podcinanie konstrukcji od dołu. W czasie rozbiórki niedozwolona jest praca na różnych kondygnacjach obiektu. Gruz i materiały drobnicowe należy usunąć przez specjalne kryte zsypy zabezpieczające przed pyleniem. W żadnym wypadku nie wolno gruzu wyrzucać przez okna na zewnątrz. Niedopuszczalne jest okresowe gromadzenie materiałów z rozbiórki i gruzu na stropie. Roboty rozbiórkowe należy wykonywać z zachowaniem maksimum ostrożności, należy przestrzegać przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy przy robotach rozbiórkowych, a w szczególności:

- stosować odpowiednie narzędzia i sprzęt,
- stosować urządzenia zabezpieczające i ochronne,
- stosować środki zabezpieczające pracowników,
- zapewnić bezpieczeństwo publiczne.

Roboty przygotowawcze do rozbiórki

1. Uzyskać stosowne pozwolenie.

2. Wykonać ogrodzenie terenu rozbiórki i oznakować tablicami ostrzegawczymi, zwłaszcza przy bramie wjazdowej, zakazami wstępu osób nie biorących udziału w pracach rozbiórkowych.

Opis zakresu i sposobu prowadzenia robót rozbiórkowych

Prace rozbiórkowe wykonywać w kolejności:

1. Roboty przygotowawcze i pomocnicze

Przed przystąpieniem do robót rozbiórkowych należy usunąć z budynku luźne materiały budowlane, pozostawione sprzęty oraz wyposażenie. Odłączyć ewentualne instalacje.

2. Montaż rusztowań

W celu umożliwienia sprawnej rozbiórki obiektu przewidziano montaż lekkich rusztowań w miarę potrzeb.

3. Rozbiórka stolarki drzwiowej i okiennej

Skrzydła drzwiowe zdjąć z zawiasów, zdemontować opaski, ościeżnice wykuć z muru.

4. Rozbiórka konstrukcji dachu i pokrycia dachowego z papy

W pierwszej kolejności należy rozebrać elementy dachu znajdujące się ponad jego poziomem takie jak anteny, wyłazy dachowe, rury spustowe, rynny oraz obróbki blacharskie i złożyć je na ziemi. Pokrycie dachowe z papy rozbiera się, tnąc ja na pasy wzdłuż dachu lub prostopadle do kalenicy dachu, zwijając ją w rulony i usuwając na ziemię, gdzie należy ją zabezpieczyć i przekazać do utylizacji.

5. Rozbiórka stropu

Przy rozbiórce stropu konieczne jest podstemplowanie wszystkich elementów konstrukcyjnych przy ścianach. Kolejnym etapem jest rozbicie betonu. Następnie rozbiórkę prowadzi się przez rozbijanie betonu wieńców na obwodzie ścian nośnych budynku, wraz z demontażem zbrojenia. Beton rozbija się młotami udarowymi na gruz drobnowymiarowy. Decyzję pozostawia się wykonawcy rozbiórki.

6. Rozbiórka ścian budynku

Ściany zewnętrzne rozbierać zachowując szczególne środki ostrożności. Oddzielić ściany podłużne od poprzecznych, podzielić je na mniejsze odcinki i dopiero wtedy zwalać je odcinkami. Nie należy przecinać długich murów w kilku miejscach od razu, gdyż zawalenie odcinka ściany może na skutek wstrząsu wywołać zawalenie się sąsiedniego odcinka, zagrażając bezpieczeństwu pracujących ludzi. Z tych względów przecinanie ścian należy wykonywać kolejno dopiero po zwaleniu poprzedniego odcinka ściany. Przed przystąpieniem do burzenia następnego odcinaka ściany gruz powstały z zawalenia uprzątnąć. Żelbetowe nadproża i podciągi rozbija się młotami udarowymi na gruz drobnowymiarowy.

7. Rozbiórka posadzki i ław fundamentowych

Roboty rozpocząć od rozbiórki posadzki cementowej ręcznie lub przy pomocy młotów udarowych. Rozbiórkę ław fundamentowych przeprowadzić ręcznie lub mechanicznie. Powstały w wyniku rozbiórki dół po fundamentach budynku zniwelować poprzez wypełnienie gruboziarnistym piaskiem zagęszczanym warstwami.

Segregacja odpadów, transport, utylizacja

W czasie prowadzenia prac rozbiórkowych materiały z rozbiórki należy segregować

i oddzielać te, które mogą być wykorzystane jako surowce wtórne, jak elementy metalowe. Całość urobku z rozbiórki należy przeznaczyć do utylizacji na zorganizowanym wysypisku śmieci, chyba, że Inwestor wyda inne dyspozycje co do przeznaczenia materiałów z rozbiórki. Palenie drewna na miejscu, jako sposób jego utylizacji jest niedopuszczalne! Transport gruzu prowadzić na bieżąco w miarę postępu robót rozbiórkowych. Do transportu stosować samochody ciężarowe samowyładowcze, zabezpieczone plandekami przed pylenie w czasie jazdy, czy też siatką przed odrywaniem się drobnych części lotnych.

Uwagi końcowe:

- W czasie prowadzenia prac zachować szczególną ostrożność,
- Sposób wykorzystania materiałów z odzysku uzgodnić z Inwestorem, podobnie sposób zagospodarowania powstałej powierzchni po dokonanej rozbiórce.

Fot. 1 Elewacja budynku gospodarczego od strony ulicy Szewskiej

Fot. 2 Elewacja budynku gospodarczego od strony budynku inkubatora przedsiębiorczości

## 5.9. KOLEJNOŚĆ PROWADZENIA ROBÓT BUDOWLANYCH

- Zabezpieczyć i wydzielić teren inwestycji oraz strefy niebezpieczne,
- Przeprowadzić prace rozbiórkowe i adaptacyjne,
- Rozebrać istniejącą konstrukcję dachową wraz z łatami i kontrłatami,
- Wykonać wzmocnienie stropu drewnianego nad pierwszym piętrem,
- Wykonać nową konstrukcję dachową,
- Wykonać prace związane z naprawą istniejących kominów i wykonaniem nowych,
- Wykonać nowe pokrycie dachowe,
- Wykonać nowoprojektowane warstwy stropu nad pierwszym piętrem i parterem,
- Wykonać nowe ścianki działowe i zamurowania istniejących otworów,
- Przeprowadzić odpowiednio pozostałe prace wykończeniowe zgodnie z opisem architektury.

## 5.9. WYTYCZNE REALIZACJI

Wszelkie prace należy prowadzić zgodnie z zasadami sztuki budowlanej, w oparciu o obowiązujące przepisy i normy, pod nadzorem osób uprawnionych i przy zachowaniu przepisów BHP.

Elementy żelbetowe wykonać w typowych deskowaniach drobnowymiarowych o gładkiej powierzchni. Szczególną uwagę należy zwrócić na staranne zagęszczenie mieszanki betonowej oraz stosowanie środków zapobiegających przyleganiu betonu do form. W trakcie wiązania i dojrzewania mieszanki betonowej należy zapewnić odpowiednią i dostosowaną do warunków atmosferycznych pielęgnację świeżego betonu. Rozformowanie

schodów żelbetowych i usunięcie podpór montażowych można dokonać po uzyskaniu przez beton minimum 75% projektowanej wytrzymałości.

Stosowane materiały budowlane winny posiadać wymagane atesty i odpowiadać warunkom wynikającym z odpowiednich norm. Dopuszcza się stosowanie rozwiązań zamiennych jedynie za zgodą i aprobatą autorów projektu oraz Inwestora. Rozwiązania zamienne nie mogą pogorszyć założonych w projekcie walorów użytkowych i parametrów technicznych. Zgoda na zastosowanie rozwiązań zamiennych może być uwarunkowana wykonaniem opracowań zamiennych, obliczeń kontrolnych itp. Prace powodujące dodatkowe obciążenie elementów konstrukcyjnych ponad to co jest uwzględnione w projekcie konstrukcji wymagają zgody autora projektu.

## 6. Obliczenia statyczno – wytrzymałościowe

**Obowiązujące normy i przepisy**

- PN-B-03264:2002 — Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone Projektowanie i obliczenia.
- PN-B-03002 — Konstrukcje murowane niezbrojone. Projektowanie i obliczenia.
- PN-82/B-03200:1990 — Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- PN-82/B-02000 — Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.
- PN-82/B-02001 — Obciążenia stałe.
- PN-82/B-02003 — Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.
- PN-82/B-02004 — Obciążenia pojazdami.
- PN-80/B-02010/Az1 — Obciążenia śniegiem.
- PN-82/B-02011:1977/Az1 — Obciążenia wiatrem.
- PN-88/B-02014 — Obciążenia gruntem.
- PN-81/B-03020 — Posadowienie bezpośrednie budowli.

**Przyjęto założenia:**

Lokalizacja w II strefie wiatrowej

Lokalizacja w II strefie śniegowej

I kategoria geotechniczna

Głębokość przemarzania gruntu $h_z$ = 1,00m

**POZ. 1 – WIĄZAR DACHOWY**

**DANE:**

**Geometria ustroju:**

Kąt nachylenia lewej połaci dachowej $\alpha = 19{,}0^o$

Kąt nachylenia prawej połaci dachowej $\alpha = 19{,}0^o$

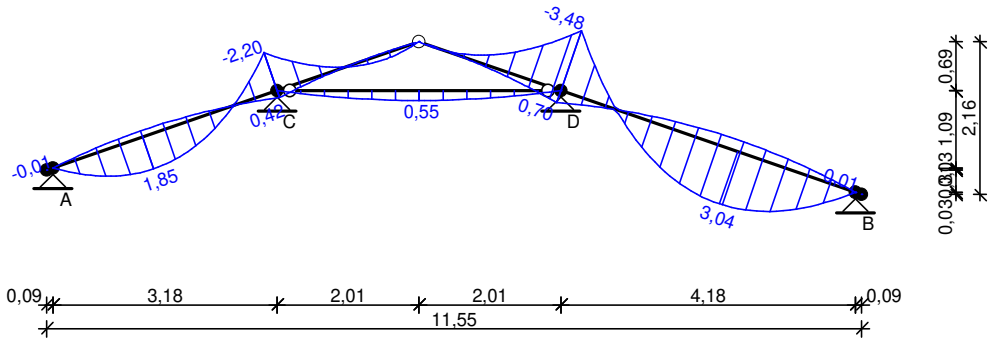
Rozstaw murłat w świetle $l_s$ = 11,05 m
Różnica poziomów murłat $\Delta h$ = -0,34 m
Wysięg lewego wspornika $l_{wL}$ = 0,25 m
Wysięg prawego wspornika $l_{wP}$ = 0,25 m
Poziom jętki h = 1,20 m
Rozstaw wiązarów a = 0,95 m
Usztywnienia boczne krokwi - na całej długości elementu
Dodatkowe usztywnienia boczne jętki - brak
Odległość w świetle podpraćmurłaty $l_m$ = 3,80 m
Wysięg wspornika murłaty $l_{mw}$ = 0,30 m

**Dane materiałowe:**
- krokiew 8/20 cm (zaciosy: murłata - 3 cm, jętka - brak) z drewna C24
- jętka 2x 6/20 cm z drewna C24,
- murłata 14/14 cm z drewna C24

**Obciążenia** (wartości obliczeniowe):
- pokrycie dachu (wg PN-82/B-02001: ):
  $g_o$ = 0,42 kN/m$^2$
- uwzględniono ciężar własny wiązara
- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połać bardziej obciążona, strefa 2, nachylenie połaci 19,0 st.):
  - na połaci lewej $s_{ol}$ = 1,22 kN/m$^2$
  - na połaci prawej $s_{op}$ = 1,08 kN/m$^2$
  - obciążenie śniegiem traktuje się jako obciążenie średniotrwałe
- obciążenie wiatrem połaci lewej(wg PN-B-02011:1977/Az1:2009/Z1-3: strefa I, teren A, wys. budynku z =11,5 m):
  - jako nawietrznej $p_{ol}$ = -0,75 kN/m$^2$
  - jako zawietrznej $p_{op}$ = -0,33 kN/m$^2$
- obciążenie wiatrem połaci prawej(wg PN-B-02011:1977/Az1:2009/Z1-3: strefa I, teren A, wys. budynku z =11,5 m):
  - jako nawietrznej $p_{ol}$ = -0,75 kN/m$^2$
  - jako zawietrznej $p_{op}$ = -0,33 kN/m$^2$
- obciążenie ociepleniem na całej długości krokwi $g_{ok}$ = 0,60 kN/m$^2$
- obciążenie stałe jętki : $q_{jo}$ = 0,18 kN/m$^2$
- obciążenie zmienne jętki : $p_{jo}$ = 0,00 kN/m$^2$
- obciążenie montażowe jętki $F_o$ = 0,0 kN

**Założenia obliczeniowe:**
- klasa użytkowania konstrukcji: 2

**WYNIKI:**
Obwiednia momentów [kNm]:



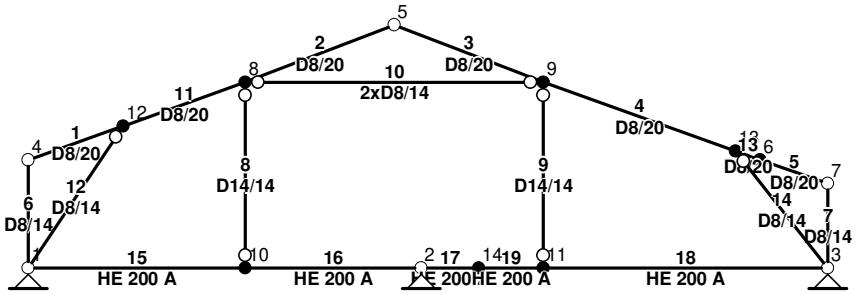

Ekstremalne reakcje podporowe:

| węzeł (podpora) | **V** [kN] | **H** [kN] | kombinacja SGN |
|---|---|---|---|
| 2 (A) | **3,11**<br>**-0,46** | 0,21<br>0,37 | **K2**: stałe-max+śnieg<br>**K11**: stałe-min+wiatr z lewej |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 1,97 | **0,54** | **K6**: stałe-max+wiatr z lewej+0,90·śnieg |
| 3 (C) | **8,90**<br>**-0,84**<br>6,55 | 2,08<br>0,60<br>**2,31** | **K2**: stałe-max+śnieg<br>**K11**: stałe-min+wiatr z lewej<br>**K3**: stałe-max+śnieg+0,90·wiatr z lewej |
| 5 (D) | **10,37**<br>**-1,11**<br>7,47 | -2,04<br>-0,95<br>**-2,59** | **K2**: stałe-max+śnieg<br>**K12**: stałe-min+wiatr z prawej<br>**K4**: stałe-max+śnieg+0,90·wiatr z prawej |
| 6 (B) | **3,82**<br>**-0,60**<br>2,36 | -0,26<br>-0,48<br>**-0,68** | **K2**: stałe-max+śnieg<br>**K12**: stałe-min+wiatr z prawej<br>**K8**: stałe-max+wiatr z prawej+0,90·śnieg |

# STATYKA WIĄZARA DACHOWEGO GŁÓWNEGO

**SCHEMAT RAMY**



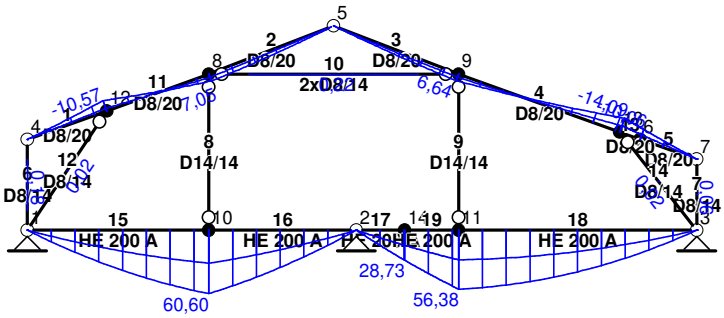

**OBCIĄŻENIA:** (wartości obliczeniowe)

**Tablica opisu kombinacji automatycznych:**

| nazwa kombinacji | | składniki kombinacji |
|---|---|---|
| K1: | Ciężar własny | 1,0·P1 |
| K2: | Ciężar własny+wiatr | 1,0·P1+1,0·P2 |
| K3: | Ciężar własny+śnieg | 1,0·P1+1,0·P3 |
| K4: | Ciężar własny+wiatr+0,90·śnieg | 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3 |
| K5: | Ciężar własny+śnieg+0,90·wiatr | 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 |
| K6: | Ciężar własny+zmienne | 1,0·P1+1,0·P4 |
| K7: | Ciężar własny+wiatr+0,90·zmienne | 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P4 |
| K8: | Ciężar własny+zmienne+0,90·wiatr | 1,0·P1+1,0·P4+0,90·P2 |
| K9: | Ciężar własny+śnieg+0,90·zmienne | 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P4 |
| K10: | Ciężar własny+zmienne+0,90·śnieg | 1,0·P1+1,0·P4+0,90·P3 |
| K11: | Ciężar własny+wiatr+0,90·śnieg+0,80·zmienne | 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3+0,80·P4 |
| K12: | Ciężar własny+wiatr+0,90·zmienne+0,80·śnieg | 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P4+0,80·P3 |
| K13: | Ciężar własny+śnieg+0,90·wiatr+0,80·zmienne | 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2+0,80·P4 |
| K14: | Ciężar własny+śnieg+0,90·zmienne+0,80·wiatr | 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P4+0,80·P2 |
| K15: | Ciężar własny+zmienne+0,90·wiatr+0,80·śnieg | 1,0·P1+1,0·P4+0,90·P2+0,80·P3 |
| K16: | Ciężar własny+zmienne+0,90·śnieg+0,80·wiatr | 1,0·P1+1,0·P4+0,90·P3+0,80·P2 |

**WYNIKI:**
**Obwiednia sił wewnętrznych**

Obwiednia momentów zginających:




Ekstremalne reakcje podporowe:

| węzeł (podpora) | $R_y$ [kN] | $R_x$ [kN] | **M** [kNm] | kombinacja SGN |
|---|---|---|---|---|
| 1 (A) | **46,65** | **18,18** | -- | **K9**: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P4 |
| | **21,97** | **4,60** | -- | **K2**: 1,0·P1+1,0·P2 |
| 2 (B) | **64,91** | 0,00 | -- | **K14**: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P4+0,80·P2 |
| | **35,58** | 0,00 | -- | **K1**: 1,0·P1 |
| 3 (C) | **43,29** | -23,49 | -- | **K14**: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P4+0,80·P2 |
| | **23,43** | **-11,39** | -- | **K1**: 1,0·P1 |
| | 42,37 | **-23,57** | -- | **K13**: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2+0,80·P4 |

Ekstremalne siły wewnętrzne:

| pręt | x [m] | **M** [kNm] | **N** [kN] | **T** [kN] | kombinacja SGN |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1,49 | **-10,57** | **5,15** | **-8,48** | **K9**: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P4 |
| 2 | 0,00 | **7,05** | **-13,81** | -0,86 | **K9**: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P4 |
| | 2,36 | 0,00 | -12,16 | **-5,11** | **K9**: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P4 |
| 3 | 2,36 | **6,64** | -11,69 | 1,27 | **K12**: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P4+0,80·P3 |
| | 2,36 | 5,35 | **-14,08** | 0,14 | **K9**: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P4 |
| | 2,36 | 4,25 | -12,81 | **-0,32** | **K3**: 1,0·P1+1,0·P3 |
| | 0,00 | 0,00 | -11,38 | **4,62** | **K14**: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P4+0,80·P2 |
| 4 | 0,00 | **6,64** | -20,96 | -4,77 | **K12**: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P4+0,80·P3 |
| | 3,02 | **-14,09** | -23,80 | -9,20 | **K13**: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2+0,80·P4 |
| | 3,02 | -13,98 | **-23,99** | **-9,20** | **K14**: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P4+0,80·P2 |
| 5 | 0,00 | **-10,06** | 7,93 | **10,32** | **K13**: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2+0,80·P4 |
| | 0,00 | -10,03 | **8,03** | 10,23 | **K11**: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3+0,80·P4 |
| 6 | 0,80 | **0,18** | 1,60 | 0,00 | **K2**: 1,0·P1+1,0·P2 |
| | 1,60 | 0,00 | **6,82** | 0,00 | **K9**: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P4 |
| | 1,60 | 0,00 | 1,63 | **-0,44** | **K2**: 1,0·P1+1,0·P2 |
| | 0,00 | 0,00 | 1,56 | **0,44** | **K2**: 1,0·P1+1,0·P2 |
| 7 | 0,63 | **0,06** | 7,54 | 0,00 | **K2**: 1,0·P1+1,0·P2 |
| | 1,25 | 0,00 | **10,66** | -0,19 | **K11**: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3+0,80·P4 |
| | 1,25 | 0,00 | 7,57 | **-0,19** | **K2**: 1,0·P1+1,0·P2 |
| | 0,00 | 0,00 | 7,51 | **0,19** | **K2**: 1,0·P1+1,0·P2 |
| 8 | 2,75 | 0,00 | **-29,86** | 0,00 | **K5**: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 |
| 9 | 2,75 | 0,00 | **-30,85** | 0,00 | **K3**: 1,0·P1+1,0·P3 |
| 10 | 2,20 | **0,22** | 0,68 | 0,00 | **K1**: 1,0·P1 |
| | 0,00 | 0,00 | **-0,44** | 0,20 | **K6**: 1,0·P1+1,0·P4 |
| | 0,00 | 0,00 | **4,85** | 0,20 | **K5**: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 |
| | 4,40 | 0,00 | 0,68 | **-0,20** | **K1**: 1,0·P1 |
| | 0,00 | 0,00 | 0,68 | **0,20** | **K1**: 1,0·P1 |
| 11 | 1,91 | **7,05** | -19,90 | 7,46 | **K9**: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P4 |
| | 0,00 | **-10,57** | **-21,16** | **10,96** | **K9**: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P4 |
| 12 | 1,26 | **0,02** | -17,65 | 0,00 | **K1**: 1,0·P1 |
| | 0,00 | 0,00 | **-32,82** | 0,03 | **K9**: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P4 |
| | 2,52 | 0,00 | -9,05 | **-0,03** | **K2**: 1,0·P1+1,0·P2 |
| | 0,00 | 0,00 | -17,70 | **0,03** | **K1**: 1,0·P1 |
| 13 | 0,00 | **-14,09** | 8,28 | **10,84** | **K13**: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2+0,80·P4 |
| | 0,00 | -14,02 | **8,37** | 10,70 | **K11**: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3+0,80·P4 |
| 14 | 1,10 | **0,02** | -18,43 | 0,00 | **K1**: 1,0·P1 |
| | 2,20 | 0,00 | **-37,89** | -0,03 | **K13**: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2+0,80·P4 |
| | 2,20 | 0,00 | -37,28 | **-0,03** | **K11**: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3+0,80·P4 |
| | 0,00 | 0,00 | -18,39 | **0,03** | **K1**: 1,0·P1 |
| 15 | 3,20 | **60,60** | 0,00 | 10,57 | **K14**: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P4+0,80·P2 |
| | 0,00 | 0,00 | 0,00 | **27,39** | **K16**: 1,0·P1+1,0·P4+0,90·P3+0,80·P2 |
| 16 | 0,00 | **60,60** | 0,00 | -16,51 | **K14**: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P4+0,80·P2 |
| | 2,60 | 0,00 | 0,00 | **-30,10** | **K14**: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P4+0,80·P2 |
| 17 | 0,85 | **28,73** | 0,00 | 31,58 | **K9**: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P4 |
| | 0,00 | 0,00 | 0,00 | **36,03** | **K9**: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P4 |
| 18 | 0,00 | **56,38** | 0,00 | -2,45 | **K9**: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P4 |
| | 4,20 | 0,00 | 0,00 | **-24,71** | **K10**: 1,0·P1+1,0·P4+0,90·P3 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0,00 | 36,32 | 0,00 | **2,90** | **K8**: 1,0·P1+1,0·P4+0,90·P2 |
| 19 | 0,95<br>0,00 | **56,38**<br>28,73 | 0,00<br>0,00 | 26,62<br>**31,58** | **K9**: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P4<br>**K9**: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P4 |

# WYMIAROWANIE WIĘŹBY DACHOWEJ

## POZ. 1.1 – Krokiew wiązara pośredniego 8x20cm

**Krokiew lewa 8/20 cm** (zaciosy: murłata - 3 cm, jętka - brak)

Smukłość

$\lambda_y = 76,0 < 150$

$\lambda_z = 0,0 < 150$

Maksymalne siły i naprężenia w przęśle

decyduje kombinacja: **K8** stałe-max+wiatr z prawej+0,90·śnieg

M = -1,74 kNm, N = 2,88 kN

$f_{m,y,d}$ = 11,08 MPa, $f_{c,0,d}$ = 9,69 MPa

$\sigma_{m,y,d}$ = 3,26 MPa, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,18 MPa

$k_{c,y}$ = 0,505

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y}\cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,332 < 1$

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,207 < 1$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - murłacie

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

M = -0,01 kNm, N = 1,17 kN

$f_{m,y,d}$ = 14,77 MPa, $f_{c,0,d}$ = 12,92 MPa

$\sigma_{m,y,d}$ = 0,02 MPa, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,09 MPa

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,001 < 1$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - jętce

decyduje kombinacja: **K8** stałe-max+wiatr z prawej+0,90·śnieg

M = -1,74 kNm, N = -1,11 kN

$f_{m,y,d}$ = 11,08 MPa, $f_{c,0,d}$ = 9,69 MPa

$\sigma_{m,y,d}$ = 3,26 MPa, $\sigma_{c,0,d}$ = -0,07 MPa

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,305 < 1$

Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy murłatą a jętką)

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$u_{fin} = 3,52$ mm $< u_{net,fin} = l / 200 = 3360/ 200 = 16,80$ mm (21,0%)

Maksymalne ugięcie wspornika krokwi

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$u_{fin} = 0,35$ mm $< u_{net,fin} = 2\cdot l / 200 = 2\cdot 92/ 200 = 0,92$ mm (37,8%)

**Krokiew prawa 8/20 cm** (zaciosy: murłata - 3 cm, jętka - brak)

Smukłość

$\lambda_y = 90,7 < 150$

$\lambda_z = 0,0 < 150$

Maksymalne siły i naprężenia w przęśle

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

M = -3,48 kNm, N = 3,68 kN

$f_{m,y,d}$ = 11,08 MPa, $f_{c,0,d}$ = 9,69 MPa

$\sigma_{m,y,d}$ = 6,52 MPa, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,23 MPa

$k_{c,y}$ = 0,371

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y}\cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,653 < 1$

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,413 < 1$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - murłacie

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

M = -0,01 kNm, N = 1,44 kN

$f_{m,y,d}$ = 14,77 MPa, $f_{c,0,d}$ = 12,92 MPa

$\sigma_{m,y,d}$ = 0,01 MPa, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,11 MPa

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,001 < 1$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - jętce

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

M = -3,48 kNm, N = -1,44 kN

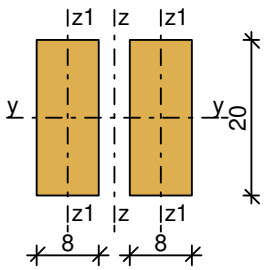
$f_{m,y,d}$ = 11,08 MPa, $f_{c,0,d}$ = 9,69 MPa
$\sigma_{m,y,d}$ = 6,52 MPa, $\sigma_{c,0,d}$ = -0,09 MPa
$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,603 < 1$
Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy murłatą a jętką)
decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg
$u_{fin}$ = 10,26 mm < $u_{net,fin}$ = l / 200 = 4416/ 200 = 22,08 mm (46,5%)
Maksymalne ugięcie wspornika krokwi
decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg
$u_{fin}$ = 0,77 mm < $u_{net,fin}$ = 2·l / 200 = 2·92/ 200 = 0,92 mm (83,4%)

## POZ. 1.2 – Krokiew wiązara głównego 2x8x20cm

**DANE:**
Wymiary przekroju: przekrój podwójny prostokątny
Szerokość b = 8,0 cm
Wysokość h = 20,0 cm
Drewno:
drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**
→ $f_{m,k}$ = 24 MPa, $f_{t,0,k}$ = 14 MPa, $f_{c,0,k}$ = 21 MPa, $f_{v,k}$ = 2,5 MPa, $E_{0,mean}$ = 11 GPa, $\rho_k$ = 350 kg/m$^3$
Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2
Obciążenia:
Siła ściskająca $N_c$ = 24,00 kN
Moment zginający $M_y$ = 14,10 kNm
Moment zginający $M_z$ = 0,00 kNm
Klasa trwania obciążenia: średniotrwałe
Zwichrzeniowa długość obliczeniowa $l_d$ = 3,00 m
Poziom przyłożenia obciążenia: na górnej (ściskanej) powierzchni
Długość wyboczeniowa $l_{ey}$ = 3,00 m
Długość wyboczeniowa $l_{ez}$ = 0,30 m

**WYNIKI:**

A = 320 cm$^2$
$W_y$ = 1067 cm$^3$
$W_z$ = 427 cm$^3$
$J_y$ = 10667 cm$^4$
$J_z$ = 1707 cm$^4$
m = 11,2 kg/m




Zginanie ze ściskaniem:
$N_c$ = 24,00 kN; $M_y$ = 14,10 kNm
Warunek smukłości:
$\lambda_y = 51,96 < \lambda_c = 150$ (34,6%)
$\lambda_z = 12,99 < \lambda_c = 150$ (8,7%)
Warunek nośności:
$k_{c,y}$ = 0,825
$\sigma_{c,0,d}$ = 0,75 MPa, $f_{c,0,d}$ = 12,92 MPa
$\sigma_{m,y,d}$ = 13,22 MPa, $f_{m,y,d}$ = 14,77 MPa
$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y}\cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,070 + 0,895 = 0,965 < 1$
Warunek stateczności:
$k_{crit,y}$ = 1,000
$\sigma_{m,y,d}$ = 13,22 MPa < $k_{crit,y}\cdot f_{m,y,d}$ = 14,77 MPa (89,5%)

## POZ. 1.3 – Płatew 16x25cm

**DANE:**

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość b = 16,0 cm

Wysokość h = 25,0 cm

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

→ $f_{m,k}$ = 24 MPa, $f_{t,0,k}$ = 14 MPa, $f_{c,0,k}$ = 21 MPa, $f_{v,k}$ = 2,5 MPa, $E_{0,mean}$ = 11 GPa, $\rho_k$ = 350 kg/m$^3$

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Płatew podparta obustronnie mieczami

Rozstaw słupów l = 4,00 m

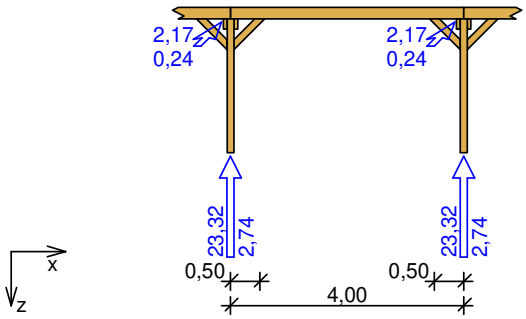
Odległość podparcia płatwi mieczem $a_m$ = 0,50 m

Obciążenia płatwi:

- obciążenie stałe [(0,500+0,600)·(0,5·4,00+2,20)/cos 19,0°]
  $G_k$ = 4,886 kN/m; $\gamma_f$ = 1,20
- uwzględniono dodatkowo ciężar własny płatwi
- obciążenie śniegiem [0,840·(0,5·4,00+2,20)]
  $S_k$ = 3,528 kN/m; $\gamma_f$ = 1,50
- obciążenie wiatrem - wariant I (pionowe) [(0,056·(0,5·4,00+2,20)/cos 19,0°)·cos 19,0°]
  $W_{k,z}$ = 0,234 kN/m; $\gamma_f$ = 1,50
- obciążenie wiatrem - wariant I (poziome) [(0,056·(0,5·4,00+2,20)/cos 19,0°)·sin 19,0°]
  $W_{k,y}$ = 0,080 kN/m; $\gamma_f$ = 1,50
- obciążenie wiatrem - wariant II (pionowe) [(-0,501·(0,5·4,00+2,20)/cos 19,0°)·cos 19,0°]
  $W_{k,z}$ = -2,102 kN/m; $\gamma_f$ = 1,50
- obciążenie wiatrem - wariant II (poziome) [(-0,501·(0,5·4,00+2,20)/cos 19,0°)·sin 19,0°]
  $W_{k,y}$ = -0,724 kN/m; $\gamma_f$ = 1,50

**WYNIKI:**

$R_z$ [kN]
$R_y$ [kN] } dla jednego odcinka (przęsła)




Zginanie:

decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+śnieg+wiatr-wariant I)

Momenty obliczeniowe

$M_{y,max}$ = 13,08 kNm; $M_{z,max}$ = 0,24 kNm

Warunek nośności:

$\sigma_{m,y,d}$ = 7,85 MPa, $f_{m,y,d}$ = 11,08 MPa

$\sigma_{m,z,d}$ = 0,23 MPa, $f_{m,z,d}$ = 11,08 MPa

$k_m$ = 0,7

$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$ = 0,516 < 1

$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$ = 0,723 < 1

Ugięcie:

decyduje kombinacja B (obc.stałe+śnieg)

$u_{fin,z}$ = 7,02 mm; $u_{fin,y}$ = 0,00 mm

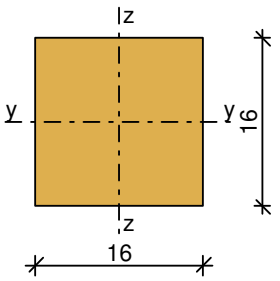
$u_{fin} = (u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2)^{0,5}$ =7,02 mm < $u_{net,fin}$ = 15,00 mm (46,8%)

## POZ. 1.4 – Słup 16x16cm

**DANE:**

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny
Szerokość b = 16,0 cm
Wysokość h = 16,0 cm
Drewno:
drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**
→ $f_{m,k}$ = 24 MPa, $f_{t,0,k}$ = 14 MPa, $f_{c,0,k}$ = 21 MPa, $f_{v,k}$ = 2,5 MPa, $E_{0,mean}$ = 11 GPa, $\rho_k$ = 350 kg/m$^3$
Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2
Obciążenia:
Siła ściskająca $N_c$ = 40,00 kN
Klasa trwania obciążenia: średniotrwałe
Długość wyboczeniowa $l_{ey}$ = 2,80 m
Długość wyboczeniowa $l_{ez}$ = 2,80 m
**WYNIKI:**

A = 256 cm$^2$
$W_y$ = 683 cm$^3$
$W_z$ = 683 cm$^3$
$J_y$ = 5461 cm$^4$
$J_z$ = 5461 cm$^4$
m = 8,96 kg/m



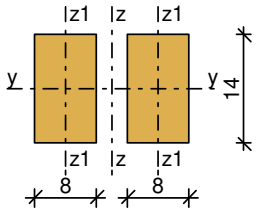

Ściskanie równoległe:
$N_c$ = 40,00 kN
Warunek smukłości:
$\lambda_y$ = 60,62 < $\lambda_c$ = 150 (40,4%)
$\lambda_z$ = 60,62 < $\lambda_c$ = 150 (40,4%)
Warunek nośności:
$k_{c,y}$ = 0,706; $k_{c,z}$ = 0,706
$\sigma_{c,y,d}$ = 2,21 MPa < $f_{c,0,d}$ = 12,92 MPa (17,1%)
$\sigma_{c,z,d}$ = 2,21 MPa < $f_{c,0,d}$ = 12,92 MPa (17,1%)

## POZ. 1.5 – Kleszcze 2x8x14cm

**DANE:**
Wymiary przekroju: przekrój podwójny prostokątny
Szerokość b = 8,0 cm
Wysokość h = 14,0 cm
Drewno:
drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**
→ $f_{m,k}$ = 24 MPa, $f_{t,0,k}$ = 14 MPa, $f_{c,0,k}$ = 21 MPa, $f_{v,k}$ = 2,5 MPa, $E_{0,mean}$ = 11 GPa, $\rho_k$ = 350 kg/m$^3$
Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2
Obciążenia:
Siła ściskająca $N_c$ = 25,00 kN
Klasa trwania obciążenia: średniotrwałe
Długość wyboczeniowa $l_{ey}$ = 4,40 m
Długość wyboczeniowa $l_{ez}$ = 2,20 m

**WYNIKI:**

A = 224 cm$^2$
$W_y$ = 523 cm$^3$
$W_z$ = 299 cm$^3$
$J_y$ = 3659 cm$^4$
$J_z$ = 1195 cm$^4$
m = 7,84 kg/m




Ściskanie równoległe:

$N_c$ = 25,00 kN

Warunek smukłości:

$\lambda_y$ = 108,87 < $\lambda_c$ = 150 (72,6%)

$\lambda_z$ = 95,26 < $\lambda_c$ = 150 (63,5%)

Warunek nośności:

$k_{c,y}$ = 0,265; $k_{c,z}$ = 0,339

$\sigma_{c,y,d}$ = 4,21 MPa < $f_{c,0,d}$ = 12,92 MPa (32,6%)

$\sigma_{c,z,d}$ = 3,29 MPa < $f_{c,0,d}$ = 12,92 MPa (25,5%)

## POZ. 1.6 – Zastrzał 2x8x14cm

**DANE:**

Wymiary przekroju: przekrój podwójny prostokątny

Szerokość b = 8,0 cm

Wysokość h = 14,0 cm

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

→ $f_{m,k}$ = 24 MPa, $f_{t,0,k}$ = 14 MPa, $f_{c,0,k}$ = 21 MPa, $f_{v,k}$ = 2,5 MPa, $E_{0,mean}$ = 11 GPa, $\rho_k$ = 350 kg/m$^3$

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Obciążenia:

Siła ściskająca $N_c$ = 45,00 kN

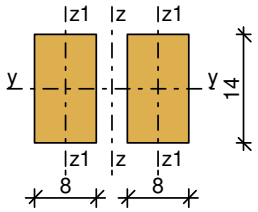
Klasa trwania obciążenia: średniotrwałe

Długość wyboczeniowa $l_{ey}$ = 2,80 m

Długość wyboczeniowa $l_{ez}$ = 2,80 m

**WYNIKI:**

A = 224 cm$^2$
$W_y$ = 523 cm$^3$
$W_z$ = 299 cm$^3$
$J_y$ = 3659 cm$^4$
$J_z$ = 1195 cm$^4$
m = 7,84 kg/m




Ściskanie równoległe:

$N_c$ = 45,00 kN

Warunek smukłości:

$\lambda_y$ = 69,28 < $\lambda_c$ = 150 (46,2%)

$\lambda_z$ = 121,24 < $\lambda_c$ = 150 (80,8%)

Warunek nośności:

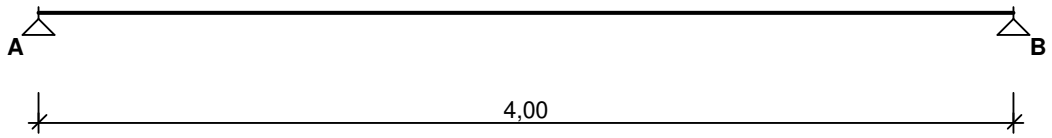
$k_{c,y}$ = 0,586; $k_{c,z}$ = 0,216

$\sigma_{c,y,d}$ = 3,43 MPa < $f_{c,0,d}$ = 12,92 MPa (26,5%)

$\sigma_{c,z,d}$ = 9,29 MPa < $f_{c,0,d}$ = 12,92 MPa (71,9%)

# POZ. 1.7 – Podwalina/murłata ścianki stolcowej 14x14cm

**SCHEMAT BELKI**




Parametry belki:
- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f$ = 1,10
- udział ciężaru własnego na kierunkach wg współczynników:
  - składowa pionowa = 100,0%, składowa pozioma = 0,0%

**OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI**

Przypadek **P1: Ciężar własny** ($\gamma_f$ = 1,20, klasa trwania - stałe)
Tablica obciążeń obliczeniowych (dodatkowo ciężar belki $g_{o,z}$ = 0,07 kN/m, $g_{o,y}$ = 0,00 kN/m)

| Przekrój | x [m] | $q_{z,l}$ [kN/m] | $q_{z,p}$ [kN/m] | $F_z$ [kN] | $M_z$ [kN] | $q_{y,l}$ [kN/m] | $q_{y,p}$ [kN/m] | $F_y$ [kN] | $M_y$ [kN] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A. | 0,00 | -- | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -- | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 1. | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 |
| 2. | 2,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 |
| 3. | 3,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 |
| B. | 4,00 | 0,00 | -- | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -- | 0,00 | 0,00 |

Przypadek **P2: wiatr** ($\gamma_f$ = 1,5, klasa trwania - krótkotrwałe)
Tablica obciążeń obliczeniowych

| Przekrój | x [m] | $q_{z,l}$ [kN/m] | $q_{z,p}$ [kN/m] | $F_z$ [kN] | $M_z$ [kN] | $q_{y,l}$ [kN/m] | $q_{y,p}$ [kN/m] | $F_y$ [kN] | $M_y$ [kN] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A. | 0,00 | -- | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -- | 0,82 | 0,00 | 0,00 |
| 1. | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,82 | 0,82 | 0,50 | 0,00 |
| 2. | 2,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,82 | 0,82 | 0,50 | 0,00 |
| 3. | 3,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,82 | 0,82 | 0,50 | 0,00 |
| B. | 4,00 | 0,00 | -- | 0,00 | 0,00 | 0,82 | -- | 0,00 | 0,00 |

Przypadek **P3: śnieg** ($\gamma_f$ = 1,5, klasa trwania - średniotrwałe)
Tablica obciążeń obliczeniowych

| Przekrój | x [m] | $q_{z,l}$ [kN/m] | $q_{z,p}$ [kN/m] | $F_z$ [kN] | $M_z$ [kN] | $q_{y,l}$ [kN/m] | $q_{y,p}$ [kN/m] | $F_y$ [kN] | $M_y$ [kN] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A. | 0,00 | -- | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -- | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 1. | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 |
| 2. | 2,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 |
| 3. | 3,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 |
| B. | 4,00 | 0,00 | -- | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -- | 0,00 | 0,00 |

Tablica wyników obliczeń statycznych dla obciążeń pionowych - obwiednia:

| Prze-krój | x [m] | $\mathbf{M}_{y,max}$ [kNm] | $\mathbf{M}_{y,min}$ [kNm] | $\mathbf{V}_{z,max}$ [kN] | $\mathbf{V}_{z,min}$ [kN] | $\mathbf{f}_{k,z,max}$ [mm] | $\mathbf{f}_{k,z,min}$ [mm] | uwagi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Przęsło A - B ($l_o$ = 4,00 m )** | | | | | | | | |
| A. | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,15 | 0,15 | -- | -- | |
| 1. | 1,00 | 0,11 | 0,11 | 0,08 | 0,08 | 0,46 | 0,46 | |
| 2. | 2,00 | 0,15 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,65 | 0,65 | max $f_{k,z}$ |
| 3. | 3,00 | 0,11 | 0,11 | -0,08 | -0,08 | 0,46 | 0,46 | |
| B. | 4,00 | 0,00 | 0,00 | -0,15 | -0,15 | -- | -- | |
| Reakcje podporowe: $R_{A,z}$ = 0,15/0,15 kN, $R_{B,z}$ = 0,15/0,15 kN | | | | | | | | |

Tablica wyników obliczeń statycznych dla obciążeń poziomych - obwiednia:

| Prze-krój | x [m] | $\mathbf{M}_{z,max}$ [kNm] | $\mathbf{M}_{z,min}$ [kNm] | $\mathbf{V}_{y,max}$ [kN] | $\mathbf{V}_{y,min}$ [kN] | $\mathbf{f}_{k,y,max}$ [mm] | $\mathbf{f}_{k,y,min}$ [mm] | uwagi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

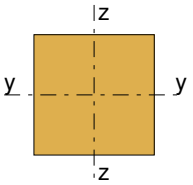
| Przęsło A - B ($l_o$ = 4,00 m ) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A. | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,10 | 0,37 | -- | -- | |
| 1. (L)<br>1. (P) | 1,00 | 2,69<br>2,69 | 0,38<br>0,38 | 2,28<br>1,31 | 0,37<br>0,12 | 8,21 | 0,46 | |
| 2. (L)<br>2. (P) | 2,00 | 3,59<br>3,59 | 0,50<br>0,50 | 0,49<br>-0,13 | 0,12<br>-0,49 | 11,54 | 0,65 | max $f_{k,y}$ |
| 3. (L)<br>3. (P) | 3,00 | 2,69<br>2,69 | 0,37<br>0,37 | -0,13<br>-0,38 | -1,31<br>-2,28 | 8,21 | 0,46 | |
| B. | 4,00 | 0,00 | 0,00 | -0,38 | -3,10 | -- | -- | |
| Reakcje podporowe: $R_{A,y}$ = 3,10/0,37 kN, $R_{B,y}$ = 3,10/0,38 kN | | | | | | | | |

**ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA**
Klasa użytkowania konstrukcji - 2
Belka zginana dwukierunkowo
Parametry analizy zwichrzenia:
- rozstaw stężeń bocznych l = 0,95 m
- stosunek $l_d/l$ =1,00
- obciążenie przyłożone na pasie ściskanym (górnym) belki

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = l_o / 300$

**WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH**

**WYMIAROWANIE WG PN-B-03150:2000**




Przekrój prostokątny **14 / 14 cm**

$W_y$ = 457 cm$^3$, $W_z$ = 457 cm$^3$, $J_y$ = 3201 cm$^4$, $J_z$ = 3201 cm$^4$, m = 6,86 kg/m

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

→ $f_{m,k}$ = 24 MPa, $f_{t,0,k}$ = 14 MPa, $f_{c,0,k}$ = 21 MPa, $f_{v,k}$ = 2,5 MPa, $E_{0,mean}$ = 11 GPa, $\rho_k$ = 350 kg/m$^3$

Zginanie

Przekrój x = 2,00 m (**K4:** 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3)

Momenty maksymalne $M_{y,max}$ = 0,15 kNm, $M_{z,max}$ = 3,59 kNm

$\sigma_{m,y,d}$ = 0,33 MPa, $\sigma_{m,z,d}$ = 7,85 MPa

$f_{m,y,d}$ = 16,62 MPa, $f_{m,z,d}$ = 16,62 MPa

$k_m$ = 0,7

$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$ = 0,02 + 0,33 = 0,35 < 1

$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$ = 0,01 + 0,47 = 0,49 < 1

Warunek stateczności:

Przekrój x = 2,00 m (**K1:** 1,0·P1)

$M_y$ = 0,15 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 0,33 MPa, $f_{m,y,d}$ = 11,08 MPa

$k_{crit,y}$ = 1,000

$\sigma_{m,y,d}$ = 0,33 MPa < $k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d}$ = 11,08 MPa (3,0%)

Przekrój x = 2,00 m (**K4:** 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3)

$M_z$ = 3,59 kNm, $\sigma_{m,z,d}$ = 7,85 MPa, $f_{m,z,d}$ = 16,62 MPa

$k_{crit,z}$ = 1,000

$\sigma_{m,z,d}$ = 7,85 MPa < $k_{crit,z} \cdot f_{m,z,d}$ = 16,62 MPa (47,2%)

Ścinanie

Przekrój x = 0,00 m (**K1:** 1,0·P1)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{z,max}$ = 0,15 kN

$\tau_{d,z}$ = 0,01 MPa < $f_{v,d}$ = 1,15 MPa (1,0%)

Przekrój x = 4,00 m (**K4:** 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{y,max}$ = -3,10 kN

$\tau_{d,y}$ = 0,24 MPa < $f_{v,d}$ = 1,15 MPa (20,6%)

Docisk na podporze

Reakcja podporowa $R_{A,z}$ = 0,15 kN

$a_p$ = 14,0 cm, $k_{c,90}$ = 1,00

$\sigma_{c,90,z,d}$ = 0,01 MPa < $k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}$ = 1,15 MPa (0,7%)

Stan graniczny użytkowalności

Przekrój x = 2,00 m (**K2:** 1,0·P1+1,0·P2)

Ugięcia składowe $u_{fin,z}$ = 0,65 mm, $u_{fin,y}$ = 11,54 mm

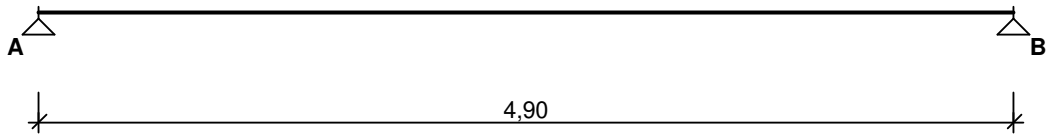
Ugięcie maksymalne $u_{fin} = (u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2)^{0.5}$ = 11,56 mm

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = l_o / 300$ = 13,33 mm

## POZ. 1 – BELKI STALOWE W STROPIE NAD I PIĘTREM

## POZ. 2.1 – Belka dwuteowa HEA 180

**SCHEMAT BELKI**




Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f$ = 1,10

**OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI**

Przypadek **P1: stałe** ($\gamma_f$ = 1,20)

Tablica obciążeń obliczeniowych (dodatkowo ciężar belki $g_o$ = 0,38 kN/m)

| Przekrój | z [m] | $q_l$ [kN/m] | $q_p$ [kN/m] | F [kN] | M [kN] |
|---|---|---|---|---|---|
| A. | 0,00 | -- | 2,30 | 0,00 | 0,00 |
| 1. | 3,20 | 2,30 | 2,30 | 13,80 | 0,00 |
| B. | 4,90 | 2,30 | -- | 0,00 | 0,00 |

Przypadek **P2: wiatr** ($\gamma_f$ = 1,5)

Tablica obciążeń obliczeniowych

| Przekrój | z [m] | $q_l$ [kN/m] | $q_p$ [kN/m] | F [kN] | M [kN] |
|---|---|---|---|---|---|
| A. | 0,00 | -- | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 1. | 3,20 | 0,00 | 0,00 | 3,00 | 0,00 |
| B. | 4,90 | 0,00 | -- | 0,00 | 0,00 |

Przypadek **P3: śnieg** ($\gamma_f$ = 1,5)

Tablica obciążeń obliczeniowych

| Przekrój | z [m] | $q_l$ [kN/m] | $q_p$ [kN/m] | F [kN] | M [kN] |
|---|---|---|---|---|---|
| A. | 0,00 | -- | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 1. | 3,20 | 0,00 | 0,00 | 12,80 | 0,00 |
| B. | 4,90 | 0,00 | -- | 0,00 | 0,00 |

Przypadek **P4: użytkowe** ($\gamma_f$ = 1,40)

Tablica obciążeń obliczeniowych

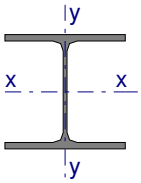
| Przekrój | z [m] | $q_l$ [kN/m] | $q_p$ [kN/m] | F [kN] | M [kN] |
|---|---|---|---|---|---|
| A. | 0,00 | -- | 2,70 | 0,00 | 0,00 |
| 1. | 3,20 | 2,70 | 2,70 | 3,00 | 0,00 |
| B. | 4,90 | 2,70 | -- | 0,00 | 0,00 |

Tablica wyników obliczeń statycznych:

| Prze-krój | z [m] | $M_{max}$ [kNm] | $M_{min}$ [kNm] | $V_{max}$ [kN] | $V_{min}$ [kN] | $f_{k,max}$ [mm] | $f_{k,min}$ [mm] | uwagi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Przęsło A - B ($l_o$ = 4,90 m )** | | | | | | | | |
| A. | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 23,85 | 11,36 | -- | -- | |
| | 2,55 | 43,34 | 20,24 | 10,52 | 4,52 | 11,82 | 8,11 | max $f_k$ |
| 1. (L)<br>1. (P) | 3,20 | 49,10<br>49,10 | 22,62<br>22,62 | 8,15<br>-11,02 | 1,79<br>-24,54 | 10,78 | 7,44 | max M |
| B. | 4,90 | 0,00 | 0,00 | -15,59 | -33,25 | -- | -- | |
| Reakcje podporowe: $R_A$ = 23,85/11,36 kN, $R_B$ = 33,25/15,59 kN | | | | | | | | |

**ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA**
Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;
Parametry analizy zwichrzenia:
- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem;

**WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200**




Przekrój: **HE 180 A**
$A_v$ = 10,3 cm$^2$, m = 35,5 kg/m
$J_x$ = 2510 cm$^4$, $J_y$ = 925 cm$^4$, $J_\omega$ = 60210 cm$^6$, $J_T$ = 14,9 cm$^4$, $W_x$ = 294 cm$^3$
Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:
- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p$ = 1,051) $M_R$ = 66,44 kNm
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R$ = 127,94 kN

Nośność na zginanie
Przekrój z = 3,20 m (**K14:** 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P4+0,80·P2)
Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L$ = 1,000
Moment maksymalny $M_{max}$ = 49,10 kNm
(52) $M_{max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,739 < 1$

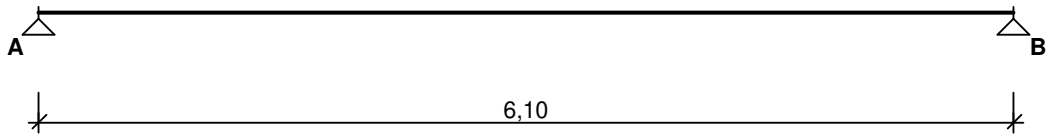
Nośność na ścinanie
Przekrój z = 4,90 m (**K16:** 1,0·P1+1,0·P4+0,90·P3+0,80·P2)
Maksymalna siła poprzeczna $V_{max}$ = -33,25 kN
(53) $V_{max} / V_R = 0,260 < 1$

Nośność na zginanie ze ścinaniem
$V_{max}$ = (-)33,25 kN < $V_o = 0,6 \cdot V_R$ = 76,77 kN → warunek niemiarodajny

Stan graniczny użytkowania
Przekrój z = 2,55 m (**K6:** 1,0·P1+1,0·P4)
Ugięcie maksymalne $f_{k,max}$ = 11,82 mm
Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 300$ = 16,33 mm
$f_{k,max}$ = 11,82 mm < $f_{gr}$ = 16,33 mm (72,4%)

## POZ. 2.2 – Belka dwuteowa HEA 200

**SCHEMAT BELKI**




Parametry belki:
- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f$ = 1,10

**OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI**
Przypadek **P1: stałe** ($\gamma_f$ = 1,20)
Tablica obciążeń obliczeniowych (dodatkowo ciężar belki $g_o$ = 0,46 kN/m)

| Przekrój | z [m] | $q_l$ [kN/m] | $q_p$ [kN/m] | F [kN] | M [kN] |
|---|---|---|---|---|---|
| A. | 0,00 | -- | 2,30 | 0,00 | 0,00 |
| 1. | 1,90 | 2,30 | 2,30 | 16,50 | 0,00 |
| B. | 6,10 | 2,30 | -- | 0,00 | 0,00 |

Przypadek **P2: wiatr** ($\gamma_f$ = 1,5)
Tablica obciążeń obliczeniowych

| Przekrój | z [m] | $q_l$ [kN/m] | $q_p$ [kN/m] | F [kN] | M [kN] |
|---|---|---|---|---|---|
| A. | 0,00 | -- | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 1,90 | 0,00 | 0,00 | 3,00 | 0,00 |
| B. | 6,10 | 0,00 | -- | 0,00 | 0,00 |

Przypadek **P3: śnieg** ($\gamma_f$ = 1,5)
Tablica obciążeń obliczeniowych

| Przekrój | z [m] | $q_l$ [kN/m] | $q_p$ [kN/m] | F [kN] | M [kN] |
|---|---|---|---|---|---|
| A. | 0,00 | -- | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 1. | 1,90 | 0,00 | 0,00 | 15,00 | 0,00 |
| B. | 6,10 | 0,00 | -- | 0,00 | 0,00 |

Przypadek **P4: użytkowe** ($\gamma_f$ = 1,40)
Tablica obciążeń obliczeniowych

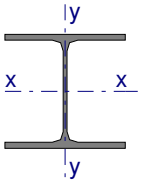
| Przekrój | z [m] | $q_l$ [kN/m] | $q_p$ [kN/m] | F [kN] | M [kN] |
|---|---|---|---|---|---|
| A. | 0,00 | -- | 2,70 | 0,00 | 0,00 |
| 1. | 1,90 | 2,70 | 2,70 | 3,00 | 0,00 |
| B. | 6,10 | 2,70 | -- | 0,00 | 0,00 |

Tablica wyników obliczeń statycznych:

| Prze-krój | z [m] | $M_{max}$ [kNm] | $M_{min}$ [kNm] | $V_{max}$ [kN] | $V_{min}$ [kN] | $f_{k,max}$ [mm] | $f_{k,min}$ [mm] | uwagi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Przęsło A - B ($l_o$ = 6,10 m )** | | | | | | | | |
| A. | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 41,02 | 19,77 | -- | -- | |
| 1. (L)<br>1. (P) | 1,90 | 68,57<br>68,57 | 32,58<br>32,58 | 31,16<br>0,20 | 14,53<br>-7,48 | 15,77 | 10,96 | max M |
| | 2,92 | 60,44 | 29,16 | -4,77 | -10,74 | 18,28 | 12,59 | max $f_k$ |
| B. | 6,10 | 0,00 | 0,00 | -13,55 | -27,67 | -- | -- | |
| Reakcje podporowe: $R_A$ = 41,02/19,77 kN, $R_B$ = 27,67/13,55 kN | | | | | | | | |

**ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA**
Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;
Parametry analizy zwichrzenia:
- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem;

**WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200**




Przekrój: **HE 200 A**
$A_v$ = 12,3 cm$^2$, m = 42,3 kg/m
$J_x$ = 3690 cm$^4$, $J_y$ = 1340 cm$^4$, $J_\omega$ = 108000 cm$^6$, $J_T$ = 21,1 cm$^4$, $W_x$ = 389 cm$^3$
Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:
- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p$ = 1,053) $M_R$ = 88,04 kNm
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R$ = 154,00 kN

Nośność na zginanie
Przekrój z = 1,90 m (**K14:** 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P4+0,80·P2)
Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L$ = 1,000
Moment maksymalny $M_{max}$ = 68,57 kNm
(52) $M_{max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,779 < 1$

Nośność na ścinanie
Przekrój z = 0,00 m (**K14:** 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P4+0,80·P2)
Maksymalna siła poprzeczna $V_{max}$ = 41,02 kN
(53) $V_{max} / V_R = 0,266 < 1$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{max}$ = 41,02 kN < $V_o = 0,6 \cdot V_R$ = 92,40 kN → warunek niemiarodajny

Stan graniczny użytkowania

Przekrój z = 2,92 m (**K6:** 1,0·P1+1,0·P4)

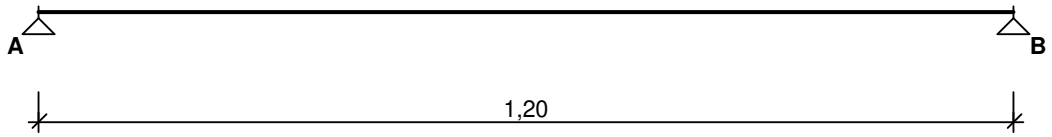
Ugięcie maksymalne $f_{k,max}$ = 18,28 mm

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 300$ = 20,33 mm

$f_{k,max}$ = 18,28 mm < $f_{gr}$ = 20,33 mm (89,9%)

## POZ. 3 – NADPROŻE STALOWE 2XC120

### SCHEMAT BELKI




Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f$ = 1,10

### OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: stałe** ($\gamma_f$ = 1,20)

Tablica obciążeń obliczeniowych (dodatkowo ciężar belki $g_o$ = 0,22 kN/m)

| Przekrój | z [m] | $q_l$ [kN/m] | $q_p$ [kN/m] | F [kN] | M [kN] |
|---|---|---|---|---|---|
| A. | 0,00 | -- | 40,00 | 0,00 | 0,00 |
| B. | 1,20 | 40,00 | -- | 0,00 | 0,00 |

Przypadek **P2: zmienne** ($\gamma_f$ = 1,25)

Tablica obciążeń obliczeniowych

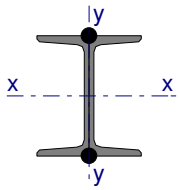
| Przekrój | z [m] | $q_l$ [kN/m] | $q_p$ [kN/m] | F [kN] | M [kN] |
|---|---|---|---|---|---|
| A. | 0,00 | -- | 65,00 | 0,00 | 0,00 |
| B. | 1,20 | 65,00 | -- | 0,00 | 0,00 |

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

### WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200




Przekrój: **2 C 120 E**, połączone spoinami ciągłymi

$A_v$ = 11,5 cm$^2$, m = 20,8 kg/m

$J_x$ = 608 cm$^4$, $J_y$ = 125 cm$^4$, $J_\omega$ = 668 cm$^6$, $J_T$ = 2,13 cm$^4$, $W_x$ = 101 cm$^3$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 $M_R$ = 23,48 kNm
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R$ = 143,65 kN

Nośność na zginanie

Przekrój z = 0,60 m (**K2:** 1,0·P1+1,0·P2)

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L$ = 0,962

Moment maksymalny $M_{max}$ = 18,94 kNm

(52) $M_{max} / (\varphi_L \cdot M_R)$ = 0,838 < 1

Nośność na ścinanie

Przekrój z = 0,00 m (**K2:** 1,0·P1+1,0·P2)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{max}$ = 63,13 kN

(53) $V_{max} / V_R = 0,439 < 1$

Nośność na zginanie ze ścinaniem (przęsło A - B, x = 0,00 m)

Przekrój aaa z = 1,01 m (**K2:** 1,0·P1+1,0·P2)

V = (-)43,18 kN > $V_0 = 0,3 \cdot V_R$ = 43,10 kN

$M/M_{R,V} = 10,08 / 22,99 = 0,438 < 1$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój z = 0,60 m (**K2:** 1,0·P1+1,0·P2)

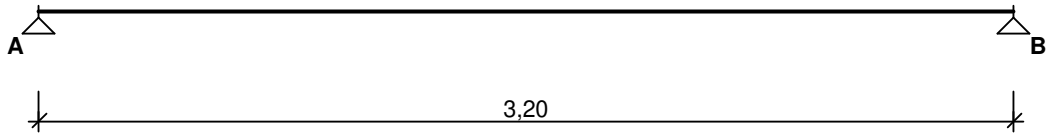
Ugięcie maksymalne $f_{k,max}$ = 1,85 mm

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350$ = 3,43 mm

$f_{k,max}$ = 1,85 mm < $f_{gr}$ = 3,43 mm (54,0%)

## POZ. 4 – NADPROŻE STALOWE 2XC120

### SCHEMAT BELKI




Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f$ = 1,10

### OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: stałe** ($\gamma_f$ = 1,20)

Tablica obciążeń obliczeniowych (dodatkowo ciężar belki $g_o$ = 0,40 kN/m)

| Przekrój | z [m] | $q_l$ [kN/m] | $q_p$ [kN/m] | F [kN] | M [kN] |
|---|---|---|---|---|---|
| A. | 0,00 | -- | 5,00 | 0,00 | 0,00 |
| B. | 3,20 | 5,00 | -- | 0,00 | 0,00 |

Przypadek **P2: zmienne** ($\gamma_f$ = 1,25)

Tablica obciążeń obliczeniowych

| Przekrój | z [m] | $q_l$ [kN/m] | $q_p$ [kN/m] | F [kN] | M [kN] |
|---|---|---|---|---|---|
| A. | 0,00 | -- | 45,00 | 0,00 | 0,00 |
| B. | 3,20 | 45,00 | -- | 0,00 | 0,00 |

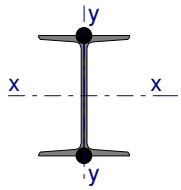
### ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem;

### WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200




Przekrój: **2 C 200 E**, połączone spoinami ciągłymi

$A_v$ = 20,8 cm$^2$, m = 36,8 kg/m

$J_x$ = 3040 cm$^4$, $J_y$ = 427 cm$^4$, $J_\omega$ = 7200 cm$^6$, $J_T$ = 5,01 cm$^4$, $W_x$ = 304 cm$^3$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 $M_R$ = 70,03 kNm
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R$ = 259,38 kN

Nośność na zginanie

Przekrój z = 1,60 m (**K2:** 1,0·P1+1,0·P2)

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L$ = 1,000

Moment maksymalny $M_{max}$ = 64,51 kNm

(52) $M_{max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,921 < 1$

Nośność na ścinanie

Przekrój z = 0,00 m (**K2:** 1,0·P1+1,0·P2)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{max}$ = 80,64 kN

(53) $V_{max} / V_R = 0,311 < 1$

Nośność na zginanie ze ścinaniem (przęsło A - B, x = 0,00 m)

Przekrój aaa z = 3,15 m (**K2:** 1,0·P1+1,0·P2)

V = (-)78,06 kN > $V_0 = 0,3 \cdot V_R$ = 77,81 kN

$M/M_{R,V} = 4,06 / 68,58 = 0,059 < 1$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój z = 1,60 m (**K2:** 1,0·P1+1,0·P2)

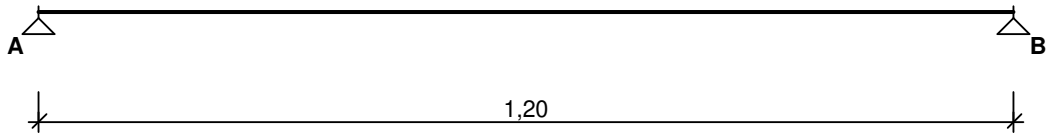
Ugięcie maksymalne $f_{k,max}$ = 8,88 mm

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350$ = 9,14 mm

$f_{k,max}$ = 8,88 mm < $f_{gr}$ = 9,14 mm (97,1%)

## POZ. 5 – NADPROŻE STALOWE 4XC120

### SCHEMAT BELKI




Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f$ = 1,10

### OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: stałe** ($\gamma_f$ = 1,20)

Tablica obciążeń obliczeniowych (dodatkowo ciężar belki $g_o$ = 0,22 kN/m)

| Przekrój | z [m] | $q_l$ [kN/m] | $q_p$ [kN/m] | F [kN] | M [kN] |
|---|---|---|---|---|---|
| A. | 0,00 | -- | 40,00 | 0,00 | 0,00 |
| B. | 1,20 | 40,00 | -- | 0,00 | 0,00 |

Przypadek **P2: zmienne** ($\gamma_f$ = 1,25)

Tablica obciążeń obliczeniowych

| Przekrój | z [m] | $q_l$ [kN/m] | $q_p$ [kN/m] | F [kN] | M [kN] |
|---|---|---|---|---|---|
| A. | 0,00 | -- | 65,00 | 0,00 | 0,00 |
| B. | 1,20 | 65,00 | -- | 0,00 | 0,00 |

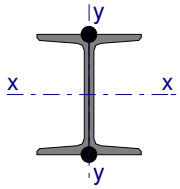
### ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

### WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200




Przekrój: **2 C 120 E**, połączone spoinami ciągłymi

$A_v$ = 11,5 cm$^2$, m = 20,8 kg/m

$J_x$ = 608 cm$^4$, $J_y$ = 125 cm$^4$, $J_\omega$ = 668 cm$^6$, $J_T$ = 2,13 cm$^4$, $W_x$ = 101 cm$^3$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 $M_R$ = 23,48 kNm
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R$ = 143,65 kN

Nośność na zginanie

Przekrój z = 0,60 m (**K2:** 1,0·P1+1,0·P2)

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L$ = 0,962

Moment maksymalny $M_{max}$ = 18,94 kNm

(52) $M_{max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,838 < 1$

Nośność na ścinanie

Przekrój z = 0,00 m (**K2:** 1,0·P1+1,0·P2)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{max}$ = 63,13 kN

(53) $V_{max} / V_R = 0,439 < 1$

Nośność na zginanie ze ścinaniem (przęsło A - B, x = 0,00 m)

Przekrój aaa z = 1,01 m (**K2:** 1,0·P1+1,0·P2)

V = (-)43,18 kN > $V_0 = 0,3 \cdot V_R$ = 43,10 kN

$M/M_{R,V} = 10,08 / 22,99 = 0,438 < 1$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój z = 0,60 m (**K2:** 1,0·P1+1,0·P2)

Ugięcie maksymalne $f_{k,max}$ = 1,85 mm

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350$ = 3,43 mm

$f_{k,max}$ = 1,85 mm < $f_{gr}$ = 3,43 mm (54,0%)

# Wiata śmietnikowa

## POZ. 1 – Płyta stropowa

### ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

Obciążenia powierzchniowe[kN/m$^2$]:

| Lp. | Opis obciążenia | Obc.char. | $\gamma_f$ | $k_d$ | Obc.obl. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Beton zwykły na kruszywie kamiennym, zbrojony, zagęszczony grub. 5 cm [25,0kN/m3·0,05m] | 1,25 | 1,10 | -- | 1,38 |
| 2. | Obciążenie śniegiem połaci dachu jednospadowego wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1 (strefa 2 -> Qk = 0,9 kN/m2, nachylenie połaci 0,0 st. -> C1=0,8) [0,720kN/m2] | 0,72 | 1,50 | 0,00 | 1,08 |
| 3. | Płyta żelbetowa grub.10 cm | 2,50 | 1,10 | -- | 2,75 |
| | Σ: | 4,47 | 1,16 | | 5,21 |

**SCHEMAT STATYCZNY**

Rozpiętość obliczeniowa płyty $l_{eff,x}$ = 1,85 m

Rozpiętość obliczeniowa płyty $l_{eff,y}$ = 2,35 m

**Grubość płyty 10,0 cm**

**WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH**

Kierunek x:

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sdx,p}$ = 1,01 kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Skx}$ = 0,87 kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Skx,lt}$ = 0,73 kNm/m

Maksymalne oddziaływanie podporowe (wzdłuż krawędzi y) $Q_{ox,max}$ = 4,81 kN/m

Zastępcze oddziaływanie podporowe (wzdłuż krawędzi y) $Q_{ox}$ = 3,62 kN/m

Kierunek y:

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sdy}$ = 0,63 kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sky}$ = 0,54 kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sky,lt}$ = 0,45 kNm/m

Maksymalne oddziaływanie podporowe (wzdłuż krawędzi x) $Q_{oy,max}$ = 4,81 kN/m

Zastępcze oddziaływanie podporowe (wzdłuż krawędzi x) $Q_{oy}$ = 3,01 kN/m

**DANE MATERIAŁOWE**

Parametry betonu:

Klasa betonu **B20** (C16/20) → $f_{cd}$ = 10,67 MPa, $f_{ctd}$ = 0,87 MPa, $E_{cm}$ = 29,0 GPa

Ciężar objętościowy betonu $\rho$ = 25 kN/m$^3$

Wilgotność środowiska RH = 50%

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni
Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3{,}48$

Zbrojenie główne:

Klasa stali A-IIIN (**RB500W**) $\rightarrow$ $f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa
Średnica prętów w przęśle w kierunku x $\phi_{d,x} = 10$ mm
Średnica prętów w przęśle w kierunku y $\phi_{d,y} = 10$ mm

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia prętów z góry płyty $c_{nom,g} = 20$ mm
Nominalna grubość otulenia prętów z dołu płyty $c_{nom,d} = 20$ mm

**ZAŁOŻENIA**

Sytuacja obliczeniowa: trwała
Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0{,}3$ mm
Graniczne ugięcie $a_{lim} = l_{eff}/200$ - jak dla stropów (tablica 8)

**WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002** (metoda uproszczona)

Kierunek x:

Przęsło:

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny) $A_s = 0{,}97$ cm$^2$/mb. Przyjęto **$\phi$10 co 25,0 cm** o $A_s = 3{,}14$ cm$^2$/mb ($\rho = 0{,}42\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd,x} = 1{,}01$ kNm/mb < $M_{Rd,x} = 9{,}08$ kNm/mb (11,1%)
Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ($M_{cr} > M_{Skx}$)

Podpora:

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd,x} = 4{,}81$ kN/mb < $V_{Rd1,x} = 44{,}54$ kN/mb (10,8%)

Kierunek y:

Przęsło:

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny) $A_s = 0{,}85$ cm$^2$/mb. Przyjęto **$\phi$10 co 25,0 cm** o $A_s = 3{,}14$ cm$^2$/mb ($\rho = 0{,}48\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd,y} = 0{,}63$ kNm/mb < $M_{Rd,y} = 7{,}76$ kNm/mb (8,1%)
Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ($M_{cr} > M_{Sky}$)

Podpora:

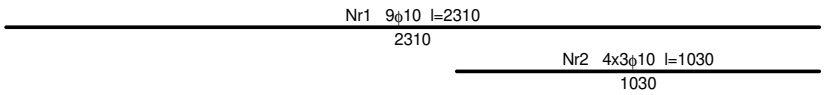
Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd,y} = 4{,}81$ kN/mb < $V_{Rd1,y} = 39{,}24$ kN/mb (12,3%)

Ugięcie całkowite płyty:

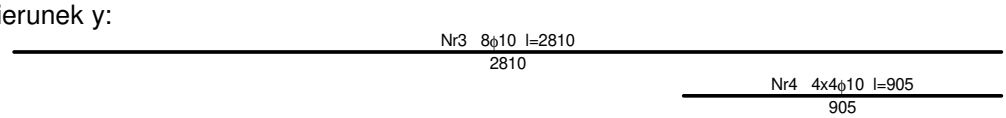
Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 0{,}46$ mm < $a_{lim} = 9{,}25$ mm (5,0%)

**SZKIC ZBROJENIA**

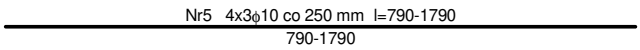
Kierunek x:



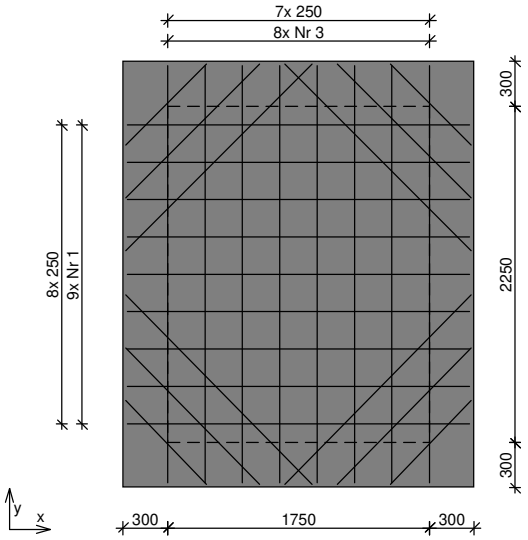

Kierunek y:

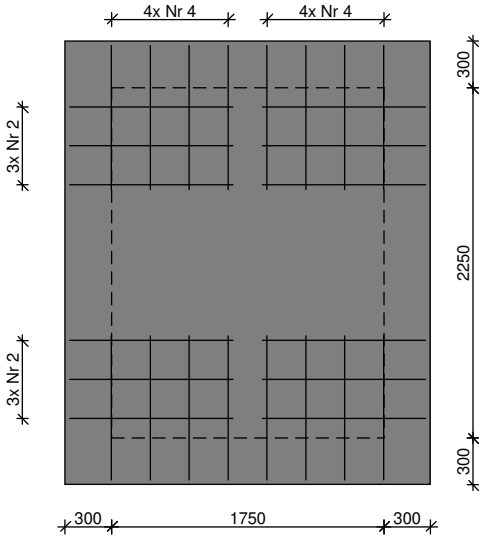



Zbrojenie naroży dołem:




Schemat rozmieszczenia prętów (dołem i górą):




## WYKAZ ZBROJENIA

| Nr pręta | Średnica [mm] | Długość [mm] | Liczba [szt.] prętów w 1 elemencie | elementów | całkowita prętów | Długość całkowita [m] RB500W ϕ10 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **dla pojedynczej płyty** | | | | | | |
| 1 | 10 | 2310 | 9 | 1 | 9 | 20,79 |
| 2 | 10 | 1030 | 12 | 1 | 12 | 12,36 |
| 3 | 10 | 2810 | 8 | 1 | 8 | 22,48 |
| 4 | 10 | 905 | 16 | 1 | 16 | 14,48 |
| 5a | 10 | 790 | 4 | 1 | 4 | 3,16 |
| 5b | 10 | 1290 | 4 | 1 | 4 | 5,16 |
| 5c | 10 | 1790 | 4 | 1 | 4 | 7,16 |
| Długość całkowita wg średnic | | | | | [m] | 85,6 |
| Masa 1mb pręta | | | | | [kg/mb] | 0,617 |
| Masa prętów wg średnic | | | | | [kg] | 52,8 |
| Masa prętów wg gatunków stali | | | | | [kg] | 52,8 |
| Masa całkowita | | | | | [kg] | **53** |

UWAGA: Długość pręta jest długością obliczoną na podstawie wymiarów w osi pręta (metoda B wg PN-EN ISO 3766:2006)

Projektant:

**mgr inż. Marcin Żołnowski**